



POWŁOKI POLIMOCZNIKOWE W BUDOWNICTWIE

JANUSZ BANERA, MAREK MAJ, ANDRZEJ UBYSZ

KSIAŻKA DOSTĘPNA RÓWNIEŻ ONLINE:

masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

Janusz Banera
dr inż. Marek Maj
dr hab. inż. Andrzej Ubysz

Powłoki polimocznikowe w budownictwie

Kompendium wiedzy projektanta, wykonawcy,
inwestora i użytkownika

Podziękowania

Klausowi Claassen za wzbudzenie mojego zainteresowania technologią elastomerów polimocznikowych i poznanie mnie z wieloma osobami z różnych kontynentów, które pomogły mi zgromadzić wiedzę na temat różnych zastosowań tej technologii.

Kolegom Ceesowi Moorman i Alainowi van Oorsouw za wsparcie techniczne i praktyczne wskazówki przy pierwszych realizacjach i możliwość czerpania z wiedzy dotyczącej stosowania elastomerów polimocznikowych w zakresie członkostwa w organizacji PDA.

Holmowi-Gerd Diedrichs i Rolandowi Nowickiemu za zainicjowanie idei tej publikacji i ciągłe wsparcie w całym procesie powstawania książki.

Albertowi Berenguel za umożliwienie korzystania z wielu doświadczeń aplikacji elastomerów polimocznikowych w ramach globalnej organizacji Master Builders Solutions.

Elisabeth Casas Bolivar za przekazanie umiejętności zabezpieczania i uszczelniania różnego rodzaju detali, jak dylatacje i złącza kompensujące, przejścia rur i innych elementów armatury technicznej przez stropy i ściany, a także stosowania materiałów pęczniejących pod wpływem kontaktu z wilgocią przed powłokowym pokryciem konstrukcji betonowej.

Enginowi Seyhan za wyjaśnienie zagadnień i praktyczne wsparcie z zakresu mechaniki budowli i systemów naprawczych konstrukcji betonowych, inhibitorów korozji, iniekcji rys i spękań konstrukcji, wzmocnień i zabezpieczeń przed działaniem ekspozycji środowiskowej.

Andrzejowi Juszcakowi za zaufanie i wiele wspólnych realizacji poprzedzanych próbami i testami oraz wspólne zaangażowanie w zakresie popularyzowania technologii.

Albertowi Witkowskiemu za współpracę przy wielu niestandardowych zastosowaniach, w tym po raz pierwszy w świecie polimocznika MasterSeal M 689 AS – wersji odprowadzającej ładunki elektryczności statycznej w zakładach petrochemicznych.

Arturowi Ślusarczykowi i Stanisławowi Świtalskiemu za pierwsze wspólne realizacje powłok z alifatycznej wersji polimocznika [MasterSeal M 699](#) w basenach kąpielowych w Europie.

Dr. hab. inż. Wiktorowi Zierkiewiczowi z Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej za merytoryczną konsultację przy redakcji rozdziału 2.

Maciejowi Kamińskiemu za koordynowanie złożonego procesu powstawania tej publikacji.

Rozdział 7. *Specyfikacje Techniczne Wykonania i Odbioru Robót* (s. 172) w niniejszej publikacji zostaje udostępniony do wszelkich zastosowań, w tym komercyjnych – jako treści na bezpłatnej i bezwarunkowej licencji.

Za wyjątkiem rozdziału 7. niniejszej publikacji: wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część niniejszej książki nie może być reprodukowana w jakiegokolwiek formie i w jakikolwiek sposób bez pisemnej zgody wydawcy.

Wydawca, DTP: D-CONCEPT, Grupa MD
Poznań, 2017

Podziękowania	2
Słowo od autorów	12
1. Wprowadzenie	14
2. Polimocznik	18
2.1. Definicja chemiczna	18
2.2. Skład chemiczny i jego wpływ na parametry techniczne gotowego produktu	18
2.3. Różnice między polimocznikiem a poliuretanem i hybrydą poliuretanowo-polimocznikową	19
2.4. Praktyczna różnica wynikająca z zastosowania czystego polimocznika lub hybrydy polimocznikowo-poliuretanowej	20
3. Cechy materiałowe powłoki polimocznikowej po związaniu	21
3.1. Sprężystość, elastyczność	21
3.2. Związek między odpornością chemiczną materiału a jego elastycznością	23
3.3. Zdolność przesklepienia rys przy obciążeniach statycznych	24
3.4. Zdolność przesklepienia rys przy obciążeniach cyklicznych (dynamicznych)	24
3.5. Odporność termiczna	25
3.6. Odporność na promieniowanie UV	25
3.7. Odporność na cykle zamarzania i rozmarzania (mrozoodporność)	26
3.8. Odporność na długotrwałe obciążenie wodą	26
3.9. Przyczepność do różnych podłoży	26
3.10. Odporność chemiczna	27
3.11. Stabilność kolorystyczna	30
3.12. Podsumowanie właściwości użytkowych powłoki polimocznikowej MasterSeal M 689	30
4. Wybrane zagadnienia do projektowania	32
4.1. Klasa ekspozycji środowiskowej	32
4.2. Schematy statyczne	32
4.3. Stany graniczne nośności i użytkowania	33
4.4. Procesy korozyjne w betonie	35
4.4.1. Karbonatyzacja	35
4.4.2. Korozja siarczanowa	36
4.4.3. Korozja chlorkowa	36
4.4.4. Korozja mrozowa	36
4.4.5. Korozja alkaliczna	37
4.4.6. Inne rodzaje korozji	37
4.5. Trwałość konstrukcji	38
4.6. Uwagi dotyczące współpracy powłoki polimocznikowej z betonem	40
4.7. Wybrane zagadnienia dotyczące zarządzania ryzykiem	42

5. Technologie wykonania	46
5.1. Przygotowanie podłoża	46
5.1.1. Wstęp	46
5.1.2. Podłoża betonowe	46
5.1.3. Młody beton (siedmiodniowy)	46
5.1.4. Beton zaolejony	47
5.1.5. Podłoża bitumiczne	48
5.1.6. Stal czarna, żeliwo	49
5.1.7. Metale szlachetne (stal kwasoodporna, metale nieżelazne, miedź, aluminium, blacha ocynkowana)	50
5.1.8. Wełna mineralna	51
5.1.9. Tworzywa sztuczne (EPDM, PCV, blacha proszkowo malowana lub powlekana, GRP i stare powłoki EP, PU i elastomerowe)	51
5.1.10. Geowłóknina/Agrowłóknina/Włóknina polipropylenowa lub flizelina jako podkład pod natrysk powłoki polimocznikowej	52
5.1.11. Tabela gruntów	53
5.2. Aplikacja	54
5.2.1. Wymagane warunki otoczenia	54
5.2.2. Wymagane parametry podłoża	54
5.2.3. Aplikacja powłoki polimocznikowej	55
5.2.4. Zabezpieczenia	56
5.2.5. Wymagania technologiczne i sprzętowe	56
5.2.6. Tabela usterek, przyczyn ich powstawania i sposobu usuwania	57
5.2.7. Tabela punktu rosy	60
5.3. Techniki reperacji i łączenia nowego polimocznika ze starym	61
5.3.1. Do 24 godzin od aplikacji	61
5.3.2. Po 24 godzinach, ale do 7 dni od aplikacji	62
5.3.3. Powyżej 7 dni od aplikacji bez obciążenia chemicznego	63
5.3.4. Powyżej 7 dni użytkowania z obciążeniem chemicznym	64
5.4. Wybrane badania kontroli jakości	65
5.4.1. Grubość powłoki	66
5.4.2. Ciągłość powłoki	66
5.4.3. Szczelność powłoki – wytrzymałość na czynne i bierne parcie wody	67
5.4.4. Pomiar twardości metodą Shore'a D	67
5.4.5. Wytrzymałość na odrywanie	68
5.5. Bezpieczeństwo i higiena pracy	69
6. Zakres zastosowań powłok polimocznikowych	71
6.1. Tamy, zapory, kanały irygacyjne i inne budowle hydrotechniczne	71
6.1.1. Wstęp	71
6.1.2. Przygotowanie podłoża i prace naprawcze przed aplikacją powłoki polimocznikowej	73
6.1.2.1. Przygotowanie podłoża	73
6.1.2.2. Iniekcje rys i pęknięć	74
6.1.2.3. Zabezpieczenie dylatacji	75
6.1.2.4. Tamowanie aktywnych przecieków wody	76
6.1.2.5. Naprawy i reprofilacja powierzchni betonu	77
6.1.2.6. Zaokrąglenia płaszczyzny w narożnikach	84
6.1.2.7. Gruntowanie powierzchni	85
6.1.2.8. Aplikacja powłoki polimocznikowej	86
6.1.3. Zestawienie materiałów	87

6.2. Zbiorniki przeciwpożarowe, zbiorniki na wodę procesową, stacje uzdatniania wody, zbiorniki rezerw wody pitnej	88
6.2.1. Wstęp	89
6.2.2. Uwagi do klasy ekspozycji środowiskowej	90
6.2.3. Uwagi dotyczące obciążeń działających na zbiorniki	90
6.2.4. Rysy od zewnętrznych obciążeń i rysy skurczowe	91
6.2.5. Nieszczelności zbiorników żelbetowych	91
6.2.6. Atest higieniczny	93
6.2.7. Właściwości fizyczne wymagane dla materiałów stosowanych do izolowania zbiorników na wodę	93
6.2.8. Przygotowanie podłoża i prace naprawcze wraz z aplikacją powłoki polimocznikowej	95
6.2.9. Zestawienie materiałów	95
6.3. Zbiorniki hodowlane	97
6.3.1. Wstęp	97
6.3.2. Warunki środowiskowe	97
6.3.3. Rysy w konstrukcji zbiorników	97
6.3.4. Obciążenia działające na zbiorniki	98
6.3.5. Warunki higieniczne	98
6.3.6. Armatura technologii utrzymania jakości wody	98
6.3.7. Badania powłoki	98
6.3.8. Wymagania dotyczące powłoki zabezpieczającej (membrany powłokowej)	101
6.3.9. Estetyka i kolorystyka w obiektach wystawowych	103
6.3.10. Przygotowanie podłoża i prace naprawcze wraz z aplikacją powłoki polimocznikowej	103
6.3.11. Zestawienie materiałów	103
6.3.12. Stawy hodowlane i zbiorniki retencyjne	105
6.4. Zbiorniki i zasobniki w rolnictwie	110
6.4.1. Wstęp	110
6.4.2. Oddziaływania płynnych odchodów zwierzęcych na konstrukcje zbiorników żelbetowych	111
6.4.3. Silosy na kiszonkę	111
6.4.4. Dobór rodzaju zabezpieczeń do żelbetowych konstrukcji rolniczych	112
6.4.4.1. Zewnętrzne powierzchnie konstrukcji	112
6.4.4.2. Ochrona powierzchniowa betonu w agresywnym środowisku	112
6.4.5. Przykłady zabezpieczeń konstrukcji rolniczych membranami z polimocznika	113
6.4.5.1. Płyty obornikowe. Zbiorniki na płynną gnojownicę	113
6.4.5.2. Zbiorniki na kiszonkę	114
6.4.6. Przygotowanie podłoża i prace naprawcze wraz z aplikacją powłoki polimocznikowej	116
6.4.7. Zestawienie materiałów	116
6.4.8. Podsumowanie	117
6.5. Infrastruktura wodno-ściekowa (kanalizacje, studzienki, kanały, oczyszczalnie ścieków, stacje uzdatniania wody, zbiorniki rezerw wody pitnej)	117
6.5.1. Wstęp	117
6.5.2. Oczyszczalnie – ogólny plan	118
6.5.3. Rodzaj i poziom agresywności	120
6.5.4. Przygotowanie podłoża i prace naprawcze przed aplikacją powłoki polimocznikowej	121
6.5.5. Aplikacja powłoki polimocznikowej	121
6.5.6. Zestawienie materiałów	121

6.6. Tace awaryjne w przemyśle chemicznym	123
6.6.1. Wstęp	123
6.6.2. Wymagane właściwości materiałów stosowanych do wykonywania powłok zabezpieczających tace awaryjne	124
6.6.3. Zakres prac kompleksowej renowacji	124
6.6.4. Zestawienie materiałów	125
6.6.5. Wykonanie powłok wodoszczelnych i chemoodpornych w sytuacji zbyt słabej struktury konstrukcji tac awaryjnych lub całkowitego jej braku	127
6.6.6. Zakres prac przygotowania niestabilnego podłoża pod natrysk polimocznika	127
6.6.7. Układanie i mocowanie włókniny	128
6.7. Parkingi	136
6.7.1. Wstęp	136
6.7.2. Rysy i pęknięcia podkładów betonowych	137
6.7.3. Detale istotą szczelności parkingów	138
6.7.4. Złącza i dylatacje	140
6.7.5. Sposób wykończenia powierzchni polimocznikowego systemu parkingowego	141
6.7.5.1. Overspray	141
6.7.5.2. Overspray + dodatkowy lakier ułatwiający mycie i czyszczenie	142
6.7.5.3. Natrysk polimocznika z wtapianiem podczas natrysku piasku kwarcowego z lakierem	143
6.7.5.4. Wykonanie dodatkowej warstwy ścieralnej z poliuretanu zasypanego piaskiem kwarcowym	143
6.7.6. Zestawienie materiałów	144
6.8. Dachy	145
6.8.1. Wstęp	145
6.8.2. Rodzaj konstrukcji i przewidywane obciążenia	145
6.8.3. Geometria i kształt izolowanych powierzchni	146
6.8.4. Rodzaj i jakość podłoża	146
6.8.5. Obciążenia wynikające z opadów śniegu	147
6.8.6. Przygotowanie podłoża i prace naprawcze przed aplikacją powłoki polimocznikowej	148
6.8.7. Procedury wymagane wobec niekorzystnych warunków atmosferycznych podczas aplikacji	151
6.8.8. Zestawienie materiałów	151
6.9. Biogazownie	152
6.9.1. Wstęp	152
6.9.2. Ogólny plan biogazowni	153
6.9.3. Komora fermentacji beztlenowej	153
6.9.4. Biogaz	154
6.9.5. Produkty pofermentacyjne pochodzące z acidogenezy	155
6.9.6. Produkty pofermentacyjne pochodzące z metanogenezy	155
6.9.7. Główne wymagania w zakresie ochrony i nieprzepuszczalności elementów z betonu zbrojonego w biogazowniach	155
6.9.8. Przygotowanie podłoża i prace naprawcze wraz z aplikacją powłoki polimocznikowej	156
6.9.9. Zestawienie materiałów	157
6.10. Kompostownie	158
6.10.1. Wstęp	158
6.10.2. Przebieg procesu kompostowania	158
6.10.3. Oddziaływania środowiska wewnętrznego na konstrukcję betonową w zbiornikach do kompostowania odpadów	159

6.10.4. Kompostowanie odpadów i ochrona środowiska	159
6.10.5. Dobór rodzaju zabezpieczeń do żelbetowych konstrukcji kompostowni	159
6.10.6. Przygotowanie podłoża i prace naprawcze wraz z aplikacją powłoki polimocznikowej	161
6.10.7. Zestawienie materiałów	161
6.11. Izolacje wybranych detali szczegółów konstrukcyjnych	162
6.11.1. Ogniomury	163
6.11.2. Spusty dachowe	164
6.11.3. Dylatacje	165
6.11.4. Kominki wentylacyjne	167
6.11.5. Połączenie płaszczyzny poziomej ze ścianą	168
6.11.6. Konstrukcje wsporcze montowane na dachu lub na parkingu	169
6.11.7. Wywinięcie powłoki polimocznikowej z płaszczyzny dachu na świetliki	170

7. Specyfikacje Techniczne Wykonania i Odbioru Robót **172**

7.1. Specyfikacja Techniczna Wykonania i Odbioru Robót – Izolacja dachu z poszyciem z papy bitumicznej	173
7.1.1. Część ogólna dotycząca Opisu Specyfikacji Technicznej	173
7.1.1.1. Ogólny opis stosowania Specyfikacji Technicznej	173
7.1.1.2. Przedmiot Specyfikacji Technicznej	173
7.1.1.3. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej	174
7.1.1.4. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną	174
7.1.1.5. Definicje i określenia podstawowe	174
7.1.1.6. Informacje o terenie budowy w zakresie organizacji robót budowlanych	175
7.1.1.7. Zabezpieczenia interesów osób trzecich	176
7.1.1.8. Ochrona środowiska	176
7.1.1.9. Bezpieczeństwo i higiena pracy	176
7.1.1.10. Zaplecze na potrzeby Wykonawcy	176
7.1.1.11. Wymagania dotyczące wykonania robót	176
7.1.1.12. Sprzęt	176
7.1.1.13. Transport	177
7.1.1.14. Kontrola jakości robót	177
7.1.1.15. Odbiory robót	177
7.1.1.16. Podstawy płatności	177
7.1.1.17. Przepisy i normy związane	177
7.1.2. Część szczegółowa dotycząca Opisu Specyfikacji Technicznej	177
7.1.2.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej ST-0	177
7.1.2.2. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej	178
7.1.2.3. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną	178
7.1.2.4. Informacje o terenie budowy w zakresie organizacji robót budowlanych	182
7.1.2.5. Zabezpieczenia interesów osób trzecich	182
7.1.2.6. Ochrona środowiska	182
7.1.2.7. Bezpieczeństwo i higiena pracy	183
7.1.2.8. Zaplecze na potrzeby Wykonawcy	183
7.1.2.9. Wymagania dotyczące wykonania robót	184
7.1.2.10. Materiały	184
7.1.2.11. Sprzęt	188
7.1.2.12. Transport	189
7.1.2.13. Kontrola jakości robót	189
7.1.2.14. Odbiory robót	190
7.1.2.15. Podstawy płatności	191
7.1.2.16. Przepisy i normy związane	191
7.1.2.17. Szczegóły rozwiązań detali	192

7.2. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Izolacja dachu z poszyciem z blachy ocynkowanej	196
7.3.A. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Izolacja dachu z poszyciem z folii PCV	198
7.3.B. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Izolacja dachu z poszyciem z membrany EPDM	199
7.4. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Izolacja dachu z poszyciem z natryskowej piany PU	201
7.5. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Izolacja dachu z izolacją termiczną z wełny mineralnej	202
7.6. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Izolacja dachu z poszyciem z blachy powlekanej lub malowanej	203
7.7. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Izolacja dachu z poszyciem z płyt warstwowych	204
7.8. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej zbiornik wody pitnej	205
7.8.1. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej	205
7.8.2. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną	205
7.9. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej zbiornik wody procesowej	210
7.10. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej na budowle hydrotechniczne	211
7.11. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej konstrukcje kanału irygacyjnego	212
7.12.A. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej w oczyszczalni ścieków – WKF Zbiornik Fermentacji Wstępnej	212
7.12.B. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej w oczyszczalni ścieków – Zbiornik Bioreaktorów	213
7.12.C. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej w oczyszczalni ścieków – Zbiornik Komory Pompowni	214
7.12.D. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej w oczyszczalni ścieków – Zbiornik Komory Zlewni	215
7.12.E. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej w oczyszczalni ścieków – Zbiornik Piaskownika	216
7.12.F. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej w oczyszczalni ścieków – Zbiornik Ścieków Dowożonych	217
7.12.G. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej w oczyszczalni ścieków – Zbiornik Zagęszczania Osadu	217
7.13. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej kolektory, kanały i studzienki kanalizacji miejskich	218
7.14. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki wodoszczelnej w zbiorniku na wodę do celów ppoż.	219
7.15. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie chemoodpornej powłoki polimocznikowej zabezpieczającej żelbetowe wanny przechwytyjące pod zbiornikami na substancje chemiczne	220

7.16. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie chemoodpornej powłoki polimocznikowej na podkładzie z włókniny przymocowanej do żelbetowej konstrukcji wanny przechwytyjącej pod zbiornikami na substancje chemiczne	221
7.16.1. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej	221
7.16.2. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną	222
7.17. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie chemoodpornej powłoki polimocznikowej zabezpieczającej nasypowe wanny przechwytyjące pod zbiornikami na substancje chemiczne aplikowanej na włókninę	230
7.18. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie chemoodpornej powłoki polimocznikowej zabezpieczającej żelbetowe tace rozładunkowe cystern kolejowych	231
7.19. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej żelbetowe tace obornikowe	232
7.20. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej żelbetowe zbiorniki na płynną gnojownicę	233
7.21. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej żelbetowe tace, zbiorniki lub cysterny do produkcji kiszzonek	234
7.22. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej żelbetowe komory fermentacyjne do produkcji biogazu	235
7.23. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej betonowe komory do kompostowania odpadów lub biomasy	236
7.24. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie wodoszczelnej, polimocznikowej okładziny zabezpieczającej w betonowych nieckach basenów kąpielowych	236
7.24.1. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej	237
7.24.2. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną	238
7.25. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie wodoszczelnej polimocznikowej powłoki w żelbetowych zbiornikach hodowlanych	242
7.26. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki wodoszczelnej wewnątrz zbiornika retencyjnego na włókninie ułożonej w wykopie gruntowym	243
7.26.1. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej	243
7.26.2. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną	243
7.27. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki wodoszczelnej wewnątrz zbiornika do hodowli ryb na włókninie ułożonej w wykopie gruntowym	249
7.28.A. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej jezdnej, wodoszczelnej powłoki antypoślizgowej na betonowej płycie dennej parkingu wielostanowiskowego	250
7.28.A.1. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej	250
7.28.A.2. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną	251
7.28.B. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej jezdnej, wodoszczelnej powłoki antypoślizgowej na betonowej płycie dennej parkingu wielostanowiskowego w ramach wymiany zużytej posadzki żywicznej	257
7.28.C. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej jezdnej, wodoszczelnej powłoki antypoślizgowej na betonowej płycie kondygnacji pośredniej parkingu wielostanowiskowego	258
7.28.C.1. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej	259
7.28.C.2. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną	259

7.28.D. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej jezdnej, wodoszczelnej powłoki antypoślizgowej na betonowej płycie kondygnacji pośredniej parkingu wielostanowiskowego w ramach wymiany zużytej posadzki żywicznej	264
7.28.E. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej jezdnej, wodoszczelnej powłoki antypoślizgowej na betonowej płycie otwartej kondygnacji dachowej parkingu wielostanowiskowego	266
7.28.E.1. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej	266
7.28.E.2. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną	267
7.28.F. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej jezdnej, wodoszczelnej powłoki antypoślizgowej na betonowej płycie otwartej kondygnacji dachowej parkingu wielostanowiskowego w ramach wymiany zużytej posadzki żywicznej	272
8. Instrukcje użytkowania	274
8.1. Ogólne uwagi dotyczące czyszczenia powłok	274
8.2. System izolacji wodoszczelnej MasterSeal 6689 do zbiorników na ciecz	275
8.2.1. Informacje ogólne	275
8.2.2. Zalecenia dotyczące prac czyszczących	275
8.2.3. Wskazówki dotyczące konserwacji i pielęgnacji	276
8.3. System wodochronnych membran dachowych MasterSeal Roof M 2689	276
8.3.1. Instrukcja użytkowania i czyszczenia	276
8.4. Powłoka parkingowa MasterSeal Traffic 6689	281
8.4.1. Informacje ogólne	281
8.4.2. Zalecenia dotyczące prac czyszczących	282
8.4.3. Wskazówki dotyczące konserwacji i pielęgnacji	283
9. Przykłady realizacji referencyjnych	284
9.1. Dom Handlowy RENOMA – parking, Wrocław	285
9.2. Centrum Handlowo-Rozrywkowe „Pasaż Grunwaldzki” – parking, Wrocław	286
9.3. Afrykanarium-Oceanarium, Wrocław	287
9.4. Oczyszczalnia Ścieków, Września	289
9.5. Dom Mody Klif – parking, Warszawa	290
9.6. Zbiornik Wody Pitnej, Siestrzechowice	291
9.7. Basen kąpielowy, Węglowice	292
9.8. Atrium Tower – parking, Warszawa	293
9.9. Stalowa wieża ciśnień – woda pitna, Słupca	295
10. Słownik pojęć	297
LITERATURA	306
AUTORZY	315

Słowo od autorów

Powłoki polimocznikowe ze względu na ich bardzo uniwersalne właściwości fizyczne, takie jak wod szczelność, wyjątkowo wysoka odporność na zużycie (ryc. 1), odporność na obciążenia chemiczne i mechaniczne, jednocześnie duża elastyczność i rozciągliwość oraz wytrzymałość na cykle zamarzania i rozmarzania, znajdują coraz więcej zwolenników i coraz większe zastosowanie w szeroko pojętym budownictwie.



Ryc. 1. Ekspozycja hipopotamów jako wewnętrzna zagroda i wybieg basenowy we wrocławskim Afrykarium zabezpieczone szczelną powłoką ochronną [MasterSeal M 689](#) (polimocznik)

Z zasady wzrastający popyt na daną technologię sprzyja jej rozwojowi i udoskonalaniu wiedzy tych, którzy z niej korzystają, co sprawia, że jest wykorzystywana zgodnie z jej przeznaczeniem, przy zachowaniu bezpieczeństwa i reżimu procedur wykonawczych. Jednak w sytuacji braku źródła takiej wiedzy pojawiają się błędne założenia odnośnie do zastosowania technologii natryskowych powłok polimocznikowych i to zarówno na etapie projektowania, jak i w fazie wykonawczej. Dlatego postanowiliśmy podzielić się z Państwem naszą wiedzą, a także doświadczeniem zdobywanym przy realizacji wielu różnorodnych projektów w różnych szerokościach geograficznych. Położenie geograficzne różnicuje interpretację określeń związanych z wymaganiami użytkowymi, jak również aspektów związanych z samą aplikacją.

Książka ta jest zbiorem wiedzy na temat:

- powłok polimocznikowych wraz z powiązаныmi technologiami uzupełniającymi, maszynami i urządzeniami do ich przetwarzania,
- destrukcyjnego wpływu warunków środowiskowych na różnego rodzaju konstrukcje żelbetowe,
- mechanizmów, które dzięki zastosowaniu zabezpieczeń powierzchniowych powłokami polimocznikowymi wpływają na zatrzymanie niszczących procesów korozyjnych,
- szczegółów i detali w technologiach wykorzystania polimocznika w konkretnych zastosowaniach konstrukcyjnych oraz w pracach przygotowawczych, jakie trzeba wykonać przed aplikacją natryskowych powłok polimocznikowych.

W książce połączono wiedzę potrzebną przy projektowaniu ze spisem tzw. dobrych praktyk wykonawczych. Poprawne stosowanie polimocznika w budownictwie, zarówno na etapie projektowania, jak i wykonawstwa, wymaga szerokiej wiedzy nie tylko o samym polimoczniku, ale także o procesach degradacji materiałów, z którymi ma współpracować, i czynnikach wywołujących te procesy, o właściwościach materiałów pomocniczych, które stosowane wspólnie z polimocznikiem muszą swoimi właściwościami wzajemnie się uzupełniać. W niektórych przypadkach wymagana jest także wiedza z podstaw mechaniki budowli czy wytrzymałości materiałów.

Niemal każdy projekt polegający na wykonaniu powłoki izolacji z polimocznika wymaga zastosowania w różnej konstelacji produktów do:

- iniekcji rys i pęknięć,
- reprofilacji konstrukcji,
- zablokowania przecieków wody pod ciśnieniem,
- uzupełnienia wykruszonych krawędzi,
- wyoblenia na połączeniu powierzchni poziomej z pionową,
- wstępnego wypełnienia dylatacji skurczowych,

- wklejenia taśm na dylatacje konstrukcyjne,
- różnego rodzaju gruntów szepnych.

Tak szerokie portfolio kompatybilnych materiałów tworzących kompleksowe systemy rozwiązań posiada w swoim programie „Waterproofing” Masters Bilders Solution, którego materiały informacyjno-instruktażowe stanowią podstawę do zilustrowania omawianych w niniejszej książce zagadnień.

Przedstawiono tu kolejno wszystkie czynności procedury wykonania robót, koncepcje czyszczenia, instrukcje użytkowania, przykładowe specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót, jak również przykłady zrealizowanych projektów. Autorzy mają nadzieję, że lektura niniejszej książki przybliży projektantom i wykonawcom zdobywający coraz większą popularność materiał izolacyjny, jakim jest polimocznik [MasterSeal M 689](#).

Janusz Banera

dr inż. Marek Maj

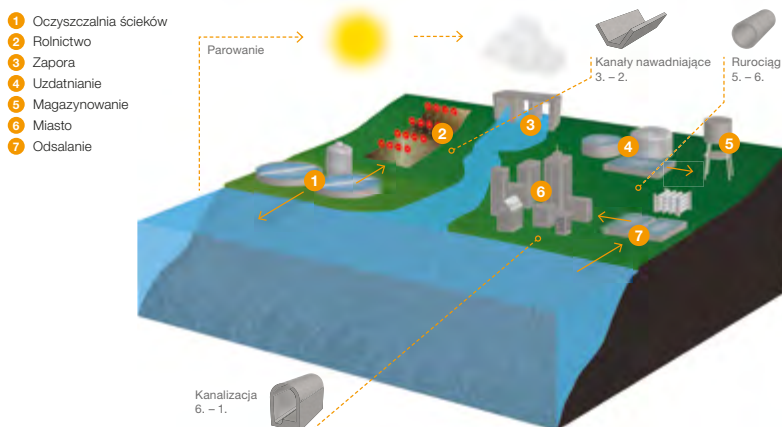
dr hab. inż. Andrzej Ubysz

1. Wprowadzenie

Powłoki polimocznikowe jako wodochronne i chemoodporne zabezpieczenia są stosowane w celu:

- ochrony wody,
- ochrony konstrukcji żelbetowych przed niszczącym działaniem wody,
- ochrony przed zniszczeniami i utratą mienia przez zalanie wodą,
- ochrony przed przedostawaniem się szkodliwych substancji do wód gruntowych.

Jest to olbrzymi zakres zastosowania, począwszy od całej infrastruktury gospodarki wodnej na każdym ogniwie naturalnego obiegu wody, poprzez przemysł, rolnictwo, po parkingi i dachy w budownictwie przemysłowym i ogólnym, pozwalający również na wyeksponowanie walorów estetycznych powierzchni użytkowych.



Ryc. 1.1. Łańcuch naturalnego obiegu wody

Łańcuch naturalnego obiegu wody to zamknięty, stale powtarzający się cykl obiegu wody na ziemi, w którym znajduje się m.in. szereg konstrukcji i budowli (ryc.1.1).

Naturalnym źródłem zasobów wody na ziemi są morza i oceany, skąd woda poprzez parowanie unosi się do atmosfery i w postaci opadów atmosferycznych zasila rzeki i dorzecza. To jest pierwsze miejsce, gdzie konstruuje się **tamy** i **zapory** celem regulowania rzek lub wykorzystywania energii wody do napędzania turbin elektrycznych wodnych. Woda z rzek poprzez **kanały irygacyjne** jest transportowana do nawadniania upraw i plantacji. Wodę z rzek pobiera się do **stacji uzdatniania wody**, gdzie jest oczyszczana i przesyłana do **zbiorników rezerw wody pitnej**. Większość tej wody w postaci wtórnie zanieczyszczonej trafia poprzez **kanalizację** do **oczyszczalni ścieków**. Po ponownym oczyszczeniu woda ta jest przesyłana z powrotem do rzek, by wrócić do pierwotnego źródła, czyli do morza.

Ta olbrzymia liczba budowli i konstrukcji musi być utrzymywana w dobrym stanie technicznym, ponieważ bezpośrednio przekłada się to na jakość naszego życia. W skali Europy przedstawia się to następująco:

- długość instalacji do przesyłu wody pitnej to 3,6 mln km,
- długość instalacji do przesyłu ścieków to 2,2 mln km,
- 7000 dużych tam i setki tysięcy małych spiętrzeń i przepustów,
- liczba oczyszczalni ścieków w Europie w roku 2014 to 68 800.

Szacuje się, że ok. 70% kosztów gospodarowania przesyłem wody to wydatki związane z utrzymaniem odpowiedniego stanu technicznego infrastruktury w zakresie gospodarki wodnej.

Obecnie na rynku dostępnych jest wiele różnych technologii wykonywania izolacji wodoszczelnych:

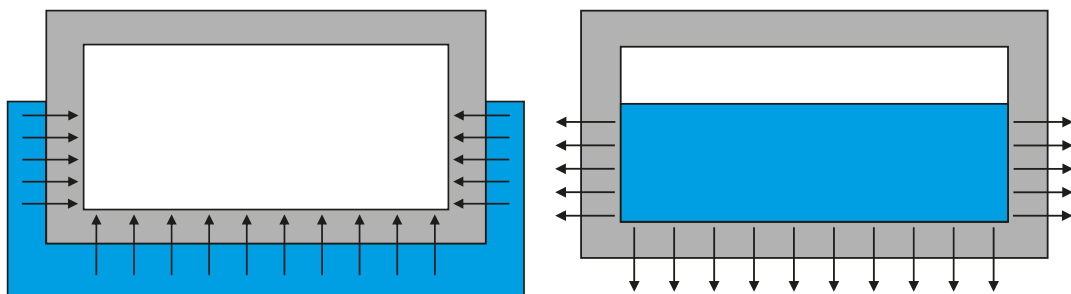
- Mineralne
- Mineralno-polimerowe
- Bitumiczne
- Winyloestrowe
- Epoksydowe
- Akrylowe
- Poliuretanowe

- Polimocznikowe
- PCV
- EPDM

Produkty te występują w formie arkuszy w rolkach, jako prefabrykowane lub jako płynne folie w postaci ciekłej. Z założenia żadna z tych technologii nie jest zła. Nikt przecież nie produkuje materiału, który nie będzie spełniał funkcji, do której jest przewidziany. Najczęściej pojawiające się przecieki izolacji wynikają z błędów na etapie projektowania, wadliwego wykonania lub pracy konstrukcji wykraczającej poza przewidywane założenia. Ważne jest zatem, aby na każdym z tych etapów znaleźć prawidłowe korelacje między oczekiwaniami inwestorów a właściwościami fizykochemicznymi stosowanych materiałów oraz między technologią wykonania i warunkami użytkowania.

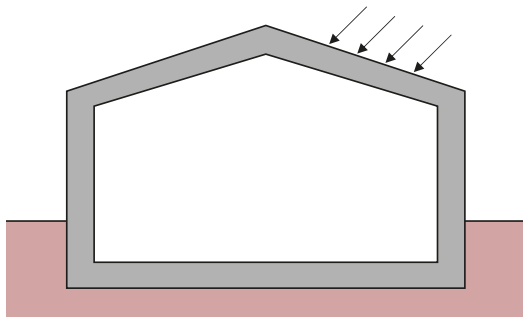
Aby uniknąć tych błędów, musimy przede wszystkim uporać się z różnicą interpretacji definicji wod szczelności. Definicji ta może różnić się już na etapie założeń i zróżnicowanych warunków użytkowych spełniania swojej funkcji zasadniczej, jak wykazano w poniższych przykładach.

Czy przegroda wod szczelna ma zapobiegać wnikaniu wody do budynku, czy powstrzymać wodę przed wydostaniem się z niego (ryc. 1.2)?

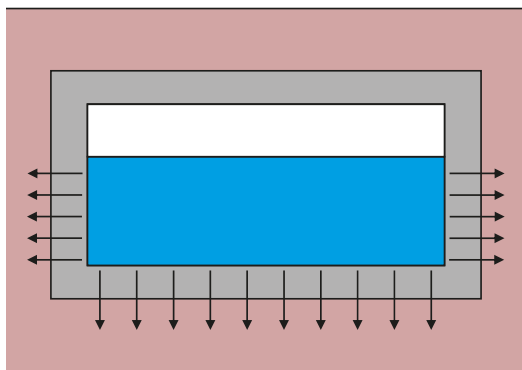


Ryc. 1.2. Izolacja zewnętrzna zapobiegająca wnikaniu wody do budynku i wewnętrzna uniemożliwiająca wyciekanie wody

Czym innym jest szczelność dachu o nachyleniu powyżej 30°, kiedy to spadająca na powierzchnię dachu woda prawie natychmiast z niego spływa (ryc. 1.3), a czym innym szczelność dachu płaskiego z zalegającym i wolno topniejącym śniegiem. W pierwszej sytuacji mamy do czynienia z obciążeniem tymczasowym, a w drugiej z obciążeniem długotrwałym (stałym, ryc. 1.4).



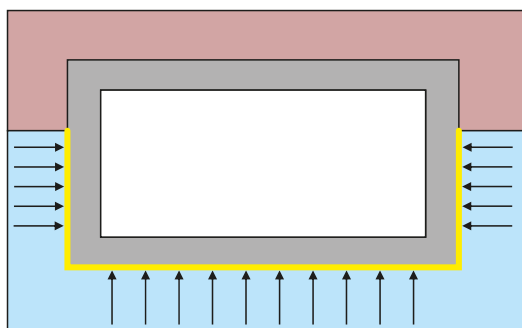
Ryc. 1.3. Obciążenie krótkotrwałe (np. deszcz)



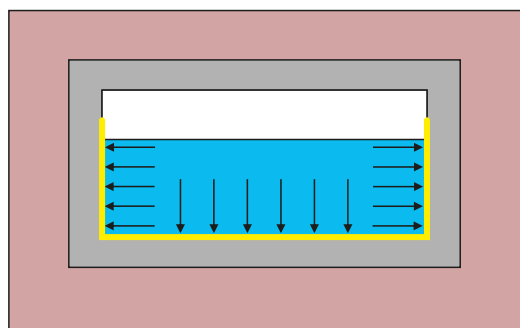
Ryc. 1.4. Obciążenie długotrwałe (np. woda w zbiorniku)

Osobnym zagadnieniem jest kierunek oddziaływania hydrostatycznego:

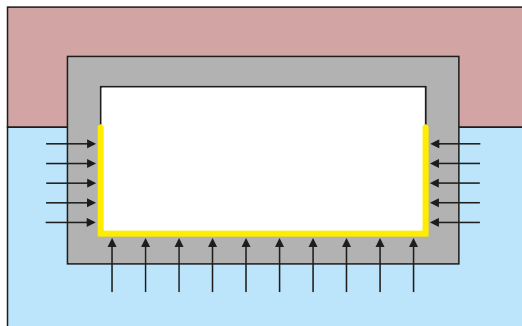
- Inaczej pracuje powłoka izolująca, gdy zainstalowana jest od strony aktywnej (pozytywnej) i gdy woda dociska powłokę do przegrody, na której została zainstalowana (ryc. 1.5).



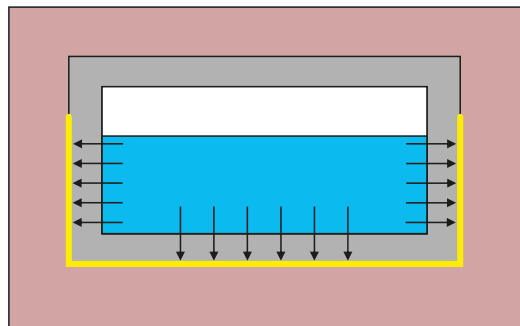
Ryc. 1.5. Przykład izolacji aktywnej (pozytywnej)



- Inaczej zachowuje się powłoka wodoszczelna po stronie pasywnej (negatywnej), gdzie pod wpływem działania ciśnienia wody warstwa izolacyjna może być odrywana (ryc. 1.6).



Ryc. 1.6. Przykład izolacji pasywnej (negatywnej)



Zastosowanie powłok polimocznikowych najczęściej związane jest z wykonywaniem wodoszczelnych powłok odpornych na oddziaływania fizyczne i chemiczne, dlatego na wstępie należy uściślić pojęcie wodoszczelności. W budownictwie temat ten najczęściej dotyczy betonów, które charakteryzują różne stopnie wodoszczelności. W zależności od receptury i struktury betonu wykazuje naturalną odporność na przenikanie wody. Stosując odpowiednią recepturę betonu i grubość przegrody, można wykonać wodoszczelny element konstrukcyjny. W przypadku konstrukcji murowych ustalenie kryteriów wodoszczelności jest trudniejsze. W wielu takich konstrukcjach kontakt materiału z wodą w ogóle nie jest wskazany.

Oprócz głównego pojęcia powierzchniowej izolacji wodoszczelnej funkcjonują takie terminy, jak:

- uszczelnianie punktowe,
- uszczelnianie dylatacji,
- paraizolacje,
- hydrofobizacje,
- impregnacje.

Jako że powłoki polimocznikowe [MasterSeal M 689](#) stosowane są do izolowania różnego rodzaju konstrukcji, aplikowane na różne podkłady, a ich przeznaczenie ma często spełniać inne założenia czy funkcje – przyjmijmy na potrzeby niniejszej książki następującą definicję wodoszczelności, którą można zawrzeć w jednym zdaniu, a jej istota będzie pozostawała ciągle aktualna:

Przegrodę można uznać za wodoszczelną, kiedy szybkość odparowywania wody z jednej strony tej przegrody jest większa niż szybkość przenikania przez tę przegrodę wody znajdującej się z drugiej strony tej przegrody.

2.1. Definicja chemiczna

Produkty objęte wspólną nazwą polimocznik zostały opracowane i wprowadzone do obrotu po raz pierwszy w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku w Stanach Zjednoczonych [16, 96]. W pierwszym okresie polimocznik stosowano jako powłokową warstwę ochronną pianki poliuretanowej używanej do izolacji termicznej dachów, a w latach dziewięćdziesiątych szybko się upowszechniło wiele innych zastosowań. W Europie technologia ta pojawiła się w drugiej połowie lat dziewięćdziesiątych, a rynek zastosowań polimocznika zaczął rozwijać się w ostatnich latach bardzo dynamicznie.

Polimocznik jest substancją otrzymaną w następstwie reakcji chemicznej izocyjanianu i mieszanki żywicy. Technologicznie jest to materiał kompozytowy przetwarzany specjalnymi pompami do natrysku materiałów dwukomponentowych i stosowanych na gorąco, jako powłoki lub hydroizolacje. Definicja polimocznika według organizacji PDA (Polyurea Development Association) brzmi następująco: Czysty polimocznik to polimer pochodzący z reakcji składnika poliizocyjanianowego i mieszanki żywicy aminowej zakończonej grupami aminowymi.

2.2. Skład chemiczny i jego wpływ na parametry techniczne gotowego produktu

Polimocznik jest to elastomer otrzymywany w wyniku reakcji chemicznej poliaddycji aromatycznego lub alifatycznego izocyjanianu lub prepolimeru izocyjanianu z wielofunkcyjną aminą lub mieszaniną amin. Na ogół jest to mieszanina równych objętości (mieszania objętościowa 100:100) [28, 32, 49, 52].

W układzie aromatycznym składnikami izocyjanianowymi są prepolimery na podstawie diizocyjanianu metylenodifenyłu (MDI), natomiast w układzie alifatycznym – prepolimery diizocyjanianu heksametylenu (HDI) lub diizocyjanianu izoforonu (IPDI), które stanowią sztywny segment łańcucha.

To właśnie wybór prepolimeru izocyjanianowego wpływa na większość właściwości gotowego wyrobu z polimocznika.

Przy tworzeniu formuły standardowych polimoczników stosuje się zazwyczaj diizocyjanian metylenodifenyłu (MDI), na bazie prepolimerów o zawartości grup izocyjanianowych od 15% do 16%. (NCO to grupa izocyjanianowa o wzorze $-N=C=O$. Poliizocyjaniany są izomerami cyjanianów zawierających anion $[-O-C\equiv N^-]$ oraz piorunianów zawierających anion $[-C\equiv N-O^-]$).

W tym zakresie zawartości grup NCO można uzyskać dobry kompromis między lepkością materiału i reaktywnością układu. Przy mniejszych wartościach grup izocyjanianów prepolimery dają systemowi większą elastyczność i mniejszą reaktywność, ale mają większą lepkość. Wysoka lepkość wpływa na pogorszenie zdolności mieszania dwóch składników w komorze mieszania podczas aplikacji, co prowadzi do negatywnych konsekwencji w jakości materiału po związaniu.

Prepolimery o wyższej zawartości grup NCO i w konsekwencji sztywniejszych segmentach łańcucha mają niższą lepkość, która ułatwia mieszanie dwóch części składowych, dzięki czemu system jest bardziej reaktywny, a to wpływa na zwiększoną twardość powłoki.

Zastosowanie wielu reaktywnych prepolimerów zwiększa poziom naprężenia w systemie, przez co powłoka jest bardziej krucha w ciągu pierwszych 24 godzin po zastosowaniu, a także wpływa na szybszy czas żelowania, co może spowodować uzyskanie niższej jakości wyglądu powierzchni.

Zatem procentowy udział grup NCO w komponentach materiału ma wpływ na jego sztywność i reaktywność.

1. Przy opracowywaniu rozdziału 2 wykorzystano publikację: CODE OF GOOD PRACTICE for the Application of Polyurea Designed and Prepared by PDA Europe First Edition October 2014.

Na ogół stosuje się zakres zawartości grup izocyjanianowych do prepolimerów stosowanych przy produkcji polimocznika od wartości minimum 8 aż do maksimum 20%.

Oczywiście wybór zawartości grup izocyjanianowych do prepolimerów jest ściśle powiązany z planowanymi parametrami i zamierzonym sposobem zastosowania końcowego systemu polimocznika. To szkielet prepolimeru decyduje o odporności chemicznej gotowej powłoki na rozpuszczalniki.

Grupa izocyjanianowa może reagować z wodą (wilgocią z powietrza). Indeks układu polimocznikowego zazwyczaj utrzymuje się z niewielkim nadmiarem izocyjanianu w zakresie od 1,05 do 1,10 w stosunku do poliaininy w celu rekompensaty strat podczas przechowywania. Poziom zawartości tych grup można określić za pomocą metody spektroskopii oscylacyjnej w podczerwieni (IR). Na podstawie intensywności pasm pochodzących od drgań rozciągających grup NCO można określić ich zawartość. Wraz z upływem czasu przechowywania polimerów intensywność tych pasm maleje, co świadczy o dezaktywacji części grup izocyjanianowych w wyniku reakcji z cząstkami wody.

Składnik aminowy do produkcji polimocznika jest dużo bardziej złożony niż składnik izocyjanianowy. W skład takiej wieloaininy wchodzi:

- polieteroainina o dużym ciężarze cząsteczkowym,
- polieteroainina o niskim ciężarze cząsteczkowym.

Polieteroainina o dużym ciężarze cząsteczkowym ze względu na elastyczne właściwości stanowi miękkie segment łańcucha, natomiast polieteroainina o niskim ciężarze cząsteczkowym to środek wydłużający łańcuch wiązań chemicznych.

Pigmenty i dodatki

Wybór amin ma kluczowe znaczenie dla przetwarzania i późniejszych właściwości gotowego produktu z polimocznika.

Polieteroaininami są tlenek propylenu / tlenek etylenu, czyli polieteroaininy oparte na grupie aminowej, ogólnie o masie cząsteczkowej między 200 a 5000 g mol⁻¹. Pierwszorzędowa grupa aminowa tych cząsteczek szybko reaguje z izocyjanianem, co eliminuje konieczność stosowania katalizatora.

Polieteroaininy mogą być dwu- lub trójfunkcyjne, aromatyczne lub alifatyczne, te ostatnie są wykorzystywane w zastosowaniach, w których priorytetem jest stabilność koloru pod wpływem światła, lecz są one bardzo drogie. Aromatyczne polimoczniki w przeciwieństwie do tych alifatycznych podlegają żółknięciu w wyniku promieniowania UV, ale nie ma to wpływu na istotne właściwości mechaniczne samego polimocznika.

Pigmenty i dodatki mogą być stosowane tylko w ograniczonym zakresie, by nie miało to zbyt dużego wpływu na lepkość materiału, co jest bardzo istotne podczas aplikacji. Wszelkie znaczne ilości wypełniaczy wzmacniających lub dodatki można dodawać do układu jako trzeci składnik.

Przedłużacze łańcucha są kluczowe dla reaktywności i właściwości polimocznika. Dietylotoluenodiamina (DETDA), przeważnie stosowana w preparacie aromatycznych polimoczników, zwiększa odporność termiczną gotowego produktu.

Nadal nie ma unifikacji w odniesieniu do nazewnictwa składników A i B polimocznika. Oba komponenty są oznaczane przez różne kolory opakowań, zazwyczaj czerwony dla izocyjanianu i niebieski dla poliaininy.

Określenie „polimocznik” to opis technologii. Istnieje różnorodność możliwych kompozycji, które mogą być wykorzystywane w celu osiągnięcia pożądanych właściwości, a zatem wybór odpowiednich surowców ma zasadnicze znaczenie.

2.3. Różnice między polimocznikiem a poliuretanem i hybrydą poliuretanowo-polimocznikową

Termin polimocznik był używany w przeszłości w niewłaściwy sposób, co prowadziło do mylenia czystej formuły polimocznika z hybrydowym układem polimocznika. Czysty polimocznik nie powinien zawierać grup hydroksylowych w formule, w przeciwieństwie do układów hybrydowych, które charakteryzują się obecnością grup OH i katalizatorów.

	POLIMOCZNIK	HYBRYDA	POLIURETAN
Główny komponent	Polieteroamina	Polieteroamina/Poliol	Poliol
Przedłużacz łańcucha	Poliamina	Poliol/Polieteroamina	Poliol
Katalizator	NIE	NIE/TAK	TAK

System hybrydowy ma skład, który jest kombinacją wspomnianego wyżej układu (poliuretanu i polimocznika) [82]. Składnik izocyjanianowy może być ten sam, co użyty dla czystego polimocznika. Powstająca w ten sposób mieszanina żywicy jest kombinacją zakończoną aminą i żywicami polimerowymi zakończonymi grupami hydroksylowymi i/lub przedłużaczami łańcucha. Aby uzyskać taką samą reaktywność hybrydy jak czystego polimocznika, jest wymagany dodatek jednego lub więcej katalizatorów. Z tego powodu systemy hybrydowe, mimo szerokiego zakresu zastosowań, są bardziej wrażliwe na wilgoć niż czysty polimocznik. Zmiana temperatury lub podwyższenie wilgotności powietrza na etapie aplikacji istotnie wpływa na przebieg reakcji między poliiolem i izocyjanianem. Różne temperatury przy aplikacji powodują różne parametry techniczne wykonanej powłoki.

Polimocznik powstaje, gdy amina reaguje z izocyjanianem. Reakcja ta jest szybka i autokatalityczna (a zatem nie wymaga katalizatora nawet w niskich temperaturach, w przeciwieństwie do systemów poliuretanowych i hybrydowych) i pozwala na uzyskanie wielu szczególnych właściwości, które odróżniają je od innych polimerów. Polimocznik, w przeciwieństwie do hybryd i poliuretanów, uzyskuje doskonałe parametry, cechy i właściwości mechaniczne i chemiczne niezależnie od niekorzystnych warunków ciepło-wilgotnościowych podczas aplikacji.

Korzyści z zastosowania czystego polimocznika to:

- Szybka reaktywność, sieciowanie i wiązanie.
- Wysoka odporność chemiczna i wytrzymałość mechaniczna.
- Odporność na wysokie temperatury.
- Wysoka rozciągliwość i zdolność przesklepiania rys.
- Odporność na ścieranie i uderzenia.
- Wysoka wytrzymałość na rozdarcie.
- Odporność na warunki atmosferyczne (pogodowe).
- Nie zawiera rozpuszczalników (100% zawartości ciał stałych).
- Możliwa aplikacja nawet grubych warstw na powierzchniach pionowych.
- Przyczepność do różnych podłoży.

2.4. Praktyczna różnica wynikająca z zastosowania czystego polimocznika lub hybrydy polimocznikowo-poliuretanowej

Jak wykazano wcześniej, w reakcji chemicznej czystego polimocznika nie biorą udziału żadne katalizatory. To oznacza w praktyce, że raz zapoczątkowana reakcja chemiczna zawsze przebiegnie do końca (niczymi tsunami – nie jest możliwe jej powstrzymanie czy zakłócenie). Fakt, że reakcja chemiczna bez względu na obecność wody, czyli naturalnego katalizatora, przebiega bez zakłóceń – czyli uzyskuje poprawne sieciowanie – powoduje, że parametry techniczne związanego czystego polimocznika będą zgodne z deklarowanymi przez producenta w karcie technicznej, nawet wtedy, gdy podczas aplikacji pojawi się obecność wody lub niskie temperatury.

Wiązanie hybrydy polimocznika, które wymaga stosowania katalizatorów, w sytuacji gdy aplikacja przebiega w warunkach otoczenia na granicy normy, staje się niekontrolowane. W niskich temperaturach może powstać rzadsze sieciowanie wiązań, a w temperaturach wysokich i przy dużej wilgotności powietrza może powstać gęstsze sieciowanie, co wpływa na elastyczność i wytrzymałość na rozdarcie gotowego produktu.

3.1. Sprężystość, elastyczność

Podstawowym badaniem wytrzymałościowym w mechanice budowli jest zależność między naprężeniem i odkształceniem. Stosunek tych dwóch wielkości fizycznych wyraża dla elementów liniowych (jednowymiarowych) współczynnik sprężystości materiału [9]:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad \text{lub} \quad \varepsilon = \frac{1}{E} \sigma,$$

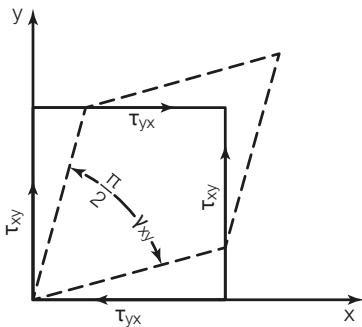
gdzie:

E – współczynnik sprężystości materiału (moduł Younga),

σ – naprężenia w elemencie (siła na jednostkę powierzchni przekroju w elemencie),

ε – odkształcenia w elemencie (wydłużenie na jednostkę długości w elemencie).

Relacja ta, nazywana prawem Hooke'a, znana jest również w postaci uogólnionej do opisu powierzchniowych i kubaturowych zależności odkształceń i naprężeń [92]. W przypadku elementów dwuwymiarowych (np. część płaszczyzny) można wydzielić element, na którym oprócz wydłużeń w dwóch prostopadłych kierunkach występuje tzw. odkształcenie postaciowe. Ilustruje to ryc. 3.1.



Ryc. 3.1. Stan naprężeń przy odkształceniu postaciowym (τ_{xy} , τ_{yx} – naprężenia styczne; γ_{xy} – odkształcenie postaciowe)

Wówczas odkształcenia w elemencie w dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach x i y wynoszą:

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E} (\sigma_x + \nu \sigma_y),$$

$$\varepsilon_y = \frac{1}{E} (\sigma_y + \nu \sigma_x),$$

$$\gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G},$$

gdzie G oznacza moduł ścinania (stała materiałowa).

Pojęcie sprężystości jest ściśle w stosunku do materiałów konstrukcyjnych i jest najczęściej rozumiane jako odkształcenie wiązań międzyatomowych. Siła oddziałuje na wiązania elektrostatyczne między atomami, powodując wzrost energii potencjalnej, a po odjęciu siły atomy te wracają do pierwotnego stanu równowagi. W przypadku materiałów uznawanych za tzw. sprężyste, jak np. stal, odkształcenia te wynoszą do kilku dziesiątych procenta.

W przypadku polimocznika materiał wykazuje również cechy sprężyste (jak większość elastomerów), jednak odmienna jest natura tych odkształceń. Odkształcenia wynikają z rozprostowywania zwartych łańcuchów makrocząsteczek. To prostowanie się łańcuchów nie jest związane ze wzajemnym przemieszczaniem się atomów, nie następuje więc „wydłużenie” wiązań między nimi. Wydłużanie materiału,

spowodowane np. działaniem siły, prowadzi do zmniejszania się entropii. Towarzyszy temu m.in. efekt wydzielania ciepła. Gdy siła przestanie działać, entropia wzrasta (materiał pobiera energię cieplną) i materiał przyjmuje pierwotną długość. Wydłużenia materiału w tym przypadku mogą być nawet wielokrotnościami wymiarów pierwotnych. Należy jednak zwrócić uwagę, że po odciążeniu większość materiałów wykazuje relatywnie duże odkształcenia trwałe i czas „powrotu” do pierwotnych wymiarów jest znacznie wolniejszy. Jest to efekt właściwości określanej jako lepkosprężystość.

Te cechy elastomeru **MasterSeal M 689** pozwalają na jego bardzo duże odkształcenia. Dzięki tak wysokiej rozciągliwości materiał ten bez uszkodzenia przekracza większość wartości dopuszczalnego rozwarcia rys pod obciążeniem statycznym i dynamicznym, określanych klasami w normie EN 1504-2 „Systemy ochrony dla powierzchni betonowych” w badaniu zdolności przesklepienia rys.



Zdolność wydłużenia materiału **MasterSeal M 689** do przerwania wynosi 425%. Jednak wynik laboratoryjnych badań to nie to samo, co praktyczna zdolność rozciągliwości wbudowanego materiału na miejscu przeznaczenia, ponieważ wynik badania rozciągliwości jest uzależniony od prędkości przeprowadzania badania, czyli rozszerzania rysy, grubości badanej powłoki i temperatury, w jakiej badanie było przeprowadzone. Porównując parametry przywołane w kartach technicznych różnych materiałów, należy zwracać uwagę nie tylko na sam wynik, ale także na warunki, w jakich badanie było przeprowadzane. Wysoka zdolność do przesklepienia rys materiału, gdy badanie było przeprowadzone w temperaturze $+70^{\circ}\text{C}$, ma małą wartość użytkową, gdy mamy zamiar użytkować materiał w otoczeniu zewnętrznym, gdzie temperatury mogą przyjąć wartości ujemne.

Przedstawione powyżej zjawiska mimo podobnego opisu zjawiska mają odmienną naturę i z tego względu wyróżnia się pojęcia sprężystości i elastyczności. W przypadku niektórych zastosowań stosuje się właśnie pojęcie elastyczności, które mimo że nie podlega tak prostym zależnościom fizycznym, lepiej charakteryzuje właściwości materiału.

Elastyczność to ważna cecha materiału, w rozumieniu jego giętkości (ryc. 3.2), co jest istotne zwłaszcza przy aplikacji materiału na miękką izolację termiczną, która może się ugiąć pod obciążeniem w czasie eksploatacji (np. wełna mineralna na dachu pokryta powłoką natryskową).



Ryc. 3.2. Wizualizacja cech giętkości paska z powłoki polimocznikowej

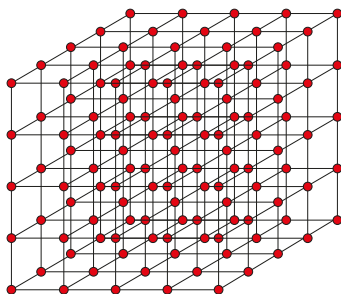
Właściwości te są również wykorzystywane przy zastosowaniach, w których zadaniem powłoki **MasterSeal M 689** jest zabezpieczenie konstrukcji przed zarysowaniami powstającymi w wyniku drgań i wibracji elementów zabezpieczanych powłokowo, jak w przypadku realizacji (ryc. 3.3) zabezpieczenia dyfuzorów, czyli wyrzutni powietrza przy wentylowaniu wnętrza hali przemysłu chemicznego prowadzonej przez wykonawcę ERAL. Zastosowanie powłoki polimocznikowej w tym przypadku w bardzo dużym stopniu wydłuża żywotność dyfuzorów, które bez zabezpieczenia ulegają spękananiu w wyniku drgań i cyklicznych odkształceń wywołanych pędem wyrzucanego powietrza z hali.



Ryc. 3.3. Wykonanie powłoki MasterSeal M 689 na powierzchni konstrukcji dyfuzorów. Udostępnione przez: ERAL Usługi Techniczne.

3.2. Związek między odpornością chemiczną materiału a jego elastycznością

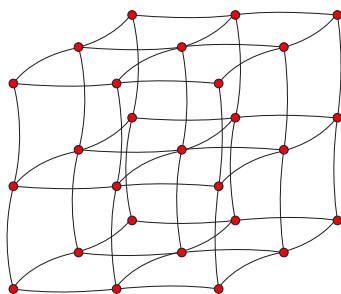
Materiały o wysokiej gęstości wiązań cząsteczkowych są trudno zniszczalne podczas obciążenia chemicznego, wykazując dobrą odporność na takie oddziaływania (ryc. 3.4). Jednak tak skonstruowane wiązania mają bardzo krótkie odstępy pomiędzy „węzłami” (wiązaniami), co utrudnia jakiegokolwiek ruchy poszczególnych cząsteczek (molekuł), a to z kolei powoduje, że materiał jest bardzo sztywny.



Ryc. 3.4. Model sieci wiązań polimerowych w materiale sztywnym

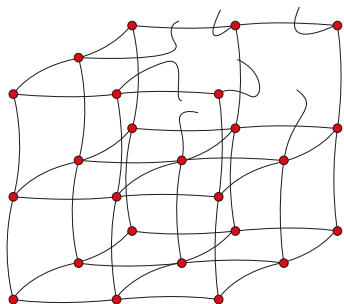
Sztywne materiały zastosowane jako szczelne zabezpieczenie przed przenikaniem szkodliwych substancji do wód gruntowych z założenia nie spełniają zakładanych wymogów, ponieważ mają tendencję do tworzenia mikropęknięć i rys przy odkształceniach konstrukcji betonowej spowodowanych zmianami temperatury. Wszelkie rysy i pęknięcia umożliwiają agresywnym substancjom przedostawanie się do betonu, powodując jego degradację i odspajanie powłoki. W dalszej konsekwencji pozwalają tym agresywnym i szkodliwym substancjom przedostawać się do wód gruntowych.

Materiały o małej gęstości wiązań polimerowych pozostawiają „dużą swobodę” przemieszczania się względem siebie poszczególnych cząsteczek materiału (ryc. 3.5). Wynikiem tego jest wysoka elastyczność powłoki, która wraz z pracą podłoża (np. przy jego naprężeniowym rozszerzaniu się i kurczeniu pod wpływem zmiennych temperatur otoczenia) również będzie się rozciągać i kurczyć bez pęknięcia.



Ryc. 3.5. Model sieci wiązań polimerowych w materiale sprężystym (elastycznym)

Powłoką o takich właściwościach skutecznie zabezpieczymy konstrukcję betonową przed degradacją i ewentualnym przenikaniem szkodliwych substancji do wód gruntowych. Jednakże im mniejsza gęstość sieciowania, tym łatwiej o zniszczenie słabiej chronionych cząsteczek przez „atak chemiczny” (ryc. 3.6). Aby pokazać przyczynę, można ten mechanizm porównać do filtrowania wody czy powietrza – im drobniejsze sito (filtr o mniejszych oczkach), tym więcej zatrzyma zanieczyszczeń. Podobnie, im gęściejsze usieciowanie wiązań chemicznych w materiale powłokowym, tym trudniej o zniszczenie jego struktury, bo więcej jest pojedynczych zabezpieczeń przed zniszczeniem jego struktury.



Ryc. 3.6. Model uszkodzeń sieci w materiale o małej gęstości wiązań polimerowych

Wykonując zabezpieczenia chemoodporne, nie możemy wybierać między szczelnością wynikającą z elastyczności materiału a jego odpornością chemiczną, ponieważ oba te parametry są równie istotne, aby uzyskać trwałe zabezpieczenie.

Materiał do powłokowego zabezpieczania konstrukcji [MasterSeal M 689](#) jako natryskowa membrana polimocznikowa dzięki odpowiednio dobranej kombinacji gęstości sieciowania, jak również odpowiedniej długości łańcuchów wiązań chemicznych posiada te dwie najważniejsze cechy jednocześnie.

3.3. Zdolność przesklepiania rys przy obciążeniach statycznych

Sprężystość jest często utożsamiana z elastycznością. Jak pokazano w rozdz. 3.1, obie te właściwości są ze sobą powiązane podobnymi relacjami fizycznymi. Jednak zdolność materiału do przesklepienia (mostkowania) rys jest bardziej związana ze sprężystością niż z elastycznością. W tym przypadku cechy sprężyste będą decydowały o zdolności membrany do kompensowania ruchów podłoża, na które zostanie nałożona, bez występowania takich uszkodzeń, jak pęknięcie lub rozdarcie.

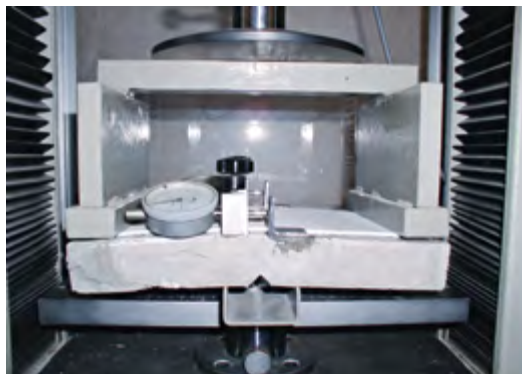
Sam pomiar sprężystości nie pozwala odpowiednio określić zachowania membrany, gdy jest ona w pełni związana z podłożem. Pełniejsze informacje uzyskiwane są z badań zdolności do mostkowania rys wykonywanych za pomocą pomiarów przy obciążeniach statycznych (EN 1062-7, metoda A) lub dynamicznych (EN 1062-7, metoda B).

Z przeprowadzonych przez notyfikowane laboratorium badań materiałów konstrukcyjnych (Elletipi s.r.l. Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 FERRARA) wynika, że membrana [MasterSeal M 689](#) spełnia wymagania najwyższej klasy zdolności przesklepiania rys statycznych zgodnie z normą EN 1504-2 metodą A, uzyskując klasyfikację A_3 , gdzie badanie przeprowadzono przy prędkości rozszerzania rysy wynoszącej 0,5 mm/min w temperaturze -10°C . Szerokość pokrywanej rysy jest większa od 2,5 mm.

3.4. Zdolność przesklepiania rys przy obciążeniach cyklicznych (dynamicznych)

W wielu zastosowaniach ważnym parametrem jest zdolność przesklepiania rys przy obciążeniach cyklicznych (ryc. 3.7). Badania laboratoryjne powłoki [MasterSeal M 689](#) wykonywane przez notyfikowane laboratorium materiałów konstrukcyjnych (Elletipi s.r.l. Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 FERRARA) dla 1000 cykli o częstotliwości 0,03 Hz w temperaturze -20°C przy rozwarciu rysy podkładu

w kierunku poziomym wynoszącym 0,5 mm oraz dla kolejnych 20 000 cykli o częstotliwości 1 Hz, zgodnie z normą EN 1504-2 (Produkty i systemy do napraw i zabezpieczeń konstrukcji betonowych, akapit 2: Określenie wymagań dla wyrobów/systemów ochrony powierzchniowej betonu) pozwalają zakwalifikować ten materiał do (najwyższej) klasy B 4.2 pod względem zdolności do przesklepiania rys przy obciążeniach wielokrotnych i cyklach szybkozmiennych do szerokości rys 0,5 mm.



Ryc. 3.7. Badania zdolności przesklepiania rys przy cyklicznych obciążeniach powłoki wykonanej z polimocznika [MasterSeal M 689](#)

3.5. Odporność termiczna

Kolejną istotną właściwością większości powłok polimocznikowych jest odporność na wysokie i niskie temperatury. Materiał [MasterSeal M 689](#) to materiał termoutwardzalny, a więc nie mięknie w podwyższonych temperaturach i pozostaje plastyczny w niskich, ujemnych temperaturach ($T_g \cong -45^\circ\text{C}$).

Zakres pozwalający na użytkowanie tego materiału bez istotnej utraty właściwości to:

- w suchym środowisku: ok. $+120 \div 130^\circ\text{C}$ (krótkotrwale 180°C),
- w środowisku wilgotnym, ale nie mokrym: maksymalnie $+80^\circ\text{C}$,
- przy stałym kontakcie z wodą: maksymalnie $+60^\circ\text{C}$.

3.6. Odporność na promieniowanie UV

Kolejną istotną właściwością powłok polimocznikowych jest odporność na promieniowanie UV. Bardzo ważna jest stabilność i niezmiennosc parametrów technicznych powłoki pozostającej pod wpływem nasłonecznienia. Badania zgodnie z EN 1062/11 potwierdzają, że w części popularnie stosowanych powłok polimocznikowych w Europie ich parametry użytkowe ulegają zmianie.

Powłoki polimocznikowe wykonane z materiału [MasterSeal M 689](#) są odporne na warunki atmosferyczne. Pod wpływem nasłonecznienia (promieniowania UV) materiał może się odbarwić, lecz nie będzie to miało wpływu na parametry techniczne materiału.

Odporność na warunki atmosferyczne materiału [MasterSeal M 689](#) została potwierdzona badaniami przeprowadzonymi przez notyfikowane laboratorium materiałów konstrukcyjnych (Elletipi s.r.l. Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 FERRARA). Zgodnie z EN 1062/11 pod wpływem promieniowania UV i kondensacji przez okres 2000 godzin na powierzchni nie pojawiają się pęcherze, obrzęki, pęknięcia i odpryski. Jedyna zmiana to częściowe przebarwienie materiału.

W praktyce materiał ten jest przebadany w dużo dłuższym okresie niż 2000 godzin, a udokumentowane obiekty referencyjne realizowane w 2003 roku potwierdzają, że ponad 10 lat oddziaływania promieniowania UV z nasłonecznienia nie wpływa negatywnie na właściwości materiału i tym samym na poprawne funkcjonowanie powłoki.

3.7. Odporność na cykle zamarzania i rozmarzania (mrozoodporność)

Przy wykonywaniu powłok w środowisku nieogrzewanym lub na terenach otwartych parametrem decydującym o trwałości tych prac jest mrozoodporność. Kompatybilność klimatyczna materiału [MasterSeal M 689](#) została potwierdzona badaniem wytrzymałości na odrywanie zgodnie z normą EN 1542 po obciążeniach klimatycznych (sztucznym postarzeniu materiału) w 50 cyklach zamrażania i rozmrażania z użyciem soli do odladzania (zgodnie z EN 13687/1). Otrzymano wytrzymałość na odrywanie ≥ 3 MPa. Badania wykonywano dla betonu C40/45, a zniszczenie następowało wskutek rozerwania struktury podłoża betonowego.

3.8. Odporność na długotrwałe obciążenie wodą

W przypadku wykonywania izolacji długotrwałe obciążonych wodą – ciśnieniem hydrostatycznym istotne są parametry charakteryzujące wodoszczelność wykonanej powłoki (ryc. 3.8), jak również pewność, że pod długotrwałym oddziaływaniem wody na tę powłokę nie zmienią się jej właściwości (czy z czasem powłoka nie stanie się krucha, sztywna, nie sparcieje). Powłoki wykonane z materiału [MasterSeal M 689](#) jako monolityczne (bez zakładek, spoin i łączeń), w pełni związane z podłożem na całej powierzchni, wykazują taką właśnie długotrwałą odporność na stałe obciążenie wodą zarówno słodką, słoną, jak i kwaśną, a badania potwierdzają również odporność tego materiału na hydrauliczne parcie zarówno pozytywne, jak i negatywne.

Odporność na hydrauliczne parcie pozytywne zgodnie z EN 12390/8 = 5 bar (równa 50 m słupa wody).

Odporność na ciśnienie hydrauliczne negatywne zgodnie z normą 8298/8 = 2,5 bara (równa 25 m słupa wody).



Ryc. 3.8. Przykłady zastosowania powłoki polimocznikowej jako izolacji wodoszczelnej przy stałym obciążeniu wodą

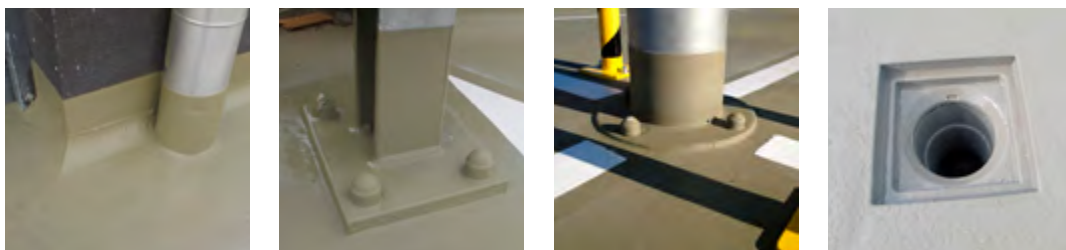
3.9. Przyczepność do różnych podłoży

Z odpornością na długotrwałe obciążenie wodą – a co za tym idzie ze szczelnością wykańczanych elementów konstrukcyjnych – bezpośrednio związana jest wytrzymałość na odrywanie od podłoża. Ta cecha pozytywnie wyróżnia powłoki polimocznikowe spośród wielu innych materiałów wykończeniowych, dzięki czemu technologia [MasterSeal M 689](#) pozwala wykonać szczelne połączenia wokół różnych skomplikowanych detali (ryc. 3.9). Dotychczasowe badania i praktyczne zastosowania pokazały bardzo dobre rezultaty w odniesieniu do takich materiałów, jak:

- beton,
- drewno i sklejka,
- szkło,
- stal węglowa, kwasoodporna i ocynkowana,

- metale szlachetne (nieżelazne),
- papa bitumiczna, asfalty bitumiczne,
- PCV, EPDM, GRP, PEHD, piana PU.

Warto zwrócić uwagę, że przyczepność do betonów jest na tyle duża, że nawet w przypadku materiału zakwalifikowanego jako beton o wysokiej wytrzymałości ($f_{ck} \geq 50$ MPa) oderwanie następuje wskutek przekroczenia w tymże betonie charakterystycznej wartości na rozciąganie.



Ryc. 3.9. Izolacja szczegółów konstrukcyjnych wykonana na różnych podłożach

3.10. Odporność chemiczna

Zastosowania przemysłowe wymagają w niektórych przypadkach podwyższonej odporności na oddziaływania chemiczne, co wykazano w praktycznych aplikacjach zaprezentowanych w następujących rozdziałach książki. Potwierdzono badaniami i praktycznymi zastosowaniami, że powłoki wykonane w technologii **MasterSeal M 689** są odporne m.in. na:

- Roztwory kwasów organicznych o stężeniu do 10% (kwas octowy, kwas cytrynowy, kwas winowy, powstałe w wyniku fermentacji i rozkładu artykułów spożywczych lub materiału organicznego).
- Roztwory kwasów nieorganicznych aż do 20% oraz ich sole z hydrolizy kwasowej w roztworze o wartości $\text{pH} < 6$ (kwas siarkowy, kwas siarkawy, kwas azotowy, kwas azotawy, kwas solny, kwas fosforowy, kwas borowy, sole krzemowe i sole typu kwaśnego, węglanu sodu, wodorosiarczyny sodu itd.).
- Zasady nieorganiczne i ich sole z alkalicznej hydrolizy w roztworze wodnym o $\text{pH} > 8$ (ług sodowy, wodorotlenek potasowy, wapno itp.).
- Roztwory soli nieutleniających się pochodzenia nieorganicznego o pH w zakresie 6–8 (chlorki sodu, sole typu potasu, wapnia, magnezu, siarczany i siarczyny, azotyny, azotany, fosforany, fosforyny, węglany, borany, gliniany itp.).
- Aminy i ich sole, takie jak amoniak i sole amonowe.

Ta szczególna cecha sprawia, że powłoki polimocznikowe **MasterSeal M 689** bardzo dobrze nadają się do zastosowań w środowiskach agresywnych płuczek, takich jak osadniki wtórne, piaskowniki i inne zbiorniki służące do oczyszczania ścieków komunalnych i niektórych chemicznych (ryc. 3.10, 3.11).



Ryc. 3.10. Zdjęcia z aplikacji powłoki **MasterSeal M 689** wewnątrz piaskownika przy oczyszczalni ścieków komunalnych. Udostępnione przez: ELIN Andrzej Juszcak.



Ryc. 3.11. Przykłady zastosowania powłoki polimocznikowej w zakładach chemicznych

Tabela 3.1. Odporność chemiczna powłoki polimocznikowej MasterSeal M 689 [KartaTechniczna]

Wymagania dotyczące odporności chemicznej		Wyniki
Odporność na ciężkie obciążenia chemiczne zgodnie z normą EN 13529		
– Klasa I , gdy twardość materiału w skali Shora zmienia się o 50% po 3 dniach oddziaływania		Klasa
– Klasa II , gdy twardość materiału w skali Shora zmienia się o 50% po 28 dniach oddziaływania		
Płyn testowy nr 4 (60% toluen, 30% ksylen, 10% metylonaftalen)		I
Agresywna, podobna do badanej cieczy: węglowodory (takie jak benzyna, paliwo lotnicze, olej opałowy, olej napędowy, oleje silnikowe (z wyjątkiem olejobenzenu i ropy)		II
Płyn testowy 5a (metanol)		II
Agresywna, podobna do cieczy testowej: wszystkie alkohole (metanol, etanol, napoje alkoholowe, propanol, izopropanol), eter y glikolu (rozpuszczalniki lub barwniki stosowane w kosmetykach), łącznie z mono- i wielowodorotlenowymi alkoholami do 48% metanolu (gliceryna)		
Płyn testowy nr 6 (trichloroetylen)		I
Agresywna mieszanina cieczy: chlorowcowane węglowodory, w tym wszystkie węglowodory alifatyczne, takie jak chlorofluorowęglowodory (CFC)		II
Płyn testowy nr 9 (10% kwasu octowego)		I
Agresywna mieszanina cieczy: roztwory kwasów organicznych, do 10% takich jak kwas octowy, kwas cytrynowy, kwas winowy, powstałych w wyniku fermentacji lub rozkładu środków spożywczych lub materiału organicznego		II
Płyn testowy nr 10 (20% kwasu siarkowego)		II
Agresywna mieszanina cieczy: kwasy nieorganiczne, do 20%, i sole z hydrolizy w kwaśnym roztworze (pH < 6) (z wyjątkiem kwasu fluorowodorowego), kwasy i ich sole, takie jak związki siarki, kwas azotowy, kwas azotawy, kwas solny, kwas fosforowy, kwas borowy, sole krzemowe i typu kwaśnego węglanu sodu, wodorosiarczyn sodu itp.		
Płyn testowy nr 11 (wodorotlenek sodu 20%)		II
Agresywna mieszanina cieczy: kwasy nieorganiczne i ich sole z hydrolizy alkalicznej w wodnym roztworze (pH > 8) (z wyjątkiem roztworów amoniaku i soli utleniających, np. podchloryn), takie jak soda kaustyczna, wapna itp.		
Płyn testowy nr 12 (chlorek sodu 20%)		II
Agresywne mieszanina cieczy: wodne roztwory soli nieorganicznych i nieutleniających z pH pomiędzy 6 a 8, takie jak sole typu chlorki (sodu, potasu, wapnia, magnezu itp.), siarczany i siarczyny, azotany i azotyny, fosforany i fosforyny, węglany, borany, gliniany itp.		
Ciecz, test nr 13 (35% trietanolamina 35%, 30% <i>n</i> -butyloaminy, 35% N,N-dimetyloanilina)		II
Agresywne mieszaniny cieczy: aminy i ich sole, takie jak amoniak i sole amonowe		

Odporność chemiczna (zgodnie z EN 13529)

Grupa	Opis	Badana ciecz	Rezultat
DF 1	Benzyna	47,5% toluen + 30,4% izooktan + 17,1% <i>n</i> -heptan + 3% metanol + 2% 2-metylopropanol-(2)	Klasa II
DF 2	Paliwa lotnicze	50% toluen + 50% izooktan Paliwo lotnicze 100 LL NATO kod F18 Turbo fuel A1 NATO Kod F24/F35	Klasa I
DF3	Olej opałowy, olej napędowy i inne nie- używane do spalania oleje silnikowe	80,0% <i>n</i> -parafiny (C12 bis C18) 20,0% metylonaftalenowa	Klasa III
DF 4	Wszystkie węglowodory i ich mieszaniny zawierające benzol max. 5 obj.-%	60% toluen + 30% ksylen + 10% metylonaftalenowa	Klasa I

Grupa	Opis	Badana ciecz	Rezultat
DF 4a	Benzen i benzen zawierający mieszaniny (zaw. 4)	30% benzen + 30% toluen + 30% ksylen + 10% metylonaftalenowa	Nie
DF 4b	Surowe oleje		Klasa III
DF 4c	Używane do spalania oleje silnikowe i używane motoryzacyjne oleje przekładniowe o temperaturze zapłonu > 55°C	80% olej silnikowy + 10% toluen + 9,9% woda + 0,1% anion powierzchniowo czynny	Klasa III
DF 5	Mono- i wielowartościowy alkohol (do max. 48 obj.-% metanol), etery glikolu	48 obj.-% metanol + 48 obj.-% IPA + 4% woda	Klasa I (7d)
DF 5a	Wszystkie alkohole i etery glikolu (zaw. 5 i 5b)	Metanol	Klasa I
DF 5b	Jedno- i wielowartościowe alkohole $\geq C_2$	48 obj.-% metanol + 48 obj.-% IPA + 4% woda	Klasa I (7d)
DF 6	Węglowodory halogenowe $\geq C_2$ (zaw. 6b)	Trichloroetylen	Nie
DF 6a	Wszystkie węglowodory halogenowe (zaw.6 i 6b)	Dichlorometan (chlorek metylenu)	Nie
DF 6b	Aromatyczne węglowodory halogenowe	Monochlorobenzen	Nie
DF 7	Wszystkie estry organiczne i ketony (zaw. 7a)	50% octan etylu + 50% kwas ketonowo-izobutyłowy	Nie
DF 7a	Aromatyczne estry i ketony	50% kwas salicylan metylu + 50% acetofenon	Nie
DF 7b	Biodiesel	Olej rzepakowy, kwas tłuszczowy, ester metylowy	Klasa III
DF 8	Roztwór wodny aldehydu alifatycznego do 40%	Formaldehyd (35–40%) 50% butanal + 50% heptanal	Klasa I (7d)
DF 9	Wodny roztwór kwasów organicznych (karboksylowe) do 10% oraz ich sole	10% wodny kwas octowy	Klasa III
DF 9a	Kwasy organiczne (karboksylowy, oprócz kwasu mrówkowego) oraz ich sole	50 obj.-% kwas octowy + 50 obj.-% kwas propionowy	Nie
DF 10	Kwasy mineralne (nieutleniające) do 20% i nieorganiczne sole w roztworze wodnym (pH < 6) z wyjątkiem HF	Kwas siarkowy (20%)	Klasa III
DF 11	Ług nieorganiczny (z wyjątkiem utleniających) i sole nieorganiczne w roztworze wodnym (pH > 8)	Roztwór wodorotlenku sodu (20%)	Klasa III
DF12	Wodne roztwory soli nieorganiczne i nieutleniające z pH między 6 a 8	Wodny roztwór chlorku sodu (20%)	Klasa III
DF 13	Aminy, również ich sole (w roztworze wodnym)	35% trietanolamina + 30% <i>n</i> -butyloamina + 35% N,N-dimetyloanilina	Klasa I
DF 14	Wodne roztwory organicznych środków powierzchniowo czynnych		Klasa III
DF 15	Cykliczne i cykliczne etery (zaw. 15a)	Tetrahydrofuran (THF)	Nie

Dodatkowo:

Difenylometanodisocyanat (MDI)	Klasa III
Toluylendiisocyanat (TDI)	Klasa III
Polieteropoliol	Klasa III
Poliestropoliol	Klasa III
Monoetylenoglikol	Klasa III

Klasa I: 3 d bez ciśnienia	Zmniejszenie twardości mniej niż 50%, kiedy mierzona jest zgodnie z metodą
Klasa II: 28 d bez ciśnienia	Buchholz, EN ISO 2815, lub metoda Shore EN ISO 868 24 h po usunięciu
Klasa III: 28 d z ciśnieniem	powłoki z zanurzenia w cieczy testowej

3.11. Stabilność kolorystyczna

W wielu praktycznych zastosowaniach, w których duże znaczenie mają walory estetyczne, ważna jest stabilność kolorystyczna materiałów powłokowych. Jak wspomniano w jednym z wcześniejszych rozdziałów, powłoki polimocznikowe aromatyczne (w tym także [MasterSeal M 689](#)) mogą pod wpływem długotrwałego oddziaływania promieni UV ulegać odbarwieniu. Cecha ta jest także charakterystyczna dla innych materiałów, jak żywice epoksydowe czy poliuretanowe. Jeżeli ze względów estetycznych zależy nam na konkretnym kolorze z palety RAL, należy powłokę polimocznikową powierzchniowo zabezpieczyć warstwą lakieru alifatycznego lub zastosować do wykonania powłoki polimocznik ALIFATYCZNY. Wybór odpowiedniego lakieru zależy od przeznaczenia i sposobu dalszego użytkowania. Przykłady najczęściej występujących zastosowań to:

- dach – gdzie na powłoce wykonanej z polimocznika stosuje się alifatyczny lakier poliuretanowy [MasterSeal TC 259](#) lub [TC 269](#);
- parking – powłoka wykonana w technologii [MasterSeal M 689](#) – zabezpieczenie alifatycznym lakierem poliasparginowym [MasterSeal TC 681](#);
- baseny i zbiorniki wodne – polimocznik alifatyczny, stabilny kolorystycznie [MasterSeal M 699](#) bez dodatkowego lakieru.

3.12. Podsumowanie właściwości użytkowych powłoki polimocznikowej [MasterSeal M 689](#)

Tabela 3.2. Właściwości użytkowe powłoki polimocznikowej [MasterSeal M 689](#) [Karta Techniczna]

Właściwości	Norma	Dane	Jednostka
Gęstość zmieszanego materiału	EN ISO 2811-1	Okolo 1,1	g/cm ³
Twardość, skala Shore'a A	–	92	–
Twardość, skala Shore'a D	–	42	–
Wytrzymałość na rozciąganie	DIN 53504	21	N/mm ²
Wydłużenie przy zerwaniu	DIN 53504	425	%
Wytrzymałość na rozdarcie	DIN 53515	58	N/mm ²
Statyczne mostkowanie rys	EN 1062-7 (A)	A5 (+23°C)	–
Dynamiczne mostkowanie rys	EN 1062-7 (B)	B4.2 (–20°C)	–
Reakcja na ogień	EN 13501-1	C _{FL} -s1	–
Kapilarna absorpcja wody	EN 1062-3	0,002	Kg/m ² /h ^{0,5}
Przepuszczalność pary wodnej (S _p)	EN ISO 7783-1	< 5 / Klasa I (μ=3658)	m
Przepuszczalność CO ₂ (S _D)	EN 1062-6	> 120 (μ=68950)	m
Przyczepność do betonu	EN 1542	> 3	N/mm ²

Właściwości	Norma	Dane	Jednostka
Siła adhezji po cyklach zamrażania i odmrażania	EN 13687-1	> 3	N/mm ²
Zachowanie w sztucznych warunkach atmosferycznych	EN 1062-11	Bez zmian	–
Odporność na ścieranie (Taber H22, 1000 g, 1000c)	EN ISO 5470-1	Utrata masy < 150	mg
Odporność na uderzenia	EN ISO 6272/2	> 20 (Klasa III)	Nm
Odporność na poślizg	EN 13036-4	Sucho: 63 (Klasa II) Mokro: 30	–
Temperatura pracy (suchy)	–	–20 do +80	°C
Temperatura pracy (mokry)	–	0 do +50	°C

4. Wybrane zagadnienia do projektowania

4.1. Klasa ekspozycji środowiskowej

Materiały wykończeniowe często stanowią w budownictwie ochronę konstrukcji nośnej [3]. Jednym z podstawowych założeń, które należy określić przy projektowaniu konstrukcji, jest klasa ekspozycji środowiskowej [1, 2, 156]. Prawidłowe określenie tej klasy decyduje nie tylko o trwałości konstrukcji, ale także o doraźnych warunkach jej użytkowania. W przypadku konstrukcji betonowych klasa ekspozycji środowiskowej wpływa m.in. na:

- przyjęcie klasy betonu,
- jego wodoszczelność,
- przyjęcie dopuszczalnej szerokości rys w konstrukcji,
- przyjęcie minimalnej grubości otulenia prętów zbrojeniowych.

Parametry te mają za zadanie ochronę materiałów konstrukcyjnych przed szybkimi procesami korozyjnymi.

Zastosowanie na powierzchni betonu warstw ochronnych w znacznym stopniu może zredukować szybkość procesów korozyjnych, a tym samym przyczynia się do zwiększenia trwałości konstrukcji. Warto zwrócić uwagę również na element coraz częściej podkreślany przez architektów i konstruktorów, a mianowicie na walory estetyczne konstrukcji. Warstwy ochronne nie tylko zabezpieczają konstrukcję przed procesami destrukcyjnymi, co już wpływa na jej wygląd, ale mogą także dzięki bogatym paletom kolorystycznym i granulacji zewnętrznych faktur w istotny sposób wpływać na estetykę obiektu. Niektóre z takich powłok wyróżniają też cechy użytkowe, takie jak łatwość usuwania zanieczyszczeń lub nawet zdolność do samooczyszczania.

Mając w tej książce na uwadze praktyczne wykorzystanie materiału ochronnego, jakim jest polimocznik, przedstawiono w dalszej części przykłady konstrukcji, w których dla różnych oddziaływań środowiskowych zostaną pokazane sposoby zminimalizowania szkodliwości tych oddziaływań.

4.2. Schematy statyczne

Przyjęcie schematu statycznego, w którym najważniejszymi elementami są zwykle obciążenia działające na konstrukcję i warunki brzegowe (sposób zamocowania lub podparcia belek, płyt, tarcz czy powłok), jest jednym z najważniejszych zadań dla projektanta.

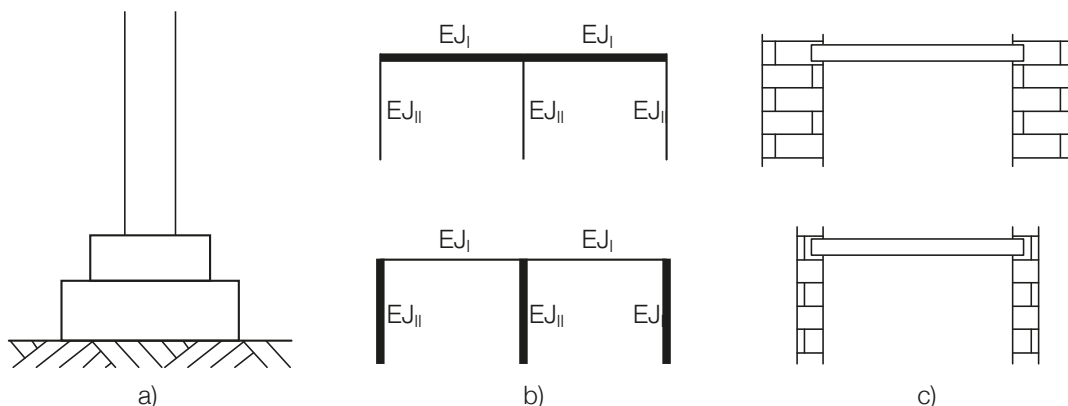
Zestawienia obciążeń użytkowych (zmiennych) są dla podstawowych przypadków skatalogowane w normach i wytycznych do projektowania. Większość z nich opiera się na danych doświadczalnych, niekiedy z wieloletnich obserwacji (np. obciążenia wiatrem lub śniegiem). Dane te są w miarę rozwoju metod pomiarowych weryfikowane i uzupełniane. Do projektanta należy jednak ostateczne zestawienie obciążeń, tj.:

- prawidłowe przyjęcie ich kombinacji,
- ewentualna redukcja lub chwilowe przeciążenie (wynikające chociażby z dynamicznego charakteru siły),
- przewidywanie schematów statycznych w stanach awaryjnych powstałych od obciążeń wyjątkowych lub z powodu wyeksploatowania obiektu.

Osobnym zagadnieniem jest prawidłowy opis warunków brzegowych (podparcia konstrukcji). Można uznać, że przyjmowane w obliczeniach klasyczne warunki brzegowe, takie jak utwierdzenie, przegub, swobodny przesuw, są wyidealizowane na potrzeby obliczeń statycznych, lecz w formie przyjmowanej do obliczeń praktycznie nie istnieją. Prawdą jest, że dla wielu konstrukcji przyjęcie modelu wyidealizowanych podpór jest przybliżeniem rzeczywistych warunków technicznych. Modelowanie podpór sprężystych często wpływa na wartość wyniku obliczanych sił wewnętrznych lub deformacji o mniej niż kilka procent. Takie niedokładności popełniane w obliczeniach zarówno na korzyść, jak i na niekorzyść

konstrukcji uwzględniają m.in. współczynniki przy obciążeniach i obliczeniowych wytrzymałościach materiałów. Należy dodać, że warunki brzegowe również nie są stabilne i mogą ulegać zmianie w miarę upływu czasu lub przy zmianie oddziaływań zewnętrznych. Przykładami takich niestabilnych warunków brzegowych w elementach konstrukcji mogą być (ryc. 4.1):

- oparcie stopy fundamentowej na podłożu sprężystym, gdzie w miarę upływu czasu zmieniają się parametry geotechniczne gruntu;
- elementy belki i słupy w układzie ramowym, w których w trakcie użytkowania mogą ulegać zmianie sztywności elementów sąsiadujących;
- strop międzykondygnacyjny współpracujący z murami budynku.



Ryc. 4.1. Przykłady „niestabilnych” warunków brzegowych:
 a) stopa fundamentowa na sprężystym podłożu,
 b) belka w układzie ramowym,
 c) strop międzykondygnacyjny współpracujący z murami budynku

Często kształtowane są układy konstrukcyjne, których warunki brzegowe są trudne do zamodelowania – np. żelbetowy wieniec monolitycznie połączony ze ścianą budynku lub stropem.

Rola projektanta wzrasta przy konstrukcjach kubaturowych, w których z reguły występują złożone stany naprężeń normalnych i stycznych od obciążeń zginających i skręcających.

Przy pełniejszej analizie schematu statycznego należy również uwzględnić czynniki, które wpływają na wyznaczone w obliczeniach uogólnione siły wewnętrzne (momenty zginające, skręcające, siły osiowe i tnące) i uogólnione przemieszczenia (ugięcia, przemieszczenia wzdłuż osi, kąty obrotu). Przykładami takich oddziaływań mogą być:

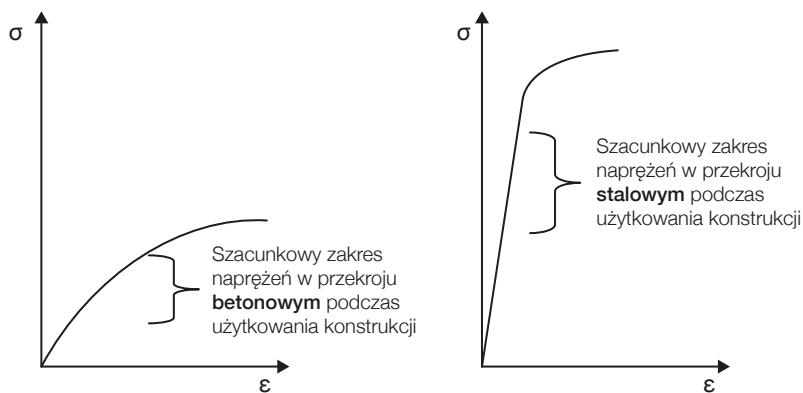
- efekty reologiczne (skurcz, pełzanie, relaksacja) [175],
- obciążenia sejsmiczne,
- propagacja fal rezonansowych,
- temperatura [95, 105],
- przemieszczanie podpór (np. podczas przeciążenia).

Opisane powyżej różnice między założeniami a stanem realnym konstrukcji powodują zmianę układu naprężeń, odkształceń, pola zarysowań, które projektant powinien brać pod uwagę podczas ostatecznego projektowania obiektu.

4.3. Stany graniczne nośności i użytkowania

Przy projektowaniu zgodnie z Eurokodem, a także wcześniej według Polskich Norm w latach siedemdziesiątych XX w. i później, przyjmuje się graniczne stany naprężeń i przemieszczeń w konstrukcji [126]. Sformułowania „stany graniczne” zwracają uwagę, że wielkościami fizycznymi wykorzystywanymi do wymiarowania są graniczne wytrzymałości materiałów (tzw. wartości charakterystyczne i obliczeniowe). Z takiego założenia przy wymiarowaniu wynika, że konstrukcja jest optymalnie zaprojektowana na stany przedawaryjne, chociaż i tu należy zaznaczyć, że obliczenia statyczne wykonuje się

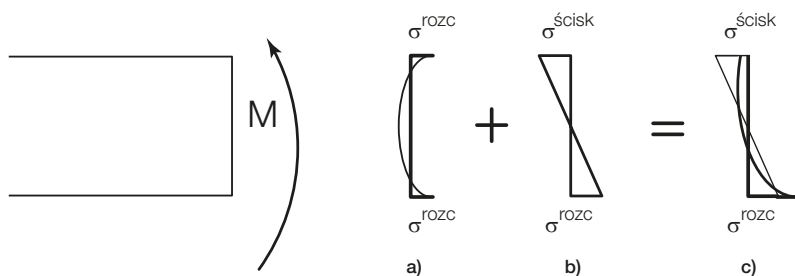
zasadniczo zgodnie z teorią sprężystości (bez przegubów plastycznych i przegrupowania sił wewnętrznych), natomiast wymiarowanie według metod opartych na stanach granicznych. Ekstremalne wyężenie konstrukcji występuje zatem dopiero w stanach przedawaryjnych. Realne obciążenia są najczęściej takie, że materiał konstrukcyjny jest wykorzystywany w określonym, często niezbyt szerokim zakresie (ryc. 4.2).



Ryc. 4.2. Zależność między odkształceniem (ϵ) a naprężeniem (σ) dla betonu i stali

Znajomość opisanych redystrybucji naprężeń i deformacji w dopuszczalnych zakresach pracy konstrukcji jest dość istotna także przy stosowaniu powłok zabezpieczających. W większości przypadków jest w pełni uzasadnione, aby materiał stosowany jako powłoka lub izolacja posiadał nie mniejszy zakres odkształceń, jak zasadnicza konstrukcja. W przeciwnym razie może dochodzić do uszkodzeń powłoki. Ta sama uwaga dotyczy dopuszczalnych stanów naprężeń w powłoce.

Szczególnym zjawiskiem na konstrukcji, szczególnie żelbetowej, są pojawiające się rysy. Mogą one powstać w początkowej fazie dojrzewania betonu, i są to najczęściej rysy skurczowe, jak również w trakcie użytkowania konstrukcji (ryc. 4.3).



Ryc. 4.3. Naprężenia w przekroju od skurczu i pełzania:
a) rozkład samonaprężeń,
b) rozkład naprężeń w przekroju zginanym,
c) rozkład naprężeń sumarycznych

Rysy w betonie powstają wskutek przekroczenia w przekroju betonowym wytrzymałości na rozciąganie. W przypadku betonu, w którym proces wiązania jest zaawansowany, rysy powstają na ogół wskutek naprężeń wywołanych obciążeniem zewnętrznym. W betonach, w których proces wiązania jest w początkowej fazie, lecz beton jest już stwardniały, pojawiają się rysy wywołane samonaprężeniami. Zewnętrznym efektem są tzw. rysy skurczowe.

Można przyjąć, że rysy skurczowe mają charakter nieodwracalny. W trakcie eksploatacji, pod wpływem obciążeń powstają w konstrukcji naprężenia wewnętrzne – rozciągające i ściskające. Naprężenia te mogą mieć charakter cykliczny, np. podczas napełniania i opróżniania zbiornika. Naprężenia rozciągające powodują dalsze rozwarście istniejących już rys. Rysy powstające od cyklicznych obciążeń mają w przeważającej części charakter odwracalny. W niektórych przypadkach, np. w zbiornikach, skutecznie utrudnia to prace naprawcze, które z reguły wykonuje się bez obciążenia hydrostatycznego.

Oddzielnym zagadnieniem jest określenie szerokości rysy, która jest trudna do zmierzenia ze względu na bardzo nieregularny kształt i zmienny na długości wymiar. W praktyce powinno się raczej używać pojęcia „szacowanie” szerokości rozwarcia rysy. Z nierównomiernej struktury rysy wynika, że rysa o szerokości nawet 0,4 mm może nie mieć istotnego znaczenia konstrukcyjnego, natomiast o szerokości 0,1 mm może być przyczyną przesączenia się wody (cieczy) ze zbiornika.

Polskie Normy i Eurokody dopuszczają dla większości konstrukcji występowanie rys (Stany Graniczne Użytkowania), ograniczając jedynie ich szerokość. Specyfika rysy polega na tym, że przyrost odkształceń odbywa się na bardzo krótkiej bazie (tj. na szerokości rysy). Materiał zastosowany jako zewnętrzna powłoka musi być zdolny do przeniesienia tego wydłużenia na tej krótkiej bazie. W przypadku istniejącej rysy tę bazę można zabiegami technologicznymi wydłużyć. W przypadku rys, które mogą powstawać po nałożeniu powłoki, materiał musi przenieść to lokalne wydłużenie „samodzielnie”.

Przy dłuższych okresach użytkowania konstrukcji betonowych obserwuje się inne efekty reologiczne – pełzanie i relaksację – zachodzące w materiale (pełzanie – przyrost odkształceń bez wzrostu obciążenia; relaksacja – spadek naprężeń w materiale przy niezmiennym, wymuszonym odkształceniu). W przypadku pełzania „wydłużanie się” konstrukcji w sposób naturalny wymusza wydłużenie materiału. W procesie relaksacji wydłużanie materiału nie zachodzi, jednak wskutek spadku naprężeń, np. w ciągnie sprężającym, może nastąpić przegrupowanie sił wewnętrznych w elemencie i nastąpić wzrost ugięć. Wzrost ugięć implikuje dalsze powierzchniowe wydłużenia elementu konstrukcyjnego, głównie w strefie rozciąganej, a to z kolei powoduje w powłoce wzrost naprężeń rozciągających, które w całości muszą zostać przez nią przeniesione.

Powyższa analiza zagadnień dotyczących projektowania ma na celu zwrócenie uwagi na to, że w przypadku projektowania powłok zewnętrznych nie powinno się pomijać wpływów reologicznych (skurczu, pełzania i relaksacji) i ich konsekwencji w analizie stanów naprężeń i odkształceń. Dobór materiału, który nie spełnia określonych właściwości fizycznych, może skutkować szybkim zniszczeniem nałożonych powłok lub utratą oczekiwanej wodoszczelności.

4.4. Procesy korozyjne w betonie

Beton jest sztucznym kamieniem i podlega jak każdy wytworzony przez człowieka materiał degradacji związanej z oddziaływaniem niekorzystnych czynników środowiska oraz z czynnikami reologicznymi powiązanych ze zmianami cech fizycznych betonu wraz z upływem czasu. Czynnikami oddziałującymi niekorzystnie na beton są m.in. absorbowana i wydalana woda oraz gazy, oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce, związki chemiczne itp. [2, 34, 68, 83, 107, 116]. Do czynników degradujących beton zaliczamy karbonatyzację, korozję alkaliczną, korozję siarczanową, korozję mrozową, korozję chlorkową, oddziaływanie chemikaliami itp.

■ 4.4.1. Karbonatyzacja

Zjawisko karbonatyzacji występuje, gdy wewnętrzną strukturę betonu penetruje dwutlenek węgla zawarty w powietrzu i w wodzie deszczowej. Karbonatyzuje on wapno zawarte w betonie (najczęściej w postaci stwardniałego wodorotlenku wapnia) i podczas uwalniania z masy cementowej tworzy nierozpuszczalne kryształy węglanu wapnia [30]. W odróżnieniu od dyfuzji chlorków, dyfuzja dwutlenku węgla może zachodzić w prawie suchym betonie. Ze względu na wiązanie wodorotlenku wapnia przez dwutlenek węgla zasadowość betonu maleje i pH spada nawet do wartości 8,3, a więc znacznie poniżej wartości krytycznej wynoszącej 11,8, niestanowiącej już ochrony dla zbrojenia. Reakcja ta rozpoczyna proces utleniania zbrojenia. Na wierzchniej warstwie stali tworzy się tlenek żelaza, który zwiększając objętość, zaczyna odpychać warstwę betonu od zbrojenia. W efekcie tego procesu najpierw tworzą się drobne pęknięcia, a następnie otulina zbrojenia zaczyna odpadać, odsłaniając pręty. Karbonatyzacja zwiększa szczelność betonu. Wytrącony węglan wapniowy lokuje się w porach, zmniejszając nawet dwukrotnie ich ilość. Zwiększa się gęstość pozorna i wytrzymałość betonu. Karbonatyzacja jest wysoce zależna od wilgotności względnej betonu, a w szczególności jej proces przebiega szybko, gdy wilgotność względna utrzymuje się na poziomie między 50 a 75%. Przy wilgotności betonu poniżej 25% karbonatyzacja przebiega w sposób bardzo powolny. Korozja wywołana karbonatyzacją występuje często na powierzchniach narażonych na stały dostęp wilgoci, jak oddziaływanie opadów deszczu, przepływ wody itp. W nowym betonie o pH wartości między 12 a 13 korozja praktycznie nie przebiega. Jeśli jednak pH spadnie do wartości między 10 a 11, proces karbonatyzacji wysoce wzrasta. Karbonatyzacja, podobnie jak jony chlorkowe, niszczy warstwę pasywną zbrojenia.

■ 4.4.2. Korozja siarczanowa

Najgroźniejsza w skutkach jest korozja siarczanowa, ponieważ w tym przypadku niszczenie betonu jest gwałtowne. Korozję tę wywołują roztwory wodne zawierające siarczany. Polega ona na reakcji jonów siarczanowych pochodzących ze środowiska naturalnego (kwaśne deszcze, wody gruntowe lub przemysłowe, obecność kopalni, składowisk odpadów itp.) ze składnikami betonu (wodorotlenkiem wapniowym oraz uwodnionym glinianem trójwapniowym) [101, 102]. Źródłem jonów siarczanowych mogą być: woda gruntowa, poprzemysłowe zanieczyszczenia gruntu, nawozy sztuczne, ścieki przemysłowe (korozja zewnętrzna). Przyczyną korozji siarczanowej mogą być również siarczany występujące w betonie (wewnętrzne źródło siarczanów), zawarte w jego składnikach (kruszywo, cement). W wyniku reakcji jonów siarczanowych ze składnikami betonu powstają trudno rozpuszczalne związki chemiczne, krystalizujące po przyłączeniu wody, zwiększając swoją objętość, często wielokrotnie. Pierwsze stadium korozji siarczanowej daje efekt uszczelnienia na skutek stopniowego wypełnienia porów i kapilar tymi pęczniejącymi produktami, lecz przy dalszym wzroście kryształów powstają w strukturze powierzchniowej betonu bardzo duże naprężenia wewnętrzne, powodujące rysy i pęknięcia. W wyniku tej korozji następuje utrata przez otulinę jej właściwości ochronnych (zobojętnienie związane z niskim pH) i w rezultacie niszczenie otuliny i wgłębne ubytki. Korozja siarczanowa powoduje ekspansję, spękania, łuszczenia, przez co prowadzi do obniżenia wytrzymałości na ściskanie. Produktem końcowym korozji siarczanowej może być etryngit (korozja etryngitowa), etryngit i gips (korozja etryngitowo-gipsowa) lub gips (korozja gipsowa). Jeżeli zawartość siarczanów w betonie przekracza dopuszczalną zawartość w stosunku do cementu lub gdy zmiany termiczne powodują tzw. opóźnione powstawanie etryngitu, wcześniej czy później dojdzie do uszkodzeń konstrukcji. Sprzyja tej reakcji naprzemienne nagrzewanie i chłodzenie betonu podczas eksploatacji oraz lokalne wysokie naprężenia i obciążenia dynamiczne połączone z powstającymi mikrorysami. Korozja siarczanowa jest szczególnie niebezpieczna, gdy występuje łącznie z korozją kwasową (kwaśne deszcze). Zniszczenia betonu spowodowane przez siarczany zaczynają się zwykle na krawędziach i narożach, pojawiają się pęknięcia i odpryski, a powierzchnia betonu przyjmuje charakterystyczną białą barwę.

■ 4.4.3. Korozja chlorkowa

Obiekty zagrożone korozją chlorkową to przede wszystkim te znajdujące się w strefie nadbrzeżnej, narażone na kontakt z tzw. mgłą solną, oraz obiekty inżynierskie, takie jak mosty, wiadukty, parkingi wielopoziomowe, budowle podziemne, w tym tunele, czy betonowe nawierzchnie drogowe mające styczność z wodami kopalnianymi lub z solami odladzającymi (NaCl), używanymi do zimowego utrzymania dróg. Szczególnym przykładem są specjalne obiekty przemysłowe, w których sól bierze udział w procesach produkcyjnych na dużą skalę. Beton nasycony całkowicie wodą daje możliwość chlorkom na penetrację przez otulinę zbrojenia w wyniku dyfuzji. Jeśli jednak zawilgocenie betonu jest tylko częściowe, chlorki migrują na skutek absorpcji i sił podciągania kapilarnego. Poza tym chlorki pochodzące ze środowiska mogą występować w betonie jako rozpuszczone w cieczy w porach (tzw. wolne), związane chemicznie z minerałami powstałymi w wyniku hydratacji cementu (np. sól Friedla), związane w porach z powierzchnią betonu siłami van der Waalsa (fizycznie) lub związane w wyniku reakcji chemicznej. Czynnikiem wpływającym na wnikanie chlorków są: cykliczne nasycanie i wysychanie oraz działanie mrozu, co może prowadzić do złuszczenia powierzchniowej warstwy betonu. Spośród wszystkich jonów, jony chlorkowe najszybciej wnikają w głąb matrycy cementowej, z tego względu korozja betonu poddanego działaniu roztworu chlorków postępuje z dużą szybkością. W wyniku reakcji jonów chlorkowych i wodorotlenku wapnia powstaje zasadowy i zwiększający swoją objętość podczas krystalizacji chlorek wapnia, który powoduje rozszadanie struktury betonu. Agresja chlorkowa prowadzi do obniżenia pH betonu oraz powstawania ekspansywnych związków, które mogą powodować spękanie i rozszadanie struktury betonu. Groźnym skutkiem oddziaływania jonów chlorkowych na beton i obniżenie jego pH jest korozja stali zbrojeniowej. Przebieg korozji jest bardzo zbliżony do niszczenia betonu w wyniku procesu karbonatyzacji. Betony z dodatkami wykazują wyższą odporność na korozyjne działanie chlorków.

■ 4.4.4. Korozja mrozowa

Korozja mrozowa związana jest ze zniszczeniami spowodowanymi cyklami zamrażania i odmrażania. Beton, którego struktura pod wpływem procesu karbonatyzacji staje się porowata, jest narażony

na łuszczenie się w wyniku tzw. korozji mrozowej, czyli rozsadzania struktury betonu w wyniku rozszerzania się gromadzącej się w porach wody w procesie zamarzania. W zimnych klimatach zniszczenia chodników, ścian oporowych, pomostów, tarasów związane są z cyklami zamarzania i odmarzania i są jedną z głównych przyczyn prac konserwacyjnych i naprawczych. Cząsteczki wody są bardzo małe, dlatego są zdolne do penetracji porów i kapilar betonu nawet najlepszej jakości. Jeżeli woda dostanie się w strukturę betonu, do jego systemu kapilarnego, i zamarznie, zwiększy swoją objętość (o ok. 9%), wywierając ogromne ciśnienie. Proces ten będzie się powtarzał, ponieważ zamarzanie i rozmarzanie pojawiające się cyklicznie prowadzi do rozszerzenia kapilar w strukturze. W betonie pojawia się coraz więcej wody i w konsekwencji więcej uszkodzeń. Zniszczenia powodowane zamarzaniem i odmarzaniem to najczęściej pękanie: wykruszanie się betonu. Uszkodzenia są większe, jeśli mamy do czynienia nie tylko z mrozem, ale także z wilgocią i obecnością soli drogowej. Mogą one prowadzić do całkowitego złuszczenia nawierzchni betonowej. Poza tym porowatość betonu przyspiesza proces korozji zbrojenia w wyniku łatwiejszego przenikania dwutlenku węgla, który obniża pH.

■ 4.4.5. Korozja alkaliczna

Reakcje w betonie między kruszywem a zaczynem cementowym oraz alkaliami zachodzą przy każdym rodzaju kruszywa i prowadzą do korozji alkalicznej betonu. Przebieg tych reakcji zależy od wielu czynników, z których najważniejszymi są rodzaj stosowanego kruszywa i ilość zawartych w nim składników potencjalnie reaktywnych. Na korozję alkaliczną składają się dwa rodzaje procesów korozyjnych: reakcja alkaliczno-krzemionkowa i rzadziej spotykana reakcja alkaliczno-węglanowa. Reakcja alkaliczno-krzemionkowa może powodować ekspansję i pękanie betonu, co prowadzi do poważnych uszkodzeń konstrukcji. Reakcja alkaliczno-krzemionkowa zachodzi między alkaliami z cementu i reaktywnym kruszywem w warunkach odpowiedniej wilgotności. Jony sodu i potasu pochodzące z klinkieru portlandzkiego współtworzą korozję alkaliczną. Źródłem dostępnych alkaliów mogą też być inne składniki betonu, np. domieszki, dodatki mineralne, alkalia pochodzące np. z posypywania dróg mieszaniną zawierającą NaCl. W reakcji tej biorą udział kruszywa zawierające reaktywne formy krzemionki, takie jak: opał bezpostaciowy, czert, kwarc, trydymit, krystobalit. Produktem reakcji alkaliczno-krzemionkowej jest pęczniejący żel, który zwiększając swoją objętość na skutek „dobrej współpracy” z wodą, implikuje naprężenia w stwardniałym betonie. Pęcznienie żelu na powierzchni kruszywa powoduje powstanie naprężeń rozciągających i ściskających w otulinie betonowej. Wynikiem tych oddziaływań jest siatka spękań konstrukcji, wzmożona penetracja wilgoci i odpadanie otuliny. W sprzyjających warunkach zewnętrznych, jak obniżenie zewnętrznej temperatury (przemarzanie), zjawisko korozji i implikujących je spękań pogłębia się. Istotne znaczenie oprócz wysokiej wilgotności i temperatury oddziałujących na beton ma ilość alkaliów w betonie, której szkodliwe oddziaływanie przyjmuje się progowo powyżej 0,6%. Szkodliwe reakcje alkaliczne w kruszywach przebiegają powoli i stopniowo, pierwsze uszkodzenia widoczne są po pięciu, dziesięciu latach i mogą następować przez kolejne dziesięciolecia. W niektórych kruszywach reakcje następują wolno, ale w końcowym stadium powodują większą destrukcję. Jeżeli w betonie znajdują się reaktywne kruszywa węglanowe, ekspansja i uszkodzenia struktur betonu są widoczne już po kilku latach. Na skutek pęczniejącego żelu w otoczeniu ziaren kruszywa i wywołanego naprężenia, powodującego zarysowania i spękania, pojawiają się wykwit, przebarwienia i wyraźne nacieki. W dalszej kolejności wzrasta się zjawisko powstawania mikroszczelin i zarysowania powierzchni betonowej konstrukcji. Reakcje w betonie między kruszywem a zaczynem cementowym i znajdującymi się tam alkaliami zachodzą przy prawie każdym rodzaju kruszywa, a ich przebieg i stopień nasilenia zależą od wielu czynników. Są nimi: rodzaj stosowanego kruszywa, ilość zawartych w kruszywie składników reaktywnych, warunki hydrotermiczne, jak wilgotność i temperatura, skład chemiczny środowiska (gazy, ciecze). Unikanie stosowania kruszyw reaktywnych lub dbałość o odpowiedni skład mieszanki może obniżyć stopień reakcji alkaliczno-krzemionkowej. Zapobieganie zawilgoceniom, co ma miejsce w przypadku stosowania powłok m.in. polimocznikowych, zahamowuje zjawisko korozji alkalicznej.

■ 4.4.6. Inne rodzaje korozji

Zniszczenie betonu spowodowane chemikaliami, olejami i innymi oddziaływaniami

Beton zapewnia przede wszystkim ochronę alkaliczną zbrojeniu konstrukcyjnemu [5, 200]. Zhydratyzowany zaczyn cementowy zapewnia w betonie środowisko alkaliczne o wartości pH ok. 12,5–13,5. Beton jest jednak wystawiony na oddziaływania otaczającego go środowiska. W rezultacie

kontaktu między betonem (środowisko alkaliczne) a kwaśnym środowiskiem zewnętrznym następuje obniżenie poziomu pH betonu. Pory w betonie, mikrorysy i większe spękania, dylatacje i przerwy technologiczne czy większe przestrzenie wewnątrz betonu są drogami penetracji gazów, cieczy, tłuszczów itp., zawierających substancje nieobojętne chemicznie dla struktury betonu. W zależności od kwasowości środowiska beton niszczy się szybciej lub wolniej. Efektem korozji chemicznej jest wzrost porowatości, przepuszczalności, pękanie i utrata wytrzymałości. Połączenie zniszczenia fizycznego i utrzymująca się ekspozycja na atak chemiczny powodują kontynuację i przyspieszenie procesów niszczenia betonu. Niektóre substancje chemiczne, zwłaszcza kwasy, mogą reagować ze składnikami betonu, tworząc związki wapnia rozpuszczalne w wodzie (ulegają one wylugowaniu z betonu).

Oleje, penetrując do wnętrza betonu, wchodzą w reakcje z wodorotlenkiem wapnia i tworzą mydła wapniowe, niemające właściwości wiążących, zmniejszające wytrzymałość betonu bez zewnętrznych objawów zniszczenia. Oleje mineralne, przenikając do wnętrza betonu, zmniejszają tarcie wewnętrzne, co prowadzi do utraty wytrzymałości betonu i przyczepności zbrojenia.

Porastające powierzchnię betonu rośliny, drzewa czy elementy flory i fauny mogą przyczyniać się do niszczenia betonu. Także bakterie mogą spowodować powstanie kwasu siarkowego z siarkowodoru i siarczków zawartych np. w ściekach.

Wysokie temperatury mogą wytrącać z betonu związaną chemicznie wodę, powodując utratę siły wiązania żelu cementowego z kruszywem.

4.5. Trwałość konstrukcji

Obecnie beton jako materiał budowlany jest powszechnie stosowany w świecie i odgrywa dominującą rolę w szeroko rozumianym przemyśle budowlanym. Ze względu na oczekiwany coraz dłuższy okres użytkowalności konstrukcji z betonu pojawiają się równocześnie wymagania co do estetyki, akustyki, małego (lub przynajmniej nierosnącego) szkodliwego oddziaływania tych konstrukcji na otoczenie. Coraz częściej podnoszone jest wymaganie dotyczące zaprojektowania utylizacji (rozbiórki) obiektu po wyeksploatowaniu konstrukcji.

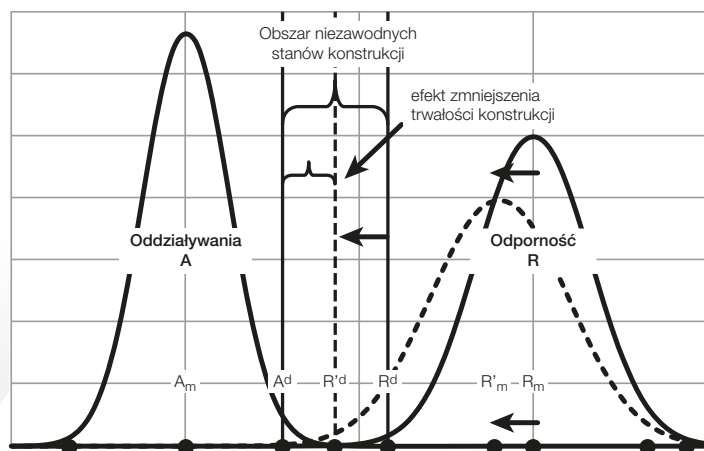
Konstrukcja inżynierska, jaką jest obiekt budowlany, ogólnie powinna spełniać nierówność opisującą niezawodne użytkowanie obiektu [1, 25, 35, 42, 100, 101, 106, 189] (ryc. 4.4):

$$A \leq R,$$

gdzie:

R – odporność konstrukcji,

A – oddziaływanie na konstrukcję.



Ryc. 4.4. Zmniejszenie obszaru niezawodnych stanów konstrukcji na skutek utraty trwałości konstrukcji

Projektując konstrukcję, rozważa się dwa stany graniczne: Stan Graniczny Nośności (SGN) i Stan Graniczny Użytkowalności (SGU), w których równanie (1) powinno być spełnione. Odporność rozumiana jest jako:

- zdolność do przeniesienia naprężeń w konstrukcji wywołanych oddziaływaniami,
- zdolność do ograniczenia nadmiernych odkształceń, ugięć i zarysowań.

Dodatkowo rozpatruje się inne właściwości konstrukcji, jak mrozoodporność, ścieralność, tłumienie drgań, szczelność, odporność ogniową, chemiczną itp.

Przez oddziaływania rozumie się:

- obciążenia stałe, zmienne i wyjątkowe, statyczne i dynamiczne,
- przemieszczenia podpór,
- obciążenia termiczne i pożarowe,
- wpływ wilgoci itp.

Wymagania stawiane obiektom w tych dwóch stanach granicznych są uzupełnione wymaganiami dotyczącymi trwałości, jako elementu równoważnego w projektowaniu.

Według Murzewskiego [114] termin „trwałość materiału” rozumiemy jako zdolność gwarantowaną przez producenta utrzymania właściwości mechanicznych, funkcjonalnych i estetycznych materiału podczas projektowanej żywotności obiektu.

Trwałość materiałów, z których składa się konstrukcja, zależy od wielu czynników. Pierwsze czynniki mieszczą się w szeroko pojętym wpływie środowiska na obiekt. Należą do nich: rodzaj oddziaływań na obiekt, czas jego eksploatacji, sposób wykonywania konstrukcji, jakość przeprowadzanych kontroli najważniejszych elementów konstrukcyjnych podczas budowy, ilość cykli obciążeń i przeciążeń oddziałujących na konstrukcję, sposób eksploatacji obiektu, kontrola stanu technicznego w trakcie jego użytkowania, gotowość do odtwarzania projektowanej trwałości w sytuacji jej utraty itp.

Obniżenie trwałości elementów konstrukcji skutkuje obniżeniem wartości średnich parametrów materiałowych R_m , zwiększeniem współczynnika zmienności m_R , co skutkuje zmniejszeniem wartości obliczeniowych odporności R_d oraz zmniejszeniem obszaru bezpiecznego użytkowania konstrukcji. Przedstawiono to na ryc. 4.4, gdzie dodatkowo oznaczono A_m – średnią wartość obciążeń i A_d – obliczeniową wartość obciążenia.

Inną przyczyną obniżenia trwałości może być zmiana charakteru użytkowania obiektu – dodatkowe funkcje, jakie nałożono na obiekt, zmiana charakteru obciążeń albo podniesienie wymagań dotyczących niezawodności czy bezpieczeństwa obiektu.

Typowe fazy utraty trwałości związane z elementami betonowymi to:

- nieprzewidziany w fazie projektowej i podczas wykonywania elementów betonowych skurcz betonu,
- karbonatyzacja otuliny wzmoczona dodatkowo przez korozję chlorkową lub inne rodzaje oddziaływań chemicznych,
- stała penetracja wilgoci,
- penetracja aktywnych chemicznie gazów w głąb przekroju elementu betonowego,
- oddziaływania fizyczne mogące powodować częste zmiany znaku naprężeń w przekroju, silne ścieńczenie otuliny, fazy zamrażanie-odmrażanie, nieprzewidziane lub nadmierne oddziaływanie ogniowe na beton,
- utrata właściwości powłok ochronnych nałożonych na elementy betonowe,
- depasywacja zbrojenia,
- zarysowanie i odpadanie otuliny wywołane korozją zbrojenia,
- zniszczenie wywołane ubytkiem przekroju poprzecznego zbrojenia,
- zniszczenie na skutek zniszczenia betonu w strefie ściskanej.

Oddziaływanie konstrukcji betonowej na środowisko zależy od rodzaju konstrukcji i jej przeznaczenia. W przypadku budownictwa mieszkaniowego oddziaływania te są mniejsze niż w przypadku budownictwa przemysłowego, a w szczególności tam, gdzie beton poddany jest silnym oddziaływaniom obciążeń dynamicznych (sejsmicznych, od maszyn i urządzeń itp.), substancji chemicznych, substancji palnych itp. Konstrukcje te wymagają większej uwagi podczas projektowania i eksploatacji w związku z trwałością, by obniżone parametry techniczne obiektu nie narażały środowiska na nieprzewidziane niebezpieczeństwa (zanieczyszczenia środowiska, utrata właściwości użytkowych) czy na utratę estetyki obiektu (silne zawiłgocenie, silne ugięcia i zarysowania, odpadanie otuliny, wykwyty z rdzy i różnych

solii chlorków, siarczanów itp.). Ważny staje się dobór składników betonu nieoddziałujących negatywnie na środowisko (promieniotwórczość betonu, wydzielanie szkodliwych gazów, niebezpiecznych substancji itp.). Oddziaływanie na środowisko powinno być uwzględnione także w fazie wznoszenia obiektu, napraw i ewentualnego recyklingu.

Ważnym elementem w utrzymaniu projektowanej trwałości obiektu staje się stały monitoring wyodrębnionych elementów konstrukcji i wyszczególnionych parametrów materiałowych, jak np. wytrzymałość, alkaliczność otuliny, szczelność, stan powłok zabezpieczających, a także stan zarysowania. Dbłość o stan techniczny obiektów z betonu znakomicie przedłuża ich żywotność, a także ułatwia ingerencję w razie utraty trwałości, by móc ją skutecznie odtwarzać.

Wielu projektantów [114, 115] skłania się ku rozwiązaniu podobnemu do stosowanego w układach mechanicznych, aby w fazie projektowania ująć możliwość okresowej wymiany niektórych elementów składających się na konstrukcję obiektu, a naturalnie ulegających zużyciu, jak otulina, zbrojenie narażone na korozję w środowiskach silnie obciążonych stężeniami kwasów itp. Wymiana otuliny może mieć charakter nie tylko ilościowy, ale też jakościowy (wymiana na inny materiał bardziej trwały).

Dla obiektów narażonych na oddziaływania chemiczne, wilgotnościowe, mechaniczne ścieranie, dla obiektów poddanych stałemu cyklowi zawilgocenia i wysychania skutkującemu pogłębianiu się zarysowania, promieniowaniu szkodliwemu dla zdrowia osób lub zwierząt, dodatkowo projektuje się powłoki wzmacniające lub osłaniające beton.

W tych wypadkach powłoki te przejmują rolę ochronną betonu, wzmacniają powierzchnię betonu i ją uszczelniają.

4.6. Uwagi dotyczące współpracy powłoki polimocznikowej z betonem

Powłoki polimocznikowe położone na powierzchni betonowej podnoszą walory użytkowe konstrukcji betonowej oraz zwiększają jej trwałość. Powłoki polepszają właściwości cech fizycznych betonu, jak [93]:

- cechy wytrzymałościowe betonu,
- odporność chemiczna,
- odporność na wnikanie chlorków,
- rezystywność betonu,
- porowatość betonu,
- szczelność betonu
- izolacyjność wilgotnościowo-wodna,
- stopień zarysowania,
- stopień karbonatyzacji i korozji betonu oraz stali,
- szorstkość powierzchni betonowej,
- odporność na ścieranie,
- odporność udarowa,
- mrozoodporność,
- odporność na gwałtowne zmiany temperatury,
- odporność ogniowa.

Powyżej wymienione parametry decydują w znacznym stopniu o wpływie ekspozycji środowiska na stan konstrukcji betonowej. Poprawnie zaprojektowana współpraca powłok polimocznikowych z powierzchnią betonu opiera się na dobrej znajomości podstawowych cech fizycznych betonu, w tym wieku, wilgotności, stanu zarysowania itp., oraz na kontroli procesu nakładania powłoki ochronnej.

Ważnym elementem trwałości powłok jest sama współpraca powłoki z podkładem betonowym, właściwości w czasie i trwałość. Dodatkowo badaniom podlega sama współpraca powłok z powierzchnią betonu, reologia powłoki (także procesy starzenia) oraz reologia tej współpracy, czyli trwałość powłok lub inaczej przewidywany okres trwałości samej powłoki.

Dobrą współpracę zapewnia także odpowiednio dobrany podkład gruntujący, których szeroki asortyment zapewnia Producent.

Powłoka ochronna jest warstwą przenoszącą bezpośrednio obciążenia użytkowe działające na beton podczas całego okresu eksploatacji, jest warstwą na styku środowiska zewnętrznego do konstrukcji z betonem. Jest bezpośrednio poddana obciążeniom mechanicznym, chemicznym i termicznym (np. następczość, lokalne nagrzanie eksploatacyjne, cykliczne zamrożenie-rozmrożenie itp.), odkształceniom spowodowanym ekspansją betonu pochodzącą od skurczu, obrotów i osiadań konstrukcji itp.

Zastosowanie odpowiedniej powłoki polimocznikowej właściwe dla danego podłoża i według funkcji, jakie powłoka powinna spełniać, powinno być poprzedzone odpowiednią analizą. Składają się na nią takie parametry, jak stan techniczny konstrukcji, konkretne cechy fizyczne podłoża, jakie powinny być wzmocnione, wielość tych cech, sposób eksploatacji obiektu, okres trwałości powłoki, koszty wykonania itp. Taka analiza pozwala na dobór optymalnego rozwiązania zabezpieczeń powłokowych.

W przypadku konieczności zastosowania powłoki chemoodpornej wystarczy zastosować cienkowarstwową powłokę epoksydową, wodoszczelność powierzchni narażonej na powierzchniowe zarysowania można uzyskać, wykonując powłokę cementowo-polimerową lub poliuretanową. Powierzchnie narażone na obciążenia mechaniczne wystarczy zabezpieczyć powłokami epoksydowymi lub metyloakrylowymi, prostą i płaską powierzchnię betonową można zabezpieczyć wylewaną żywicą epoksydową.

W przypadku powierzchni, od której wymaga się przesklepienia rys, można użyć żywicy poliuretanowej.

W większości przypadków powłok ochronnych nie stosuje się jedynie do pojedynczych przypadków opisanych powyżej, ale stawia się im kombinacje wielu wymagań, które przy dzisiejszym stopniu rozwoju technologii spełniają przede wszystkim powłoki polimocznikowe.

Dla konstrukcji betonowych, w których otulina nie spełnia roli ochronnej stali zbrojeniowej, tj. w przypadkach nadmiernej karbonatyzacji, korozji chlorkowej, siarczanowej itp. oraz w przypadku nadmiernego zarysowania otuliny, ubytków otuliny spowodowanej ścieraniem, odłupywaniem od uderzeń itp., stosuje się wymianę otuliny. W tych wypadkach projektowanie technologii odtworzenia otuliny powinno być połączone z doбором kompatybilnej pod względem fizycznym i chemicznym powłoki polimocznikowej.

W przypadku iniekcji rys materiały stosowane do iniekcji i powłoki ochronnej powinny być wzajemnie dobrze dobrane.

Techniki nakładania powłok ochronnych na złożone elementy konstrukcyjne, podlegające np. cyklicznym odkształceniom, powinny być dostosowane do rodzaju samej techniki aplikacji i cech fizycznych zastosowanych powłok.

Rozwiązanie szczegółów i detali w przypadkach stawianego wymogu ciągłości i szczelności połączeń powłoki powinno podlegać szczególnej uwadze. Połączenia powłoki na płaskiej powierzchni ze skomplikowanymi geometrycznie detalami, jak narożniki zbiorników, dylatacje w konstrukcji, połączenia powłoki z korytami odpływowymi w posadzce, przejścia armatury technicznej przez ściany zbiorników, ścian, płyt itp. powinny być dostosowane do sprawdzonego doświadczalnie zachowania się powłok w takich warunkach.

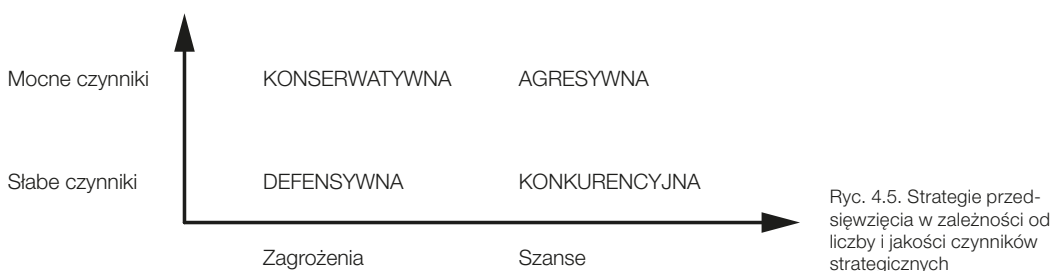
W konstrukcjach złożonych, przestrzennych, np. płytowo-prętowych, ważne stają się badania wytrzymałościowe i chemiczne wskazujące na rozkład powierzchniowy badanych parametrów. Pozwala to na dobór odpowiedniego układu warstw aplikacji powłok ochronnych. W badaniach tych w szczególności stosuje się metody wytrzymałościowe niszczące na wycinanych próbkach betonowych, metody pull off, badania porowatości, mrozoodporności, badania składu chemicznego betonu, stopnia karbonatyzacji, stopnia zanieczyszczenia chlorkami itp.

Ze względu na coraz częściej przywiązywaną wagę do zagadnień ochrony środowiska, ochrony ludzi i mienia, należy każdorazowo opracować projekt technologiczny dla przeprowadzanych prac budowlanych i uwzględniający wszystkie czynności związane z pracami naprawczymi. W projekcie tym należy dokładnie opisać metodę przygotowania podlegających renowacji powierzchni betonowych, wymienić wykonywane czynności wraz z koniecznymi szczegółami, przedstawić rodzaj wykonywanych prac naprawczych, metodę tworzenia powłoki, a także wyszczególnić prace porządkowe kończące naprawę. Wymienione powyżej czynniki mogą mieć decydujący wpływ na dobór materiałów do aplikacji powłoki podczas projektowania, a także na sam dobór metody przeprowadzania prac naprawczych.

4.7. Wybrane zagadnienia dotyczące zarządzania ryzykiem

Efektywność przedsięwzięć inwestycyjnych można poprawnie ocenić, wykorzystując metody oparte na zarządzaniu ryzykiem (wg European Security System Association – Europejskiej Akademii Bezpieczeństwa i Ochrony) [57, 94]. Teorie zarządzania ryzykiem zawierają analizy pozwalające w wymierny sposób zobiektywizować zarówno czynniki odpowiedzialne za zagrożenie, jak i za sukces. Według międzynarodowej normy ISO 31000:2009 oraz polskiej normy PN-ISO 31000:2012 zarządzanie ryzykiem to skoordynowane działania dotyczące kierowania i nadzorowania organizacją w odniesieniu do ryzyka.

Jedną z częściej stosowanych analiz wykorzystywanych przy zarządzaniu ryzykiem jest tzw. SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats), która grupuje cztery kategorie czynników strategicznych: mocne (S – Strengths) i słabe (W – Weaknesses) strony przedsięwzięcia oraz szanse (O – Opportunities) i zagrożenia (T – Threats). Analiza SWOT opiera się na wzajemnej korelacji tych czynników, wskazując na konkretne strategie przedsięwzięcia w zależności od liczby mocnych i słabych stron, a także od liczby szans i zagrożeń. Wyróżniamy zatem strategie agresywne, konkurencyjne, konserwatywne i defensywne (ryc. 4.5).



Ryc. 4.5. Strategie przedsięwzięcia w zależności od liczby i jakości czynników strategicznych

Strategia agresywna mówi o możliwości dynamicznego rozwoju przedsięwzięcia, które cechuje dużo tzw. mocnych czynników odpowiedzialnych za powodzenie oraz w którym obserwuje się wiele szans na dalszy rozwój.

Strategia konkurencyjna nie ma wielu tzw. mocnych argumentów, a dynamika rozwoju jest konsekwencją sprzyjającego rozwojowi środowiska, w którym podmiot istnieje.

Strategia konserwatywna ma miejsce w przypadku mocnych czynników wewnętrznych, ale przy występowaniu licznych zagrożeń zewnętrznych.

Strategię defensywną charakteryzuje słabość firmy lub zadania przy jednocześnie dużych zagrożeniach zewnętrznych.

Mówiąc o środowisku zewnętrznym, możemy się posłużyć obrazem, w którym mocnymi stronami mogą być rozbudowana struktura rynku na terenie Polski lub Europy (O) oraz oferowanie znaczącej oferty wyrobów o dużej konkurencyjności na rynku (T), a w środowisku wewnętrznym znacząca na rynku marka i kapitał (S). W przypadku takich firm możemy mówić o niskim poziomie zagrożenia (T).

Przy zarządzaniu ryzykiem ważnym pojęciem jest postrzeganie bezpieczeństwa. Według D. Freia [94] „bezpieczeństwo definiowane jest jako stan identyfikowany z gwarancją niezawodności”. Pojęcie to można odnieść zarówno do zadania inwestycyjnego, jak i do stosowanych w ramach tego przedsięwzięcia materiałów czy urządzeń. W swojej publikacji wprowadza on pojęcie postrzeganie bezpieczeństwa, w którym wyróżnia cztery stany [Frei, Kołodziński]:

- stan braku bezpieczeństwa – wówczas gdy występuje duże rzeczywiste zagrożenie, a postrzeganie tego zagrożenia jest prawidłowe;
- stan obsesji występuje wtedy, gdy nieznaczne zagrożenie jest postrzegane jako duże;
- stan fałszywego bezpieczeństwa ma miejsce wówczas, gdy zagrożenie jest poważne, a postrzegane bywa jako niewielkie;
- stan bezpieczeństwa występuje wtedy, gdy zagrożenie zewnętrzne jest nieznaczne, a jego postrzeganie prawidłowe.

Analiza SWOT często jest rozpatrywana dwupłaszczyznowo, jako:

- a) Płaszczyzna zewnętrzna badająca szanse i zagrożenia w otoczeniu, w której wyróżnia się analizę makro (PESTLE) i analizę mikro (5 sił Potera) [G. Gierszewska, M. Romanowska, A. Stabryła, https://mfiles.pl/pl/index.php/Koncepcja_pi%C4%99ciu_si%C5%82_Portera]:
 1. Siła oddziaływania dostawców i możliwości wywierania przez nich presji na przedsiębiorstwa sektora.
 2. Siła oddziaływania nabywców i możliwości wywierania przez nich presji na przedsiębiorstwa sektora.
 3. Natężenie walki konkurencyjnej wewnątrz sektora.
 4. Groźba pojawiania się nowych producentów.
 5. Groźba pojawienia się substytutów.
- b) Płaszczyzna wewnętrzna analizująca mocne i słabe strony organizacji:
 1. Personel.
 2. Dokumentacja.
 3. Wiedza.
 4. Technika.
 5. Działanie i współpraca.

W przypadku prac wykonywanych z użyciem polimoczników należy również wskazać na te, które mogą stanowić mocne strony przedsięwzięcia i stanowią o poziomie ryzyka. Do mocnych stron, a więc tych, które mają kluczowe znaczenie dla sukcesu lub niepowodzenia, należą w środowisku zewnętrznym:

- Marka firmy potwierdzona wieloletnim doświadczeniem i wysoką jakością wyrobów;
- Kooperanci, o których dba firma na etapie przygotowania produktu, jak również przy wprowadzaniu go na rynek (szkolenia praktyczne wykonawców, certyfikacja wykonawców, nadzór i wsparcie techniczne podczas realizacji projektów, dział techniczny wyposażony we własny reaktor do natrysku polimocznika, na wypadek konieczności wsparcia sprzętowego lub operatora dla autoryzowanego wykonawcy podczas realizacji projektów).

Natomiast w środowisku wewnętrznym:

- Poziom rozbudowania jednostki badawczo-rozwojowej z zapleczem laboratoryjnym (wyposażonym w urządzenia, umiejętności i wiedzę na temat wymagań dotyczących podstawowych parametrów poprawnego wykonania powłoki polimocznikowej, jak: wytrzymałość na odrywanie metodą „Pul Off”, ciągłość powłoki, „brak porów i perforacji” czy grubość powłoki celem monitorowania poprawności realizacji projektów);
- Zaplecze kapitałowe;
- Zaplecze osobowe (personel posiadający wystarczającą wiedzę i uprawnienia, aby dokonywać wpisów do Dziennika Budowy, dotyczących istotnych informacji odnośnie do procesu aplikacji powłok polimocznikowych potwierdzających wymagania procedury aplikacji lub odnośnie do czasowych ograniczeń aplikacji wynikających z przejściowo przekroczonych parametrów warunków zewnętrznych temperaturowo-wilgotnościowych wymaganych do prawidłowego wiązania materiału);
- Monitoring wyrobów w trakcie produkcji oraz podczas realizacji i po niej.

Gdy analizuje się zarządzanie ryzykiem, należy zatem zwrócić uwagę na te czynniki ryzyka, które mogą być najbardziej znaczące przy realizacji inwestycji.

Wysoki poziom wiedzy, rozbudowana struktura laboratoryjna, kooperacja w różnych dziedzinach w ramach jednej firmy lub przy współpracy z innymi. Firmy posiadające zaawansowane technologie i otwarte na konfrontacje (konkurencyjność) są podmiotami o niskim poziomie ryzyka. Ponadto w przypadku jakiegoś niepowodzenia są – ze względu na swoje doświadczenie i zaplecze wiedzeniowe oraz laboratoryjne – mocnym gwarantem szybkiego usunięcia usterek i niskich kosztów napraw. Pośrednim efektem jest również terminowe ukończenie inwestycji lub krótki czas postoju w przypadku prac remontowo-naprawczych.

Kooperacja na etapie przygotowania produktu i podczas jego aplikacji. W tym przypadku istotne są zarówno jakość surowców, jak i półproduktów dostarczanych do wytwórcy. Zmniejsza to znacząco liczbę reklamacji i awarii. Podczas aplikacji kluczowe znaczenie ma przygotowanie technologiczne załogi i nadzoru wykonawczego, natomiast po wykonaniu – profesjonalny monitoring, który pozwala uprzedzać niekorzystne zjawiska, mogące zaistnieć na obiekcie w trakcie budowy lub podczas użytkowania.

Z przyjęcia prostej zależności:

$$\text{RYZYKO} = \text{PRAWDOPODOBIEŃSTWO} \times \text{SKUTEK}$$

wynika, że wysoki poziom niezawodności efektywnie wpływa na niski poziom ryzyka.

Przy analizie zarządzania ryzykiem duże znaczenie ma aspekt ekonomiczny. Bilans zysków i strat jest oczywiście wielopłaszczyznowy. Firma Master Builders Solutions (także w ramach własnej jednostki badawczo-rozwojowej) przeprowadzała analizy kosztów, kalkulując ryzyka:

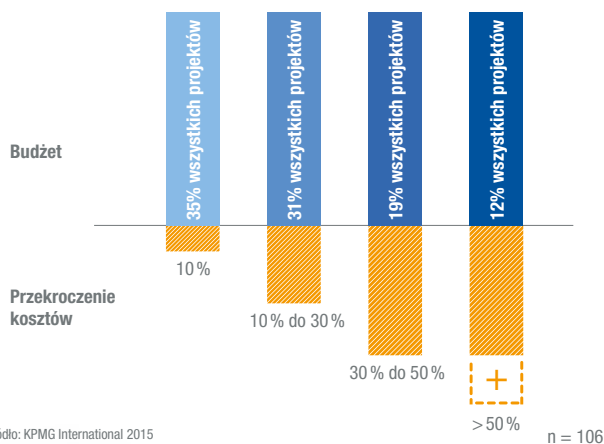
- a) zwiększenia czasu realizacji inwestycji;
- b) wzrostu nieprzewidzianych kosztów;
- c) obniżenia jakości.

Wyniki tych badań przedstawiono na ryc. 4.6–4.9.



Ryc. 4.6. Prawdopodobieństwo opóźnienia realizacji

Prawdopodobieństwo opóźnienia w realizacji i wpływ na zwiększenie czasu realizacji, na podstawie publikacji Gajewska, E. i Ropel, M. (2011).



Źródło: KPMG International 2015

Ryc. 4.7. Prawdopodobieństwo przekroczenia kosztów



Ryc. 4.8. Prawdopodobieństwo wzrostu kosztów

Prawdopodobieństwo wzrostu kosztów i wpływ na wzrost kosztów, na podstawie publikacji Gajewska, E. i Ropel, M. (2011).



Ryc. 4.9. Prawdopodobieństwo obniżenia jakości

Prawdopodobieństwo obniżenia jakości i wpływ na obniżenie jakości, na podstawie publikacji Gajewska, E. i Ropel, M. (2011).

Z przedstawionych powyżej w formie wykresów wyników badań można wyciągnąć wnioski, jak duże znaczenie ma dla końcowych kosztów inwestycji wnikliwa analiza zarządzania ryzykiem.

5. Technologie wykonania

5.1. Przygotowanie podłoża

■ 5.1.1. Wstęp

Ogólnie membrany polimocznikowe można aplikować na każdy rodzaj podłoża lub też każdy rodzaj podłoża można odpowiednio dostosować pewnymi działaniami opisanymi w kolejnych rozdziałach, tak aby można było wykonać na nich membrany polimocznikowe.

Podłoża przeznaczone do powlekania powłoką polimocznikową muszą być równe, trwałe, suche, delikatnie szorstkie i wystarczająco nośne oraz pozbawione warstw zaczynu cementowego, luźnych i kruchych cząstek oraz substancji działających antyadhezyjnie, takich jak oleje, smary, starta guma, resztki powłok malarskich itp. Zwykle wystarczające jest przygotowanie podłoża odpowiednimi metodami mechanicznymi (zamiatanie, szczotkowanie, mycie wysokociśnieniowe, szlifowanie, śrutowanie, piaskowanie itp.). Defekty i uszkodzenie podkładu pod natrysk powłoki należy odpowiednio naprawić przed przeprowadzeniem aplikacji powłoki w sposób właściwy dla danego podłoża.

W celu poprawienia przyczepności do danego podłoża i doszczelnienie go należy zastosować tzw. środki adhezyjne lub podkłady gruntujące, bądź grunty szcpe.

Tabelę zawierającą informacje dotyczące najczęściej występujących podłoży i przykładowe grunty stosowane do tych podłoży zamieszczono w rozdz. 5.1.11.

■ 5.1.2. Podłoża betonowe

Beton musi spełniać normy budowlane i stanowić podłoże wystarczająco nośne dla powłoki [7, 8, 18]. Wilgotność betonu w podłożu betonowym musi przed rozpoczęciem powlekania wynosić < 4% (przy wyższej wilgotności zachodzi konieczność stosowania specjalnych podkładów gruntujących). Podłoża przeznaczone do powlekania muszą być równe i trwałe, wymagają przygotowania przez śrutowanie, mycie wysokociśnieniowe, frezowanie, piaskowanie lub szlifowanie powierzchni [22, 23].

Przyczepność nie może być mniejsza niż 1,5 N/mm² na powierzchniach obciążonych ruchem i 0,8 N/mm² na powierzchniach bez obciążenia [59, 60]. Dopiero gdy wyżej wymienione warunki zostaną spełnione, można rozpocząć nanoszenie powłok.

■ 5.1.3. Młody beton (siedmiodniowy)

Siedmiodniowy beton ma jeszcze zawartość wody > 4%. Standardowo przyjmuje się, że maksymalna dopuszczalna zawartość wody w podłożu betonowym wynosi 4%. Można aplikować powłokę polimocznikową na siedmiodniowy beton, lecz wymaga to zastosowania odpowiedniego rodzaju betonu i specjalnego środka gruntującego. Przykładem może być stosowanie powłoki [MasterSeal M 689](#) na środek gruntujący [MasterTop P 622](#), lub [MasterSeal P 770](#). Nakładając [MasterTop P 622](#) na świeży beton, przyjmuje się, że po całkowitym uwodnieniu cementu beton będzie miał wilgotność < 4%.

Przykład:

- beton wykonany z 350 kg cementu/m³ powinien mieć wskaźnik w/c maks. 0,5 (tj. 175 litrów wody);
- w przybliżeniu połowa tej wody zostanie wykorzystana do uwodnienia cementu, pozostawiając 87,5 kg wody/m³ betonu;
- przyjmując gęstość betonu 2400 kg/m³, zawartość wody po całkowitym uwodnieniu jest $= (87,5 : 2400) \times 100 = 3,65\%$.

Fakt, że [MasterTop P 622](#), lub [MasterSeal P 770](#) przechodzi badanie na świeżym betonie z wynikiem pomyślnym, wykazuje jego doskonałą tolerancję na wilgoć. [MasterTop P 622](#), lub [MasterSeal P 770](#) może być również z powodzeniem nakładany na beton z wilgotną powierzchnią. Powierzchnia rozumiana jest jako wilgotna, gdy jej wygląd jest ciemniejszej szarej barwy niż wygląd suchego betonu,

ale nie ma żadnej powłoki wody na powierzchni i pory w betonie nie są wypełnione wodą. Chociaż powierzchnia betonu może być wilgotna, masa betonu po zakończeniu procesu hydratacji powinna mieć zawartość wody maks. 4%.

Aplikacja w takich przypadkach musi być wykonana w dwóch cyklach roboczych i dopiero druga warstwa powinna być zasypaana piaskiem kwarcowym, by nie spowodować perforacji ciągłości pierwszej powłoki gruntu. Materiał należy rozprowadzić za pomocą pacy z gumy porowatej, a następnie równomiernie rozwałkować (np. za pomocą wałka malarskiego).

Zużycie na jedną warstwę wynosi ok. 300–500 g/m² w zależności od chłonności i porowatości podłoża.

Po stwardnieniu pierwszej warstwy następuje ułożenie drugiej warstwy [MasterTop P 622](#), lub [MasterSeal P 770](#) w drugiej czynności roboczej. Także w tym przypadku należy rozprowadzić materiał za pomocą pacy, a następnie równomiernie rozwałkować.

Zużycie na drugą warstwę wynosi ok. 200–400 g/m².

W celu rozwinięcia i uszorstnienia powierzchni powinno się posypać świeżą powłokę suszonym ognioowo piaskiem kwarcowym o frakcji uziarnienia \emptyset 0,3–0,8 mm, którego zużycie wynosi ok. 0,5–1,0 kg/m². Należy unikać nadmiernego posypywania.

■ 5.1.4. Beton zaolejony

Ze względu na specjalną problematykę podłoży zabrudzonych olejem zaleca się, by w indywidualnych przypadkach skorzystać z usługi doradztwa technicznego. Podłoża zabrudzone olejem lub smarem wymagają najpierw wstępnego oczyszczenia przy użyciu emulgującego środka czyszczącego zgodnie z zaleceniami producenta [5].

Jednak często właśnie po wstępnym oczyszczeniu i obróbce mechanicznej betonu olej pojawia się za sprawą działania kapilarnego na powierzchni podłoża i czyszczenie należy powtórzyć. Następnie powierzchnie betonowe lub cementowe czyszczone są wodą w jednym lub w kilku cyklach roboczych. Najpierw wodą z detergentem, a następnie czystą wodą. Nadmiar wody należy usunąć za pomocą odpowiedniego odkurzacza przemysłowego. Wcześniej należy usunąć z powierzchni duże fragmenty zabrudzeń lub zanieczyszczeń.

Sprawdzonymi środkami czyszczącymi mogą być środek czyszczący firmy Schencking & Bury GmbH lub metoda firmy Bioversal GmbH.

Podczas stosowania środków czyszczących należy pamiętać o przestrzeganiu ustawowych zapisów dotyczących utylizacji olejów, ich mieszanek oraz skażonych ścieków. Bliższe informacje można uzyskać u producenta danego środka czyszczącego.

Po osuszeniu za pomocą odkurzacza przemysłowego powierzchnia jest wolna od oleju i wody. Powierzchnia powinna być matowo-wilgotna.

Do nakładania materiału gruntującego należy przystąpić bezpośrednio po zakończeniu czyszczenia, przy matowo-wilgotnym stanie powierzchni. Dłuższy okres oczekiwania przed przystąpieniem do pracy stwarza ryzyko, że występujący w podłożu olej oraz jego mieszanki pojawią się na powierzchni i konieczne będzie przeprowadzenie kolejnego oczyszczania powierzchni i przerwanie operacji aplikacji materiału.

W takim przypadku powinien być zastosowany specjalny środek gruntujący (np. [MasterTop P 615](#)), który nanoszony jest na matowo-wilgotne i oczyszczone podłoża w dwóch cyklach roboczych.

W wytycznych Niemieckiego Instytutu do spraw Żelbetu (DafStB): „Ochrona i renowacja elementów betonowych” [*Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen*] zdefiniowane są pojęcia opisowe na określenie stanu wilgotności podłoża: „suche” [*trocken*], „wilgotne” [*feucht*] oraz „mokre” [*nass*]. W przypadku czyszczenia na mokro podłoża zabrudzonych olejem właściwa ocena stanu przed naniesieniem specjalnej powłoki gruntowej na bazie żywicy epoksydowej odgrywa dużą rolę. Definicje są następujące:

- „wilgotne”: powierzchnia ma wygląd matowo-wilgotny, jednak nie połyskuje. Struktura porów blisko powierzchni nie jest nasycona wodą, a tym samym zachowała jeszcze chłonność. Krople wody zostają jeszcze wchłonięte, po krótkim czasie powierzchnia ponownie ma matowo-wilgotny wygląd;
- „mokre”: struktura porów blisko powierzchni jest nasycona wodą, powierzchnia betonowa jest błyszcząca, nie wykazuje jednak żadnej błony wodnej w postaci kropeł.

Materiał powłoki gruntowej należy nakładać na „wilgotne” podłoże. Istniejąca struktura porów ma wystarczającą chłonność i wykazuje dobre zwilżenie przez cały czas aplikowania materiału.

Po wymieszaniu materiału następuje naniesienie na przygotowane podłoże pierwszej warstwy powłoki ([MasterTop P 615](#)) metodą zalewową, np. za pomocą pacy z gumy porowatej. Następnie należy wetrzeć dokładnie naniesiony materiał miotłą, aby się upewnić, że grunt dobrze spenetruje przygotowane i oczyszczone podłoże oraz zapewni wystarczające zwilżenie.

Zużycie – pierwsza warstwa: ok. 400–600 g/m², z błoną na powierzchni, w zależności od chłonności i porowatości podłoża.

Po stwardnieniu pierwszej warstwy następuje w drugiej czynności roboczej ułożenie drugiej warstwy [MasterTop P 615](#). Także w tym przypadku należy rozprowadzić materiał za pomocą pacy z gumy porowatej, a następnie równomiernie rozwałkować za pomocą wałka malarskiego.

Zużycie – druga warstwa: ok. 250–350 g/m².

Następnie należy posypać świeżą powłokę suszonym ogniowo piaskiem kwarcowym o frakcji uziarnienia ϕ 0,3–0,8 mm (jeżeli jest to wymagane). Zużycie materiału wynosi ok. 0,5–1,0 kg/m², należy również unikać nadmiernego posypywania.

■ 5.1.5. Podłoża bitumiczne

Powierzchnię z papy bitumicznej należy oczyścić za pomocą palnika gazowego. Temperatura ognia wypali wszelkie zabrudzenia mineralne, a podmuch płomienia usunie (wydmucha) ich popioły i inne przeszkadzające pyły. Dodatkowo papa bitumiczna musi zostać trwale zespolona z podłożem, pęcherze należy przeciąć, wysuszyć i ponownie zespolić.

Wszelkie ubytki w płaszczyźnie należy zakleić np. papą podkładową lub taśmami dekarскими celem przygotowania podparcie (ciągłej płaszczyzny do natrysku) dla powłoki polimocznikowej.

Tak przygotowane podłoże można pokryć jednokomponentowym gruntem poliuretanowym [MasterSeal P 698](#).

W przypadku podejrzenia, że pod poszyciem dachu jest uwięziona woda (np. zawilgocona jest izolacja termiczna), należy przed szczelnym pokryciem dachu powłoką polimocznikową bezwzględnie zamontować kominki wentylacyjne. Jeżeli tego się nie zrobi, w okresie nasłonecznienia dachu będą powstawały pęcherze wskutek parowania wody pod wpływem podwyższonej temperatury.

Przed nałożeniem gruntu temperatura materiału powinna mieścić się w przedziale 15–25°C. Wymaganą ilość gruntu należy przelać z oryginalnego pojemnika do pojemnika, z którego produkt będzie nakładany, a następnie równomiernie nakładać wałkiem, pędzlem lub natryskowo na przygotowane podłoże. [MasterSeal P 698](#) to grunt utwardzający się w środowisku wilgotnym i pieni się, jeśli jest zbyt grubo nakładany. Dlatego też ważne jest, by nakładać cienką warstwę [MasterSeal P 698](#) i unikać tworzenia się zastoin. Należy zatem warstwę rozprowadzić równomiernie i wykończyć poprzez przejście powrotne wałkiem. Na czas utwardzania produktu wpływają wilgotność oraz temperatura otoczenia i podłoża. Przy niskiej temperaturze i w warunkach niskiej wilgotności reakcja chemiczna przebiega wolniej, co wydłuża czas utwardzania i czas do nałożenia kolejnej warstwy. Przy dużej wilgotności i w wysokiej temperaturze reakcja chemiczna ulega przyspieszeniu, w związku z czym wyżej podane ramy czasowe ulegają odpowiedniemu skróceniu. Po nałożeniu materiał powinien być chroniony przed bezpośrednią stycznością z wodą, ponieważ pogorszy to przyczepność kolejnej powłoki. Należy również dopilnować, by przed nałożeniem kolejnej powłoki zawarty w produkcie rozpuszczalnik mógł całkowicie odparować. Temperatura podłoża musi być o co najmniej 3°C wyższa od temperatury punktu rosy w czasie nakładania i przynajmniej przez 6 godziny po nałożeniu (w temp. 15°C).

Aby uniknąć perforowania powłoki przez rozszerzające się powietrze zamknięte w porach podłoża (zwłaszcza przy starej popękanej papie), należy gruntować dwa razy. Przykładowo zużycie produktu na jedną warstwę [MasterSeal P 698](#) wynosi 0,05–0,15 kg/m² w zależności od stanu i porowatości podłoża.

Czas nanoszenia kolejnych warstw jest zależny od temperatury i wynosi:

- Początek natrysku powłoki od czasu zagruntowania powierzchni:
 - 1 godzina przy temperaturze 30°C,
 - 2 godziny przy temperaturze 10°C.

- Zakończenie natrysku powłoki od czasu zagruntowania powierzchni:
 - 4 godziny przy temperaturze 30°C,
 - 6 godzin przy temperaturze 10°C.

Tak krótkie czasy narzucają organizację prac w sposób niemal równoległy, gdzie jedna brygada ludzi wykonująca gruntowanie podłoża wyprzedza brygadę wykonującą natrysk powłoki o mniej więcej 1 godzinę.

Jeżeli podkład z papy jest stary, porowaty czy spękany, można po takiej samej procedurze przygotowania podłoża zastosować do gruntowania materiał **MasterTop BC 375 N**, którego można zabudować w jednej operacji 0,5 kg lub 1 kg w zależności od potrzeb. Czas nakładania kolejnej powłoki wynosi odpowiednio:

- Początek natrysku powłoki od czasu zagruntowania powierzchni 12 godzin przy temperaturze 23°C.
- Zakończenie natrysku powłoki od czasu zagruntowania powierzchni 3 doby przy temperaturze 23°C.

■ 5.1.6. Stal czarna, żeliwo

W przypadku stali czarnej lub żeliwa należy pamiętać, że są to metale, na których oprócz samej przyczepności musimy wytworzyć odpowiednią ochronę antykorozyjną. Dlatego w tych przypadkach wymagane są szczególne procedury. Te dwa aspekty można skutecznie zapewnić, stosując preparat gruntujący z inhibitorem korozji **MasterSeal P 681**. Powierzchnia, na którą nakładany jest ten produkt, musi być czysta, sucha, wolna od oleju, smaru i luźnego materiału oraz innych substancji mogących negatywnie wpływać na przyczepność. Podłoża stalowe należy piaskować do osiągnięcia stopnia czystości na poziomie SA 2.5 wg DIN EN ISO 12944-4 (1998).

Materiał **MasterSeal P 681** jest dostarczany w opakowaniach roboczych ze składnikami w dokładnych proporcjach. Przed wymieszaniem należy doprowadzić składniki A i B do temperatury ok. 15–25°C. Składnik A zawiera pigment, który może opaść na dno, należy więc dobrze wymieszać go przed użyciem. Następnie należy przelać całą zawartość składnika B do pojemnika ze składnikiem A (ze względów bezpieczeństwa nie należy mieszać obu składników ręcznie). Powinno się mieszać wiertarką mechaniczną z założonym mieszadłem z bardzo małą prędkością (maks. 300 obr./min), przez co najmniej 3 minuty. W celu zagwarantowania całkowitego wymieszania należy kilkakrotnie zeszkobać materiał z boków i dna pojemnika. Łopatkę mieszadła powinny być przez cały czas zanurzone w materiale powłokowym, aby uniknąć wprowadzania do niego pęcherzyków powietrza. Nie powinno się nakładać materiału wprost z oryginalnego pojemnika. Po prawidłowym wymieszaniu do jednorodnej konsystencji wymieszane składniki A i B przelać do świeżego, czystego pojemnika i mieszać przez kolejną minutę.

Środek **MasterSeal P 681** nakłada się na przygotowane podłoże pędzlem lub wałkiem. Produkt należy nakładać w dwóch warstwach. Drugą warstwę należy posypać wypalonym piaskiem kwarcowym o frakcji uziarnienia \emptyset 0,3–0,8 mm w ilości od ok. 0,8 do 1,0 kg/m² w celu poprawienia przyczepności właściwej powłoki polimocznikowej.

Należy przestrzegać czasów nakładania kolejnych powłok. Na czas utwardzania materiału wpływa temperatura otoczenia, podłoża i samego materiału. W niskich temperaturach reakcje chemiczne przebiegają wolniej, co wydłuża czas zachowania właściwości roboczych mieszanki, a także czas otwarcia i czas utwardzenia. Wysoka temperatura przyspiesza reakcje chemiczne, w związku z czym podane w karcie technicznej ramy czasowe ulegają odpowiedniemu skróceniu. W celu pełnego utwardzenia produktu temperatury podłoża i nakładania nie powinny spaść poniżej minimum.

Po nałożeniu materiał należy chronić przed bezpośrednim kontaktem z wodą przez mniej więcej 24 godziny (w temp. 20°C). W tym czasie styczność z wodą może powodować wykwit i/lub kleisty kożuch na powierzchni, które muszą być usunięte. Temperatura podłoża musi być o co najmniej 3°C wyższa od temperatury punktu rosy.

Membranę można natryskiwać w zależności od temperatur otoczenia w następującym przedziale czasu – nie szybciej niż 2,5 godziny od nałożenia drugiej warstwy gruntu, lecz nie później niż 36 godzin od czasu nałożenia gruntu (całkowite zakończenie nakładania).

W przypadku przekroczenia tego czasu gruntowanie należy powtórzyć. Aby mieć pewność ciągłości obu warstw gruntujących, zaleca się różnicowanie kolorów układanego materiału.

■ 5.1.7. Metale szlachetne (stal kwasoodporna, metale nieżelazne, miedź, aluminium, blacha ocynkowana)

Podłoża z blachy ocynkowanej, stali szlachetnej lub innych metali nieżelaznych (ryc. 5.1) należy przygotować metodami mechanicznymi, jak mycie wysokociśnieniowe, szorowanie na morko z detergentami itp.

Jeśli żadna z wymienionych metod nie przyniesie efektu, należy zastosować metody bardziej intensywne (szlifowanie lub obróbkę strumieniowo-cierną). Olej, a w szczególności pozostałości woskowe należy usuwać odpowiednimi rozpuszczalnikami (butanol, octan etylowy) lub urządzeniem strumieniowo-parowym i dodatkiem środków czyszczących rozpuszczających tłuszcze i woski.

Wszystkie podłoża (nowe i stare) muszą mieć stabilną konstrukcję, być suche i pozbawione pozostałości powłok malarskich oraz luźnych cząstek. Należy oczyścić podłoże z oleju, smaru, śladów gumy, plam farby i innych zanieczyszczeń pogarszających przyczepność. Temperatura podłoża musi być o co najmniej 3°C wyższa od temperatury punktu rosy.

Wszelkie rozwarstwienia i odstające od siebie fragmenty poszycia należy zespoić przez wypełnienie pianką PU, jednokomponentowym uszczelniaczem poliuretanowym [MasterSeal NP 474](#) lub sklejenie taśmą dekarską.



Ryc. 5.1. Powierzchnie ze stali ocynkowanej

Takie podłoże wymaga specjalnego środka gruntującego, zwiększającego przyczepność membrany polimocznikowej do metalu. Zalecany produkt jest [MasterSeal P 684](#).

Jest on materiałem jednoskładnikowym. Przed nakładaniem temperatura materiału powinna mieścić się w zakresie 15–25°C. Po odstawieniu może wystąpić pewne rozwarstwienie pigmentów. Produkt należy w związku z tym dobrze wymieszać przed użyciem. Materiał należy mieszać do uzyskania jednolitej masy bez smug.

Preferowanymi metodami aplikacji są malowanie pędzlem lub przetarcie miękką szmatką (konieczne są rękawice i okulary ochronne, a także odzież ochronna). Powłokę należy nakładać równomiernie cienką warstwą i unikać tworzenia się zastoin.

Po nałożeniu produkt powinien być chroniony przed bezpośrednią stycznością z wodą aż do przykrycia inną powłoką. Przed nanoszeniem następnych warstw należy upewnić się, że rozpuszczalnik zawarty w materiale całkowicie wyparował.

Zużycie produktu [MasterSeal P 684](#) wynosi 0,04–0,20 kg/m² w zależności od stanu i porowatości podłoża.

Procedura aplikacji przewiduje krótkie czasy nakładania kolejnych warstw i w tym przypadku nie można jednego dnia gruntować powierzchni, a kolejnego wykonywać natrysk powłoki. Czas nanoszenia kolejnych warstw jest zależny od temperatury i wynosi:

- Początek natrysku powłoki od czasu zagruntowania powierzchni:
 - 30 minut przy temperaturze 30°C,
 - 2 godziny przy temperaturze 10°C.
- Zakończenie natrysku powłoki od czasu zagruntowania powierzchni:
 - 1 godzina przy temperaturze 30°C,
 - 4 godziny przy temperaturze 10°C.

Tak krótkie czasy narzucają organizację prac w sposób niemal równoległy, gdzie jedna brygada ludzi wykonująca gruntowanie podłoża wyprzedza brygadą wykonującą natrysk powłoki o mniej więcej 1 godzinę.

■ 5.1.8. Wełna mineralna

Przy aplikacji membrany polimocznikowej bezpośrednio na wełnę mineralną musimy zwrócić szczególną uwagę na kwestię rodzaju ostatniej, wierzchniej warstwy wełny, by nie była ona zbyt strzępiasta, ponieważ nałożenie równej i gładkiej powłoki wymagałoby bardzo wysokiego zużycia materiału do natrysku. Zalecamy w takich przypadkach na ostatnią wierzchnią warstwę stosować wełnę skalną HardRock lub DachRock Max.

Wełna ta ma na tyle zwartą wierzchnią warstwę, że teoretycznie od 2,5 do 3,0 kg na 1 m² polimocznika daje możliwość wykonania powłoki o gładkiej i szczelnej powierzchni.

Ważne jest, by po ułożeniu i przykołkowaniu wełny nikt oprócz operatora pistoletu do natrysku po niej nie chodził, ponieważ stosunkowo łatwo można naruszyć i zdeformować zwartą strukturę górnej powierzchni, co utrudni wykonanie estetycznego natrysku.

Przy dachach półokrągłych styki poszczególnych arkuszy wełny nie chcą dokładnie dolegać do siebie, tworząc na połączeniach szczeliny. Szczeliny te należy zakleić wzdłużnie samoprzylepną taśmą PCV Rokwool.

Taką samą taśmą należy zasklepić szczeliny przed natryskiem polimocznika w miejscach, w których płaszczyzna wełny dochodzi do elementów wystających ponad płaszczyznę dachu, takich jak: świetliki, kominy lub kominki wentylacyjne, attyki itp.

UWAGA!!!

Wykonując powłoki polimocznikowe na podkładzie z wełny mineralnej bezwzględnie należy organizować pracę zespołu w taki sposób, aby cała powierzchnia podłoża, która w danym dniu zostanie wyłożona wełną, była pokryta warstwą polimocznika. W przeciwnym razie osiadająca rosa może przez noc zawilgoć wełnę, uniemożliwiając następnego dnia natrysk polimocznika.

■ 5.1.9. Tworzywa sztuczne (EPDM, PCV, blacha proszkowo malowana lub powlekana, GRP i stare powłoki EP, PU i elastomerowe)

Powierzchnie z blachy powlekanej, z płyt warstwowych, z PCV, EPDM lub starych membran czy powłok epoksydowych lub poliuretanowych należy przygotować metodami mechanicznymi, takimi jak: mycie wysokociśnieniowe, szorowanie na morko z detergentami itp. Jeśli żadna z wymienionych metod nie przyniesie efektu, należy zastosować metody bardziej intensywne (szlifowanie lub obróbkę strumieniowo-cierną). Olej, a w szczególności pozostałości woskowe należy usuwać odpowiednimi rozpuszczalnikami (butanol, octan etylowy) lub urządzeniem strumieniowo-parowym i dodatkiem środków czyszczących rozpuszczających tłuszcze i woski.

Na tak przygotowane podłoża można nanosić warstwę gruntującą. Dobrze nadają się do tego celu środki poliuretanowe wiążące pod wpływem wilgoci z powietrza (np. jednoskładnikowy środek poliuretanowy [MasterSeal P 691](#)). Powierzchnia, na którą nakładany jest ten środek, musi być czysta, sucha, wolna od oleju, smaru i innych substancji mogących negatywnie wpłynąć na przyczepność. Temperatura podłoża musi być o co najmniej 3°C wyższa od temperatury punktu rosy.

W przypadku materiału [MasterSeal P 691](#) należy przed nałożeniem doprowadzić go do temperatury od 15°C do 25°C. Wylać wymaganą ilość z oryginalnego pojemnika i rozprowadzić wałkiem gumowym, a następnie wykonać przejście powrotne wałkiem zwykłym. Należy pamiętać, by nakładać cienką warstwę materiału i unikać tworzenia się zastoju. Na czas utwardzania produktu wpływają wilgotność oraz temperatura otoczenia i podłoża. Przy niskiej temperaturze i w warunkach niskiej wilgotności powietrza reakcja chemiczna przebiega wolniej, co wydłuża czas utwardzania i czas do nałożenia kolejnej powłoki. Przy dużej wilgotności i w wysokiej temperaturze reakcja chemiczna ulega przyspieszeniu (lecz wysoka temperatura, np. nasłoneczniony dach, obniża wilgotność powietrza niezbędną do wiązania tego materiału i może się zdarzyć, że w takich warunkach proces wiązania materiału wydłuży się aż do momentu wystudzenia powierzchni dachu w nocy). Jeśli przekroczony został czas do nałożenia kolejnej powłoki, środek [MasterSeal P 691](#) należy nałożyć ponownie. Po nałożeniu produkt powinien być chroniony przed bezpośrednią stycznością z wodą, ponieważ pogorszy to przyczepność kolejnej powłoki. Należy również dopilnować, by przed nałożeniem kolejnej powłoki zawarty w produkcie rozpuszczalnik mógł całkowicie odparować. Temperatura podłoża musi być o co najmniej 3°C wyższa od temperatury punktu rosy zarówno w czasie nakładania, jak i przynajmniej przez 4 godziny po nałożeniu (w temp. 15°C).

Zużycie produktu **MasterSeal P 691** wynosi 0,05–0,1 kg/m² w zależności od stanu i porowatości podłoża.

Czas nanoszenia kolejnych warstw jest zależny od temperatury i wynosi:

- Początek natrysku powłoki od czasu zagruntowania powierzchni:
 - 1 godzina przy temperaturze 23°C i wilgotności względnej ok. 50%,
 - 2 godziny przy temperaturze 10°C i wilgotności względnej ok. 60%.
- Zakończenie natrysku powłoki od czasu zagruntowania powierzchni:
 - 24 godziny przy temperaturze 23°C i wilgotności względnej ok. 50%,
 - 36 godzin przy temperaturze 10°C i wilgotności względnej ok. 60%.

Czasy te należy uwzględnić przy planowaniu harmonogramu prowadzenia prac.

■ 5.1.10. Geowłóknina/Agrowłóknina/Włóknina polipropylenowa lub flizelina jako podkład pod natrysk powłoki polimocznikowej

Aplikacja polimocznika przy zastosowaniu podkładu z włókniny pozwala wykonać powłokę uszczelniającą tam, gdzie nie ma możliwości uzyskania odpowiedniej przyczepności do podłoża betonowego lub w zbiorniku wodnym wykopanym bezpośrednio w gruncie/w ziemi, jak dachy, tace awaryjne w zakładach chemicznych – jako obwałowania z substratu lub ziemi, obwałowania przy stacjach rozładunku cystern kolejowych.

Stosując tego typu rozwiązanie, należy pamiętać o odpowiednim kotwieniu włókniny do podłoża (za pomocą kołków, przyklejania, śrub, listew mocujących lub w przypadku układania na gruncie – szpilek, lub też klejeniu punktowym czy całopowierzchniowym), zwłaszcza przy zastosowaniu takiego układu na dachu, gdzie należy uwzględnić obciążenie wiatrem (ssanie).

Przy takim zastosowaniu powłoka żywiczna nie przywiera na całej powierzchni do podkładu betonowego, lecz do włókniny przymocowanej do podkładu na zasadzie przyklejania mocno elastycznym klejem lub punktowego kotwienia mechanicznego.

Zastosowanie włókniny wskazane jest w przypadku podkładu betonowego o niskiej klasie wytrzymałości, silnie spękanego albo o dużej porowatości (ryc. 5.2). Stan takiej powierzchni nie nadaje się do nakładania powłok szczelnych na całej powierzchni bezpośrednio na podkład, gdyż przygotowanie podkładu pod powłokę polimocznikową byłoby zbyt pracochłonne i zbyt kosztowne.



Ryc. 5.2. Tace awaryjne z powłoką polimocznikową układaną na geowłókninie

Obróbka wstępna takiego podłoża ogranicza się do następujących działań:

- wygładzenie ostrych krawędzi,
- naprawa ubytków oraz wypełnienie rys i spękań o szerokości większej niż 1,5 mm,
- usunięcie z powierzchni betonowej dużych zanieczyszczeń, rdzy i odprysków otuliny,
- wyrównanie uskoków, wygładzenie powierzchni tak, aby uniemożliwić przebicie powłoki.

W trakcie tych prac naprawczych nie ma konieczności śrutowania, szlifowania bądź innego mechanicznego przygotowania podłoża, nie ma również konieczności gruntowania podłoża. Wymagane jest jednak właściwe kołkowanie włókniny lub przyklejanie pasami w określonych odstępach, albo też klejenie całopowierzchniowe.

Układanie:

Włókninę dopasowuje się do kształtu przygotowanego podłoża lub gruntu i rozkłada na całej powierzchni, uzyskując zakłady szerokości ok. 10 cm poszczególnych arkuszy włókniny w sposób luźny (bez naprężania/naciągania). Włókninę należy przymocować do podłoża przez klejenie krzyżowymi prostokątnymi pasami szerokości 10 cm klejem poliuretanowym **MasterSeal NP 474** lub całopowierzchniowo za

pomocą dwuskładnikowego kleju poliuretanowego **MasterTop ADH 170**. Elementy narożników, zaokrągleń itp. należy przyciąć i przykleić do przygotowanego podłoża. Na końcu przykleić na zakład pasy włókniny w miejscach o nieregularnych kształtach. Miejsca zakładów należy posmarować materiałem **MasterSeal NP 474** i szczelnie połączyć przez dociśnięcie powierzchni pokrytych klejem. Jeśli nie jest możliwe wykonanie złącza klejonego ze względu na właściwości podłoża, włókninę można zamocować mechanicznie za pomocą kotwienia i szyn stalowych. Następnie metodą natrysku wykonuje się warstwę izolacji wierzchniej z materiału polimocznikowego (**MasterSeal M 689**).

Osobne procedury dotyczą wykonania wodoszczelnej izolacji na powierzchni obiektu wykopanego bezpośrednio w gruncie, takiego jak staw hodowlany czy zbiornik retencyjny, lub utworzonego w formie nasypu z gruntu wokół zbiornika do magazynowania chemikaliów, wymagającego szczelnej i chemo-odpornej powłoki zabezpieczającej przed przedostawaniem się szkodliwych substancji do wód gruntowych. W tym przypadku możliwe jest wykonanie aplikacji izolacji na włókninę przymocowaną gruntowymi kotwami mechanicznymi do podłoża gruntowego po uprzednim wzmocnieniu go stabilizacją cementową.

UWAGI

- Wykonując powłoki polimocznikowe na podkładzie z geowłókniny bezwzględnie należy organizować pracę zespołu w taki sposób, aby cała powierzchnia podłoża, która w danym dniu zostanie wyłożona włókniną, była pokryta warstwą polimocznika. W przeciwnym razie osiadająca rosa może przez noc zawilgocić wełnę, uniemożliwiając następnego dnia natrysk polimocznika.
- W związku ze specyficzną strukturą podłoża z włókniny należy kalkulować nieco większe zużycie polimocznika (2,5–3,0 kg/m²) niż w przypadku aplikacji na podłożu betonowe, a samą aplikację natryskową należy wykonać w dwóch etapach. W pierwszym etapie natrysku należy zastosować mniejszą średnicę dyszy niż ma to miejsce w przypadku standardowej aplikacji na powierzchni betonowe, czego celem jest wykonanie cienkiego filmu o gładkiej powierzchni. Zalecenie to jest podyktowane możliwym wystąpieniem zjawiska unoszenia się pojedynczych włókien lub ich grup pod wpływem skurczu w strukturze włókniny. Dlatego po wykonaniu pierwszego natrysku należy skontrolować pokrytą powierzchnię i usunąć przez ścięcie nożem miejscowo uniesione ponad powłokę włókna. Po tym zabiegu można wykonać docelową warstwę natrysku powłoki. Obie warstwy powinny być wykonane w ciągu jednego dnia.
- Prace należy wykonywać i prowadzić odcinkami, pozwalającymi zakończyć je na danym odcinku przed zachodem słońca. Należy uwzględnić usytuowanie w terenie i usytuowanie geograficzne w taki sposób, aby na koniec dnia prowadzić pracę w części, gdzie słońce świeci najdłużej, gdyż w zacienionej części może nastąpić kondensacja pary wodnej. Podobnie rano, prace natryskowe należy zaczynać od części nasłonecznionej, na ogół lepiej osuszonej.
- Podczas natrysku polimocznika włóknina pod wpływem wysokiej temperatury ulega znacznemu skurczowi. Z tego powodu, w przypadku obiektów o rozbudowanej geometrii, aplikację należy dzielić na dwa etapy. W pierwszym etapie wykonuje się powierzchnię dna, w drugim (nie szybciej niż po 24 godzinach) natrysk na powierzchnie pionowe lub ukośne. Pozwoli to na uniknięcie niekorzystnego efektu od skurczu na podłożu i na ścianach bocznych, którego skutkiem jest „rozprostowanie” powłoki w narożnikach.

■ 5.1.11. Tabela gruntów

Tabela 5.1 zawiera informacje dotyczące najczęściej występujących podłoży i przykładowe grunty stosowane do tych podłoży.

Tabela 5.1. Najczęściej występujące podkłady i przykłady gruntów z grupy **MasterTop** i **MasterSeal**

Podkład	Grunt
Beton	MasterTop P 604, P 622, MasterSeal P 770
Beton młody (7-dniowy)	MasterTop P 622, lub MasterSeal P 770
Beton wilgotny	MasterSeal P 385, MasterTop P 622, lub MasterSeal P 770
Beton zaolejony	MasterTop P 615
Sklejka	MasterTop P 660 lub MasterSeal P 691
Papa bitumiczna	MasterSeal P 698 lub MasterTop BC 375 N

Podkład	Grunt
GRP (Glass Reinforced Plastic)	MasterSeal P 691
Żelazo/stal czarna (nie nierdzewna) i żeliwo	MasterSeal P 681
Metale nieżelazne (np. aluminium, cynk, miedź i inne metale szlachetne), w tym stal nierdzewna	MasterSeal P 684
Powierzchnie PCV, EPDM, stare powłoki żywiczne (epoksyd i poliuretan, polimerowe)	MasterSeal P 691

5.2. Aplikacja

■ 5.2.1. Wymagane warunki otoczenia

Reakcja chemiczna wiązania poliizocyanianu i poliaminy przebiega bez udziału katalizatorów i obecność wilgoci czy nawet wody nie zakłóci przebiegu tej reakcji i postaci powstającego w jej wyniku polimocznika.

Jednak nie oznacza to, że podczas natrysku polimocznika można bezkrytycznie tolerować warunki panujące w obszarze aplikacji.

W każdym przypadku aplikacji polimocznika konieczne jest uzyskanie odpowiedniej przyczepności do podłoża. Dlatego bezwzględnie trzeba przestrzegać warunków otoczenia podobnych do aplikacji innego rodzaju powłok żywicznych. W każdym przypadku podłoże musi być czyste, wolne od kurzu, pyłu i wszelkich zabrudzeń, tłuszczu, smaru, oleju, wody i innych substancji utrudniających przyczepność powłoki. Podłoże musi być suche, a jego temperatura musi być wyższa o 3°C od temperatury punktu rosy (tabela punktu rosy znajduje się w rozdz. 5.2.8). Niedopuszczalne jest prowadzenie natrysku polimocznika podczas deszczu, osiadającej rosy lub silnego wiatru.

Teoretycznie nie powinno się aplikować na podłoże o wyższej temperaturze niż 35°C i niższej niż 5°C, jednak w praktyce wyższa temperatura podłoża nie spowoduje defektu powłoki (materiał w maszynie jest podgrzewany przez grzałki elektryczne do temperatury 70–75°C, co jest wymagane do prawidłowego przebiegu reakcji chemicznej), o ile w momencie natrysku temperatura ta będzie malejąca (gdy podłoże stygnie). Wzrastająca temperatura podłoża (w godzinach, zanim słońce przejdzie przez zenit, nagrzewając powierzchnię) podczas nakładania powłoki może powodować powstawanie pęcherzyków unoszącego/wychodzącego lub uwalniającego się z podłoża pod wpływem rozszerzania się porów powietrza. Takie zjawisko może występować zwłaszcza przy aplikacji na podłoża bitumiczne (np. przy renowacji dachu i natrysku na papy bitumiczne nawet mimo ich zagruntowania).

■ 5.2.2. Wymagane parametry podłoża

Podłoża przeznaczone do powlekania powłoką polimocznikową muszą być równe, trwałe, suche, delikatnie szorstkie i wystarczająco nośne oraz pozbawione warstw zaczynu cementowego, luźnych i kruchych cząstek oraz substancji działających antyadhezyjnie, takich jak oleje, smary, starta guma, resztki powłok malarskich itp. Z reguły wystarczające jest przygotowanie podłoża odpowiednimi metodami mechanicznymi (zamiatanie, szczotkowanie, mycie wysokociśnieniowe, śrutowanie, piaskowanie itp.). Defekty i uszkodzenia podkładu pod natrysk powłoki należy naprawić przed przeprowadzeniem prac uszczelniających w sposób właściwy dla danego podłoża.

W celu poprawienia przyczepności do danego podłoża należy zastosować tzw. środki adhezyjne lub podkłady gruntujące, grunty szcpepne. W zależności od rodzaju podłoża należy zastosować odpowiedni dla niego grunt (zob. tab. gruntów 5.1.11). Należy zwrócić przy tym uwagę, że grunty charakteryzują się różnym czasem poprzedzającym nakładanie kolejnej warstwy. Czasami bywa tak, że w obrębie jednego projektu trzeba zastosować grunt, który musi być nakładany w dwóch warstwach. Niektóre grunty muszą być nakładane na powierzchnię jeden dzień przed natryskiem polimocznika, inne tylko dwie godziny przed aplikacją.

■ 5.2.3. Aplikacja powłoki polimocznikowej

Po wykonaniu wszystkich prac przygotowawczych można rozpocząć natrysk membrany polimocznikowej **MasterSeal M 689**. Bezwzględnie wymagane jest przy tym etapie prac monitorowanie warunków otoczenia i odnotowywanie ich w dzienniku prac.

Ogólne zalecenia są następujące:

- natrysk można prowadzić jedynie w czasie pogody bezwietrznej i suchej,
- optymalna temperatura otoczenia podczas natrysku 5–35°C,
- temperatura składników przeznaczonych do przetwarzania przez reaktor wynosi 25°C, a samo przetwarzanie w temperaturze ustawionej na komputerze reaktora 75°C,
- ciśnienie robocze 160–200 barów,
- temperatura podłoża 3°C powyżej temperatury punktu rosy,
- wilgotność względna powietrza nie więcej niż 90%,
- natryskiwane podłoże powietrzno-suche,
- brak porywistego wiatru < 2,5 m/s.
- nierosnąca temperatura podłoża, gdyż może to spowodować powstawanie pęcherzy w strukturze materiału.

Dodatkowo przed natryskiem należy:

- osłonić folią wszystkie elementy, które nie będą pokryte polimocznikiem,
- ustawić parawany zabezpieczające przed przypadkowym zanieczyszczeniem obiektów sąsiednich,
- usunąć z otoczenia wszystkie obiekty ruchome mogące ulec zanieczyszczeniu podczas natrysku.

Prace należy wykonywać i prowadzić odcinkami, pozwalającymi zakończyć wszystkie czynności na danym odcinku, biorąc pod uwagę, że przed zachodem słońca może następować kondensacja pary wodnej w zacienionej części obszaru prowadzenia prac. Tak samo rano prace natryskowe należy zacząć od części nasłonecznionej, z założenia bardziej suchej.



Ryc. 5.3. Przykłady aplikacji powłok polimocznikowych na budowach hydrotechnicznych

- Natrysk membrany polimocznikowej wykonywany jest bezpośrednio na budowie, bez przerw i połączeń technologicznych oraz elementów mocujących, kłopotliwych przy wykonywaniu izolacji z prefabrykowanych arkuszy lub rolek.
- Membrana polimocznikowa powstaje w wyniku reakcji chemicznej, z połączenia dwóch płynnych komponentów bezpośrednio w pistolecie natryskowym. Oba komponenty dostarczane są pneumatycznie do miejsca wbudowania, węzami ciśnieniowymi w osłonie termicznej, na maksymalną odległość 120 m. Głównymi składnikami natryskowej membrany polimocznikowej są dwa płynne składniki – poliamina oraz polilizocyjanian. Składniki dostarczane są w beczkach i po wymieszaniu poprzez dysze natryskowe pistoletu nanoszone są w postaci rozpylonej na izolowany obiekt. Składniki są mieszane w stosunku objętościowym 100:100.
- Wytwarzanie membrany odbywa się metodą natrysku hydrodynamicznego. Proces natrysku polega na równomiernym nakładaniu wachlarza sprayu na przygotowane wcześniej i zagruntowane podłoże, warstwami o grubości od 2 do 6 mm, przy czym średnia grubość warstwy izolacji wynosi 2 mm.

Membranę nanosi się z odległości ok. 1,00–1,20 metra w kierunku prostopadłym do podłoża. Jest to warunek istotny do prawidłowego (także równomiernego) rozkładu warstwy powłoki polimocznikowej i gładkiej powierzchni i powłoki.

W sytuacji wymagającej antypoślizgowej struktury powłoki, można ją wykonać metodą „Overspray” (zob. Słownik pojęć).

Natryskiwany materiał po wymieszaniu w dyszy pistoletu reaguje bardzo szybko – wiąże w ciągu 6 sekund, po 30 sekundach jest dotykowo suchy, a po ½ godziny osiąga gotowość do ruchu pieszych.

■ 5.2.4. Zabezpieczenia

Sytuacją wymagającą specjalnych zabezpieczeń jest porywisty wiatr lub aplikacja w pomieszczeniach takich jak pośrednie kondygnacje parkingów wielopoziomowych. Zbyt silny lub porywisty wiatr może zabierać ze sobą rozpylony w powietrzu polimocznik i zabrudzić nim pobliskie elewacje, stolarkę lub zaparkowane w pobliżu samochody. To samo dotyczy sytuacji, kiedy aplikujemy polimocznik przez natrysk wewnątrz pomieszczeń. W związku z tym podczas prowadzenia prac natryskowych należy konstruować parawany, zasłony lub wykonywać oklejanie folią wszelkich elementów wokół obszaru prowadzenia prac, które nie powinny być zabrudzone. W przypadku rozprzestrzeniania się mgieł natryskowych w sposób niekontrolowany prace należy przerwać do momentu ustania zbyt mocnego wiatru.

Wszystkie prace powinny być wykonane przez wyspecjalizowane i doświadczone ekipy, posiadające odpowiednie wysokociśnieniowe agregaty natryskowe. Pracownicy muszą być przeszkoleni pod względem BHP, zaopatrzeni w maski i okulary ochronne, rękawice nieprzemakalne oraz kombinezon z kapturem.

Dodatkowo przed natryskiem należy:

- osłonić folią wszystkie elementy, które nie powinny zostać pokryte polimocznikiem, takie jak świetliki, kominy, obróbki itp.,
- ustawić parawany zabezpieczające przed przypadkowym spryskaniem obiektów sąsiednich,
- usunąć z otoczenia wszystkie pojazdy i inne objekty ruchome.

■ 5.2.5. Wymagania technologiczne i sprzętowe

Przy realizacji na różnych obiektach powłok polimocznikowych należy zwrócić uwagę na wymagania technologiczne, które powinny być spełnione, aby uzyskać oczekiwany efekt z nałożenia tej powłoki. Najważniejsze wymagania technologiczne to:

- dwuskładnikowy system dozowania,
- stosunek mieszania 100/100,
- mieszanie składników w dyszy pistoletu,
- podgrzewanie składników materiału,
- temperatura podawanego materiału 70–80°C,
- podgrzewane węże – zapobiegające wystudzeniu się materiału w transporcie,
- ciśnienie natrysku 150–240 barów,
- wydajność, szybkość przepływu materiału 2–10 litrów/minutę,
- zdolność utrzymywania stałego ciśnienia – **nigdy nie należy podłączać urządzenia bezpośrednio do instalacji ze sprężonym powietrzem, ale zawsze przez zbiornik wyrównawczy,**
- system pobierania materiału z 200-litrowych beczek,
- możliwość przełączenia układu na recyrkulację (pobór materiału z beczek i powrotny przesył z maszyny do beczek),
- możliwość podgrzewania materiału w beczkach przez recyrkulację (podczas recyrkulacji materiał przepływa przez grzałki w urządzeniu do natrysku i wraca do beczek podgrzany),
- system mieszania materiału wewnątrz beczki ze składnikiem A zapobiegający sedymentacji pigmentu,
- na pokrywie beczki z polizocyjanianem powinien być zamontowany osuszacz powietrza, który zapobiegnie krystalizowaniu się izocyjanianu w reakcji z wilgocią.

Podstawowym narzędziem służącym do aplikacji polimocznika jest pistolet do wykonywania natrysków. Ze względu na bardzo wysoką reaktywność materiału istotny jest dobór właściwego pistoletu, który dzięki odpowiedniej wewnętrznej budowie komory mieszania zapewni należyłą homogenizację obydwu składników. Dwa podstawowe typy to:

Pistolety czyszczone powietrzem

Komora mieszania pistoletu czyszczonego sprężonym powietrzem jest wykonana z metalu.

Są w niej dwa wejścia boczne, osobno na komponenty A i B, oraz wyjście materiału wymieszanego. Kiedy pistolet jest wyłączony, a przepływ cieczy jest zablokowany przez zasłonięcie otworków dyszy tzw. kamieniami dociskanymi przez zewnętrzną obudowę pistoletu, wtedy wraz ze zwolnieniem spustu sprężone powietrze przepływa przez otwory i czyści komorę.

Pistolety czyszczone mechanicznie

Budowa pistoletu czyszczonego mechanicznie różni się od wcześniej opisywanego tym, że otwory doprowadzające oba komponenty do komory mieszania są zamykane lub otwierane za pomocą stożkowej iglicy przesuwającej się podczas wciskania lub zluźniania spustu pistoletu. Gdy spust zostanie zwolniony, iglice przesuwają się do otworków. Kiedy je zamkniemy, uniemożliwiają przepływ materiału i jednocześnie czyszczą mechanicznie moduł mieszania i rozpylania materiału.

Kolejnym wymaganiem sprzętowym są maszyny (urządzenia) stosowane do natrysku. Są to urządzenia z zasilaniem hydraulicznym, jak np. reaktor H-XP3 firmy GRACO, czyli takie, w których wytwarzanie ciśnienia powstaje dzięki pompom hydraulicznym (ryc. 5.4).



Ryc. 5.4. Reaktor H-XP3 firmy GRACO

Innym rodzajem maszyn do natrysku są urządzenia z zasilaniem elektrycznym, czyli takie, w których ciśnienie materiału powstaje dzięki pompom elektrycznym, np. reaktor E-XP2 (ryc. 5.5).



Ryc. 5.5. Reaktor E-XP2

■ 5.2.6. Tabela usterek, przyczyn ich powstawania i sposobu usuwania

Podczas natrysków materiałów polimocznikowych możliwe są różne źródła usterek. Najczęściej są to błędy w wykonaniu lub obróbce. Wadami rozpoznawalnymi są wady utwardzenia, tworzenie się pęcherzy, zła przyczepność do podłoża, smugi i przebarwienia powierzchni, miękkie i rozmazane miejsca. Przyczyny mogą być różnego rodzaju, takie jak: deszcz, rosa, nieprawidłowe dozowanie i mieszanie,

zabrudzone podłoża (olej, woski, rozlane składniki utwardzacza, resztki bitumiczne i resztki smoły), resztki rozpuszczalników, obróbka materiałów przy zbyt niskich lub zbyt wysokich temperaturach, problemy z przyczepnością pośrednią spowodowane zbyt długimi czasami oczekiwania od zagruntowania. Aby uniknąć wad, należy przeprowadzać na placu budowy stałe rutynowe kontrole. Ewentualne wady i błędy należy natychmiast starannie usuwać.

Aby uniknąć uwarunkowanych wykonawstwem źródeł usterek, należy zawsze przestrzegać na placu budowy instrukcji technicznych producenta materiału oraz instrukcji obsługi stosowanych typów urządzeń do natryskiwania. W szczególności należy bezwarunkowo przestrzegać wymienionych przez producentów urządzeń wskazówek dotyczących uruchamiania urządzenia, wykonywania natrysku i regularnego czyszczenia.

Tabela 5.2. Porady przy aplikacji polimocznika

Wada	Porady przy aplikacji polimocznika	
	Przyczyna	Eliminowanie usterek i ich przyczyn
WARSTWA GRUNTUJĄCA		
Białe zabarwienie powierzchni, tworzenie białego nalotu.	Wilgoć, deszcz w czasie utwardzania się żywicy gruntującej.	Powierzchnię starannie zeszlifować i ponownie zagruntować, chroniąc ją od wilgoci przez cały okres utwardzania.
Klejące, rozmazane i miękkie miejsca.	Błąd w mieszaniu materiału, zbyt krótki czas mieszania, nieodpowiednie, zbyt małe mieszadło lub materiał po wymieszaniu w oryginalnym pojemniku nie został przelany do czystego pojemnika i ponownie przemieszany.	Usunąć niezwiązaną żywicę za pomocą czyszczywa bawełnianego nasączonego rozpuszczalnikiem, następnie za pomocą obróbki mechanicznej oczyścić je z wadliwego gruntu i ponownie zagruntować.
Kruchość, utrata przyczepności.	Zbyt niska temperatura otoczenia lub podłoża podczas aplikacji, mniejsza niż dopuszczalna dla danego materiału.	Usunąć z powierzchni podłoża wadliwe gruntowanie przez obróbkę mechaniczną. Podnieść temperaturę otoczenia i podłoża powyżej minimalnej i ponownie je zagruntować, utrzymując podwyższoną temperaturę przez cały okres utwardzania się żywicy gruntującej zgodnie z wytycznymi w karcie technicznej używanego materiału.
Złe przenikanie, tworzenie się zbyt licznych porów i pęcherzyków.	Przekroczenie dopuszczalnego okresu użycia materiału gruntującego.	Przestrzegać dopuszczalnego czasu przetrzymywania podkładu w pojemniku. Usunąć z powierzchni podłoża wadliwe gruntowanie przez obróbkę mechaniczną i ponownie je zagruntować, upewniając się uprzednio, że tym razem używana jest żywica, której termin przydatności do użycia jeszcze nie minął.
Niewystarczająca przyczepność do podłoża warstwy gruntującej.	Niewystarczająco wyczyszczony podkład (zakurzony lub zatłuszczony) lub niewystarczająco przygotowane podłoże przed gruntowaniem metodą mechaniczną.	W obu przypadkach poddać ponownie obróbce mechanicznej podłoże i po odkurzeniu zagruntować na nowo z równomiernym zasypem świeżo rozłożonego gruntu piaskiem kwarcowym.

Wada	Porady przy aplikacji polimocznika	
	Przyczyna	Eliminowanie usterek i ich przyczyn
POWŁOKA POLIMOCZNIKOWA MasterSeal M 689		
Wada	Przyczyna	Eliminowanie usterek i ich przyczyn
Tworzenie się pęcherzy, utrata przyczepności do podłoża, niska wytrzymałość powłoki na rozdarcie mimo upłynięcia czasu użytkowania pełnej wytrzymałości 12 godzin.	Błąd w mieszaniu i dozowaniu.	Natychmiast skorygować ustawienia urządzenia ze zmiennym stosunkiem dozowania. Jeżeli to nie pomaga lub w przypadku używania urządzenia o stałym dozowaniu materiału – sprawdzić zasilanie elektryczne pod kątem spadków napięcia, upewnić się, że sprężone powietrze nie jest podłączone bezpośrednio do kompresora bez zbiornika wyrównawczego, co może powodować spadki ciśnienia, wyczyścić wszystkie filtry i sitka na ścieżce materiału z beczek do maszyny i z maszyny do pistoletu. Pistolet rozłożyć na części i po dokładnym oczyszczeniu złożyć ponownie. Po ponownym uruchomieniu urządzenia sprawdzić różnice ciśnień dla obu komponentów. Jeżeli różnica przekracza 10%, należy ponownie szukać zatamowanego miejsca. Jeżeli różnica ciśnień zostanie wyeliminowana, to wadliwy fragment powłoki należy usunąć i wykonać na nowo, dotrzymując procedury łączenia starych i nowych powłok polimocznikowych na zakładkę.
	Wilgotne podłoże.	W obu przypadkach usunąć wykonaną wadliwą powłokę i przerwać wykonywanie prac do chwili wystąpienia odpowiednich warunków lub osłonić miejsce prowadzonych prac i przez nagrzewanie stworzyć odpowiednie warunki ciepłno-wilgotnościowe do dalszego prowadzenia prac, wyczyścić i przeszlifować delikatnie podłoże, nie usuwając filmu żywicy gruntującej, przetrzeć je czyściwem nasączonym rozpuszczalnikiem i po odparowaniu rozpuszczalnika zagruntować cienką warstwą gruntu szcpepnego MasterSeal P 691. Następnie można po ok. dwóch godzinach wykonać na nowo warstwę natrysku polimocznika, dotrzymując procedury łączenia starych i nowych powłok polimocznikowych MasterSeal na zakładkę.
	Temperatura podłoża niższa od punktu rosy.	
Powierzchnia powłoki zbyt chropowata.	Za duża odległość pistoletu od powierzchni podłoża podczas natrysku.	Natychmiast skorygować ustawienie pistoletu. Zmniejszyć odległość pistoletu od powierzchni podłoża, kierunek wachlarza natrysku utrzymywać prostopadle do podłoża przez cały czas jego trwania.
Powierzchnia powłoki zbyt pofalowana.	Za mała odległość pistoletu od powierzchni podłoża podczas natrysku lub zbyt duże ciśnienie natrysku, lub za duża wydajność pistoletu przez używanie zbyt dużej dyszy dla danego zadania lub w danych warunkach.	Natychmiast skorygować parametry natrysku. Zwiększyć odległość pistoletu od powierzchni podłoża podczas natrysku, kierunek wachlarza natrysku utrzymywać prostopadle do podłoża przez cały czas jego trwania. Zmniejszyć ciśnienie natrysku lub wymienić dyszę w pistolecie na mniejszą.

Wada	Porady przy aplikacji polimocznika	
	Przyczyna	Eliminowanie usterek i ich przyczyn
Powierzchnia powłoki sferowana (porowata).	Podłoże (porowate) niewystarczająco dobrze zagruntowane.	Konieczne jest doszczelnienie podłoża dodatkową warstwą gruntu z zasypem piaskiem kwarcowym.
	Za wysoka temperatura podłoża.	Przerwać pracę – powłokę można nanosić tylko przy malejących temperaturach.
Klejące, rozmazane i miękkie miejsca, przebarwienia.	Błędny stosunek mieszania materiału.	Natychmiast skorygować ustawienia urządzenia ze zmiennym stosunkiem dozowania. Jeżeli to nie pomaga lub w przypadku używania urządzenia o stałym dozowaniu materiału – sprawdzić zasilanie elektryczne pod kątem spadków napięcia, upewnić się, że sprężone powietrze nie jest podłączone bezpośrednio do kompresora bez zbiornika wyrównawczego, co może powodować spadki ciśnienia, wyczyścić wszystkie filtry i sitka na ścieżce materiału z beczek do maszyny i z maszyny do pistoletu. Pistolet rozłożyć na części i po dokładnym oczyszczeniu złożyć ponownie. Po ponownym uruchomieniu urządzenia sprawdzić różnice ciśnień dla obu komponentów. Jeżeli różnica przekracza 10%, należy ponownie szukać zatamowanego miejsca. Jeżeli różnica ciśnienia zostanie wyeliminowana, to wadliwy fragment powłoki należy usunąć i wykonać na nowo, dotrzymując procedury łączenia starych i nowych powłok polimocznikowych na zakładkę.

■ 5.2.7. Tabela punktu rosy

Tabela 5.3. Punkty rosy wyznaczone na podstawie temperatury i wilgotności względnej

Temperatura powietrza	Wilgotność względna													
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
-10°C	-23,2	-21,8	-20,4	-19,0	-17,8	-16,7	-15,8	-14,9	-14,1	-13,3	-12,6	-11,9	-10,6	-10,0
-5°C	-18,9	-17,2	-15,8	-14,5	-13,3	-11,9	-10,9	-10,2	-9,3	-8,8	-8,1	-7,7	-6,5	-5,8
0°C	-14,5	-12,8	-11,3	-9,9	-8,7	-7,5	-6,2	-5,3	-4,4	-3,5	-2,8	-2,0	-1,3	-0,7
2°C	-12,8	-11,0	-9,5	-8,1	-6,8	-5,8	-4,7	-3,6	-2,6	-1,7	-1,0	-0,2	-0,6	1,3
4°C	-11,3	-9,5	-7,9	-6,5	-4,9	-4,0	-3,0	-1,9	-1,0	0,0	0,8	1,6	2,4	3,2
5°C	-10,5	-8,7	-7,3	-5,7	-4,3	-3,3	-2,2	-1,1	-0,1	0,7	1,6	2,5	3,3	4,1
6°C	-9,5	-7,7	-6,0	-4,5	-3,3	-2,3	-1,1	-0,1	0,8	1,8	2,7	3,6	4,5	5,3
7°C	-9,0	-7,2	-5,5	-4,0	-2,8	-1,5	-0,5	0,7	1,6	2,5	3,4	4,3	5,2	6,1
8°C	-8,2	-6,3	-4,7	-3,3	-2,1	-0,9	0,3	1,3	2,3	3,4	4,5	5,4	6,2	7,1
9°C	-7,5	-5,5	-3,9	-2,5	-1,2	0,0	1,2	2,4	3,4	4,5	5,5	6,4	7,3	8,2
10°C	-6,7	-5,2	-3,2	-1,7	-0,3	0,8	2,2	3,2	4,4	5,5	6,4	7,3	8,2	9,1
11°C	-6,0	-4,0	-2,4	-0,9	0,5	1,8	3,0	4,2	5,3	6,3	7,4	8,3	9,2	10,1
12°C	-4,9	-3,3	-1,6	-0,1	1,6	2,8	4,1	5,2	6,3	7,5	8,6	9,5	10,4	11,2
13°C	-4,3	-2,5	-0,7	0,7	2,2	3,6	5,2	6,4	7,5	8,4	9,5	10,5	11,5	12,3
14°C	-3,7	-1,7	0,0	1,5	3,0	4,5	5,8	7,0	8,2	9,3	10,3	11,2	12,1	13,1
15°C	-2,9	-1,0	0,8	2,4	4,0	5,5	6,7	8,0	9,2	10,2	11,2	12,2	13,1	14,1
16°C	-2,1	-0,1	1,5	3,2	5,0	6,3	7,6	9,0	10,2	11,3	12,2	13,2	14,2	15,1
17°C	-1,3	0,6	2,5	4,3	5,9	7,2	8,8	10,0	11,2	12,2	13,3	14,3	15,2	16,6
18°C	-0,5	1,5	3,2	5,3	6,8	8,2	9,6	11,0	12,2	13,2	14,2	15,3	16,2	17,1
19°C	0,3	2,2	4,2	6,0	7,7	9,2	10,5	11,7	13,0	14,2	15,2	16,3	17,2	18,1
20°C	1,0	3,1	5,2	7,0	8,7	10,2	11,5	12,8	14,0	15,2	16,2	17,2	18,1	19,1

Tempera- tura powietrza	Wilgotność względna														
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	
21°C	1,8	4,0	6,0	7,9	9,5	11,1	12,4	13,5	15,0	16,2	17,2	18,1	19,1	20,0	
22°C	2,5	5,0	6,9	8,8	10,5	11,9	13,5	14,8	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	
23°C	3,5	5,7	7,8	9,8	11,5	12,9	14,3	15,7	16,9	18,1	19,1	20,0	21,0	22,0	
24°C	4,3	6,7	8,8	10,8	12,3	13,8	15,3	16,5	17,8	19,0	20,1	21,1	22,0	23,0	
25°C	5,2	7,5	9,7	11,5	13,1	14,7	16,2	17,5	18,8	20,0	21,1	22,1	23,0	24,0	
26°C	6,0	8,5	10,6	12,4	14,2	15,8	17,2	18,5	19,8	21,0	22,2	23,1	24,1	25,1	
27°C	6,9	9,5	11,4	13,3	15,2	16,5	18,1	19,5	20,7	21,9	23,1	24,1	25,0	26,1	
28°C	7,7	10,2	12,2	14,2	16,0	17,5	19,0	20,3	21,7	22,8	24,0	25,1	26,1	27,0	
29°C	8,7	11,1	13,1	15,1	16,8	18,5	19,9	21,3	22,5	22,8	25,0	26,0	27,0	28,0	
30°C	9,5	11,8	13,9	16,0	17,7	19,7	21,3	22,5	23,8	25,0	26,1	27,1	28,1	29,0	
32°C	11,2	13,8	16,0	17,9	19,7	21,4	22,8	24,3	25,6	26,7	28,0	29,2	30,2	31,1	
34°C	12,5	15,2	17,2	19,2	21,1	22,8	24,2	25,7	27,0	28,3	29,4	31,1	31,9	33,0	
36°C	14,6	17,1	19,4	21,5	23,2	25,0	26,3	28,0	29,3	30,7	31,8	32,8	34,0	35,1	
38°C	16,3	18,8	21,3	23,4	25,1	26,7	28,3	29,9	31,2	32,3	33,5	34,6	35,7	36,9	
40°C	17,9	20,6	22,6	25,0	26,9	28,7	30,3	31,7	33,0	34,3	35,6	36,8	38,0	39,0	

Przykład: przy temperaturze powietrza 10°C i wilgotności względnej 80% temperatura punktu rosy obiektu wynosi 6,4°C. Jeżeli termometr powierzchniowy wskazuje wartość poniżej 6,4°C + 3 K = 9,4°C, pracę należy wstrzymać.

Zawartość niniejszej tabeli nie powoduje zobowiązań kontraktowych. Nie bierzemy odpowiedzialności za pomyłki drukarskie.

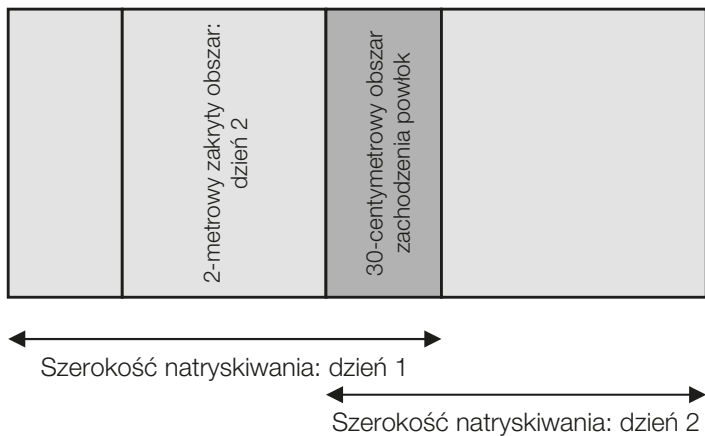
5.3. Techniki reperacji i łączenia nowego polimocznika ze starym

■ 5.3.1. Do 24 godzin od aplikacji

Niniejsza procedura ma na celu zapewnienie wytycznych dotyczących sposobu postępowania z przewrami roboczymi w ramach projektów, które są zbyt duże, by możliwe było ich natryskiwanie w sposób ciągły w trakcie jednego dnia. W tym rozdziale omówiono przypadek dotyczący obszarów nachodzenia na siebie powłok polimocznikowych **MasterSeal M 689**, gdy czas między nakładaniem nowej i starej powłoki nie przekracza 24 godzin [44, 46].

Przed rozpoczęciem nakładania lub przygotowywania powierzchni należy przeprowadzić dokładną ocenę powłoki **MasterSeal M 689**. Powinna ona obejmować następujące kroki (ryc. 5.6):

- Wizualna ocena istniejącej powłoki ze szczególnym uwzględnieniem ewentualnej perforacji, odspojień i przebarwień, których występowanie mogłoby świadczyć o wadliwym jej wykonaniu i konieczności podjęcia odpowiednich środków zaradczych lub jej usunięcia.
- Jeżeli wady wymienione powyżej nie występują, można przystąpić do prac zgodnie z zaleceniami:
 - Obszar zachodzenia powłok powinien mieć szerokość ok. 30 cm. Należy zakryć co najmniej 2-metrowej szerokości obszar gotowej powłoki poza obszarem połączenia, aby zapobiec osadzeniu się rozpylen na wcześniej nałożonej powłoce **MasterSeal M 689**. Pas zakładu powłok przed natryskiem odkurzyć i odtłuścić, przecierając szmatką nasączoną acetonem. Podczas natryskiwania nowej powłoki na istniejącą warstwę polimocznika należy dopilnować, aby w 30-centymetrowym obszarze zachodzenia powłok nakładać nieco cieńszą warstwę, żeby zapobiec nadmiernemu nagromadzeniu się powłoki, lecz nie mniejszą niż 1,5 mm. Należy również dopilnować, aby nie natryskiwać nowej warstwy na zakryty obszar.
 - Wzdłuż krawędzi zakończenia płaszczyzny nowej powłoki nie należy stosować natrysku do taśmy klejącej, ponieważ istnieje duże ryzyko, że przy usuwaniu taśmy poderwiemy nową powłokę. Aby uzyskać prostą krawędź połączenia, należy zastosować podkładkę dystansową celem uzyskania równej i estetycznej krawędzi połączenia jednakowej grubości. Należy unikać cieniowania do zera grubości zakładu, ponieważ grozi to odpajaniem się cienkiego filmu powłoki pod wpływem obciążeń mechanicznych w tych miejscach.



Ryc. 5.6. Schemat dwóch etapów układania polimocznika do 24 godzin przerwy między natryskami

■ 5.3.2. Po 24 godzinach, ale do 7 dni od aplikacji

Niniejszą procedurę należy stosować w sytuacjach, gdy z jakiegoś powodu (zła pogoda, awaria maszyny do natrysku, choroba operatora pistoletu itp.) wystąpi przerwa w natrysku kolejnych etapów większa niż 24 godziny, ale mniejsza niż 7 dni.

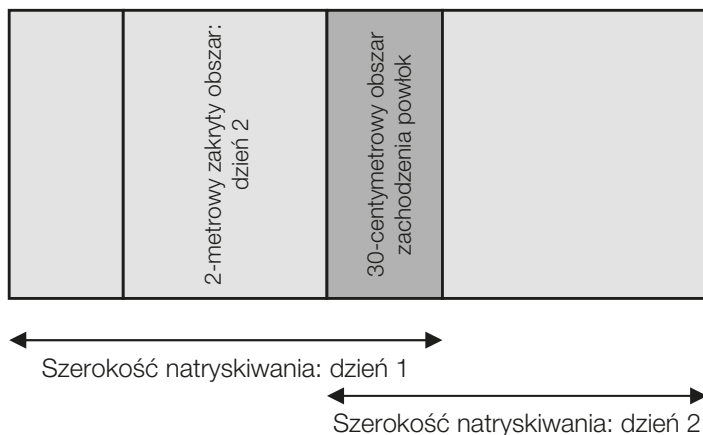
Przed rozpoczęciem nakładania lub przygotowywania powierzchni należy przeprowadzić dokładną ocenę powłoki [MasterSeal M 689](#). Powinna ona obejmować następujące etapy (ryc. 5.7).

- Wizualna ocena istniejącej powłoki ze szczególnym uwzględnieniem ewentualnej perforacji, odspojeń i przebarwień, których występowanie mogłoby świadczyć o wadliwym jej wykonaniu i konieczności podjęcia odpowiednich środków zaradczych lub jej usunięcia.
- Jeżeli wady wymienione powyżej nie występują, można przystąpić do prac zgodnie z zaleceniami:

W celu uzyskania odpowiedniej przyczepności [MasterSeal M 689](#) ze starszą powłoką polimocznikową (ponad 24 godziny, ale młodszą niż 7-dniową) wymagane jest wstępne przygotowanie powierzchni zgodnie z następującymi krokami:

- dokładne oczyszczenie ponownie pokrywanej powierzchni,
- dopilnowanie, by wstępnie przygotowywany (oczyszczony) obszar był o co najmniej 1 metr większy niż pokrywana powierzchnia, aby wyeliminować przenoszenie zanieczyszczeń na przygotowany obszar zakładu;
- szlifowanie powierzchni – szlifowanie najlepiej z użyciem szlifierki z tarczą wolnoobrotową o grubym uziarnieniu (np. z tarczą Zec disc ze ścierniwem korundowym);
- dopilnowanie, by wstępnie przygotowywany obszar zakładu zachodził co najmniej 30 cm na pokrywającą powierzchnię;
- przetarcie zeszlifowanej powierzchni rozpuszczalnikiem – zalecanym do wykorzystania na tym etapie rozpuszczalnikiem jest aceton (rozpuszczalnikiem nie należy polewać powierzchni, lecz nanosić go z użyciem czystej szmatki do wycierania, ma to zapobiec zbyt niemu nasączeniu powłoki rozpuszczalnikiem);
- odczekanie, aż rozpuszczalnik w całości odparuje;
- pas zakładu należy zagruntować cienką warstwą gruntu szpepnego [MasterSeal P 691](#);
- należy zakryć co najmniej 2-metrowej szerokości obszar powłoki przylegający do pasa zakładu, aby zapobiec osadzaniu się rozpyleniu na powłoce, która nie jest przeznaczona do ponownego jej pokrywania;
- podczas natryskiwania nowej powłoki na istniejącą warstwę polimocznika należy dopilnować, aby w 30-centymetrowym obszarze zachodzenia powłok nakładać nieco cięszą warstwę, żeby zapobiec nadmiernemu nagromadzeniu się powłoki, lecz nie mniejszą niż 1,5 mm;
- należy dopilnować, by nie natryskiwać nowej warstwy na zakryty obszar;
- wzdłuż krawędzi zakończenia płaszczyzny nowej powłoki nie należy stosować natrysku do taśmy klejącej, ponieważ istnieje duże ryzyko, że przy usuwaniu taśmy poderwiemy nową powłokę;
- aby uzyskać prostą krawędź połączenia, należy zastosować podkładkę dystansową celem uzyskania równej i estetycznej krawędzi połączenia jednakowej grubości. Należy unikać cieniowania

do zera grubości zakładu, ponieważ grozi to odspajaniem się cienkiego filmu powłoki pod wpływem obciążeń mechanicznych w tych miejscach.



Ryc. 5.7. Schemat dwóch etapów układania polimocznika między 24 godzinami i 7 dniami przerwy między natryskami

■ 5.3.3. Powyżej 7 dni od aplikacji bez obciążenia chemicznego

Celem niniejszej procedury jest zapewnienie wytycznych dotyczących sposobu ponownego pokrywania starszej powłoki polimocznikowej, która była wykorzystywana jako wykładzina zbiornika, wykładzina systemu ochrony pośredniej lub w innym charakterze, **bez** obciążenia chemicznego, nową warstwą powłoki polimocznika [MasterSeal M 689](#) [43, 44, 46].

Przed rozpoczęciem nakładania lub przygotowywania powierzchni należy przeprowadzić dokładną ocenę starszej powłoki [MasterSeal M 689](#). Powinna ona obejmować następujące kroki:

- Przegląd (jeżeli był sporządzony i jest dostępny) dziennika prac podczas nakładania istniejącej powłoki polimocznikowej.
- Kontrolę wizualną powierzchni pod kątem stwierdzenia obecności pęcherzy, pęknięć, odprysków lub odspojień. Ogólną ocenę powierzchni, która ma być ponownie pokryta, przede wszystkim szczegółową kontrolę wszelkich miejsc, które zostały uszkodzone lub które były narażone na skrajne warunki.
- W przypadku stwierdzenia wielu uszkodzeń lub odspojień należy usunąć całkowicie wadliwą powłokę, jako że nałożenie na nią nowej warstwy polimocznika może ponownie skutkować brakiem trwałości lub odspajaniem.
- Badanie przyczepności w celu dokonania oceny wytrzymałości połączenia istniejącej powłoki z podłożem – najlepiej zgodnie z ASTM D-4541. Przyczepność ta powinna wynosić:
 - $\geq 0,8 \text{ N/mm}^2$ dla powierzchni bez obciążenia ruchem kołowym,
 - $\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ dla powierzchni obciążonej ruchem kołowym.
- Kontrolę twardości istniejącej powłoki za pomocą durometru. Najlepiej zgodnie z normą DIN 53505. Wynik należy porównać z danymi podanymi w karcie technicznej badanego materiału. W przypadku utraty twardości 30% wartości deklarowanej należy taką powłokę całkowicie usunąć, by wyeliminować zagrożenie, jakim jest słabe podłoże pod natrysk powłoki. Badanie twardości ma na celu upewnienie nas, czy powłoka aplikowana poprzednio prawidłowo się związała i nie uległa uszkodzeniu (np. częściowemu rozkładowi pod wpływem obciążeń użytkowych), tym samym będzie odpowiednio mocnym podkładem pod aplikowaną powłokę.
- W przypadku stwierdzenia zbyt słabej przyczepności lub zbyt dużej utraty twardości powłoki należy usunąć ją całkowicie, jako że nałożenie na nią nowej warstwy polimocznika może ponownie skutkować brakiem trwałości lub odspajaniem.

W celu uzyskania odpowiedniej przyczepności [MasterSeal M 689](#) ze starszą powłoką polimocznikową (ponad 7-dniową) wymagane jest wstępne przygotowanie powierzchni zgodnie z następującymi krokami:

- dokładne oczyszczenie ponownie pokrywanej powierzchni;
- dopilnowanie, by wstępnie przygotowywany (oczyszczony) obszar był o co najmniej 1 metr większy niż pokrywana powierzchnia, aby wyeliminować przenoszenie zanieczyszczeń na przygotowany obszar zakładu;

- szlifowanie powierzchni – szlifowanie najlepiej z użyciem szlifierki z tarczą wolnoobrotową o grubym uziarnieniu (np. z tarczą Zec disc ze ścierniwem korundowym);
- przetarcie zeszlifowanej powierzchni rozpuszczalnikiem – zalecany do wykorzystania na tym etapie rozpuszczalnikiem jest aceton (rozpuszczalnikiem nie należy polewać powierzchni, lecz nanosić go z użyciem czystej szmatki do wycierania, ma to zapobiec zbyt niemu nasączeniu powłoki rozpuszczalnikiem);
- odczekanie, aż rozpuszczalnik w całości odparuje;
- nakładanie gruntu szepnego – aby zapewnić odpowiednią przyczepność każdej następnej warstwy, zaleca się nakładać grunt szepny zgodnie z zaleceniem producenta w karcie technicznej – rekomendowany jest grunt [MasterSeal P 691](#).

Nakładanie powłoki [MasterSeal M 689](#) na przygotowaną powierzchnię może być wykonywane zgodnie ze schematem zawartym w specyfikacji technicznej. Należy uwzględnić następujące aspekty:

- obszar istniejącej powłoki, nieprzeznaczony do ponownego pokrywania, powinien być zakryty w celu zapobiegania zanieczyszczeniu zapyleniem podczas natrysku;
- podczas natryskiwania nowej powłoki na istniejącą warstwę polimocznika należy dopilnować, aby w 30-centymetrowym obszarze zachodzenia powłok nakładać nieco cieńszą warstwę, żeby zapobiec nadmiernemu nagromadzeniu się powłoki, lecz nie mniejszą niż 1,5 mm. Należy dopilnować, aby nie natryskiwać nowej warstwy na zakryty obszar;
- wzdłuż krawędzi zakończenia płaszczyzny nowej powłoki nie należy stosować natrysku do taśmy klejącej, ponieważ istnieje duże ryzyko, że przy usuwaniu taśmy poderwiemy nową powłokę;
- aby uzyskać prostą krawędź połączenia, należy zastosować podkładkę dystansową celem uzyskania równej i estetycznej krawędzi połączenia jednakowej grubości. Należy unikać cieniowania do zera grubości zakładu, ponieważ grozi to odpajaniem się cienkiego filmu powłoki pod wpływem obciążeń mechanicznych w tych miejscach.

■ 5.3.4. Powyżej 7 dni użytkowania z obciążeniem chemicznym

Celem niniejszej procedury jest zapewnienie wytycznych dotyczących sposobu ponownego pokrywania starszej powłoki polimocznikowej, która była wykorzystywana jako wykładzina zbiornika, wykładzina systemu ochrony pośredniej lub w innym charakterze, w przypadku której wystąpiło lub mogło wystąpić długotrwałe narażenie na oddziaływanie substancji chemicznych dowolnego rodzaju, nową warstwą powłoki polimocznika [MasterSeal M 689](#).

Przed rozpoczęciem nakładania lub przygotowywania powierzchni należy przeprowadzić dokładną ocenę starszej powłoki [MasterSeal M 689](#). Powinna ona obejmować następujące kroki:

- Przegląd (jeżeli był sporządzony i jest dostępny) dziennika prac podczas nakładania istniejącej powłoki polimocznikowej.
- Kontrolę wizualną powierzchni pod kątem stwierdzenia występowania pęcherzy, pęknięć, odprysków lub odspojerń. Ogólną ocenę powierzchni, która ma być ponownie pokryta, przede wszystkim szczegółową kontrolę wszelkich miejsc, które zostały uszkodzone lub które były narażone na skrajne warunki.
- W przypadku stwierdzenia wielu uszkodzeń lub odspojerń należy usunąć całkowicie wadliwą powłokę, jako że nałożenie na nią nowej warstwy polimocznika może ponownie skutkować brakiem trwałości lub odpajaniem.
- Badanie przyczepności w celu dokonania oceny wytrzymałości połączenia istniejącej powłoki z podłożem – najlepiej zgodnie z ASTM D-4541. Przyczepność ta powinna wynosić:
 - $\geq 0,8 \text{ N/mm}^2$ dla powierzchni bez obciążenia ruchem kołowym,
 - $\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ dla powierzchni obciążonej ruchem kołowym.
- Kontrolę twardości istniejącej powłoki za pomocą durometru. Najlepiej zgodnie z normą DIN 53505. Wynik należy porównać z danymi podanymi w karcie technicznej badanego materiału. W przypadku utraty twardości 30% wartości deklarowanej, należy taką powłokę całkowicie usunąć, by wyeliminować zagrożenie, jakim jest słabe podłoże pod natrysk powłoki. Badanie twardości ma na celu upewnienie nas, czy powłoka aplikowana poprzednio prawidłowo się związała i nie uległa uszkodzeniu (np. częściowemu rozkładowi pod wpływem obciążeń chemicznych), tym samym będzie odpowiednio mocnym podkładem pod aplikowaną powłokę.

- W przypadku stwierdzenia zbyt słabej przyczepności lub zbyt dużej utraty twardości powłoki należy usunąć ją całkowicie, jako że nałożenie na nią nowej warstwy polimocznika może ponownie skutkować brakiem trwałości lub odspajaniem.

W celu uzyskania odpowiedniej przyczepności [MasterSeal M 689](#) ze starszą powłoką polimocznikową (ponad 7-dniową) wymagane jest wstępne przygotowanie powierzchni zgodnie z następującymi krokami:

- dokładne oczyszczenie ponownie pokrywanej powierzchni;
- dopilnowanie, by wstępnie przygotowywany obszar był o co najmniej 1 metr większy niż pokrywana powierzchnia, aby wyeliminować przenoszenie zanieczyszczeń na przygotowany obszar zakładu;
- przed rozpoczęciem mechanicznego przygotowania podłoża należy obszar o co najmniej 1 metr większy niż pokrywana powierzchnia dokładnie wymyć środkiem czyszczącym odpowiednim do rodzaju środków lub substancji, które miały z nią kontakt;
- wodę z detergentem należy usunąć i całą powierzchnię ponownie spłukać czystą wodą;
- całą powierzchnię dokładnie wysuszyć;
- należy upewnić się, że nie pozostały punktowe zabrudzenia na starej powłoce polimocznikowej, zwłaszcza w miejscach z utrudnionym dostępem, jak wokół armatury przechodzącej przez ściany, w narożach pomiędzy posadzką a ścianami lub w zagłębieniach wokół odpływów (czystość starego podkładu, zwłaszcza w przypadkach, gdy miał on kontakt ze środkami chemicznymi lub tłuszczami, jest bardzo istotna, ponieważ ewentualne zabrudzenia podczas szlifowania powłoki mogą zostać rozprzestrzeniane i wcierane w strukturę materiału, osłabiając przyczepność nowej powłoki w tych miejscach);
- szlifowanie powierzchni – szlifowanie najlepiej z użyciem szlifierki z tarczą wolnoobrotową o grubym uziarnieniu (np. z tarczą Zec disc ze ścierniwem korundowym);
- przetarcie zeszlifowanej powierzchni rozpuszczalnikiem – zalecany do wykorzystania na tym etapie rozpuszczalnikiem jest aceton (rozpuszczalnikiem nie należy polewać powierzchni, lecz nanosić go z użyciem czystej szmatki do wycierania, ma to zapobiec zbyt niemu nasączeniu powłoki rozpuszczalnikiem);
- odczekanie, aż rozpuszczalnik w całości odparuje;
- nakładanie gruntu szcpego zgodnie z zaleceniem producenta w karcie technicznej, dla zastosowań polimocznika [MasterSeal M 689](#) rekomendowany jest grunt [MasterSeal P 691](#).

Nakładanie powłoki [MasterSeal M 689](#) na przygotowaną powierzchnię może być wykonywane zgodnie ze schematem zawartym w specyfikacji technicznej. Należy uwzględnić następujące aspekty:

- obszar, który nie był wstępnie przygotowywany, powinien być zakryty w celu zapobiegania zanieczyszczeniu zapyleniem podczas natrysku;
- podczas natryskiwania nowej powłoki na istniejącą warstwę polimocznika należy dopilnować, aby w 30-centymetrowym obszarze zachodzenia powłok nakładać nieco cieńszą warstwę, żeby zapobiec nadmiernemu nagromadzeniu się powłoki, lecz nie mniejszą niż 1,5 mm;
- wzdłuż krawędzi zakończenia płaszczyzny nowej powłoki nie należy stosować natrysku do taśmy klejącej, ponieważ istnieje duże ryzyko, że przy usuwaniu taśmy poderwiemy nową powłokę;
- aby uzyskać prostą krawędź połączenia, należy zastosować podkładkę dystansową celem uzyskania równej i estetycznej krawędzi połączenia jednakowej grubości. Należy unikać cieniowania do zera grubości zakładu, ponieważ grozi to odspajaniem się cienkiego filmu powłoki pod wpływem obciążeń mechanicznych w tych miejscach.

5.4. Wybrane badania kontroli jakości

Określenie parametrów użytkowych powłok powinno być poparte badaniami laboratoryjnymi oraz badaniami na obiekcie. Materiały, które mają spełniać funkcję ochronną dla konstrukcji, powinny cechować zarówno dobre właściwości fizykochemiczne, jak i prawidłowa współpraca z elementami konstrukcji, które zabezpiecza [78, 86]. Do podstawowych badań, które powinny towarzyszyć układaniu powłok ochronnych, należą:

- pomiar grubości powłoki,
- badanie ciągłości powłoki,

- badanie szczelności powłoki,
- określenie twardości materiału,
- badania wytrzymałości na odrywanie.

■ 5.4.1. Grubość powłoki

Badania grubości powłok polimocznikowych można wykonywać zarówno metodami niszczącymi, przez nacięcie jej i zmierzenie bezpośrednio metodą optyczną lub mechaniczną, jak i metodami nieniszczącymi, z których najbardziej rozpowszechniona jest metoda ultradźwiękowa. Metody niszczące uszkadzają powłokę mechanicznie i z tego względu nie są polecane do kontroli jakości wykonanych prac izolacyjnych. W przypadku polimocznika istnieje jednak możliwość naprawy uszkodzonej powłoki przez nałożenie wtórnej warstwy (po uprzednim przygotowaniu podłoża).

Do badania grubości powłoki nałożonej na elementy istniejącej konstrukcji zalecane są metody nieniszczące. Wykorzystywane do tego celu mierniki ultradźwiękowe (ryc. 5.8) cechują różne tryby pomiarowe. Jako standardowy uznawany jest tryb Puls Echo, który pozwala na pomiar grubości warstwy o jednolitej strukturze. Mierzona jest warstwa do powierzchni, na której następuje zmiana gęstości materiału.

Tryb Echo Echo wielokrotnego pomiaru echa fali ultradźwiękowej pozwala na pomiar powłoki także wtedy, gdy jest ona pokryta warstwą lakieru lub gdy mamy do czynienia z kilkoma warstwami powłok. W szczególnych przypadkach możliwy jest także pomiar kompensujący oddziaływania termiczne.



SONO M310, producent firma Metrison, www.metrison.pl

PosiTector 200, producent firma DeFelsko Corporation, www.defelsko.com

Ryc. 5.8. Przykłady grubościomierzy firm Meraserw, PosiTecor

Ideą pomiaru jest prędkość przepływu fali ultradźwiękowej w konkretnym ośrodku (strukturze materiału), co po ustaleniu wzajemnej korelacji pozwala określić grubość powłoki. Istotne zakłócenia mogą stanowić ewentualne zanieczyszczenia lub soczewki powietrza. W przypadku powłok polimocznikowych zakłócenia te występują jednak rzadko, a pomiar, który wykaże takie nieprawidłowości, przyczyni się do wykrycia błędu w wykonawstwie.

■ 5.4.2. Ciągłość powłoki

Badania szczelności i ciągłości powłoki wykonuje się metodami nieniszczącymi. Wykorzystuje się do tego urządzenia służące do wykrywania perforacji powłok izolacyjnych na różnych podłożach (ryc. 5.9). Zasada działania takiego urządzenia opiera się na pomiarze napięcia i porównaniu otrzymanych wyników z wartościami wyskalowanymi we wcześniejszych badaniach testujących. Do pomiarów wykorzystuje się dwa rodzaje sond wysokonapięciowych połączonych z jednostką sterującą. Poziom napięcia jest monitorowany i podczas przesuwania odpowiedniej elektrody nad badaną powierzchnią otrzymujemy na ekranie informacje o ewentualnych szkach i perforacjach powłoki.



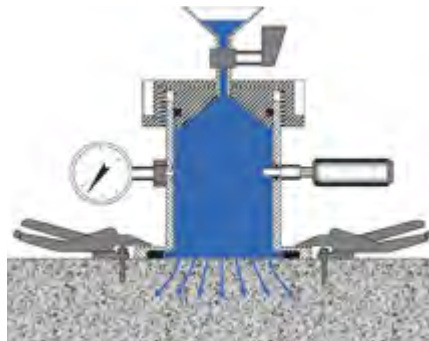
Ryc. 5.9. Urządzenie do rejestrowania nieciągłości w powłokach PoroTest7 – firma Anticorr [205]

PoroTest 7, producent firma Elektrophysik, www.elektrophysik.com.pl

■ 5.4.3. Szczelność powłoki – wytrzymałość na czynne i bierne parcie wody

Pomiar szczelności powłoki wykonany na budowie wymaga technologii pozwalającej na badania powierzchni nałożonej na element konstrukcyjny. Stosuje się tutaj metody wykorzystujące ciśnienie wody.

Opracowana przez Instytut Badawczy Dróg i Mostów metoda nazywana GWT polega na przymocowaniu ciśnieniowej komory do powłoki izolującej beton (ryc. 5.10), a następnie na wprowadzeniu do komory wody pod ciśnieniem. Ściśle określona wartość ciśnienia jest kontrolowana na manometrze. Po upływie ustalonej jednostki czasu sprawdza się spadek ciśnienia i określa, jaka ilość wody została przesączona przez powłokę. Metoda ta jest wykorzystywana do badania wodoszczelności zbiorników o wysokich wymaganiach szczelności.



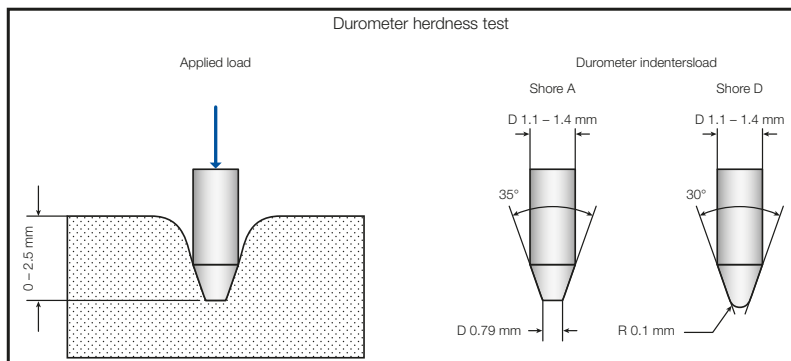
Ryc. 5.10. Przyrząd do pomiaru wodoszczelności – firma Korbet [206]

GWT (Germann Water permeation Test), producent firma Germann Instruments, germann.org

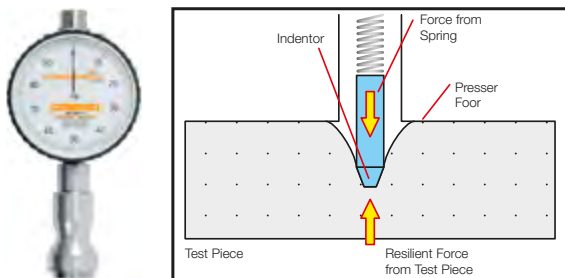
■ 5.4.4. Pomiar twardości metodą Shore'a D

Jedną z kilku metod stosowanych do badania twardości materiałów jest metoda Shore'a, wykorzystywana m.in. do badania tworzyw i elastomerów. Metoda ta jest znormalizowana i pozwala na określenie twardości w stustopniowej skali Shore'a. Polega ona na penetracji (wgniataniu) tzw. wgłębnikiem (igłą o mniej ostrym zakończeniu do badania w skali D lub bardziej ostrym do badania w skali A), przy określonej sile (wykalibrowana sprężyna), badanego materiału. Opisany przyrząd nazywamy durometrem, ideę jego działania pokazano na ryc. 5.11.

Ze względu na różnorodność materiałów badanych tą metodą skale Shore'a określane są dla podgrup konkretnych materiałów (skala A dla miękkich i skala D dla twardych). W przypadku polimocznika stosuje się pomiar twardości metodą Shore'a w obu skalach.



Dr. Dmitri Kopeliovich, Shore (Durometer) hardness test, www.substech.com



Ryc. 5.11. Durometr do badania twardości materiałów. Widok przyrządu, idea pomiaru, przykłady znormalizowanych węglników – firma Substech [208]

AD-300, producent firma CHECKLINE EUROPE B.V., www.checkline.eu

■ 5.4.5. Wytrzymałość na odrywanie

Do badania wytrzymałości na odrywanie powłoki od podłoża wykorzystuje się metodę znaną z badań wytrzymałościowych betonu, tzw. metodę „pull-off”. Jest to metoda znormalizowana, pozwalająca na określenie zarówno cech wytrzymałościowych betonu, jak i adhezji powłoki do izolowanego elementu konstrukcyjnego. Przykładowy zestaw do badań pokazano na ryc. 5.12.

Polega ona na pomiarze siły potrzebnej do oderwania znormalizowanego metalowego krążka od powierzchni, do której został uprzednio przyklejony. Przed próbą odrywania powierzchnię wokół krążka należy odciąć od pozostałej powierzchni za pomocą wiertnicy z koronką. Wytrzymałość połączenia oblicza się z ilorazu siły i pola odrywanej powierzchni.

Wymagania Normy EN PN 1504-2 w zakresie powłok ochronnych na konstrukcjach żelbetowych są zróżnicowane ze względu na różne kryteria. Uwzględniają podział dla powłok sztywnych i elastycznych, dla powłok obciążonych mechanicznie, np. ruchem kołowym, i bez obciążenia mechanicznego, dla powłok narażonych na oddziaływanie warunków atmosferycznych i bez obciążeń atmosferycznych, dla powłok w środowisku działania chlorków pochodzących z soli odlodzeniowej i bez tych obciążeń.

Dla polimoczników jako powłok elastycznych wymagania są określone następująco:

- 0,8 N/mm² na powierzchniach bez obciążeń mechanicznych,
- 1,5 N/mm² na powierzchniach z obciążeniami mechanicznymi.

Dodatkowo powłoki o przeznaczeniu do stosowania na zewnątrz, poddawane docelowo obciążeniom atmosferycznym przed przeprowadzeniem badania, muszą być poddane procesowi sztucznego postarzenia przez 2000 godzin w zmiennych cyklach promieniowania UV i kondensacji pary wodnej, lub zimnego i gorącego prysznica, a powłoki o przeznaczeniu do stosowania w strefach narażonych na działanie soli odlodzeniowej, jak parkingi, mosty, wiadukty i tunele lub strefy nadmorskie, przed przeprowadzeniem badania muszą być poddane procesowi pięćdziesięciu cykli zamrażania i rozmrażania przy użyciu soli odlodzeniowej.



Ryc. 5.12. Przykładowy zestaw do badania metodą pull-off – firma Merazet [207]

KIT PULL-OFF 500, producent firma Novatest S.r.l., www.novatest.it

Spośród materiałowych badań fizykochemicznych przedstawiono te, które uznano za najistotniejsze z punktu widzenia jakości prac aplikacji powłok polimocznikowych wykonywanych na placu budowy. Wszystkie badania opisane w rozdz. 5.4 powinny być weryfikowane wielokrotnie, gdyż istotne znaczenie dla wartości tych badań mają zarówno wartości statystyczne – wartość średnia i średnie odchylenie standardowe, jak i lokalne błędy wykonawcze.

5.5. Bezpieczeństwo i higiena pracy

Zdrowie i bezpieczeństwo są elementami codziennego życia i pracy. Zagadnienia te często są omawiane, ale niestety pod presją krótkich terminów wykonania prac lub z powodu braku informacji i wiedzy często ignorowane.

Generalnie produkt reakcji polimocznika po polimeryzacji nie jest uznawany za szkodliwy czy niebezpieczny dla zdrowia. Jednak należy pamiętać, że przebieg reakcji chemicznej składników polimocznika (poliaminy i poliizocyjanianu) przebiega w wysokiej temperaturze, a dodatkowo ma formę egzotermiczną, co oznacza, że w trakcie reakcji wiązania wytwarza się ciepło. Przy nieostrożnym lub nieumiejętnym prowadzeniu natrysku może się zdarzyć napylenie materiału na skórę, co może spowodować oparzenie.

Poliamina stosowana do produkcji polimocznika jest sklasyfikowana jako żrąca i niebezpieczna dla środowiska. Przy jej transporcie i przenoszeniu należy zachować szczególną ostrożność i stosować środki ochrony osobistej, jak rękawice, maski i okulary. Kontakt ze skórą może spowodować oparzenia chemiczne. Podczas transportu tego produktu należy zwrócić uwagę, że jest on sklasyfikowany jako „ARD” (the European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road) – umowa dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego materiałów niebezpiecznych. Umowa ta reguluje zasady i warunki przewozu tego typu ładunków w celu zapewnienia im maksymalnego bezpieczeństwa. Umowa ADR stosowana jest również w przewozach krajowych, co wymaga specjalnych procedur transportowych. Więcej informacji na ten temat w Karcie Charakterystyki Substancji Niebezpiecznych.

Poliizocyjaniany stosowane w reakcji chemicznej z poliaminą najczęściej klasyfikowane są jako szkodliwe. Generalnie powinny być traktowane podobnie jak poliamina, choć nie są one żrące, ale za to są toksyczne. Należy pamiętać, że poliizocyjanian reaguje z wilgocią z powietrza, wytwarzając gaz (dwutlenek węgla), co w przypadku uwięzienia wilgoci z powietrza w beczce może spowodować wzrost ciśnienia w beczce i niebezpieczeństwo przy ponownym jej otwieraniu. Przebywanie w niewentylowanym pomieszczeniu z oparami poliizocyjanianu może prowadzić do podrażnienia skóry i układu oddechowego, a przy ciągłej ekspozycji do uczulenia. Oczywiście można tych przykrych skutków uniknąć, stosując wietrzenie pomieszczeń i środki ochrony osobistej.

Chociaż spolimeryzowany polimocznik nie jest szkodliwy, to jednak szkodliwe jest wdychanie jego oparów podczas atomizacji (rozpylania) wraz z powietrzem. Dlatego nie tylko osoby bezpośrednio związane z prowadzeniem natrysku, ale wszystkie narażone na wdychanie aerozoli i oparów powinny nosić środki ochrony osobistej, w tym maseczki, rękawice i ubrania ochronne.

Polimocznik 100-procentowy, jakim jest **MasterSeal M 689**, nie zawiera żadnych rozpuszczalników, ale rozpuszczalniki są stosowane do mycia i czyszczenia pistoletu i narzędzi. Przy tych czynnościach należy przestrzegać zasad bezpieczeństwa opisanych w Instrukcjach Technicznych i Kartach Charakterystyki Substancji Niebezpiecznych dotyczących tych produktów.

Podczas używania urządzeń do natrysku polimocznika (urządzeń wysokociśnieniowych) należy się upewnić, że jest ono przystosowane do pracy w wysokiej temperaturze, wynoszącej ok. 75°C, i ciśnieniu do 200 barów. Te dwa czynniki wymagają, aby urządzenie było stale utrzymywane w dobrym stanie technicznym. Obsługą tych urządzeń powinny zajmować się wyłącznie osoby solidnie przeszkolone.

Bardzo szczegółowa instrukcja bezpieczeństwa pracy przy przetwarzaniu tego typu materiałów znajduje się na stronie Stowarzyszenia Producentów Diizocyjanianu i Polioliu **Isopa**.

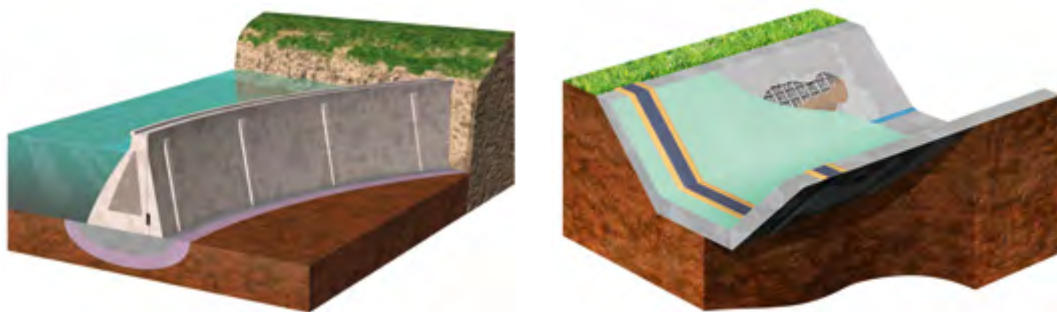
<http://www.isopa.org>

Wydaje się, że tego typu praca jest tak niebezpieczna, że wypadki, jakie mają miejsce przy jej wykonywaniu, są nieuniknione, a sytuacje, które do nich doprowadziły, nie do przewidzenia.

Analiza wypadków z przeszłości pokazuje jednak, że to nieprawda. Na jej podstawie wykazano, że aż 80% wypadków, jakie zaistniały przy natryskiwaniu polimocznika, można było uniknąć.

Dlatego ważne jest również zapoznanie i stosowanie się do [173]: „ROZPORZĄDZENIE MINISTRA GOSPODARKI, PRACY I POLITYKI SPOŁECZNEJ z dnia 14 stycznia 2004 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy czyszczeniu powierzchni, malowaniu natryskowym i natryskiwaniu ciepłym”.

6. Zakres zastosowań powłok polimocznikowych



Ryc. 6.1. Przykłady budowy hydrotechnicznych

Szeroki zakres stosowania powłok polimocznikowych w budownictwie wynika z ich cech fizykochemicznych, które charakteryzuje wysoka odporność na oddziaływania fizyczne i chemiczne oraz technologie aplikacji materiału pozwalające na stosunkowo szybkie dostosowanie metody do oczekiwań inwestora. Nie bez znaczenia są walory estetyczne i trwałość materiału. Powłoki polimocznikowe znajdują więc zastosowanie zarówno przy realizacji nowych obiektów, jak i przy pracach remontowych i renowacyjnych, także konserwatorskich.

Obiekty, które wymagają stałej lub okresowej renowacji, to m.in. tamy, zapory, zbiorniki przeciwpożarowe, zbiorniki na wodę procesową lub pitną, zbiorniki hodowlane, baseny kąpielowe, elementy konstrukcyjne w infrastrukturze wodno-ściekowej, tace awaryjne w przemyśle chemicznym, parkingi, dachy, obiekty biogazowni, kompostowni. W następnych podrozdziałach będą opisane aplikacje powłok polimocznika do konkretnych obiektów, głównie tych, które zostały zrealizowane i są już od kilku lub kilkunastu lat z powodzeniem użytkowane.

Poniższe podrozdziały mają nie tylko poszerzyć wiedzę o możliwościach stosowania powłok polimocznikowych, ale mogą być również formą poradnika dla inżynierów wykorzystujących te powłoki w rozwiązaniach projektowych i na budowach.

6.1. Tamy, zapory, kanały irygacyjne i inne budowle hydrotechniczne

■ 6.1.1. Wstęp

Z perspektywy branży budowlanej konstrukcje inżynierskie przeznaczone do regulacji i transportu wody stanowią bardzo poważne wyzwania realizacyjne, ponieważ obiekty te są poddawane oddziaływaniu czynników zewnętrznego środowiska, w tym oddziaływań atmosferycznych, tj. termicznych, wilgotnościowych, chemicznych i korozyjnych. Innymi bezpośrednimi oddziaływaniami mogą być zmiany ilości transportowanej wody, przemieszczenia konstrukcji inżynierskiej na skutek ruchów tektonicznych, zapadisk i innych zdarzeń geologicznych.

Budowle hydrotechniczne są obiektami masywnymi, o dużych kubaturach, przeznaczonymi do ich stałego kontaktu z wodą, zwłaszcza powierzchniową [24, 34]. Z racji nadanej tym budowlom funkcji sterowania przepływem lub piętrzenia wody wynika, że istotnym oddziaływaniem na obiekt i jego podłoże staje się filtracja (por. Słownik pojęć) tejże wody przez przegrody.

Filtracja w podłożu budowli wodnych może być przyczyną erozji wewnętrznej (sufozja – por. Słownik pojęć), erozji mechanicznej i chemicznej, przebicia hydraulicznego, wyparcia bądź kolmatacji filtrów i drenaży, a przy długo utrzymujących się temperaturach ujemnych – wysadzin.

Przy kontakcie konstrukcji hydrotechnicznej z płynącą wodą obserwuje się, że na stan budowli wodnych wpływają oprócz zjawiska filtracji – rozmycia, abrazja i uszkodzenia kawitacyjne. Procesy te ułatwiają zachodzenie dalszych zjawisk destrukcyjnych, definiowanych potocznie jako procesy korozyjne. W przypadku konstrukcji żelbetonowych agresywne oddziaływanie środowiska naturalnego i atmosferycznego może wpływać destrukcyjnie nie tylko na beton, ale także na stal zbrojeniową.

Środowisko umiarkowanie wilgotne, cyklicznie wilgotne i suche (np. w obszarze powierzchni wody, zwłaszcza przy zmiennym poziomie lustra wody) sprzyja procesom korozji różnych typów, związanych ze stykiem przestrzeni ponad powierzchnią wody z przestrzenią tuż poniżej zwierciadła. Konstrukcje tego typu są narażone na:

- korozję polegającą na rozpuszczaniu i wypłukiwaniu rozpuszczonych składników (np. korozję ługowania),
- korozję polegającą na powstawaniu w wyniku reakcji chemicznej (między materiałem a środowiskiem) łatwo rozpuszczalnych soli, które następnie są wymywane (np. karbonatyzacja, korozja kwasowa, amonowa, zasadowa, magnezowa),
- korozję polegającą na powstawaniu w wyniku reakcji chemicznej materiału i środowiska trudno rozpuszczalnych soli, które krystalizując w kontakcie z wodą, znacznie zwiększają swoją objętość, co prowadzi do rozsadzania struktury betonu (np. niektóre korozje chlorkowe lub siarczanowe),
- znaczne uaktywnienie karbonatyzacji betonu,
- korozję mrozową.

Charakterystyczną cechą betonu, a w tym także dla hydrotechnicznych konstrukcji betonowych, są niezamierzone nieciągłości – rysy i spękania, które w przypadku budowli wodnych, szczególnie zapór betonowych, mogą stanowić zagrożenie dla ich prawidłowego funkcjonowania (użyteczności) lub wręcz bezpieczeństwa. Rysy można podzielić na rysy powierzchniowe i rysy przez całą grubość elementów budowli.

Rysy przebiegające przez całą grubość elementów w budowlu piętrzącej są zwykle miejscem występowania przecieków, a te – nawet gdy początkowo nie są groźne dla bezpieczeństwa obiektu – prowadzą do obniżenia jego trwałości, przyspieszonego niszczenia, np. w połączeniu z oddziaływaniem mrozu.

Na zaporę działają obciążenia stałe, obciążenia zmienne, w tym przede wszystkim parcie wody i gruntu, a także gradient temperatury. Obciążenia te wywołują znaczące siły wewnętrzne.

W początkowej fazie wznoszenia elementów konstrukcji hydroobiektów pojawiają się również temperatury od ciepła hydratacji cementu oraz dodatkowe siły rozciągające i ściskające od skurczu betonu.

Z powyższych względów konstrukcje te muszą być odporne na wspomniane przemieszczenia i obciążenia. Materiały stosowane do powierzchniowego zabezpieczenia tego typu konstrukcji muszą charakteryzować się szczelnością i maksymalnie niską nasiąkliwością kapilarną (wyeliminowanie dopływu wilgoci do struktury betonu uniemożliwi reakcje chemiczne procesów korozyjnych) oraz odpornością na zmienne warunki atmosferyczne, w tym cykle zamarzania i rozmarzania, odpornością na promieniowanie UV, wysoką rozciągłością i zdolnością przesklepiania rys. Powłoka powinna być odporna na długotrwałe dynamiczne (turbulentne) obciążenie wodą, na ścieranie i uszkodzenia mechaniczne ze względu na dużą ilość niesionych z nurtem przedmiotów. Ze względu na kontakt z fauną i florą powinny być bezpieczne dla środowiska pod względem fizjologicznym i spełniać warunki dopuszczenia do kontaktu z wodą pitną.

W te wymagania dobrze wpisują się właściwościami użytkowymi powłoki polimocznikowe, m.in. [MasterSeal M 689](#), której właściwości są zestawione w tabeli w rozdz. 3.12.

Zastosowanie powłokowego zabezpieczenia tego rodzaju konstrukcji – nowo budowanej czy remontowanej – ma na celu odcięcie możliwości oddziaływania na te konstrukcje czynników środowiskowych, będących przyczyną procesów korozji betonu i stali zbrojeniowej, jak również uniemożliwienie erozji, nasiąkania i przemarzania struktury betonu, co w znaczny sposób wydłuży okres eksploatacji obiektu, eliminując wysokie koszty cyklicznych napraw i renowacji w okresie użytkowania.

Do kompleksowej renowacji tego typu konstrukcji nie wystarczy jednak jeden produkt. Renowacja tego typu budowli/konstrukcji wymaga zastosowania całego systemu kompatybilnych produktów, które swoimi właściwościami będą się wzajemnie uzupełniać.



Ryc. 6.2. Izolacja kanałów irygacyjnych



■ 6.1.2. Przygotowanie podłoża i prace naprawcze przed aplikacją powłoki polimocznikowej

6.1.2.1. Przygotowanie podłoża

Pierwszą czynnością będzie oczyszczenie powierzchni betonu przez piaskowanie, hydropiaskowanie bądź wodną obróbkę hydrodynamiczną wysokociśnieniową min. 800 barów (ryc. 6.3).



Ryc. 6.3. Przygotowanie podłoża

W miejscach, gdzie w wyniku degradacji betonu uległa zniszczeniu cała grubość otuliny zbrojenia, należy wyznaczyć pola do wykucia betonu o kształcie prostych figur geometrycznych (ryc. 6.4).



Ryc. 6.4. Fragmenty przygotowane do wykucia betonu

Do wykuwania betonu należy używać wyłącznie lekkich młotów pneumatycznych (poniżej 8 kg wagi), ponieważ stosowanie sprzętu ciężkiego może prowadzić do powstawania mikropęknięć konstrukcji, mających istotny wpływ na zmniejszenie przyczepności materiału naprawczego, a tym samym na skuteczność naprawy (ryc. 6.5).



Ryc. 6.5. Wykuwanie lekkim młotem pneumatycznym

6.1.2.2. Iniekcje rys i pęknięć

Rysy, które mają być zabezpieczone przed penetracją wody i przed korozyjnie działającymi zanieczyszczeniami, należy wypełniać i uszczelniać materiałami iniekcyjnymi, które w jednym przypadku przenoszą obciążenia, w drugim są tak elastyczne, że dostosowują się do kolejnych odkształceń działających na rysę, w innym są to materiały pęczniące, szczelnie wypełniające rysy. Rozróżniamy rysy o charakterze trwałym i zmiennym. Rysy trwałe są wywołane np. początkowym skurczem lub wstępnym obciążeniem i wymagają one jedynie pełnego odkrycia i naprawy wypełnienia odpowiednim materiałem naprawczym. Rysy, które okresowo zmieniają swoją szerokość, wymagają materiałów wypełniających elastycznych lub pęczniących.

W przypadku występowania pęknięć lub rys na powierzchni betonowej konstrukcji należy wykonać prace naprawcze [143–148] poprzez iniekcje, stosując odpowiednie materiały naprawcze, które wypełniają pęknięcia, a także pustki wewnątrz elementu żelbetowego. Według normy [132] wyróżnia się trzy typy wyrobów iniekcyjnych: F, D i S.

- Wyroby iniekcyjne typu „F” do napraw konstrukcyjnych na bazie żywicy epoksydowej są stosowane tam, gdzie zachodzi konieczność przywrócenia konstrukcji utraconej na skutek zarysowania nośności. Poprzez stosowanie tego typu materiałów zostaje przywrócona integralna całość konstrukcyjna spękanych elementów żelbetowych, takich jak słupy, belki i płyty, oraz zostaje przywrócona ciągłość przenoszenia obciążeń przez wypełnioną iniektem rysę.
- Wyroby iniekcyjne typu „D” na bazie poliuretanów są stosowane w przypadkach zapewnienia konstrukcji elastyczności podczas postępujących w niej dalszych odkształceń. Wyroby iniekcyjne służą tu do elastycznego wypełnienia rys, pustek i szczelin w betonie w ramach naprawy **niekonstrukcyjnej**.
- Wyroby iniekcyjne typu „S” są produkowane na bazie poliuretanów lub akryli, które w stanie utwardzonym mogą wielokrotnie pęcznieć na skutek adsorpcji wody, przy czym woda jest wiązana przez składnik wyrobu iniekcyjnego. Wyroby iniekcyjne służą do wypełniania rys, pustek i szczelin w betonie, wykorzystując ich pęcznienie wewnątrz materiału.

Produkty iniekcyjne typu „S” stosuje się zazwyczaj do wstępnej iniekcji rys z wyciekami wody (nawet pod ciśnieniem hydrostatycznym) celem zatrzymania penetracji wody w rysie. Następnie spękania wypełniane są iniektem typu „F” lub „D” w celu trwałego uszczelnienia rys.

Lepkość żywic iniekcyjnych musi być odpowiednio niska, aby zapewnić efektywną penetrację pęknięcia na całą jego szerokość i głębokość.

Produkty iniekcyjne w całej swojej rozległej gamie dostosowane są do warunków zarówno wilgotnych, jak i suchych oraz do napraw zarówno konstrukcyjnych, jak i niekonstrukcyjnych.

W ofercie firmy Master Builders Solutions znajdują się wyroby iniekcyjne wszystkich typów.

Wyrób iniekcyjny typu „D” – przeznaczony do niekonstrukcyjnych napraw polegających na ciągliwym wypełnieniu rys:

MasterInject 1330 – dwuskładnikowa elastyczna żywica iniekcyjna o niskiej lepkości na bazie poliuretanu, utwardzalna w warunkach zarówno suchych, jak i wilgotnych, tworząca wodoszczelne i elastyczne połączenie.

Wyroby iniekcyjne typu „F” – przeznaczone do napraw konstrukcyjnych polegających na wypełnieniu rys przenoszących obciążenia:

MasterInject 1360 – dwuskładnikowa żywica iniekcyjna o niskiej lepkości na bazie żywicy epoksydowej, wykorzystywana do iniekcji rys w betonie pod niskim/wysokim ciśnieniem oraz do podawania grawitacyjnego w celu utrzymania integralności strukturalnej spękanych fragmentów.

MasterInject 1380 – dwuskładnikowa, szybko wiążąca żywica iniekcyjna o niskiej lepkości na bazie żywicy epoksydowej, wykorzystywana do iniekcji pod niskim i wysokim ciśnieniem, a także do wypełniania zawilgoconych rys w warunkach podwodnych.

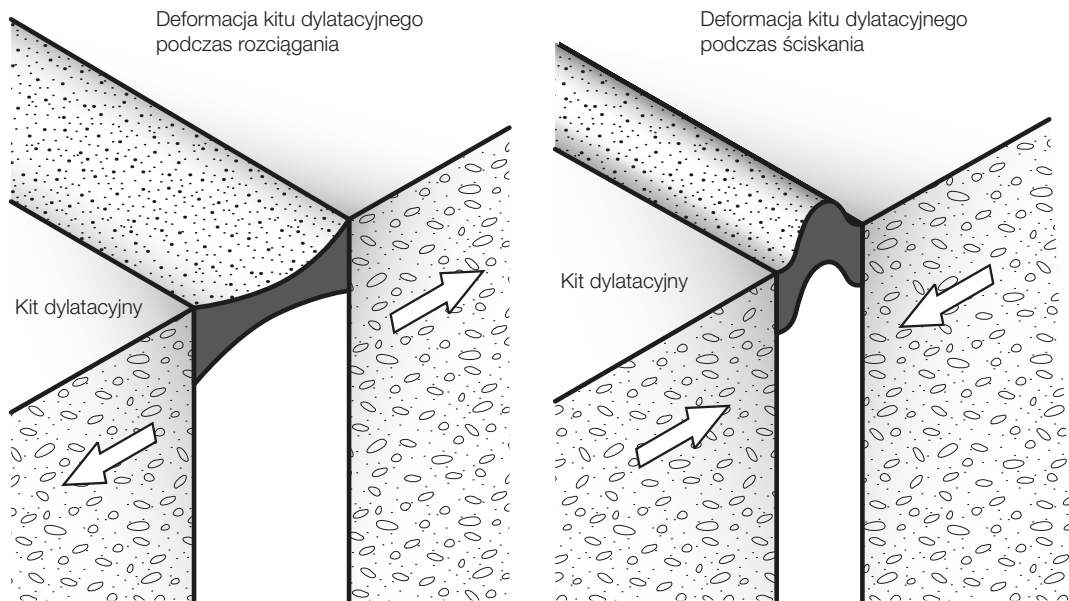
Wyroby iniekcyjne typu „S” – samodopasowujące się wypełnienie (pęczniejące) rys i spękań, przeznaczone do tamowania penetracji wody w rysach – lub do iniekcji kurtynowych.

MasterInject 1325 – dwuskładnikowa, szybko zwiększająca objętość (pęczniejąca) żywica iniekcyjna na bazie poliuretanu, zatrzymująca napływ wody w rysach, które uległy zawilgoceniu.

6.1.2.3. Zabezpieczenie dylatacji

Istniejące w obiektach dylatacje należy zabezpieczyć lub wstępnie wypełnić trwale elastycznym materiałem celem stworzenia podparcia dla powłoki polimocznikowej nanoszonej natryskiem.

Ważnym aspektem na tym etapie prac jest ukształtowanie poszerzonej linii dylatacji, zwiększając w ten sposób początkową strefę rozciągania nałożonej powłoki. (Inaczej będzie pracowała powłoka w linii rozciągania, gdy początkowe rozwarście rysy rozpoczyna się od szerokości 0,1 mm, a inaczej, gdy początkowa szerokość rozciąganej linii dylatacji wynosi np. 5 mm). Przy takim układzie naprężeń prawdopodobieństwo rozerwania powłoki jest dużo mniejsze (ryc. 6.6, 6.7).



Ryc. 6.6. Odkształcenia wypełnienia – kitu dylatacyjnego



Ryc. 6.7. Wypełnienie dylatacji

Spękania i samoistnie powstałe „dzikie” dylatacje skurczowe należy oczyścić, ewentualnie poszerzyć w górnej strefie przez rozfrezowanie, zagruntować krawędzie żywicą [MasterSeal P 137/147](#), zablokować sznurem z pianki polietylenowej [MasterSeal 920](#) i wypełnić trwale elastycznym jednokomponentowym poliuretanem [MasterSeal NP 474](#) (ryc. 6.8).



Ryc. 6.8. Etapy wypełniania dylatacji

W przypadku dylatacji konstrukcyjnych należy wykonać podparcie dla powłoki polimocznikowej z elastycznej taśmy hepalonowej [MasterSeal 930](#), wklejonej w kształcie wklęsłej omegi wzdłuż dylatacji celem umożliwienia rozszerzania i kurczenia się tej dylatacji jeszcze przed procesem naprężania i rozciągania powłoki polimocznikowej (ryc. 6.9).



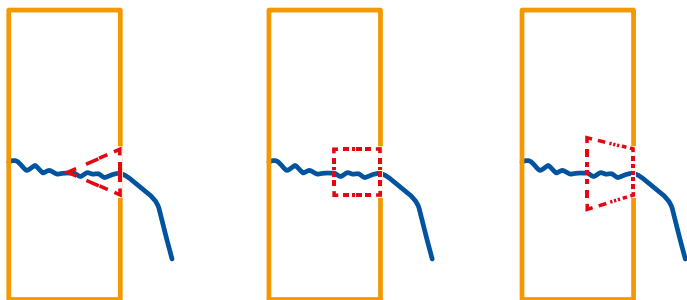
Ryc. 6.9. Układanie taśmy hepalonowej

Jeżeli z dylatacji w konstrukcji betonowej wypływa woda, można ją skutecznie zablokować, wkładając w nią wkładkę z pianki polietylenowej [MasterSeal 920](#) i wtlaczając w nią jednoskładnikowy prepolimer pęczniejący pod wpływem wilgoci [MasterSeal 912](#), a następnie zablokować drugą wkładką [MasterSeal 920](#). Tak zabezpieczoną przed naporem wody dylatację można – w celu podparcia pod powłokę polimocznikową – wypełnić materiałem [MasterSeal NP 474](#) (po zagruntowaniu krawędzi) lub w przypadku dylatacji o dużym zakresie rozszerzania się (powyżej 35 mm) zakleić taśmą [MasterSeal 930](#).

6.1.2.4. Tamowanie aktywnych przecieków wody

Punktowe wycieki wody pod ciśnieniem są trudne do zatrzymania tradycyjnymi zaprawami mineralnymi lub epoksydowymi, ponieważ zaprawa ta podczas aplikacji jest wypłukiwana przez napływającą wodę. W takich sytuacjach należy zastosować szybko twardniejący materiał pęczniejący [MasterSeal 590](#), który zwiększając swoją objętość, twardnieje w ciągu zaledwie kilkadziesiąt sekund, kotwiąc się w ten sposób w otworze i tamując przeciek.

Warunkiem skuteczności zastosowania tej technologii jest właściwe przygotowanie miejsca tamowania aktywnego przecieku (ryc. 6.10).



Niedopuszczalne

Akceptowalne

Prawidłowe

Ryc. 6.10. Schemat poprawnego przygotowania otworu przed tamowaniem aktywnego przecieku

Jeżeli otwór w betonie przeznaczony do zablokowania pęczniejącym materiałem w trakcie błyskawicznego wiązania będzie miał kształt zwężającego się stożka w głąb, to wtłoczony w niego materiał w wyniku zwiększania swojej objętości zostanie wypchnięty z otworu i blokada okaże się nieskuteczna. Przed aplikacją materiału [MasterSeal 590](#) musimy mieć pewność, że otwór poszerza się w głąb struktury w stosunku do wielkości otworu wylotowego, pozwalając zakotwić się wytworzonej blokadzie podczas wiązania.

6.1.2.5. Naprawy i reprofilacja powierzchni betonu

W sytuacji napraw konstrukcyjnych istotny jest odpowiednio duży prześwit między odkrytym zbrojeniem a powierzchnią betonu. Odstęp ten powinien wynosić min. 19 mm lub być 6 razy większy od średnicy największego kruszywa w zaprawie naprawczej.

Przed aplikacją należy oczyścić zbrojenie z rdzy i zabezpieczyć je inhibitorem korozji [MasterEmaco P 5000 AP](#) nanoszonym pędzlem na powierzchnię betonu (ryc. 6.11).

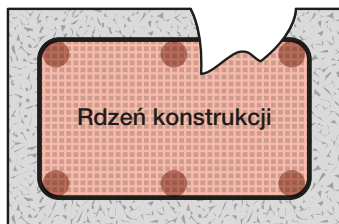


Ryc. 6.11. Oczyszczanie zbrojenia z rdzy i zabezpieczanie go inhibitorem korozji

Jeżeli powierzchnia wymagająca grubowarstwowej naprawy konstrukcyjnej nie jest wielka, to można wykonać ją ręcznie, narzucając materiał za pomocą kielni. Jeżeli takich napraw jest więcej, korzystniej jest stosować obrótkę maszynową.

Przy doborze odpowiedniej zaprawy naprawczej należy kierować się wymaganiami podanymi w normie PN-EN 1504 część 3. Norma ta określa klasy materiałów naprawczych (R4, R3, R2, R1) i wśród nich wyróżnia materiały przeznaczone do napraw konstrukcyjnych i niekonstrukcyjnych.

Naprawy konstrukcyjne (Structural) dotyczą konstrukcji, w których uszkodzenia zagrażają utracie nośności konstrukcji. Uszkodzenia te naruszają rdzeń (Core) elementów konstrukcyjnych.



Przekrój żelbetowego słupa z pokazaniem rdzenia przekroju

Przykłady uszkodzeń i defektów konstrukcji betonowych wymagających napraw konstrukcyjnych:



Odpryski, ubytki betonu



Uszkodzenia mrozowe



Uszkodzenia spowodowane erozją



Uszkodzenia spowodowane reakcją kruszywa z betonu z alkaliami



Uszkodzenia spowodowane działaniem soli



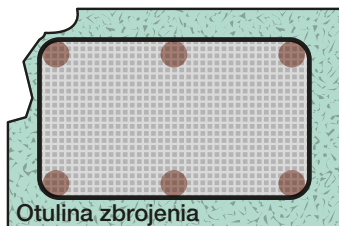
Korozja stali zbrojeniowej



Głęboka segregacja



Naprawy niekonstrukcyjne (Non-Structural) dotyczą konstrukcji, w których uszkodzenia nie wpływają na utratę nośności konstrukcji. Nie dochodzi do naruszenia rdzenia konstrukcji, uszkodzenia ograniczają się do strefy otuliny (Cover) stali zbrojeniowej.



Przykłady uszkodzeń i defektów konstrukcji betonowych wymagających napraw niekonstrukcyjnych:



Płytką segregacja



Niewystarczająca otulina



Uszkodzenia miejscowe



Otwory technologiczno-montażowe



Porowata powierzchnia

Zgodnie z wyszczególnieniem wprowadzonym w normie PN-EN 1504-3 produkty naprawcze marki Masters Builders zostały podzielone na odpowiednie grupy i otrzymały następujące oznaczenia:

- MasterEmaco S – (Structural repair) – do napraw konstrukcyjnych
- MasterEmaco N – (Non-Structural repair) – do napraw niekonstrukcyjnych
- MasterEmaco T – (Traffic) – do napraw powierzchni obciążonych ruchem kołowym
- MasterEmaco PG – (Puring Grade) – do aplikacji zalewowych
- MasterEmaco P – (Primer) – materiał do gruntowania, szczepny

Dzięki tym oznaczeniom w prosty sposób można przyporządkować odpowiednie wyroby do wyszczególnionych grup.

MasterEmaco S 5400 – jednoskładnikowa, redukująca skurcz zaprawa naprawcza do napraw konstrukcyjnych na bazie cementu siarczano-odpornego o wysokim module sprężystości i bardzo wysokiej wytrzymałości, spełniająca wymogi normy europejskiej EN 1504-3 klasy R4, do aplikacji ręcznej lub natryskowej. Grubość nakładanej powłoki wynosi od 5 do 50 mm.

MasterEmaco S 488 – jednoskładnikowa zaprawa do napraw konstrukcyjnych, o bardzo wysokiej wytrzymałości, wysokim module sprężystości, bardzo tiksotropowa, wzmocniona włóknem, nisko kurczliwa, spełniająca wymagania normy europejskiej EN 1504 część 3 klasy R4, do aplikacji ręcznej lub natryskowej. Grubość nakładanej powłoki wynosi od 6 do 40 mm.

MasterEmaco S 5440 RS – jednoskładnikowa, modyfikowana polimerami, redukująca skurcz, szybko wiążąca tiksotropowa zaprawa do napraw konstrukcyjnych na bazie cementu siarczano-odpornego o wysokiej wytrzymałości, spełniająca wymogi klasy R4 części 3 normy europejskiej EN 1504.

W związku z właściwościami szybkiego wiązania produkt stanowi doskonały wybór w przypadku napraw, które muszą zostać wykonane szybko, aby ograniczyć przestoje w funkcjonowaniu konstrukcji.

MasterEmaco N 5200 – jednoskładnikowa, modyfikowana polimerami, lekka, szybko wiążąca uniwersalna zaprawa reprofiliująca i wyrównująca na bazie cementu siarczano-odpornego, idealna do napraw niekonstrukcyjnych, w których wymagane jest szybkie wiązanie i krótki czas do nałożenia kolejnej powłoki, spełniająca wymagania europejskiej normy EN 1504 część 3 klasy R2. Może być nakładana w grubych warstwach, o grubości od 3 nawet do 100 mm.

MasterEmaco N 5100 FC – jednoskładnikowa, modyfikowana polimerami, szybko wiążąca zaprawa wyrównująca i zaprawa szpachlowa wypełniająca pory powierzchniowe na bazie cementu odpornego na siarczany, idealna do prac wykończeniowych i napraw wyrównujących na dużych powierzchniach pionowych i sufitowych, stosowana w grubości warstwy od 1 do 10 mm, w aplikacjach, w których wymagane jest szybkie wiązanie i krótki czas do nałożenia kolejnej powłoki. Spełnia wymagania normy EN 1504 część 3 klasy R2.

MasterEmaco N 305 FC – jednoskładnikowa, tiksotropowa, modyfikowana polimerami zaprawa wyrównująca do wykończenia kosmetycznego i napraw porowatych powierzchni betonu, spełniająca wymagania europejskiej normy EN 1504 część 3 klasy R2. Zakres zastosowania grubości warstwy od 1 do 5 mm.

MasterEmaco S 5450 PG – jednoskładnikowa, redukująca skurcz zaprawa naprawcza do napraw konstrukcyjnych na bazie cementu siarczano-odpornego o wysokiej wytrzymałości, spełniająca wymogi klasy R4 części 3 normy europejskiej EN 1504, o konsystencji płynnej lub lejącej, do łatwego nakładania maszynowego lub ręcznego przy aplikacjach zalewowych (szalunkowych) o grubości pojedynczej warstwy wynoszącej do 200 mm.

MasterEmaco T 1100 TIX – jednoskładnikowa, bardzo szybko wiążąca tiksotropowa zaprawa naprawcza i klejowa na bazie cementu siarczano-odpornego, szybko uzyskująca wytrzymałość nawet w temperaturach poniżej zera, o ulepszonej trwałości i niezwykle niskim skurczu przy wiązaniu. Do napraw miejscowych lub powierzchni w spadkach, jak rampy, osadzania lub stabilizowania elementów odwodnienia lub włazów studzienek celem późniejszego podłania ich materiałem zalewowym **MasterEmaco T 1200 PG**. **MasterEmaco T 1100 TIX** jest zaprawą zgodną z wymaganiami normy EN 1504 część 3 klasa R4 do napraw konstrukcyjnych i może być stosowana na grubość od 10 do 150 mm; może być dopuszczona do ruchu kołowego już po zaledwie 2 godzinach od aplikacji. Może być stosowana w temperaturach poniżej zera (do -10°C).

MasterEmaco T 1200 PG – jednoskładnikowa, szybko wiążąca zaprawa naprawcza i klejowa zgodna z wymaganiami normy EN 1504 część 3 klasa R4, na bazie cementu siarczano-odpornego, o lejącej konsystencji, szybko uzyskuje wytrzymałość (może być oddana do ruchu kołowego już po zaledwie 2 godzinach od aplikacji), wiąże nawet w temperaturach poniżej zera (do -10°C). Zaprawa o ulepszonej trwałości i niezwykle niskim skurczu przy wiązaniu. Może być stosowana w grubościach od 10 do nawet 150 mm.

MasterEmaco T 2800 PG – trójskładnikowa, szybko wiążąca i utwardzalna zaprawa naprawcza na bazie polimerów, o lejącej konsystencji, szybko uzyskująca wytrzymałość (już po 3 godzinach w temp. 20°C uzyskuje wytrzymałość na ściskanie $> 60 \text{ N/mm}^2$), utwardza się nawet w temperaturach do -25°C , oferująca wyjątkową odporność na uderzenia, ścieranie i zarysowania, jak również na wiele substancji chemicznych. Może być stosowana w grubościach od 8 do nawet 100 mm.

MasterEmaco T 2040 – trójskładnikowa, szybko wiążąca i utwardzalna tiksotropowa zaprawa naprawcza na bazie polimerów hybrydowych i reaktywnego wypełniacza, szybko uzyskująca wytrzymałość (już po 3 godzinach w temp. 20°C uzyskuje wytrzymałość na ściskanie $> 30 \text{ N/mm}^2$), wiąże nawet w temperaturach do -25°C . Ma niski moduł sprężystości, dzięki czemu doskonale amortyzuje wstrząsy, drgania i inne naprężenia mechaniczne. Może być stosowana w grubościach od 5 do nawet 30 mm.

MasterEmaco P 5000 AP – jest jednokomponentowym, modyfikowanym polimerami, na bazie cementu wiążącym oraz aktywnie ochronnym inhibitorem korozji i gruntem używanym w pracach naprawczych betonu. Przywraca wysokie pH środowiska i zapewnia aktywne hamowanie korozji, chroniąc stal zbrojeniową. Może być również użyty jako spoiwo klejące (mostek szczepny) – podkład pod kolejne zaprawy naprawcze. Po zmieszaniu z wodą przyjmuje formę zawiesiny, która może być aplikowana pędzlem

na wyczyszczone zbrojenie lub bezpośrednio na zwilżone przygotowane podłoże betonowe, jeżeli jest używane jako warstwa wiążąca.

Na wybór odpowiedniego materiału naprawczego składa się wiele czynników, lecz mimo szerokiego wachlarza podaży materiałów nie ma wyczerpującej listy tych spośród nich, które by mogły zaspokoić każde zapotrzebowanie.

Skuteczność wykonywanych prac renowacyjnych i hydroizolacyjnych obiektów w sektorze gospodarki wodnej zależy nie tylko od dobrej jakości materiałów naprawczych. Dodatkowo przy wyborze odpowiednich materiałów powinny być wzięte pod uwagę takie czynniki, jak stopień zawilgocenia zbiornika, wzajemna relacja stopnia zawilgocenia i wytrzymałość elementów konstrukcji, czas realizacji naprawy, wieloparametrowość harmonogramu prac naprawczych, złożoność przebiegu procesów fizycznych i chemicznych samej naprawy i koniecznych przerw technologicznych między kolejnymi etapami prac, wymaganymi ze względu na procesy wiązania lub wysychania poszczególnych materiałów.

Wobec faktu wysokich kosztów związanych z wyłączeniem z eksploatacji zbiornika, wielokrotnie przewyższającym koszty jego renowacji, dąży się zawsze do minimalizacji czasu naprawy konstrukcji.

Konieczność renowacji powłok wodochronnych zbiorników wynika z faktu dużego zawilgocenia żelbetonowych ścian i den, spowodowanego uszkodzeniem lub brakiem tych powłok.

Jednokomponentowe materiały naprawcze są dostarczane w proszku i na miejscu w budowaniu mieszane z wodą, jednocześnie wymagają dodatkowego zwilżania powierzchni przed aplikacją, co z kolei dodatkowo zwiększa zawilgocenie naprawianej ściany.

A to właśnie wilgotność podłoża, obok odpowiedniej wytrzymałości podłoża na ściskanie i na odrywanie w chwili nakładania powłok z żywic reaktywnych, decyduje o sukcesie lub też niepowodzeniu wykonanych izolacji.

Zbyt duża wilgotność podłoża w chwili aplikacji powłok żywicznych prowadzi bezpośrednio do odspojień i odprysków (ryc. 6.12). Podobnie zachowuje się powłoka aplikowana na podłoże betonowe o zbyt niskiej wytrzymałości.



Ryc. 6.12. Delaminacja powłoki żywicznej wskutek zbyt wysokiej wilgotności podłoża w chwili aplikacji żywicy

Planując harmonogram prac renowacyjnych zbiornika wodnego (w ściśle określonym czasie), musimy przewidzieć zarówno czas potrzebny do wykonania tych prac, czyli w budowania określonych materiałów, czas potrzebny do związania tych materiałów między kolejnymi warstwami, czas do całkowitego związania ostatecznej warstwy przed obciążeniem wodą, jak i przerwy technologiczne potrzebne na utratę wilgotności materiałów naprawczych przed pokrywaniem ich powłokami żywicznymi.

W ofercie materiałów naprawczych nie było do tej pory takich, dla których karty techniczne podawałyby zarówno przyrost wytrzymałości w czasie, jak i utratę wilgotności w sposób pozwalający na precyzyjne zaplanowanie harmonogramu prac.

Czas potrzebny do wykonania prac od w budowania cementowych zapraw naprawczych do uzyskania wilgotności resztkowej w naprawianym podłożu poniżej 4%, niezależnie od czasu uzyskania odpowiedniej wytrzymałości przy użyciu tradycyjnych materiałów naprawczych, zależy od grubości wykonanej warstwy, temperatury podłoża i otoczenia, wilgotności powietrza, prędkości wymiany powietrza w zbiorniku itd. Ta złożoność zjawiska w rezultacie daje bardzo dużo możliwych kombinacji dotyczących czasu wykonania prac naprawczych. Zakładanie jednego konkretnego scenariusza jest obciążone wielkim ryzykiem błędu.

Dlatego specjaliści Master Builders Solutions opracowali recepturę materiału naprawczego dostosowanego do tych wymagań. [MasterSeal P 385 \(A, B, 2x D\)](#) to zgodny z wymaganiami normy EN 1504 część

3 klasy R4, trójskładnikowy, epoksydowo-cementowy, zbrojony włóknem polipropylenowym, szybko wiążący materiał do stosowania w grubościach od 2 do 40 mm.

Materiał ten to nie tylko sama zaprawa naprawcza, ale wielozadaniowe narzędzie dla wykonawców współpracujących z firmą Master Builders Solutions. Zaprawa epoksydowo-cementowa do aplikacji na różnorodne podłoża, takie jak wilgotne podłoża betonowe, płytki ceramiczne lub stare powłoki żywiczne, nadaje się do reprofilacji, wykonania wyoblen w narożnikach itp. Produkt ten jako materiał epoksydowy nie wymaga dodatkowego gruntowania dla powłok aplikowanych na zimno, a co najważniejsze – po 24 godzinach od aplikacji gwarantuje wilgotność resztkową mniejszą niż 3% niezależnie od grubości warstwy. Dodatkowo wykazuje wysoką odporność na działanie podciśnienia wody i odporność na kapilarne podciąganie wilgoci oraz hamuje powstawanie ciśnienia osmotycznego, które może prowadzić do tworzenia się pęcherzy i rozwarstwienia powłoki żywicznej. Dla powłok polimocznikowych aplikowanych na gorąco należy dosączyć pokrywając powierzchnię żywicą gruntującą, aby wyeliminować ryzyko kraterowania, gdyż materiał ten daje powierzchnię mikroporowatą. Zastosowanie materiału [MasterSeal P 385](#) do przygotowania podłoża betonowego przed aplikacją polimocznikowych izolacji powłokowych maksymalnie redukuje ryzyko niepowodzenia i skraca czas wyłączenia ich z użytkowania.

Niezależnie od sposobu aplikacji materiału trzeba go wyrównać i zagładzić (ryc. 6.13, 6.14).



Ryc. 6.13. Aplikacja materiałów naprawczych

Mniejsze ubytki i wykruszenia można naprawić lub odtworzyć za pomocą materiału [MasterEmaco N 5200](#) (R2).



Ryc. 6.14. Reprofilacja uszkodzonych naroży

Powierzchnia betonu niewymagająca stosowania warstw z materiałów naprawczych, np. nowo wykonana, niezależnie i bezwzględnie zawsze wymaga obróbki mechanicznej przez piaskowanie, szlifowanie, hydromonitoring lub śrutowanie celem oczyszczenia ze środków antyadhezyjnych stosowanych do szalunków i usunięcia warstwy słabego na odrywanie młeczka cementowego. Powierzchnia taka po piaskowaniu będzie zbyt porowata, aby ją gruntować i wykonywać natryskiem powłokę polimocznikową. Będzie to skutkowało powstawaniem kraterów perforujących powłokę (ryc. 6.15). Podczas aplikacji polimocznika w temperaturze ok. 75°C powietrze uwięzione w porach szybko się zacznie rozszerzać pod wpływem rozgrzania, co spowoduje powstawanie i pękanie pęcherzyków powietrza.

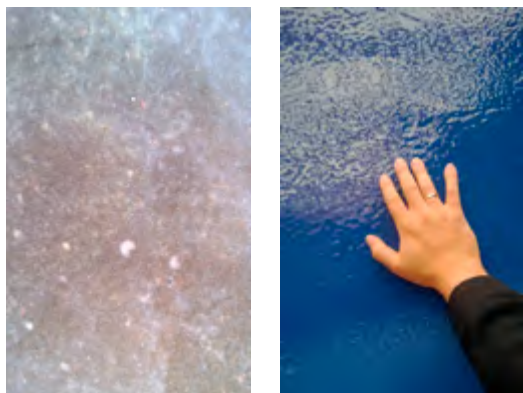


Ryc. 6.15. Kraterowanie powłoki polimocznikowej spowodowane niedostatecznie zagruntowanym podłożem

Dlatego taką porowatą powierzchnię betonu należy zaszpachlować materiałem mineralnym [MasterEmaco N 5100 FC](#) lub [MasterEmaco N 305 FC](#). Materiał należy nakładać na powierzchnię za pomocą pacy stalowej tak, aby materiał nie pozostawał na całej powierzchni, lecz jedynie wypełniał pory, otworki i zagłębienia. Przy dużych powierzchniach można go nanosić na ściany metodą natrysku, a następnie wygładzać pacą.

Jeżeli struktura betonu wykazuje jeszcze zbyt wysoką wilgoć resztkową (więcej niż 4%) lub konstrukcja od zewnętrznej strony ma kontakt z wilgocią, to taką powierzchnię należy zaszpachlować trzykomponentową (epoksydowo-cementową) zaprawą gruntującą [MasterSeal P 385 \(A, B, C\)](#), która przy minimalnej grubości warstwy 1,5 mm spełni dodatkowo funkcję warstwy buforowej odcinającej wilgoć.

Przygotowanie podłoża pod natryskową aplikację powłok polimocznikowych jest kluczowym, krytycznym i koniecznym zabiegiem, którego nie można zlekceważyć, ponieważ tylko wtedy, gdy wykonamy te prace w 100% dokładnie, uzyskamy ciągłą powłokę bez porów i perforacji natryskiwanej powłoki (ryc. 6.16).



Ryc. 6.16. Przygotowane podłoże i poprawnie ułożona powłoka z polimocznika w zbiorniku dla rekinów we wrocławskim Afrykarium

Przed nałożeniem na powierzchnię betonu materiału [MasterEmaco N 5100 FC](#), [MasterEmaco N 305 FC](#) lub [MasterSeal P 385](#) powierzchnia ta musi być matowo-wilgotna (ryc. 6.17). Zatem przed nakładaniem szpachli należy powierzchnię odpowiednio zwilżyć, w zależności od warunków pogodowych lub otoczenia.



Ryc. 6.17. Zwilżanie powierzchni betonu

[MasterEmaco N 5100 FC](#) można nanosić na beton pacą stalową, pędzlem lub natryskowo (ryc. 6.18).



Ryc. 6.18. Nakładanie szpachli kosmetycznej

Przy aplikacji w temperaturze otoczenia ok. 20°C materiał można zacierać pacą z gąbką od 20 do 60 minut od naniesienia go na ścianę (ryc. 6.19).



Ryc. 6.19. Wyglądanie nałożonej szpachli

6.1.2.6. Zaokrąglenia płaszczyzny w narożnikach

Na połączeniu płaszczyzny pionowej i poziomej powinno być wykonane wyoblenie (zaokrąglenie) przy użyciu materiałów o właściwościach blokowania wody, jak **MasterSeal P 385 (A, B, 2x D)** lub – w przypadku wody napierającej z takiego połączenia – z gotowej do użycia, pęczniejącej zaprawy **MasterSeal 590** (ryc. 6.20). Wykonanie tego elementu obejmuje jednocześnie kilka aspektów.



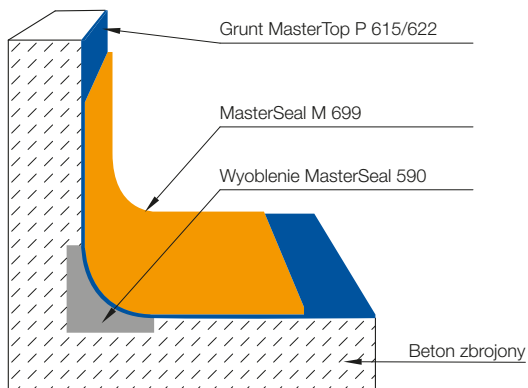
Ryc. 6.20. Zaokrąglenia płaszczyzny w narożnikach

Jednym z nich jest lepsza kontrola ciągłości wykonywanej powłoki i możliwość nałożenia natryskiem powłoki o stałej grubości, co przy załamaniu płaszczyzn pod kątem 90° nie jest do końca możliwe.

Innym aspektem jest możliwość czyszczenia powłoki w zbiorniku podczas jego eksploatacji.

Kolejnym zagadnieniem, bezwzględnie najważniejszym ze strony użytkownika, jest blokowanie napierającej, przesączającej się z zewnątrz wody lub wilgoci przez przerwę roboczą w konstrukcji żelbetowej. Ma to miejsce między wcześniej betonowaną płytą fundamentową lub dnem zbiornika a betonowanymi w następnej kolejności ścianami. Dotyczy to także narożników pionowych zbiorników, zwłaszcza w zbiornikach na cieple, w sytuacjach, gdzie przerwa robocza w betonowaniu występuje w tym właśnie narożniku.

Z tego względu w tego typu narożnikach zaleca się wykonać nacięcie (bruzdę kotwiącą) wzdłuż narożnika i wyoblenie z materiału **MasterSeal 590**, w którym w sposób kontrolowany szybko wzrasta wytrzymałość, a materiał zwiększa swoją objętość, co gwarantuje trwałą szczelność (ryc. 6.21).



Ryc. 6.21. Detal wykończenia narożnika

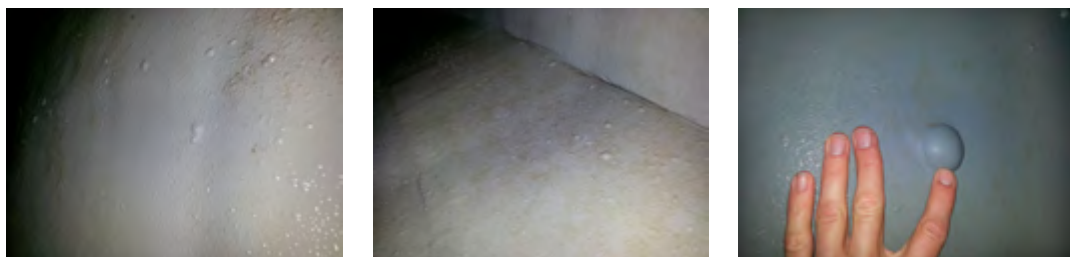
Dodatkową zaletą tego materiału jest oszczędność czasu, ponieważ już po jednej godzinie od aplikacji można nakładać na niego powłokę. Efektem niestarannego wykończenia narożnika może być przesączanie wody oddziałujące destrukcyjnie na całą konstrukcję (ryc. 6.22).



Ryc. 6.22. Przesączanie się wody w narożnikach

6.1.2.7. Gruntowanie powierzchni

Budowle hydrotechniczne będące w stałym kontakcie z wodą z założenia mają wysoką wilgotność podłoża i w związku z tym zalecane jest gruntowanie ich trójskładnikowym materiałem epoksydowym [MasterSeal P 385](#). Materiał ten można aplikować na podłożu o wilgotności resztkowej do 8%, które po stwardnieniu wytrzymałe ciśnienie hydrostatyczne do 10 barów, co minimalizuje zagrożenie odspajania powłoki lub tworzenia się pęcherzy pod wpływem ciśnienia dyfuzyjnego (ryc. 6.23).



Ryc. 6.23. Tworzenie się pęcherzy pod wpływem ciśnienia dyfuzyjnego

[MasterSeal P 385](#) można aplikować ręcznie, za pomocą wałka lub pędzla, albo natryskowo. Jest on bardzo uniwersalny w zakresie różnego rodzaju podłoży i można go stosować na betonie, zaprawach cementowych, chłonnych i niechłonnych płytkach ceramicznych, szkłe, powłokach syntetycznych i mineralnych itp.

6.1.2.8. Aplikacja powłoki polimocznikowej

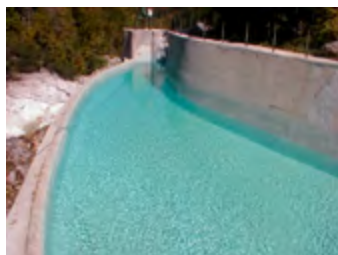
Po wykonaniu wszystkich prac przygotowawczych można rozpocząć natrysk membrany polimocznikowej **MasterSeal M 689** (ryc. 6.24, 6.26). Bezwzględnie wymagane jest na tym etapie prac monitorowanie warunków otoczenia i odnotowywanie ich w dzienniku prac.

Natrysk można prowadzić jedynie w czasie pogody bezwietrznej i suchej, a optymalna temperatura otoczenia podczas natrysku to między 5 a 35°C. Komponentów (poliizocyjanianu i poliaminy) przeznaczonych do natrysku nie należy podgrzewać do temperatury wyższej niż 25°C, co w okresie letnim oznacza całkowity brak potrzeby podgrzewania wstępnych materiałów. Należy unikać zwłaszcza podgrzewania izocyjanianu, ponieważ w czasie stygnięcia materiału pozostałego w beczce po skończonej pracy będzie w wyniku różnic temperatur wytwarzać się para wodna, która natychmiast wejdzie w reakcję chemiczną z izocyjanianem i spowoduje jego krystalizację. Powstałe kryształki osiadają na dnie beczki. Następnego dnia przy włączeniu pompy transferowej kryształki zostaną zassane do instalacji reaktora i mogą spowodować zator wymagający czasochłonnego czyszczenia instalacji lub pełnego przeglądu serwisowego. Temperatura na grzałkach reaktora podczas aplikacji materiału powinna być ustawiona na 75°C, a ciśnienie robocze ok. 160–200 barów.

Przed aplikacją należy zbadać temperaturę podłoża, która powinna być minimum o 3°C powyżej temperatury punktu rosy. W przypadku niższej temperatury powłoka nie uzyska wymaganej przyczepności, czyli wytrzymałości na odrywanie od podłoża. Podłoże powinno bezwzględnie być suche. Podczas trwania prac natryskowych należy stale kontrolować wilgotność względną powietrza i w przypadku, gdyby aparatura pomiarowa wykazała więcej niż 90%, należy przerwać prace do czasu poprawy warunków. Podobnie w przypadku wietrznej pogody, gdy prędkość wiatru wzrośnie powyżej 2,5 m/s, prace należy przerwać i odczekać do uspokojenia się wiatru.

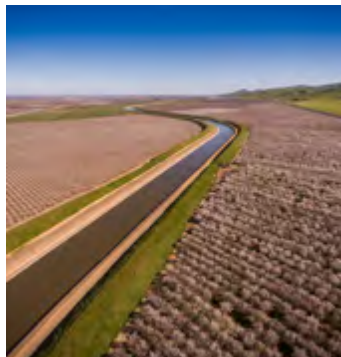
Wszystkie wymienione powyżej parametry i dane pogodowe powinny zostać odnotowane w dzienniku prac wraz z podaniem daty, godziny pomiarów i opisu etapu prac w odniesieniu do konkretnego odcinka budowy.

Przez cały czas prowadzenia prac natryskowych należy pamiętać o zabezpieczeniach folią wszystkich elementów, które nie będą pokryte polimocznikiem, a także o ustawianiu parawanów zabezpieczających przed przypadkowym zanieczyszczeniem obiektów sąsiednich i codziennym dbaniu, by zostały usunięte z otoczenia wszystkie pojazdy i inne obiekty ruchome.



Ryc. 6.24. Aplikacja polimocznika na budowach hydrotechnicznych

Prace należy wykonywać i prowadzić odcinkami, pozwalającymi zakończyć je na danym odcinku przed zachodem słońca. Należy uwzględnić usytuowanie w terenie i usytuowanie geograficzne w taki sposób, aby na koniec dnia prowadzić pracę w części, gdzie słońce świeci najdłużej, gdyż w części zacienionej może nastąpić kondensacja pary wodnej. Podobnie rano, prace natryskowe należy zaczynać od części nasłonecznionej, na ogół lepiej osuszonej.



Ryc. 6.25. Aplikacja w kanale irygacyjnym

6.1.3. Zestawienie materiałów

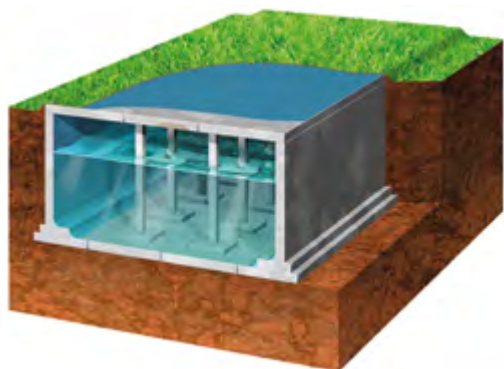
Tabela 6.1 przedstawia produkty niezbędne do realizacji wszystkich etapów prac związanych z wykonaniem membrany polimocznikowej w zakresie budowy i obiektów hydrotechnicznych.

Tabela 6.1. Zestawienie produktów do wykonania membrany polimocznikowej wraz z pracami naprawczymi dla budowy i obiektów hydrotechnicznych

		MasterEmaco N 5100 FC	MasterEmaco N 5200	MasterEmaco S 5400	MasterEmaco S 488	MasterEmaco S 5450 PG	MasterSeal P 385 (A,B,2xD)	MasterEmaco P 5000 AP	MasterInject 1325	MasterInject 1330	MasterInject 1380	MasterSeal 920	MasterTop P 615	MasterSeal P 770	MasterTop P 622	MasterSeal P 770	MasterSeal P 681	MasterSeal P 684	MasterSeal P 691	MasterSeal 912	MasterSeal NP 474	MasterSeal 930	MasterSeal 590	MasterSeal P 385	MasterSeal IM 689	
Naprawa betonu: Cementowe 1K	Powierzchniowe od 1 do 3 mm (Klasy R2)	■																								
	Powierzchnie poziome (Klasy R4)		■	■	■																					
Epoksydowo-cementowe 3K	2–40 mm stanowiący jednocześnie bufor przeciwwilgociowy					■																				
Inhibitor korozji	Grunt szcpepy do stali zbroj.							■																		
Iniekcje rys	Typu „D”									■																
	Typu „F”										■															
	Typu „S” Kurtynowe											■														
Podparcie z pianki polietylenowej do spoin dylatacyjnych												■														

		MasterEmaco N 5100 FC	MasterEmaco N 5200	MasterEmaco S 5400	MasterEmaco S 488	MasterEmaco S 5450 PG	MasterSeal P 385 (A,B,2x D)	MasterEmaco P 5000 AP	MasterInject 1325	MasterInject 1330	MasterInject 1380	MasterSeal 920	MasterTop P 615	MasterSeal P 770	MasterTop P 622	MasterSeal P 770	MasterSeal P 681	MasterSeal P 684	MasterSeal P 691	MasterSeal 912	MasterSeal NP 474	MasterSeal 930	MasterSeal 590	MasterSeal P 385	MasterSeal M 689	
Żywica gruntująca	Do podłoży betonowych z obsypką piaskiem kwarcowym														■											
	Do podłoży betonowych bez obsypki piaskiem kwarcowym												■													
	Do podłoży metalowych żelazo/żeliwo																■									
	Aluminium, ocynk, stal nierdzewna PCV, GRP, powłoki żywiczne, EPDM																	■								
Elastyczne wypełnienie dylatacji	Skurczowych																					■				
Pęczniące w wilgoci wypełnienie dylatacji	Blokowanie podciągania wody																				■					
Taśmy do naklejania	Na dylatacje konstrukcyjne																						■			
Stopowanie wycieków wody pod ciśnieniem	Błyskawicznie pęczniący																							■		
Bariera przeciwwilgociowa	Do 8% wilgotności cienkowarstwowa 1,5 mm																							■		
Powłoka	Polimocznikowa																								■	

6.2. Zbiorniki przeciwpożarowe, zbiorniki na wodę procesową, stacje uzdatniania wody, zbiorniki rezerw wody pitnej



Ryc. 6.26. Podziemny zbiornik na wodę

■ 6.2.1. Wstęp

Gospodarka wodna to wszystkie czynności związane z gospodarowaniem zasobami wody na ziemi. Główne zadania z zakresu gospodarki wodnej to działania związane z ochroną, przesyłem i uzdatnianiem zasobów wodnych. Wbrew pozorom zasoby wody (przydatnej dla ludzi) na ziemi są ograniczone. Teoretycznie powierzchnia ziemi jest pokryta wodą aż w 70% (ryc. 6.27).



Ryc. 6.27. Powierzchnia wód i oceanów

Niestety aż 97% całej wody na ziemi to woda słona, kolejne 2% to woda zamrznięta, stanowiąca lodowce. Woda słodka, którą ludzie wykorzystują do różnych celów, to tylko jeden procent całej wody na ziemi. Ten jeden procent wody jest dzielony między różne potrzeby:

- 70% jest konsumowana przez rolnictwo,
- 22% pożytkuje przemysł,
- 8% to woda, która zasila gospodarstwa domowe.

Jednak w skali całej Europy z powodu złego stanu technicznego infrastruktury wodno-kanalizacyjnej traci się bezpowrotnie 30% wody i to należy zmienić.

Infrastruktura wodno-kanalizacyjna, jako zespół budowli systemu zaopatrywania gospodarstw domowych w wodę pitną i odprowadzania z nich ścieków i nieczystości do oczyszczalni ścieków, jest tak ważna dla świata, jak układ krwionośny dla organizmu żywego. Infrastruktura ta musi jednak bezwzględnie spełniać dwa warunki. Powinna zapewnić:

- a. dostęp wody do poszczególnych mieszkańców i domów w wystarczającej ilości, bez nieplanowanych przerw i w jakości zdanej do spożycia;
- b. odpowiednią przepustowość kanalizacji i kolektorów, jak również wydajność oczyszczalni ścieków oraz zabezpieczyć bezawaryjne odprowadzenie zanieczyszczonej wody i ścieków, które przed powtórным włączeniem do rzek zostaną oczyszczone do zadowalającego poziomu z punktu widzenia ochrony środowiska.

Od początków cywilizacji ludzie magazynowali wodę. Zmiany klimatyczne powodują, że są okresy, w których występuje nadmiernie wysoki poziom wód, oraz takie, po których następuje jej niski poziom lub nawet susza. Zbiorniki wodne magazynują wodę w okresach obfitości oraz umożliwiają jej stopniowe wykorzystanie w okresach niedoborów. Mogą one magazynować wodę pitną dla ludzi, wodę do podlewania upraw i pojenia zwierząt hodowlanych, wodę do celów gaśniczych lub wodę przemysłową. Zbiorniki wodne mogą znajdować się pod ziemią, na poziomie gruntu lub powyżej powierzchni ziemi (wieże ciśnień), jeśli do przesyłu wody wymagane jest wytworzenie ciśnienia hydrostatycznego.

W całej Europie głównym problemem związanym z obiektami hydrologicznymi jest wiek konstrukcji. Większość z nich została wybudowana w latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia. Technologia betonu nie była wtedy tak rozwinięta jak dziś, wielokrotnie został zweryfikowany ówczesny mit o długowieczności betonu. Po tylu latach użytkowania nie dziwi stwierdzona postępująca korozja betonu czy jego nadmierne zużycie pod wpływem erozji.

W związku z powszechnym zastosowaniem betonu do konstrukcji inżynierskich coraz większą rolę odgrywają zagadnienia związane z trwałością tych konstrukcji [8–13]. Problem trwałości wiąże się z wpływem środowiska na obiekty budowlane, z procesem utrzymania konstrukcji na projektowanym

poziomie niezawodności i z warunkami użytkowania tych obiektów. Trwałość konstrukcji jest także związana z wpływem tych obiektów na środowisko.



Ryc. 6.28. Zdjęcia z przykładowej realizacji prac nakładania powłoki wodochronnej MasterSeal M 689 podczas remontu zbiornika ppoż. w Płocku. Udostępnione przez: ERAL Usługi Techniczne

■ 6.2.2. Uwagi do klasy ekspozycji środowiskowej

Do dzisiaj nie wynaleziono środka chemicznego do zapewnienia bezpieczeństwa bakteriologicznego przy dystrybucji wody, który byłby tak samo skuteczny i zarazem bezpieczny w stosowaniu jak chlor. Jednak mimo stosowania go w niskich stężeniach jego działanie na powierzchnię betonu jest destrukcyjne. W wyniku reakcji chemicznej jonów chlorkowych i wodorotlenku wapnia zawartego w związanym zaczynie cementowym betonu powstaje zasadowy chlorek wapnia, który w procesie krystalizacji zwiększa swoją objętość i powoduje rozsadzanie struktury betonu. Struktura betonu staje się w ten sposób porowata. Chlorek wapnia, który powstaje w tym procesie, jest słabo zasadowy, co obniża pH betonu w strefie otuliny stali zbrojeniowej, zmniejszając tym samym jej pasywację, czyli ochronę przed korozją zbrojenia.

Porowatość betonu przyspiesza proces korozji zbrojenia w wyniku łatwiejszego przenikania dwutlenku węgla, który w dalszym ciągu obniża pH. Korozja stali zbrojeniowej zaczyna się już przy pH poniżej 11,8, a przy pełnej karbonatacji warstwy betonu tworzącej otulinę stali zbrojeniowej pH może spaść do poziomu 8,3. Takie warunki sprzyjają rdzewieniu stali zbrojeniowej, a powstający w wyniku tej korozji tlenek żelaza zwiększa swoją objętość w tak dużym stopniu, że może powodować rozsadzanie betonu i odpadanie całej grubości otuliny betonu.

■ 6.2.3. Uwagi dotyczące obciążeń działających na zbiorniki

Zbiorniki na cieczy w zależności od sposobu posadowienia (podziemne, naziemne czy nadziemne) są poddane różnym obciążeniom występującym w wielu kombinacjach. Parcie wody połączone z innymi obciążeniami użytkowymi wywołuje złożone stany naprężeń.

W przypadku zbiorników najważniejszymi obciążeniami są z reguły ciśnienie hydrostatyczne, a także w przypadku zbiorników zagłębionych – parcie ziemi, a dla zbiorników powyżej poziomu gruntu, szczególnie dla wieżowych – obciążenie wiatrem.

W zbiornikach wysokich różnice ciśnień hydrostatycznych mogą być duże. W przypadku wody ciśnienie zmienia się co 10 m głębokości o jedną atmosferę techniczną. Jednak w zależności od rodzaju zbiornika równie znaczące mogą być obciążenia od parcia gruntu, zwłaszcza w momencie, gdy zbiornik jest pusty w celu okresowego czyszczenia, czy od obciążeń wiatrem. Dlatego należy również zwrócić uwagę, że przy obliczeniach statycznych podczas projektowania zbiorników uwzględnia się także stany zbiorników pustych lub częściowo napełnionych. W przypadku bardziej złożonych układów konstrukcyjnych zagadnienie obciążeń może być bardziej złożone i analizę schematów statycznych należy wykonywać, rozpatrując warianty kombinacji tych obciążeń.

Zbiorniki podziemne są chronione od obciążeń atmosferycznych (zmian temperatur, nasłonecznienia, czyli promieniowania UV, naprzemiennego wysychania i namakania w czasie opadów atmosferycznych). Można więc powiedzieć, że podziemne usytuowanie zbiorników na wodę jest bardziej korzystne pod względem ich ochrony przed tymi obciążeniami w porównaniu ze zbiornikami wzniesionymi, jak wieże ciśnieni, które są w pełni wyeksponowane na obciążenia atmosferyczne.

Jednak na zbiorniki podziemne działają siły i obciążenia, które z kolei nie dotyczą zbiorników wzniesionych. Na zbiorniki podziemne działają naprężenia od naporu gruntu (mas ziemnych), siły wypierania, które nie są stałym obciążeniem, lecz zmieniają się w zależności od poziomu wód gruntowych w danym okresie i od dociążenia tych zbiorników zależnego od poziomu napełnienia ich wodą. W okresie opróżniania zbiorników siły wypierające zbiornik są ogromne i często powodują powstawanie rys w konstrukcjach żelbetowych.

Obciążenia termiczne i zmienność temperatury na powierzchni ścian tworzą pole lokalnych naprężeń. Gradient temperatury, zależny nie tylko od różnicy temperatur na ścianach zbiorników, ale także od szybkości przepływu ciepła przez ścianę zbiornika, dyfuzji cieczy i gazów, wpływa na zwiększenie sił wewnętrznych i w konsekwencji na zarysowanie ścian.

■ 6.2.4. Rysy od zewnętrznych obciążeń i rysy skurczowe

Zbiorniki na ciecie jako konstrukcje średnio masywne są wykonywane najczęściej z betonu zbrojonego. Częstym rozwiązaniem jest monolityczne połączenie dna zbiornika z pionowymi ścianami. W tym przypadku przy betonowaniu dna zbiornika z płyty fundamentowej są wyprowadzane wytyki ze stali zbrojeniowej, z którymi następnie łączy się zbrojenie ścian zbiornika. Po zabetonowaniu poszczególnych fragmentów ścian (o najczęściej stosowanej grubości 40 cm) w procesie hydratacji cementu wytwarza się podwyższona temperatura nagrzewająca głównie wewnętrzną masę betonu. W wyniku rozszerzalności termicznej zwiększa się objętość wykonywanego elementu, a po zakończeniu tej fazy wiązania i wystygnięciu ponownie zaczyna się kurczyć. Ponieważ element ten jest sztywno połączony za pomocą stali zbrojeniowej z dnem, nie może swobodnie odkształcić się przy zwiększaniu swojej objętości. Narastają w nim duże naprężenia wewnętrzne. W tym stadium dojrzewania beton nie uzyskuje jeszcze wystarczającej wytrzymałości na rozciąganie i wskutek samonaprężeń pojawiają się mikrospękania i spękania betonu widoczne jako tzw. rysy skurczowe.

Rysy te są widoczne w dwóch postaciach. Jako przelotowe, zaczynające się na wysokości ok. 10 cm od dna zbiornika i osiągające długość 120–150 cm, lub jako dylatacyjne, które zaczynają się nieco wyżej, 20–30 cm ponad dnem, i przebiegają na pełną wysokość ścian. Na skutek utraty wody (skurcz immunologiczny i od wysychania) podczas drugiej fazy wiązania betonu pojawiają się naprężenia rozciągające w betonowej ścianie. Od pierwszej doby dojrzewania betonu narastają charakterystyczne dla skurczu zjawiska. Są nimi zmniejszenie objętości betonu, pojawiające się siły ściskające w prętach zbrojeniowych i rozciąganie w betonie, zwłaszcza w warstwach przypowierzchniowych. Duże siły rozciągające w wyniku skurczu występują na styku dwóch sąsiednich elementów konstrukcji (kolejnych etapów betonowania ścian), betonu „starego” i wylewanego bezpośrednio przylegającego do niego betonu „nowego”, co wynika ze zmiennych zjawisk zachodzących w strukturze betonu w zależności od przebiegu procesu hydratacji z podziałem na różne jej fazy, jak opisano powyżej.

Innym rodzajem skurczu jest skurcz karbonatyzacyjny, który choć jest niewielki i dotyczy powierzchni betonu, skutkuje pojawieniem się powierzchniowej siatki zarysowań. Przyczyną skurczu karbonatyzacyjnego jest reakcja składników betonu $\text{Ca}(\text{OH})_2$ oraz $\text{C}-\text{S}-\text{H}$ z penetrującym do betonu CO_2 , w wyniku czego tworzy się woda, która odparowując, wzmagając skurcz od wysychania.

W masywnych ścianach zbiorników pojawia się skurcz utożsamiany z naprężeniami własnymi (samonaprężeniami), związany z nierównomiernym na grubości wysychaniem wody. Przy powierzchni ściany na zewnątrz i wewnątrz zbiornika powstają naprężenia rozciągające, a wewnątrz rdzenia ściany naprężenia ściskające.

Rysy z zasady nie stanowią bezpośredniego zagrożenia dla nośności konstrukcji, jednak w tych miejscach nieszczelna otulina betonowa w mniejszym stopniu chroni stal przed korozją (choć pozostaje jeszcze ochrona chemiczna), a w przypadku zbiorników pozostaje jeszcze problem użytkowy ze względu na przesączenia lub nawet przecieki.

■ 6.2.5. Nieszczelności zbiorników żelbetowych

Opisane w poprzednim rozdziale zjawiska powodujące zarysowania należą do najczęstszych przyczyn nieszczelności zbiorników. Szczególnie narażone na powstawanie nieszczelności są miejsca połączeń ścian z dnem oraz ścian pomiędzy sobą. Są to miejsca, w których występują koncentracje naprężeń wynikające z układu statycznego obiektu sumujących się z opisanymi naprężeniami skurczowymi.

W większości rysy te nie tylko obniżają wizualną estetykę konstrukcji, ale utrudniają lub wręcz uniemożliwiają użytkowanie obiektu i stanowią konkretny problem technologiczny do rozwiązania.

W przypadku istniejącego zbiornika najczęściej stosowanymi metodami pozwalającymi na praktyczne usunięcie tego problemu z punktu widzenia użytkownika jest zabezpieczenie powierzchni betonu szczelną powłoką.

W niniejszej książce przedstawiane są rozwiązania wykorzystujące membrany wykonane z polimocznika, które oprócz szczelności mają właściwości przesklepiania rys oraz bardzo korzystne do współpracy z konstrukcją parametry wytrzymałościowe i wydłużalność. W istniejących konstrukcjach nie zaobserwowano jak dotąd niekorzystnych efektów starzenia materiału. Stąd w ostatnich latach obserwuje się duże zainteresowanie tym materiałem do prac wykończeniowych w różnego rodzaju zbiornikach. W przypadku zbiorników pojawia się niekiedy dodatkowy niekorzystny efekt infiltracji wody do wewnątrz zbiornika, najczęściej w miejscach tzw. przerw technologicznych (ryc. 6.29).



Ryc. 6.29. Przesączenie wody w miejscach przerw technologicznych

Zjawisko to jest bardzo uciążliwe, ponieważ pokrycie wewnętrznej powierzchni zbiornika w takim stanie jakąkolwiek powłoką wodochronną będzie powodowało odspajanie się tej powłoki. Zaspachlowanie półokrągłe lub trójkątne tych narożników zaprawą cementową lub epoksydową nie przyniesie trwałego efektu, ponieważ mimo grubej warstwy zaprawy te również się odspajają od zawilgoconego podłoża. Skutecznym sposobem trwałego uszczelnienia tych elementów jest nacięcie wzdłuż narożnika na obu płaszczyznach bruzdy kotwiącej i wbudowanie w narożnik wypełnienia ze szczelnego ekspansywnego materiału [MasterSeal 590](#), który rozszerzając się w trakcie wiązania, zakotwi się w wyciętych bruzdach i wypełniając dokładnie całą wklęsłą przestrzeń narożnika, dokładnie go uszczelni. Należy jedynie zachować ostrożność, aby podczas nacinania nie uszkodzić zbrojenia konstrukcyjnego. Drugim również skutecznym rozwiązaniem jest wykonanie tych fasetek z materiału epoksydowo-cementowego [MasterSeal P 385 \(A, B, 2x D\)](#), spełniającego wymagania bariery przeciwwilgociowej.

Innym powodem wyciekania wody ze zbiorników jest nieodpowiednie zabezpieczenie szczelin dylatacyjnych i złączek kompensacyjnych. Dylatacje wymagają specjalnej troski w celu zapewnienia „ruchomości” konstrukcji w przerwie dylatacyjnej przy równoczesnym zachowaniu jej szczelności. W zależności od przewidywanego zakresu pracy (wydłużalności, obrotu) szczelina dylatacyjna powinna być wypełniona odpowiednim uszczelniaczem poliuretanowym lub zaklejona taśmami hepalonowymi. Jeżeli przez taką szczelinę następuje przesączenie wody od zewnątrz zbiornika, normalny uszczelniacz nie uzyska odpowiedniej przyczepności. W takim przypadku należy zastosować wypełnienie z pęczniejącego pod wpływem kontaktu z wilgocią prepolimeru [MasterSeal 912](#), celem zablokowania wody, a dopiero wtedy górną strefę szczeliny można wypełnić poliuretanowym uszczelniaczem lub zakleić taśmą hepalonową.

Kolejny rodzaj nieszczelności występuje w okolicach przejść armatury przez przegrody betonowe (co często nie pozostaje bez wpływu na jakość wody). W tych elementach najlepszy efekt uszczelnienia przynosi opisany powyżej pęczniejący pod wpływem wilgoci wypełniacz szczelin [MasterSeal 912](#).

Konieczność wykonania uszczelnienia zbiornika może także wynikać z niedostatecznej wodoszczelności samego betonu.

6.2.6. Atest higieniczny

Zapobieganie wyciekom wody ze zbiorników ją magazynujących przy jednoczesnym zachowaniu odpowiedniej jej jakości wymaga stosowania membran wodochronnych, które są zgodne z europejskimi lub krajowymi przepisami w zakresie materiałów wchodzących w kontakt z wodą pitną. W Polsce właściwym certyfikatem w tym zakresie jest Atest Higieniczny PZH do stosowania w kontakcie z wodą pitną. Przy weryfikowaniu dokumentów tego typu należy się upewnić, że atest dotyczy całego systemu obejmującego również wymagane żywice gruntujące.



6.2.7. Właściwości fizyczne wymagane dla materiałów stosowanych do izolowania zbiorników na wodę

Biorąc pod uwagę opisane wyżej mechanizmy i zjawiska, jakie występują w obrębie zbiorników na wodę, i obciążenia, jakie w wyniku tego powstają i oddziałują na konstrukcję zbiorników, oraz założenia normy PN-EN 1504-2, można zestawzić wymagane parametry techniczne materiałów stosowanych do wykonywania powłok wodochronnych w żelbetowych zbiornikach na wodę (tab. 6.2).

Tabela 6.2. Wymagane parametry techniczne materiałów stosowanych do wykonywania powłok wodochronnych w żelbetowych zbiornikach na wodę

Właściwości użytkowe	Wymagania
Absorpcja kapilarna wody	$w < 0,1 \text{ kg/m}^2/\text{h}^{0,5}$
Odporność na ścieranie	Ubytek masy mniejszy niż 3000 mg, koło ścierające H22/1000 obrotów/obciążenie 1000 g
Przyczepność do podłoża przy odrywaniu	$\geq 1,0 \text{ N/mm}^2$
Odporność na uderzenia	Brak rys i odspojień po uderzeniu, Klasa III $\geq 20 \text{ Nm}$
Przyczepność do podłoża po 50 cyklach zamarzania i rozmarzania	$\geq 1,0 \text{ N/mm}^2$
Odporność na silną agresję chemiczną	Klasa II – utrata twardości o mniej niż 50% po 28 dniach
Elastyczność – wydłużenie do zerwania	Min. 200%

Właściwości użytkowe	Wymagania
Zdolność przesklepienia rys w podłożu z obciążeń statycznych	Klasa A5
Zdolność przesklepienia rys w podłożu z obciążeń dynamicznych	Klasa B 3.1

Innowacyjne technologie polimocznikowych powłok natryskowych **MasterSeal M 689** w niektórych przypadkach przewyższają swoimi parametrami technicznymi wymagania normowe, dając możliwość wyeliminowania problemów, jakie występują w trakcie eksploatacji zbiorników na wodę. Technologie te pozwalają wykonać ciągły płaszcz szczelnej, nienasiąkliwej, elastycznej i odpornej chemicznie powłoki o dużej przyczepności do różnych podkładów i błyskawicznej reakcji żelowania materiału po wykonaniu natrysku. W tab. 6.3 podano przykładowo parametry dla powłoki **MasterSeal M 689** dla porównania zgodności właściwości tej membrany z wymaganiami normowymi.

Tabela 6.3. Porównanie parametrów technicznych polimocznikowej membrany **MasterSeal M 689** z wymaganiami normowymi

Właściwości	Norma	Dane	Jednostka
Gęstość zmieszanego materiału	EN ISO 2811-1	Okolo 1,1	g/cm ³
Twardość, skala Shore'a A	–	92	–
Twardość, skala Shore'a D	–	42	–
Wytrzymałość na rozciąganie	DIN 53504	21	N/mm ²
Wydłużenie przy zerwaniu	DIN 53504	425	%
Wytrzymałość na rozdzieranie	DIN 53515	58	N/mm ²
Statyczne mostkowanie rys	EN 1062-7 (A)	A5 (+23°C)	–
Dynamiczne mostkowanie rys	EN 1062-7 (B)	B4.2 (-20°C)	–
Reakcja na ogień	EN 13501-1	C _{FL} -s1	–
Kapilarna absorpcja wody	EN 1062-3	0,002	kg/m ² /h ^{0,5}
Przepuszczalność pary wodnej (S _p)	EN ISO 7783-1	< 5 / Klasa I (μ=3658)	m
CO ₂ przepuszczalność (S _D)	EN 1062-6	> 120 (μ=68950)	m
Przyczepność do betonu	EN 1542	> 3	N/mm ²
Siła adhezji po cyklach zamrażania i odmrażania	EN 13687-1	> 3	N/mm ²
Zachowanie w sztucznych warunkach atmosferycznych	EN 1062-11	Bez zmian	–
Odporność na ścieranie (Taber H22, 1000 g, 1000 c)	EN ISO 5470-1	Utrata masy < 150	mg
Odporność na uderzenia	EN ISO 6272/2	> 20 (Klasa III)	Nm
Odporność na poślizg	EN 13036-4	Sucho: 63 (Klasa II) Mokro: 30	–
Temperatura pracy (suchy)	–	-20 do +80	°C
Temperatura pracy (mokry)	–	0 do +50	°C

Wykonane w technologii membran z polimocznika systemy izolacji wodochronnej zbiorników wodnych i wież ciśnieni zapewniają ochronę zasobów wodnych i ochronę konstrukcji zbiorników przed procesami destrukcyjnymi. Membrany wodochronne **MasterSeal M 689** na bazie żywicy polimocznikowej zapewniają niezawodną izolację wodochronną powierzchni betonowych, murowanych i stalowych, przez co zapobiegają utracie (przesączeniu się) wody. Ponadto posiadają one certyfikat potwierdzający zgodność do kontaktu z wodą pitną, gwarantując w ten sposób jej jakość. Uszczelniacze dylatacyjne **MasterSeal** zapewniają wytrzymałe łączenie szczelin i stanowią uzupełnienie systemu izolacji wodochronnej (ryc. 6.30).



Ryc. 6.30. Powłoka polimocznikowa na nieregularnych elementach zbiornika wody. Udostępnione przez: DUKO ENGINEERING

Kompleksowa renowacja zbiorników do magazynowania wody wymaga zastosowania całego systemu kompatybilnych produktów, które swoimi właściwościami będą się wzajemnie uzupełniać (ryc. 6.31).



Ryc. 6.31. Szczelna izolacja wokół różnych detali i elementów

■ 6.2.8. Przygotowanie podłoża i prace naprawcze wraz z aplikacją powłoki polimocznikowej

Uwagi dotyczące przygotowania podłoża, prace naprawcze i opis aplikacji powłoki polimocznikowej zawarto w rozdz. 6.1.2.

■ 6.2.9. Zestawienie materiałów

Tabela 6.4 przedstawia produkty niezbędne do realizacji wszystkich etapów prac związanych z wykonaniem powłoki polimocznikowej w zbiornikach na wodę.

Tabela 6.4. Zestawienie produktów do wykonania membrany polimocznikowej wraz z pracami naprawczymi w zbiornikach na wodę

		MasterEmaco N 5100 FC	MasterEmaco N 5200	MasterEmaco S 5400	MasterEmaco S 488	MasterEmaco S 5450 PG	MasterSeal P 385 (A,B,2x D)	MasterEmaco P 5000 AP	MasterInject 1325	MasterInject 1330	MasterInject 1380	MasterSeal 920	MasterTop P 615	MasterSeal P 770	MasterTop P 622	MasterSeal P 770	MasterSeal P 681	MasterSeal P 684	MasterSeal P 691	MasterSeal 912	MasterSeal NP 474	MasterSeal 930	MasterSeal 590	MasterSeal P 385	MasterSeal M 689	
Naprawa betonu: Cementowe 1K	Powierzchniowe od 1 do 3 mm (Klasy R2)	■																								
	(Klasy R4)		■		■																					
Epoksydowo- cementowe 3K	Powierzchnie poziome (R4)					■																				
	2–40 mm stanowiący jednocześnie bufor przeciwwilgociowy						■																			
Inhibitor korozji	Grunt szcpepy do stali zbrojeniowej							■																		

		MasterEmaco N 5100 FC	MasterEmaco N 5200	MasterEmaco S 5400	MasterEmaco S 488	MasterEmaco S 5450 PG	MasterSeal P 385 (A,B,2xD)	MasterEmaco P 5000 AP	MasterInject 1325	MasterInject 1330	MasterInject 1380	MasterSeal 920	MasterTop P 615	MasterSeal P 770	MasterTop P 622	MasterSeal P 770	MasterSeal P 681	MasterSeal P 684	MasterSeal P 691	MasterSeal 912	MasterSeal NP 474	MasterSeal 930	MasterSeal 590	MasterSeal P 385	MasterSeal M 689		
Iniekcje rys	Typu „D”									■																	
	Typu „F”										■																
	Typu „S”							■																			
	Kurtynowe																										
Podparcie z pianki polietylenowej do spoin dylacyjnych											■																
Żywica gruntująca	Do podłoży betonowych z obsypką piaskiem kwarcowym													■													
	Do podłoży betonowych bez obsypki piaskiem kwarcowym												■														
	Do podłoży metalowych żelazo/żeliwo															■											
	Aluminium, ocynk, stal nierdzewna																	■									
	PCV, GRP, powłoki żywiczne, EPDM																		■								
Elastyczne wypełnienie dylatacji	Skurczowych																					■					
Pęczniące w wilgoci wypełnienie dylatacji	Blokowanie podciągania wody																				■						
Taśmy do naklejania	Na dylatacje konstrukcyjne																						■				
Stopowanie wycieków wody pod ciśnieniem	Błyskawicznie pęczniący																							■			
Bariera przeciwwilgociowa	Do 8% wilgotności cienkowsarstwowa 1,5 mm																								■		
Powłoka	Polimocznikowa																									■	



Ryc. 6.32. Powłoka polimocznikowa na wewnętrznych powierzchniach zbiornika wody. Udostępnione przez: DUKO ENGINEERING

6.3. Zbiorniki hodowlane

6.3.1. Wstęp

W ostatnich latach w całej Europie powstaje coraz więcej projektów służących do hodowli ryb i różnego rodzaju ssaków i zwierząt morskich. Część z nich – jak fokaria, akwaria czy delfinaria zlokalizowane przy ogrodach zoologicznych – służy przede wszystkim jako atrakcja turystyczna dla zwiedzających. Inne obiekty tego typu przeznaczone są do badań prowadzonych przez oceanografów, do tresury lub leczenia (np. fok zranionych w ich środowisku naturalnym przez śruby statków, sieci rybackie lub drapieżniki).

Coraz częściej budowane są również stawy do hodowli ryb lub krewetek, a także akwaria i oceanaria. Większość ssaków, ryb czy skorupiaków wymaga jednak słonej wody, ponieważ ich naturalne środowisko to morza lub oceany.

Wytworzenie i utrzymanie odpowiednich warunków do prawidłowego rozwoju, zdrowia i dobrej kondycji zwierząt morskich poza ich naturalnym środowiskiem wymaga zarówno zaawansowanej wiedzy w dziedzinie hodowli, jak i zaawansowanych technologii i instalacji.

6.3.2. Warunki środowiskowe

Zdecydowana większość wymienionych powyżej przypadków wymaga odtworzenia warunków zbliżonych do środowiska morskiego. Norma PN-EN 206-1 określa takie środowisko jako klasę ekspozycji środowiskowej XS. Klasa XS to środowiska wywołujące korozję powodowaną chlorkami pochodzącymi z wody morskiej. Jedną z bardziej skutecznych metod ochrony konstrukcji przed klasą ekspozycji środowiskowej XS jest wykonanie nawierzchniowej powłoki uniemożliwiającej wnikanie do struktury betonu wody z solą.

6.3.3. Rysy w konstrukcji zbiorników

Zbiorniki hodowlane, jako masywne konstrukcje połączone monolitycznie z płytą fundamentową, przysparzają wiele problemów już na etapie wczesnego dojrzewania betonu. Problemy te polegają na występowaniu w konstrukcji dużych naprężeń powodujących powstawanie rys, głównie pionowych (ryc. 6.33). Rysy te są początkowo następstwem efektów skurczowych i można przyjąć, że mają charakter nieodwracalny. W trakcie eksploatacji pod wpływem obciążeń hydrostatycznych powstają w konstrukcji naprężenia wewnętrzne – rozciągające i ściskające. Naprężenia te mogą mieć charakter cykliczny, np. podczas napełniania i opróżniania zbiornika. Naprężenia rozciągające w płaszczyźnie zbiornika powodują dalsze rozwarście istniejących już rys. Rysy powstające od obciążeń mają w przeważającej części charakter cyklicznego poszerzania się i zwężania, co skutecznie utrudnia prace naprawcze, które z zasady wykonuje się przy pustym zbiorniku. Szerokość rysy jest trudna do pomiarzenia ze względu na bardzo nieregularny kształt i zmienny na długości wymiar. W praktyce właściwsze byłoby pojęcie „szacowanie” szerokości rozwarcia rysy. Z nierównomiernej struktury rysy wynika, że rysa o szerokości nawet 0,1 mm może być przyczyną przesączenia się wody (cieczy) ze zbiornika.



Ryc. 6.33. Rysy typowe dla konstrukcji zbiornika

■ 6.3.4. Obciążenia działające na zbiorniki

Wybudowane zbiorniki oddane do eksploatacji podlegają różnym obciążeniom [70, 136, 137]. Podstawowym obciążeniem zgodnie z przeznaczeniem zbiorników na ciecze jest obciążenie cieczą, czyli naprężenia wywołane parciem hydrostatycznym na dno i ściany zbiornika. W przypadku zbiorników zagłębionych podstawowym obciążeniem będzie ponadto parcie gruntu i ewentualnie siły wyporu, a oddziaływanie na ściany zbiornika będzie zależne od aktualnego poziomu lustra wód gruntowych. Zagadnienia te są często bardziej złożone i wymagają indywidualnej analizy.

Oddziaływania termiczne należy uwzględniać przy zmianach temperatur w wymiarze lato–zima, choć w niektórych przypadkach mogą zaistnieć naprężenia termiczne powstałe od oddziaływań krótkoterminowych (np. napełnianie zimną wodą zbiornika rozgrzanego słońcem). Te wszystkie czynniki mogą wpływać negatywnie na dalsze poszerzanie się rys i fakt ten powinien być uwzględniony przy doborze systemu zabezpieczenia powłokowego z wysoką zdolnością przesklepiania rys przy obciążeniach cyklicznych (ze względu na cykliczny charakter rozszerzania się i zwężania tych rys).

■ 6.3.5. Warunki higieniczne

W związku z przeznaczeniem zbiorników do stałego przebywania w nich żywych organizmów (często bardzo wrażliwych na czystość i jakość wody) ich wewnętrzne powierzchnie powinny być zabezpieczone gładką powłoką, łatwą do wyczyszczenia, z materiałów niezawierających żadnych lotnych związków organicznych. Materiał ten powinien być przebadany pod względem jego wpływu na czystość wody, powinien być nieszkodliwy i posiadać stosowne dopuszczenie do kontaktu z wodą pitną (atest higieniczny).

■ 6.3.6. Armatura technologii utrzymania jakości wody

Technologia utrzymania odpowiedniej jakości wody, czyli oczyszczanie, natlenianie i nasolenie, wymaga doprowadzenia do zbiorników wielu różnego rodzaju rur. Przejścia rur przez ściany wymagają skutecznego uszczelnienia powłokowego. Uszczelnienie miejscowe jednokomponentowym poliuretanem jest w tym przypadku niewystarczające, ponieważ zarówno ryby, jak i inne zwierzęta wodne mają skłonności do gryzienia i drapania wszystkiego, co znajduje się w ich zasięgu. Poza tym zbiorniki takie są często czyszczone myjką wysokociśnieniową, która wywiera większe siły, niż może wytrzymać kit poliuretanowy.

Ze względów technologicznych niektóre z tych rur są zazwyczaj wykonane z PCV, inne z EPHD, czasami występują rury stalowe czy żeliwne.

Przy realizacji powłok polimocznikowych [MasterSeal M 689](#) w wielu akwariach (m.in. podczas budowy Afrykarium we Wrocławiu) zostały wykonane liczne testy badające przyczepność i skuteczność szczelności natryskowej membrany polimocznikowej celem uszczelnienia tych miejsc w sposób ciągły, wykonując powłokę przechodzącą z powierzchni ściany bez przerw, zakładek czy połączeń bezpośrednio na element armatury. Testy wyników wykonane dla membrany [MasterSeal M 689](#) przy różnych materiałach podkładowych przedstawiono poniżej.

■ 6.3.7. Badania powłoki

Badanie 1

W dniu 3.09.2013 na terenie budowy Afrykarium we Wrocławiu przeprowadzono badanie wytrzymałości na odrywanie powłoki polimocznikowej [MasterSeal M 689](#) od podłoża z PCV (ryc. 6. 35).

Przygotowanie powłoki [MasterSeal M 689](#) do badania:

Powierzchnia elementu z PCV została oczyszczona i uszorstkowiona przez przeszlifowanie drobnym papierem ściernym, zagruntowana materiałem [MasterSeal P 691](#) i pokryta przez natrysk polimocznikiem [MasterSeal M 689](#).

Badanie wytrzymałości na odrywanie przeprowadzono metodą „pull-off” zgodnie z jej procedurą, odrywając kolejno nawiercone przez całą grubość powłoki krążki [149].

Wyniki badania:

Próba nr 1 = 3,70 MPa

Próba nr 2 = 3,26 MPa

Próba nr 3 = 3,81 MPa



Ryc. 6.34. Badanie wytrzymałości na odrywanie powłoki polimocznikowej od powierzchni PCV

Na podstawie powyższych badań materiałowych przyjęto, że materiał polimocznikowy [MasterSeal M 689](#) z gruntem szepnym [MasterSeal P691](#) uzyskuje wystarczająco dużą wytrzymałość na odrywanie od podłoża PCV, aby stanowić szczelną izolację połączenia ściany betonowej na przejściu przez nią rury z PCV, gdzie zgodnie z normą 1504-2 wymagana jest wartość 0,8 MPa na powierzchniach nieobciążonych ruchem i 1,5 MPa na powierzchniach obciążonych ruchem.

Badanie 2

W dniu 3.09.2013 na terenie budowy Afrykarium we Wrocławiu przeprowadzono badanie wytrzymałości na odrywanie powłoki [MasterSeal M 689](#) od podłoża z PEHD (ryc. 6.35).

Przygotowanie powłoki [MasterSeal M 689](#) do badania:

Powierzchnia elementu z PEHD została oczyszczona i uszorstkowiona przez przeszlifowanie drobnym papierem ściernym, zagruntowana materiałem [MasterSeal P 691](#) i pokryta przez natrysk polimocznikiem [MasterSeal M 689](#).

Badanie wytrzymałości na odrywanie przeprowadzono metodą „pull-off” zgodnie z jej procedurą, odrywając kolejno nawiercone przez całą grubość powłoki krążki.

Wyniki badania:

Próba nr 1 = 1,89 MPa

Próba nr 2 = 1,82 MPa

Próba nr 3 = 1,80 MPa



Ryc. 6.35. Badanie wytrzymałości na odrywanie powłoki polimocznikowej od powierzchni PEHD

Badania wykazały, że materiał polimocznikowy **MasterSeal M 689** z gruntem szcpeym **MasterSeal P 691** uzyskuje wyższą wytrzymałość na odrywanie od podłoża PEHD od wymaganego minimum zgodnie z normą 1504-2 (0,8 MPa na powierzchniach nieobciążonych ruchem i 1,5 MPa na powierzchniach obciążonych ruchem).

Jednak przy wykonywaniu natrysku powłoki polimocznikowej **MasterSeal M 689** na podłożu z EPHD zaleca się każdorazowo wykonać testy na tym konkretnym materiale PEHD, ponieważ, w zależności od producenta, oprócz standardowego polietyleny do produkcji PEHD stosowane są różnego rodzaju dodatki i wypełniacze, które *de facto* mają wpływ na właściwości produktu końcowego. Na przykład w przypadku czystego polietyleny często nie można uzyskać wymaganej przyczepności powłoki do podłoża.

Mimo wysokiej przyczepności materiału **MasterSeal M 689** do powierzchni PCV i PEHD, zaleca się przy natrysku tego materiału zastosować na rurach dodatkowe zabezpieczenie na zakończeniu powłoki w postaci stalowej obejmy zaciskowej założonej na wykonany natrysk i pokrycie jej drugą warstwą powłoki z materiału **MasterSeal M 689**. Zalecenia te są spowodowane stosunkowo dużą giętkością i odkształcalnością rur PCV i PEHD, które pod wpływem uderzeń dużych ryb lub ssaków morskich mogłyby się odkształcić i rozszczelić.

Rury stalowe lub żeliwne powinny być pokryte powłoką polimocznikową w całości, aby w ten sposób zabezpieczyć je przed korozją (ryc. 6.36).



Ryc. 6.36. Powłoka polimocznikowa na instalacyjnej rurze stalowej. Udostępnione przez: DUKO ENGINEERING

■ 6.3.8. Wymagania dotyczące powłoki zabezpieczającej (membrany powłokowej)

Przy doborze odpowiedniej powłoki do zabezpieczenia tego typu zbiorników należy wziąć pod uwagę:

- klasę ekspozycji środowiskowej i możliwe zjawiska korozji betonu, jakie ona powoduje zgodnie z normą PN EN 206-1,
- zjawiska powstawania rys w konstrukcji betonowej w wyniku naprężeń we wczesnej fazie dojrzewania betonu,
- powstawanie naprężeń powodujących cykliczne rozszerzanie i ponowne zwężanie się rys, wywołane parciem hydrostatycznym na konstrukcję betonową po obciążeniu zbiornika wodą,
- oddziaływania zastosowanego materiału pod względem ewentualnej szkodliwości dla zdrowia organizmów, jakie mają być w tych zbiornikach hodowane,
- wytrzymałość stosowanej technologii zabezpieczenia na obciążenia mechaniczne, w tym udarność, pod kątem możliwości czyszczenia zbiorników różnymi technikami mechanicznymi.

Biorąc pod uwagę wymagania parametrów technicznych materiału, niezbędnych do uzyskania skutecznego zabezpieczenia przed wymienionymi wyżej zagrożeniami i obciążeniami, oraz korzystając przy tym ze wskazówek zawartych m.in. w normie PN EN 1504-2, można je określić, co przedstawiono w tab. 6.5.

Tabela 6.5. Wymagane parametry techniczne materiałów stosowanych do wykonywania powłok wodochronnych w żelbetowych zbiornikach na wodę do celów hodowlanych

Właściwości użytkowe	Wymagania
Absorpcja kapilarna wody	$w < 0,1 \text{ kg/m}^2/\text{h}^{0,5}$
Odporność na ścieranie	Ubytek masy mniejszy niż 3000 mg, koło ściernąca H22/1000 obrotów/obciążenie 1000 g
Zawartość lotnych związków organicznych	Brak
Przyczepność do podłoża przy odrywaniu	$\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ przy powierzchniach obciążonych ruchem i $0,8 \text{ N/mm}^2$ na powierzchniach bez obciążenia ruchem
Odporność na uderzenia	Brak rys i odspojeń po uderzeniu Klasa III $\geq 20 \text{ Nm}$
Przyczepność do podłoża po 50 cyklach zamarzania i rozmarzania	$\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$
Odporność na silną agresję chemiczną roztworu soli	Utrata twardości o mniej niż 50% po 28 dniach pod ciśnieniem, Klasa III
Zdolność przesklepiania rys w podłożu z obciążen statycznych	B3.2 (-20°C)
Atest higieniczny	Dopuszczenie do kontaktu z wodą pitną

Do zabezpieczania powierzchni wewnętrznych w zbiornikach hodowlanych zaleca się chemoodporne natryskowe powłoki polimocznikowe **MasterSeal M 689**, które spełniają wszystkie wymagania przedstawione w powyższej tabeli, tzn. są szczelne wobec ciekłego środowiska agresywnego chemicznie, wysoce odporne na uszkodzenia mechaniczne, wodoszczelne, odporne na cykle zamarzania i rozmarzania, nie zawierają żadnych lotnych związków organicznych i posiadają atest PZH do kontaktu z wodą pitną.

Tabela 6.6. Charakterystyki właściwości użytkowych materiału MasterSeal M 689, pokazujące jednoznacznie, że spełnia on wymagania dla zbiorników hodowlanych

Właściwości	Norma	Dane	Jednostka
Gęstość zmieszanego materiału	EN ISO 2811-1	Okolo 1,1	g/cm^3
Twardość, skala Shore'a A	–	92	–
Twardość, skala Shore'a D	–	42	–
Wytrzymałość na rozciąganie	DIN 53504	21	N/mm^2
Wydłużenie przy zerwaniu	DIN 53504	425	%
Wytrzymałość na rozdzieranie	DIN 53515	58	N/mm^2
Statyczne mostkowanie rys	EN 1062-7 (A)	A5 ($+23^\circ\text{C}$)	–

Dynamiczne mostkowanie rys	EN 1062-7 (B)	B4.2 (-20°C)	–
Reakcja na ogień	EN 13501-1	C _{FL} -s1	–
Kapilarna absorpcja wody	EN 1062-3	0,002	kg/m ² /h ^{0,5}
Przepuszczalność pary wodnej (S _p)	EN ISO 7783-1	< 5 / Klasa I (μ=3658)	M
CO ₂ przepuszczalność (S _p)	EN 1062-6	> 120 (μ=68950)	M
Przyczepność do betonu	EN 1542	> 3	N/mm ²
Siła adhezji po cyklach zamrażania i odmrażania	EN 13687-1	> 3	N/mm ²
Zachowanie w sztucznych warunkach atmosferycznych	EN 1062-11	Bez zmian	–
Odporność na ścieranie (Taber H22, 1000 g, 1000 c)	EN ISO 5470-1	Utrata masy < 150	mg
Odporność na uderzenia	EN ISO 6272/2	> 20 (Klasa III)	Nm
Odporność na poślizg	EN 13036-4	Sucho: 63 (Klasa II) Mokro: 30	–
Temperatura pracy (suchy)	–	-20 do +80	°C
Temperatura pracy (mokry)	–	0 do +50	°C

Tabela 6.7. Odporność chemiczna materiału MasterSeal M 689

Odporność chemiczna (zgodnie EN 13529)			
Grupa	Opis	Badana ciecz	Rezultat
DF 1	Benzyna	47,5% toluen + 30,4% izooktan + 17,1% <i>n</i> -heptan + 3% metanol + 2% 2-metyl-propanol-(2)	Klasa II
DF 2	Paliwa lotnicze	50% toluen + 50% izooktan Paliwo lotnicze 100 LL NATO kod F18 Turbo fuel A1 NATO Kod F24/F35	Klasa I
DF3	Olej opałowy, olej napędowy i inne nieużywane do spalania oleje silnikowe	80,0% <i>n</i> -parafiny (C12 bis C18) 20,0% metylonaftalenowa	Klasa III
DF 4	Wszystkie węglowodory i ich mieszaniny zawierające benzol maks. 5 obj.-%	60% toluen + 30% ksylen + 10% metylonaftalenowa	Klasa I
DF 4a	Benzen i benzen zawierający mieszaniny (zaw. 4)	30% benzen + 30% toluen + 30% ksylen + 10% metylonaftalenowa	Nie
DF 4b	Surowe oleje		Klasa III
DF 4c	Używane do spalania oleje silnikowe i używane motoryzacyjne oleje przekładniowe o temperaturze zapłonu > 55°C	80% olej silnikowy + 10% toluen + 9,9% woda + 0,1% anion powierzchniowo czynny	Klasa III
DF 5	Mono- i wielwartościowy alkohol (do maks. 48 obj.-% metanol), etery glikolu	48 obj.-% metanol + 48 obj.-% IPA + 4% woda	Klasa I (7d)
DF 5a	Wszystkie alkohole i etery glikolu (zaw. 5 i 5b)	Metanol	Klasa I
DF 5b	Jedno- i wielwartościowe alkohole ≥ C2	48 obj.-% metanol + 48 obj.-% IPA + 4% woda	Klasa I (7d)
DF 6	Węglowodory halogenowe ≥ C2 (zaw. 6b)	Trichloroetylen	Nie
DF 6a	Wszystkie węglowodory halogenowe (zaw. 6 i 6b)	Dichlorometan (chlorek metylenu)	Nie
DF 6b	Aromatyczne węglowodory halogenowe	Monochloro-benzen	Nie
DF 7	Wszystkie estry organiczne i ketony (zaw. 7a)	50% octan etylu + 50% izobutylketon kwas	Nie
DF 7a	Aromatyczne estry i ketony	50% kwas salicylan metylu + 50% acetofenon	Nie
DF 7b	Biodiesel	Olej rzepakowy, kwas tłuszczowy ester metylowy	Klasa III
DF 8	Roztwór wodny aldehydu alifatycznego do 40%	Formaldehyd (35–40%) 50% butanal + 50% heptanal	Klasa I (7d)

Odporność chemiczna (zgodnie EN 13529)			
Grupa	Opis	Badana ciecz	Rezultat
DF 9	Wodny roztwór kwasów organicznych (karboksylowe) do 10% oraz ich sole	10% wodny kwas octowy	Klasa III
DF 9a	Kwasy organiczne (karboksylowy, oprócz kwasu mrówkowego) oraz ich sole	50 obj.-% kwas octowy + 50 obj.-% kwas propionowy	Nie
DF 10	Kwasy mineralne (nieutleniające) do 20% i nieorganiczne sole w roztworze wodnym (pH < 6) z wyjątkiem HF	Kwas siarkowy (20%)	Klasa III
DF 11	Ług nieorganiczny (z wyjątkiem utleniających) i sole nieorganiczne w roztworze wodnym (pH > 8)	Roztwór wodorotlenku sodu (20%)	Klasa III
DF12	Wodne roztwory soli nieorganiczne i nieutleniające z pH między 6 a 8	Wodny roztwór chlorku sodu (20%)	Klasa III
DF 13	Aminy, również ich sole (w roztworze wodnym)	35% trietanolamina + 30% <i>n</i> -butyloamina + 35% N,N-dimetyloanilina	Klasa I
DF 14	Wodne roztwory organicznych środków powierzchniowo czynnych		Klasa III
DF 15	Cykliczne i cykliczne etery (zaw. 15a)	Tetrahydrofuran (THF)	Nie
Klasa I: 3 d bez ciśnienia		Zmniejszenie twardości mniej niż 50%, kiedy mierzona jest zgodnie	
Klasa II: 28 d bez ciśnienia		z metodą Buchholz, EN ISO 2815, lub metoda Shore EN ISO 868 24 h po	
Klasa III: 28 d z ciśnieniem		usunięciu powłoki z zanurzenia w cieczy testowej	

6.3.9. Estetyka i kolorystyka w obiektach wystawowych

W sytuacjach gdy powłoki zabezpieczające, oprócz aspektów technicznych opisanych w akapitach powyżej, muszą spełniać funkcję tematyzacji (aspekty estetyczne), gdy zależy użytkownikowi, by miały trwały określony kolor (ryc. 6.37), należy zastosować powłoki z polimocznika alifatycznego (np. *MasterSeal M 699*).



Ryc. 6.37. Polimocznik alifatyczny w delfinarium

6.3.10. Przygotowanie podłoża i prace naprawcze wraz z aplikacją powłoki polimocznikowej

Prace przygotowawcze przed natryskiem powłoki polimocznikowej należy wykonać zgodnie z opisem w rozdz. 6.1.2.

6.3.11. Zestawienie materiałów

Tabela 6.8 przedstawia produkty niezbędne do realizacji wszystkich etapów prac związanych z wykonaniem powłoki polimocznikowej w zakresie zbiorników na wodę do celów hodowlanych.

Tabela 6.8. Zestawienie produktów koniecznych do wykonania krok po kroku wszystkich niezbędnych etapów prac: przygotowania i napraw podłoża, uszczelnienia detali i wykonania powłoki polimocznikowej w zakresie zbiorników na wodę do celów hodowlanych

		MasterEmaco N 5100 FC	MasterEmaco N 5200	MasterEmaco S 5400	MasterEmaco S 488	MasterEmaco S 5450 PG	MasterSeal P 385 (A,B,2x-D)	MasterEmaco P 5000 AP	MasterInject 1325	MasterInject 1330	MasterInject 1380	MasterSeal 920	MasterTop P 615	MasterSeal P 770	MasterTop P 622	MasterSeal P 770	MasterSeal P 681	MasterSeal P 684	MasterSeal P 691	MasterSeal 912	MasterSeal NP 474	MasterSeal 930	MasterSeal 590	MasterSeal P 385	MasterSeal M 689	
Naprawa betonu: Cementowe 1K	Powierzchniowe od 1 do 3 mm (Klasy R2)	■																								
	(Klasy R4)		■		■																					
Epoksydowo-cementowe 3K	Powierzchnie poziome (R4)					■																				
	2–40 mm stanowiący jednocześnie bufor przeciwwilgociowy						■																			
Inhibitor korozji	Grunt szcpepy do stali zbrojeniowej						■																			
	Typu „D”									■																
Iniekcje rys	Typu „F”										■															
	Typu „S”							■																		
	Kurtynowe											■														
Podparcie z pianki polietylenowej do spoin dylatacyjnych												■														
Żywica gruntująca	Do podłoży betonowych z obsypką piaskiem kwarcowym													■												
	Do podłoży betonowych bez obsypki piaskiem kwarcowym												■													
	Do podłoży metalowych żelazo/żeliwo																■									
	Aluminium, ocynk, stal nierdzewna																	■								
	PCV, GRP, powłoki żywiczne, EPDM																		■							
Elastyczne wypełnienie dylatacji	Skurczowych																					■				
Pęczniące w wilgoci wypełnienie dylatacji	Blokowanie podciągania wody																				■					
Taśmy do naklejania	Na dylatacje konstrukcyjne																						■			
Stopowanie wycieków wody pod ciśnieniem	Błyskawicznie pęczniący																							■		
Bariera przeciwwilgociowa	Do 8% wilgotności cienkownikowa 1,5 mm																								■	
Powłoka	Polimocznikowa																									■

■ 6.3.12. Stawy hodowlane i zbiorniki retencyjne

Najczęściej spotykane zbiorniki do hodowli ryb to wykopane w gruncie stawy hodowlane z przepływającą wodą. Jednak występują sytuacje, w których nie jest możliwe utrzymanie wody w wykopie ze względu na warunki geologiczne. Tereny o przepuszczalnej strukturze gruntu i niskim poziomie wód gruntowych nie sprzyjają utrzymaniu wody w wykopanej niecce w gruncie. Budowanie w takich sytuacjach konstrukcji zbiorników betonowych o dużych gabarytach jest bardzo kosztowne i czasochłonne. W takich przypadkach można wykorzystać możliwość natrysku powłoki polimocznikowej na ułożoną w wykopie włókninę techniczną.

Stosując tę technologię, można wykonać zarówno małe oczko wodne w ogrodzie przydomowym, jak i duży zbiornik wodny do hodowli ryb czy zbiorniki retencyjne.

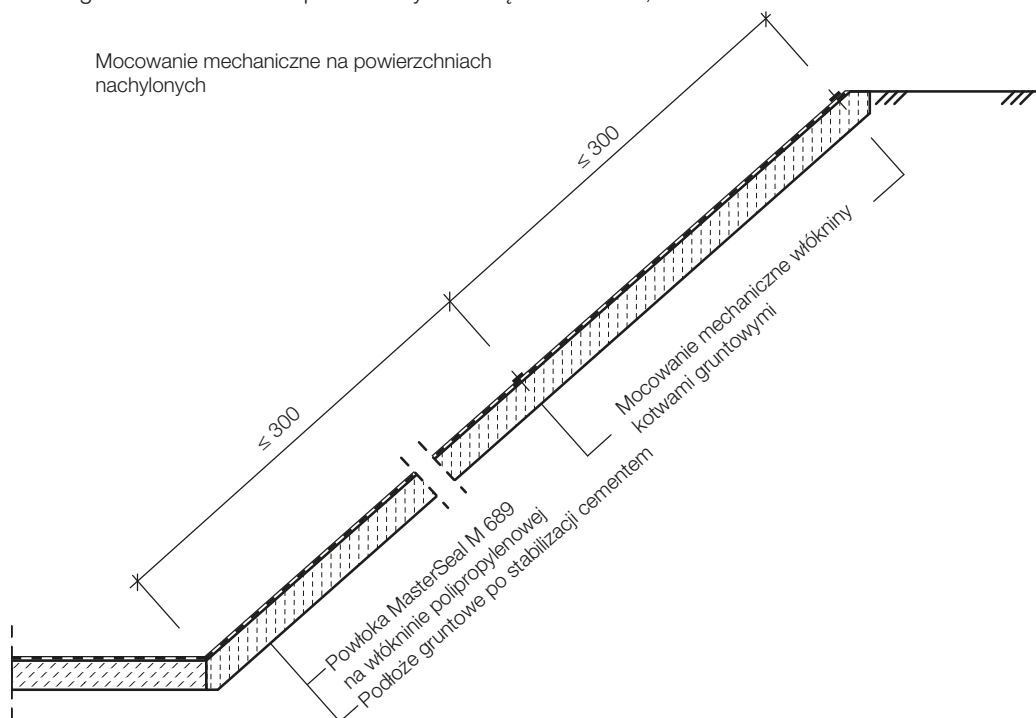
Układanie włókniny

Włókninę dopasowuje się do kształtu przygotowanego wykopu w gruncie i rozkłada na całej powierzchni, zachowując zakłady szerokości ok. 10 cm poszczególnych arkuszy włókniny w sposób luźny (bez naprężania/naciągania). Włókninę należy przymocować do podłoża przez kołkowanie kotwami gruntowymi. Elementy narożników, zaokrągleń itp. należy przyciąć i przykleić do przygotowanego podłoża. Na końcu należy przykleić na zakład pasy włókniny w miejscach o nieregularnych kształtach. Miejsca zakładów trzeba posmarować klejem poliuretanowym (np. [MasterSeal NP 474](#)) i szczelnie połączyć. Następnie metodą natrysku wykonuje się warstwę izolacji wierzchniej z materiału polimocznikowego [MasterSeal M 689](#).

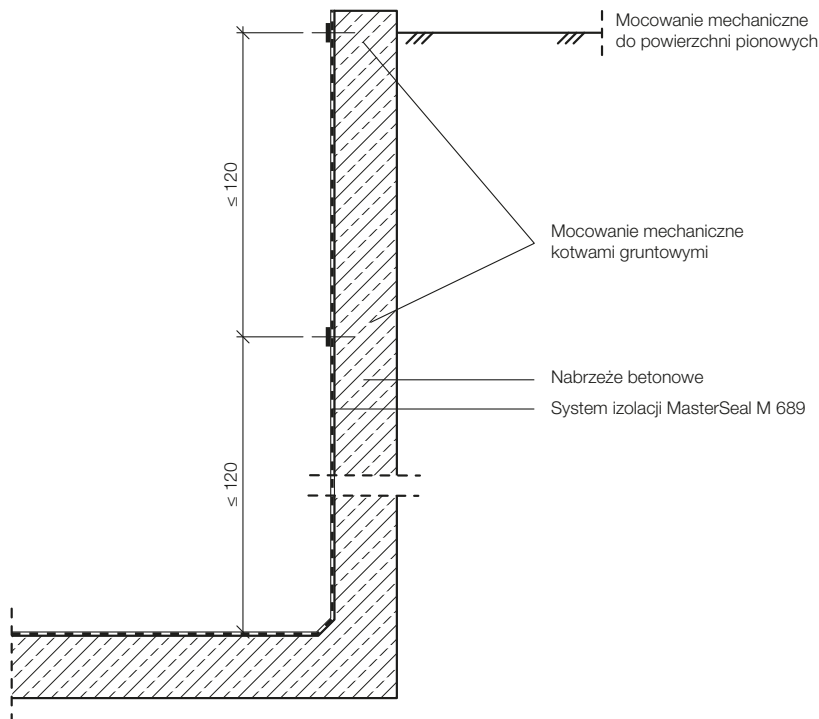
W przypadku konieczności uzyskania wodoszczelnego zabezpieczenia bezpośrednio na gruncie, bez podkładu z masywnej betonowej konstrukcji, wykonanie izolacji przebiega według niżej podanych czynności:

1. Przygotowanie i oczyszczenie podłoża:
 - z wnętrza zbiornika należy usunąć wszystkie ostre i twarde przedmioty, takie jak kamienie, elementy betonowe, stalowe, żelazne czy korzenie.
2. Stabilizacja gruntu:
 - grunt rodzimy należy ustabilizować za pomocą cementu o grubości warstw ok. 10–20 cm w przypadku powierzchni poziomej i ok. 20–30 cm w przypadku powierzchni skośnych. Im większy spadek, tym większa powinna być grubość warstwy stabilizacji;
 - stabilizacja gruntu cementem polega na wymieszaniu i zagęszczeniu warstwy gruntu z odpowiednią ilością cementu i wody;
 - ilość dodawanego cementu niezbędna do uzyskania odpowiednich właściwości podłoża zależy od uziarnienia gruntu i jego porowatości, lecz jego ilość nie powinna przekraczać 4–6% w stosunku do masy suchego gruntu;
 - wymieszanie cementu z gruntem można wykonać za pomocą glebogryzarki lub frezarek gruntowych używanych do stabilizowania gruntu w budownictwie drogowym;
 - usunięcie wydobytych na powierzchnię kamieni i innych twardych i kanciastych przedmiotów podczas mieszania gruntu z cementem można wykonać np. przez bronowanie;
 - kontrola jakości oczyszczenia powierzchni wykopu może być przeprowadzona „wzrokowo” przez pracowników, którzy powinni przejść przez plac budowy w odstępnie pomiędzy sobą nie większym niż trzy metry. Usuwanie przedmiotów mogących stwarzać zagrożenie przecięcia lub przebicia izolacji przeprowadzane jest ręcznie;
 - następnie należy przez wałowanie zagęścić grunt zmieszany z cementem;
 - prace zakończyć pielęgnacją polegającą na polewaniu wodą wymieszanego gruntu z cementem.
3. Ułożenie i mocowanie włókniny polipropylenowej:
 - ze względu na absorpcję wilgoci z atmosfery przez włókninę polipropylenową należy rozkładać na gruncie taką powierzchnię, aby w czasie nie dłuższym niż 24 godziny pokryć ją w całości powłoką polimocznikową;
 - pasy włókniny należy układać bez naprężeń, z minimalnym zakładem 10 cm;
 - spód włókniny w obszarze zakładów (spoin czołowych) należy na całej szerokości zakładu 10 cm pokryć materiałem jednokomponentowym [MasterSeal NP 474](#);
 - wierzch włókniny w obszarze wykonywanych zakładów (spoin czołowych) przy zastosowaniu kleju [MasterSeal NP 474](#) należy docisnąć wałkiem stalowym lub ze sztucznego tworzywa, analogicznie jak robi się to przy klejeniu tapet;

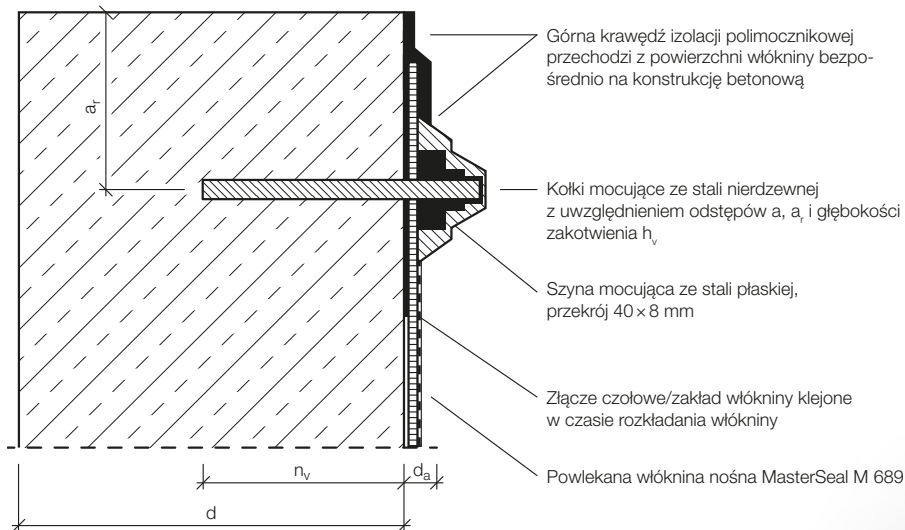
- aby zapobiec zsuwaniu się oraz marszczeniu na powierzchniach pionowych i nachylonych, pasy włókniny należy mocować przez gruntowe kotwy mechaniczne;
- pasy włókniny na powierzchniach skośnych należy układać w kierunku spadku, zgodnie z kierunkiem nachylenia zbocza z góry do dołu;
- przy powierzchniach skośnych, gdy pasy włókniny są układane w kierunku spadku, odcinkowa odległość linii kołkowania powinna być nie większa niż 3 m;



- w przypadku pionowych powierzchni brzegowych, które zaleca się wykonywać (ze względu na siłę naporu gruntu) w formie betonowych ścian oporowych, należy zagęścić kotwienie mechaniczne do rozstawu 120 cm;



- wzdłuż poziomej linii górnej krawędzi mocowania mechanicznego włókniny należy stosować dociskowe listwy z płaskowników stalowych (40×8 mm), usytuowanych w kierunku poprzecznym do nachylenia zbocza i analogicznie poziomo na powierzchni pionowej;



a – osiowy odstęp między kołkami maks. 100 cm

a_r – odstęp między krawędzią górną = $\frac{1}{2} d$

h_v – głębokość zakotwienia = $\frac{1}{2} d$

d – min. grubość elementów konstrukcyjnych

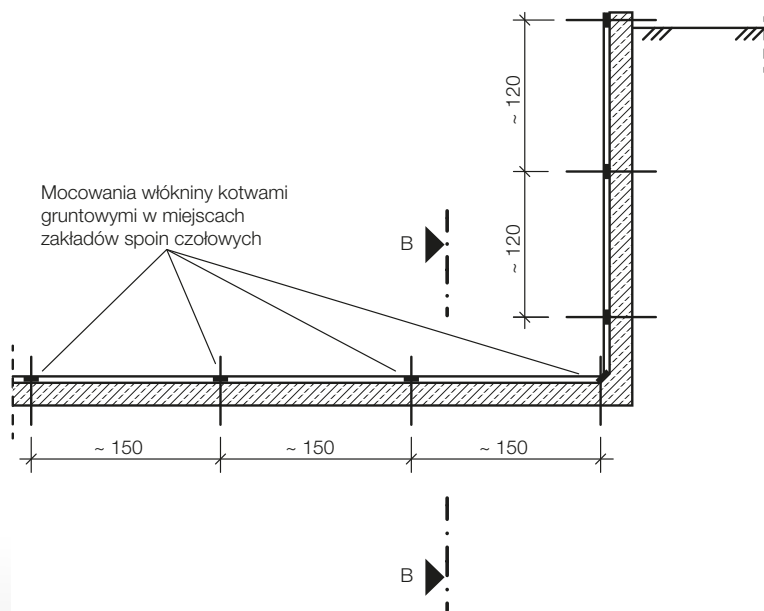
d_a – grubość elementów dodatkowych

h_x – wys. wyłożenia, przy $h_x > 1,20$ m przyporządkować liniowe mocowanie pośrednie bez listwy dociskowej,

a w zamian z okrągłymi płaskimi podkładkami o zewnętrznej średnicy 5 cm. Mocowanie to należy sytuować w sklepanych połączeniach czołowych/zakładach włókniny

- do mocowania dociskowych płaskowników powinny być stosowane kołki mocujące ze stali nierdzewnej;
- przed zamontowaniem górnej krawędzi włókniny na ścianach przez kotwienie szyną dociskową ze stali płaskiej należy całą koronę tej ściany z wywinięciem na zewnętrzną powierzchnię tej ściany na wymiar równy grubości ściany wokół zbiornika (tacy) przygotować mechanicznie przez szlifowanie, w razie konieczności (wysokiej porowatości betonu) wyszpachlować żywicą gruntującą **MasterSeal P 770** z dodatkiem zagęstnika MasterTop Tix 9 i następnego dnia zagruntować szczelnie, rozkładając za pomocą wałka dodatkową ilość żywicy **MasterSeal P 770**;
- całą powierzchnię włókniny wystającą powyżej górnej szyny dociskowej przykleić za pomocą kleju **MasterSeal NP 474** do powierzchni ściany. Istotne jest, aby w tych miejscach zwrócić szczególną uwagę na prawidłowy docisk włókniny do ściany posmarowanej klejem, by w efekcie na całej powierzchni przylegała do betonu;
- przy nanoszeniu powłoki polimocznikowej na tak przygotowaną konstrukcję należy zadbać, by natrysk powłoki przechodził w sposób ciągły z powierzchni włókniny na powierzchnię betonu, okalając całą koronę ścian i zachodząc w dół na zewnętrzną powierzchnię minimum na wymiar równy połowie grubości tej ściany;
- włókninę ułożoną na poziomej powierzchni dna zbiornika retencyjnego/hodowlanego przed wykonaniem natrysku polimocznika należy również przymocować do podłoża za pomocą kotew gruntowych w regularnej siatce 150 × 150 cm, zabezpieczając ją przed przemieszczaniem w trakcie natrysku. Należy mieć jednak na uwadze, że włóknina nie powinna być naprężona, gdyż podczas aplikacji materiału polimocznikowego jego wysoka temperatura może powodować skurcz włókniny i samoczynnie ulegnie ona naprężeniu;

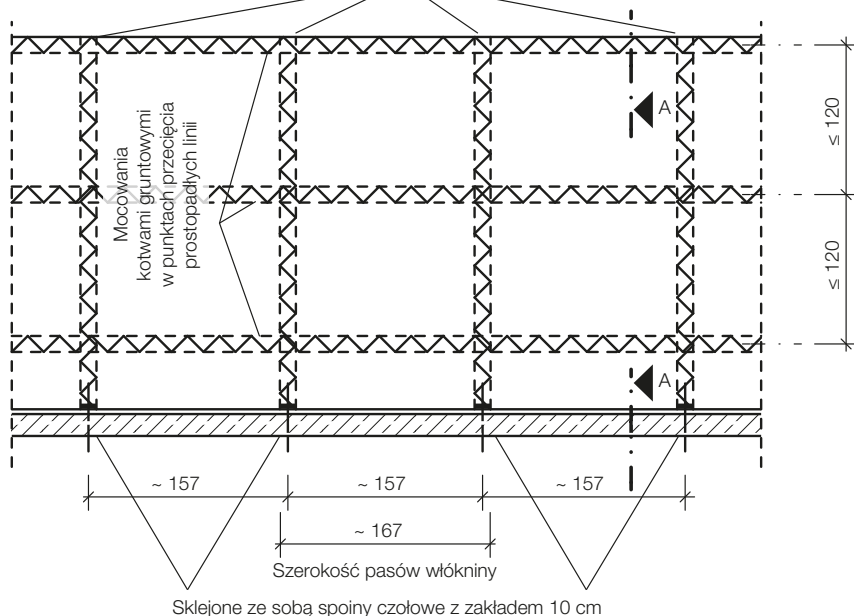
Przekrój A-A: Schemat mocowania włókniny



- kotwy należy wykonywać w regularnych odstępach (zob. rysunek) w zakładach spoin czołowych włókniny;

Przekrój B-B: Schemat mocowania włókniny w siatce krzyżowania się spoin czołowych i prostopadłych linii kotew w rozstawie od 120 do 150 cm

Linie łączenia arkuszy włókniny (spoiny czołowe) na zakład szerokości 10 cm



- po wykonaniu natrysku powłoką izolacji w obrębie kotew należy docisnąć do podłoża za pomocą okrągłej stalowej podkładki o średnicy 10 cm nałożonej na kotew i docisnąć ją dwoma skontrolowanymi wzajemnie nakrętkami, a wystający powyżej odcinek kotwy odciąć;
- po zaciśnięciu (skontrolowaniu) nakrętek należy odciąć szlifarką kątową gwintowaną kotew tuż ponad górną nakrętką i za pomocą przecinaka przyłożonego prostopadle do stalowej kotwy, uderzając w niego ciężkim młotkiem, uniemożliwić odkręcenie nakrętki przez zniekształcenie gwintu;
- każdy detal kotwy gruntowej należy ponownie pokryć warstwą powłoki polimocznikowej punktowo, łącząc ją wokół kotwy z wcześniej wykonaną powłoką izolacji w tym samym dniu, w którym została wykonana główna powłoka tej izolacji polimocznikowej [MasterSeal M 689](#).

4. Uszczelnienie przejść rurowych przez ściany:

- zewnętrzną ściankę rury stalowej (w przypadku rury wychodzącej ze ściany lub skarpy nabrzeża zbiornika) należy wyczyścić mechanicznie obrotową szczotką drucianą na długości ok. 60 centymetrów do stanu Sa 2½;
- wyczyszczoną powierzchnię stalową zagruntować dwukrotnie epoksydowym gruntem z inhibitorem korozji [MasterSeal P 681](#), drugą warstwę należy zasypać piaskiem kwarcowym grubości 0,2–0,5 mm;
- układaną pasami włókninę wywinąć na powierzchnię zagruntowanej rury i przymocować ją obejmą ze stali nierdzewnej, zaciskając ją na włókninie wokół zagruntowanej rury;
- zagruntowaną powierzchnię oraz zaciśniętą obejmę pokryć powłoką polimocznikową [MasterSeal M 689](#), wyprowadzając technologią natrysku ciągly płaszcz izolacji z rury na powierzchnię stabilizowanego podłoża gruntowego z ułożoną uprzednio włókniną.

5. Natrysk powłoki polimocznikowej [MasterSeal M 689](#).

UWAGI

- Wykonując powłoki polimocznikowe na podkładzie z geowłókniny, bezwzględnie należy organizować pracę zespołu w taki sposób, aby cała powierzchnia podłoża, która w danym dniu zostanie wyłożona włókniną, była pokryta warstwą polimocznika. W przeciwnym razie osiadająca rosa może przez noc zawilgoć wełnę, uniemożliwiając następnego dnia natrysk polimocznika.

- W związku ze specyficzną strukturą podłoża z włókniny należy kalkulować nieco większe zużycie polimocznika (2,5–3,0 kg/m²) niż w przypadku aplikacji na podłoże betonowe, a samą aplikację natryskową wykonać w dwóch etapach. W pierwszym etapie natrysku należy zastosować mniejszą średnicę dyszy niż ma to miejsce w przypadku standardowej aplikacji na powierzchnie betonowe, czego celem jest wykonanie cienkiego filmu o gładkiej powierzchni. Zalecenie to jest podyktowane możliwym wystąpieniem zjawiska unoszenia się pojedynczych włókien lub ich grup pod wpływem skurczu w strukturze włókniny. Dlatego po wykonaniu pierwszego natrysku należy skontrolować pokrytą powierzchnię i usunąć przez ścięcie nożem miejscowo uniesione ponad powłokę włókna. Po tym zabiegu można wykonać docelową warstwę natrysku powłoki. Obie warstwy powinny być wykonane w ciągu jednego dnia.
- Prace należy wykonywać i prowadzić odcinkami, pozwalającymi zakończyć je na danym odcinku przed zachodem słońca. Należy uwzględnić usytuowanie w terenie i usytuowanie geograficzne w taki sposób, aby na koniec dnia prowadzić pracę w części, gdzie słońce świeci najdłużej, gdyż w części zacienionej może nastąpić kondensacja pary wodnej. Podobnie rano, prace natryskowe należy zaczynać od części nasłonecznionej, z reguły lepiej osuszonej.
- Podczas natrysku polimocznika włóknina pod wpływem wysokiej temperatury ulega znacznemu skurczowi. Z tego powodu w przypadku obiektów o rozbudowanej geometrii aplikację należy dzielić na dwa etapy. W pierwszym etapie wykonuje się powierzchnię dna, w drugim (nie szybciej niż po 24 godzinach) natrysk na powierzchnie pionowe lub ukośne. Pozwoli to na uniknięcie niekorzystnego efektu od skurczu na podłożu i na ścianach bocznych, którego skutkiem jest „rozprostowanie” powłoki w narożnikach.

6.4. Zbiorniki i zasobniki w rolnictwie

■ 6.4.1. Wstęp

W rolnictwie, zarówno w gospodarstwach uprawnych, jak i hodowlanych, niezbędne są różnego rodzaju zbiorniki na ciecze, cysterny, silosy, tace lub baseny na obornik i płynną gnojownicę, komory lub silosy fermentacyjne do produkcji kiszonek i inne konstrukcje betonowe do magazynowania lub przechowywania różnych materiałów płynnych i sypkich. Konstrukcje te poddawane są z jednej strony oddziaływaniom środowiska zewnętrznego, z drugiej stałe są obciążone silnie korozyjnym działaniem substancji, które są w nich przetrzymywane [70, 124, 199].

Można powiedzieć, że występują tu prawie wszystkie klasy ekspozycji środowiskowej powodujące korozję betonu, które zostały sklasyfikowane w normie PN EN 206-1.

Niszczące działanie przemiennego zamarzania i rozmarzania, szczególnie w przypadku betonów nasiąkliwych lub porowatych, polega na rozsadzaniu przez zwiększającą swoją objętość wodę, która wnika powierzchniowo w porowatą (wskutek procesów korozyjnych) strukturę betonu.

Pory zwiększają swoją objętość i zbiera się w nich coraz więcej wody, a ponowne cykle zamarzania rozsadzają strukturę betonu. W konsekwencji wskutek coraz większej porowatości struktury betonu w strefie pasywnej (otuliny stali zbrojeniowej) obniża się jej poziom pH i ułatwia przepływ dwutlenku węgla do stali zbrojeniowej, powodując jej korozję. To właśnie korozja stali, a następnie pękanie i odpadanie betonu wzdłuż prętów zbrojeniowych są wynikiem destrukcyjnych procesów następujących w żelbetowych konstrukcjach.

Procesy te są szczególnie widoczne w przypadku budownictwa rolniczego, gdzie produkcja betonu nie zawsze odbywa się z zachowaniem pełnego reżimu technologicznego, a środowisko, z którym beton ma bezpośredni kontakt, jest często silnie agresywne. Warunki podwyższonej wilgotności i obecność dwutlenku węgla sprzyjają procesowi karbonatyzacji i korozji.

Kolejne klasy ekspozycji zostały podzielone na podklasy w zależności od stopnia warunków środowiskowych i nasilenia zjawiska korozji, jakie one wywołują. Klasa XC, czyli zagrożenie środowiskowe występowania karbonatyzacji, dzieli się na cztery podklasy.

- Środowisko stale mokre lub stale suche norma PN EN 206-1 klasyfikuje jako zagrożenie korozją spowodowaną karbonatyzacją i klasę ekspozycji XC1.
- Środowisko mokre, sporadycznie suche, jako klasę XC2.
- Umiarkowanie wilgotne środowisko to klasa XC3.
- XC4 – to środowisko cyklicznie mokre/suche. Proces karbonatyzacji zachodzi najszybciej przy wilgotności powietrza 50–70%.

W środowisku całkowicie suchym proces nie zachodzi, bo do reakcji dwutlenku węgla potrzebna jest chociaż niewielka ilość wody. Jednak w zależności od pory roku środowisko i ilość wilgoci zmieniają się i okresowo procesy niszczące konstrukcje betonowe spowalniają lub zatrzymują się całkowicie, a w innym okresie zachodzą z dużą intensywnością.

Zbiorniki na ciecze w rolnictwie, zwykle zlokalizowane na zewnątrz, są wyeksponowane na środowisko cyklicznie mokre i suche. Jeżeli są przeznaczone na ciecze, znajdują się one długotrwale w środowisku mokrym i często agresywnym. Występuje wówczas jednocześnie kilka czynników niekorzystnie oddziałujących na konstrukcję.

Szybkość przebiegu procesu karbonatyzacji i różnego rodzaju korozji zależy od wielu czynników. Do najważniejszych z nich należą: wilgotność, stężenie dwutlenku węgla w powietrzu, szczelność betonu, stężenie jonów chlorkowych, siarczanowych, amonowych czy magnezowych w wodach gruntowych i pH tychże wód gruntowych.

Przebieg procesów korozji zmienia wpływ czynników środowiskowych, pozwalając, by rozpoczynały się kolejne z nich. Na przykład, gdy mamy konstrukcję żelbetową z odpowiednią warstwą pasywną, czyli dobrze zagęszczoną i nieprzepuszczalną warstwą otuliny stali zbrojeniowej, chroniącą ją przed korozją, ale w środowisku panuje umiarkowana wilgotność powietrza 50–70% i średni poziom dwutlenku węgla 3–3,5%, wtedy rozpocznie się proces karbonatyzacji, którego następstwem będzie zmiana struktury wierzchniej warstwy betonu ze zwiększającą się porowatą. Porowatość i dalsze oddziaływanie dwutlenku węgla obniża pH otuliny chroniącej zbrojenie, a dodatkowo umożliwi przedostawanie się tlenu i wody do stali zbrojeniowej (co wcześniej nie było możliwe) i stal zaczyna się utleniać. W wyniku tego powstaje tlenek żelaza, który zwiększając swoją objętość, rozsadza strukturę betonu w bezpośrednim otoczeniu stali zbrojeniowej.

■ 6.4.2. Oddziaływania płynnych odchodów zwierzęcych na konstrukcje zbiorników żelbetowych

Wewnętrzne powierzchnie zbiorników na płynne odchody zwierzęce narażone są na stałe działanie gnojowicy o pH zmieniającym się od słabo alkalicznego 8 do słabo kwaśnego 5,5. Obecność związków amonowych oraz możliwość oddziaływania kwaśnego środowiska na beton wskazuje na klasę ekspozycji co najmniej XA2 ze względu na aspekty trwałości [98, 108, 199].

Jednak najbardziej niebezpieczna jest tu korozja mikrobiologiczna. Żyjące w gnojówce bakterie beztlenowe wytwarzają siarkowodor H_2S , który w kontakcie z tlenem przy powierzchni lustra gnojówki i przy udziale bakterii tlenowych przekształca się w kwas siarkowy H_2SO_4 , który nawet w minimalnych stężeniach niszczy beton.

Uwzględniając możliwe mechanizmy niszczenia betonu w wyniku działania obornika, gnojowicy, należy przyjąć możliwość wystąpienia korozji amonowej betonu i okresowej korozji kwasowej.

■ 6.4.3. Silosy na kiszonkę

Wewnętrzne powierzchnie silosów na kiszonkę narażone są na stałe działanie soków kiszonkowych zawierających mieszaninę różnych kwasów organicznych, o przeważającej zawartości kwasu mlekowego, octowego i masłowego. Odczyn soków kiszonkowych zmienia się od słabo kwaśnego do kwaśnego (pH od 5,2 do 3,5).

Środowisko to należy więc ocenić jako silnie agresywne dla betonu. Występuje także mniej lub bardziej intensywne korozja kwasowa betonu w jego przypowierzchniowej warstwie, z wytworzeniem mleczanu wapniowego, octanu wapniowego i maślanu wapniowego, związków rozpuszczalnych w wodzie.

W wyniku tych procesów zachodzi wymywanie wapnia i degradacja powierzchni betonu. Ze względu na silną agresję kwasową należy przyjąć klasę ekspozycji XA3.

■ 6.4.4. Dobór rodzaju zabezpieczeń do żelbetowych konstrukcji rolniczych

Z przeprowadzonej analizy zagrożeń korozyjnych żelbetowych konstrukcji rolniczych wynika, że najbardziej narażone na zniszczenia są płyty obornikowe i wewnętrzne powierzchnie zbiorników na kiszonkę oraz wnętrza zbiorników na płynne odchody zwierzęce.

Aby skutecznie zabezpieczyć tego rodzaju konstrukcje, należy zastosować na ich powierzchniach szczelne i nienasiąkliwe powłoki o wysokiej odporności chemicznej, maksymalnie dużej zdolności przeskalepiania rys i wysokiej odporności na uderzenia. Właściwości różnego rodzaju materiałów do zabezpieczania konstrukcji żelbetowych bardzo często są niekompletne [46]. Te bardziej odporne chemicznie są zazwyczaj sztywne i pękają na rysach podłoża, te bardziej rozciągliwe mają małą odporność na uderzenia, ścieranie, a także na obciążenia chemiczne. Ze wszystkich dostępnych obecnie zabezpieczeń powłokowych (epoksydowe, metaakrylowe, akrylowe, poliuretanowe, cementowo-poliuretanowe, polimocznikowe) zdecydowanie najlepiej sprawdzają się w tych przypadkach powłoki polimocznikowe.

6.4.4.1. Zewnętrzne powierzchnie konstrukcji

Zewnętrzne powierzchnie konstrukcji narażone są na oddziaływanie środowisk o klasach ekspozycji: XF, XC, XD i XA. Nie są to czynniki bardzo agresywne i wystarczającą ochroną takich powierzchni będzie uniemożliwienie przenikania w głąb konstrukcji dwutlenku węgla dzięki elastycznej warstwie malarskiej wykonanej z materiału na bazie akrylu (np. [MasterProtect 330 EL](#)).

Zabiegi zwiększające trwałość betonu i zbrojenia mogą być wystarczającą ochroną betonu w nieagresywnym chemicznie środowisku powietrznym lub w nieagresywnych albo słabo agresywnych gruntach lub wodach gruntowych. Dotyczy to zewnętrznych powierzchni zbiorników i silosów.

6.4.4.2. Ochrona powierzchniowa betonu w agresywnym środowisku

W przypadku powierzchni betonowych stykających się z agresywnymi środowiskami gnojówki [98, 198], gnojowicy, obornika, kiszonek, biomasy i biogazu zabiegi zwiększające trwałość betonu nie są wystarczające i konieczne jest dodatkowo zastosowanie ochrony powierzchniowej betonu.

Ochronę powierzchniową betonu przed procesami niszczącymi i agresją chemiczną uzyskuje się za pomocą wyrobów ochronnych o właściwościach użytkowych uniemożliwiających oddziaływanie warunków środowiskowych na konstrukcję. Można tu wyróżnić:

- ochronę przed wnikaniem do betonu niepożądanych substancji, polegającą na zmniejszeniu wnikania (np. wody, ciekłych „rozpuszczonych w wodzie” lub gazowych substancji chemicznych) lub zabezpieczeniu przed nim,
- kontrolę wilgoci w betonie, polegającą na przeciwdziałaniu zbyt szybkiemu zawilgacaniu bądź wysychaniu, lub naprzemiennemu nawilżaniu i wysychaniu betonu,
- zwiększenie odporności fizycznej, polegające na zwiększeniu odporności powierzchni betonu na oddziaływanie fizyczne, w tym uszkodzenia mechaniczne,
- odporność na chemikalia, polegającą na zwiększeniu odporności powierzchni betonu na uszkodzenia wywołane działaniem substancji chemicznych.

Zasady te można realizować w sposób trwały tylko za pomocą wykonania ciągłej powłoki na powierzchni betonu. Służą temu:

- Impregnacja hydrofobizująca – brak powłoki, adsorpcja na powierzchni porów i kapilar w przypowierzchniowej warstwie betonu z wyrobu hydrofobowego, nadającego powierzchni betonu właściwości odpychania cząsteczek wody. Jednak przy tym rodzaju ochrony odporność chemiczna jest niska, brak zdolności przeskalepiania rys i niewystarczająca jest odporność na uszkodzenia mechaniczne.
- Impregnacja – cienka, nieciągła powłoka na powierzchni betonu. Pory i kapilary w warstwie przypowierzchniowej są częściowo lub całkowicie wypełnione wyrobem impregnującym, jednak odporność chemiczna jest niska, brak zdolności przeskalepiania rys i niewystarczająca jest odporność na uszkodzenia mechaniczne.
- Zabezpieczanie powłokowe chemoodporną i elastyczną powłoką polimocznikową – ciągła i nienasiąkliwa powłoka ochronna na powierzchni betonu gr. 2,0–2,5 mm, w szczególnych przypadkach do 5 mm. Powłoka ta całkowicie separuje konstrukcję betonową od wpływu ekspozycji środowiskowej, chroni beton przed wnikaniem wilgoci, która inicjuje większość procesów korozji betonu,

dotatkowo chroni konstrukcję przed destrukcyjnym działaniem substancji chemicznych, przed przemarzaniem i uszkodzeniami mechanicznymi.

■ 6.4.5. Przykłady zabezpieczeń konstrukcji rolniczych membranami z polimocznika

Aby poprawnie dobrać zasady i metody ochrony powierzchniowej betonu, należy rozpoznać warunki użytkowania z uwzględnieniem szkodliwych oddziaływań na konstrukcję przeznaczoną do zabezpieczania, w tym obecności substancji chemicznych oddziałujących na beton.

Na tej podstawie klasyfikuje się agresywność środowiska, określa mechanizm niszczenia betonu, a następnie dobiera zasadę i metodę ochrony. W odniesieniu do wybranej metody ochrony ustala się wymagania co do właściwości użytkowych wyrobów i systemów ochrony powierzchniowej.

Wybrane wyroby i systemy ochrony powierzchniowej, jako kompleksowy system produktów, powinny posiadać dokumenty potwierdzające jakości tych wyrobów, tj. certyfikaty lub deklaracje właściwości użytkowych z normą lub aprobatą techniczną, oraz karty techniczne podające parametry techniczne i właściwości użytkowe z powołaniem na stosowne normy lub inne dokumenty jakości.

Zgodnie z omówionymi postanowieniami i wymaganiami norm europejskich dotyczącymi ochrony powierzchniowej betonu przedstawiono poniżej dwa charakterystyczne obiekty konstrukcji rolniczych pod kątem doboru zabezpieczenia przed szkodliwymi oddziaływaniami występującymi podczas użytkowania.

6.4.5.1. Płyty obornikowe. Zbiorniki na płynną gnojownicę

Konstrukcje te wymagają ochrony powierzchniowej ze względu na silnie agresywne środowisko: mróz, wodę i substancje chemiczne. Wskutek wnikania wody i chemikaliów dochodzi do niszczenia betonu. Proces ten jest intensyfikowany przez cykliczne zamarzanie wody w porach betonu.

W przypadku płyt obornikowych ważne są trzy elementy ochrony:

- ochrona przed wnikaniem wody w strukturę betonu,
- odporność na oddziaływania chemiczne,
- ochrona przed uszkodzeniami mechanicznymi.

Ze względu na to, że pierwszym etapem niszczenia płyt jest wnikanie wody i roztworów substancji chemicznych w głąb betonu, ochrona powierzchniowa powinna szczelnie zabezpieczyć beton przed ich wnikaniem. Najbardziej skuteczną jest metoda zabezpieczenia powłokowego.

W odniesieniu do wybranej metody zabezpieczenia powłokowego należy przeanalizować wymagania właściwości użytkowych wyrobu powłokowego i powłoki zgodnie z normą PN-EN 1504-2 oraz PN-EN 2006-1, pod kątem ich przydatności do zabezpieczenia płyt obornikowych (tab. 6.9).

Tabela 6.9. Wymagania użytkowe powłoki polimocznikowej dla płyt obornikowych

Właściwości użytkowe	Wymagania
Absorpcja kapilarna wody	$w < 0,1 \text{ kg/m}^2/\text{h}^{0,5}$
Odporność na ścieranie	Ubytek masy mniejszy niż 3000 mg, koło ścierniczące H22/1000 obrotów/obciążenie 1000 g
Przepuszczalność pary wodnej	
Przyczepność do podłoża przy odrywaniu	Bez obciążenia ruchem: system elastyczny $\geq 0,8 \text{ N/mm}^2$
Odporność na uderzenia	Brak rys i odspojień po uderzeniu, Klasa III $\geq 20 \text{ Nm}$
Przyczepność do podłoża po 50 cyklach zamarzania i rozmarzania	Bez obciążenia ruchem: system elastyczny $\geq 0,8 \text{ N/mm}^2$
Zdolność przesklepiania rys w podłożu z obciążen statycznych	B3.2 (-20°C)
Odporność na silną agresję chemiczną	Utrata twardości o mniej niż 50%

W dokumencie tym podano wymagania dotyczące wszystkich możliwych właściwości użytkowych powłok do ochrony betonu przed korozją i czynnikami atmosferycznymi. W odniesieniu do konkretnego

zamierzonego stosowania, właściwości użytkowe analizuje i określa projektant zabezpieczenia powierzchniowego. W tab. 6.9 przedstawiono wybrane wymagania. Jak wynika z zawartych w niej danych, powłoka zabezpieczająca powierzchnię płyt obornikowych powinna być odporna na absorpcję kapilarną wody oraz na oddziaływanie mechaniczne (na ścieranie, uderzenia) i chemiczne. Równie ważnymi wymaganiami dla tej powłoki są:

- zdolność do przeskliwania rys,
- odporność na działanie mrozu,
- szczelność na wnikanie wodnej fazy gnojówki i gnojowicy oraz wody,
- przyczepność do podłoża betonowego, w tym zawilgoconego,
- odporność na chemiczne działanie zawilgoconego obornika, gnojówki czy gnojowicy.

W praktyce najlepiej spełniają te wysokie wymagania natryskowe powłoki polimocznikowe **MasterSeal M 689**. Właściwości użytkowe tego zabezpieczenia przedstawia tab. 6.10.

Tabela 6.10. Właściwości użytkowe powłoki polimocznikowej MasterSeal M 689

Właściwości	Norma	Dane	Jednostka
Gęstość zmieszanego materiału	EN ISO 2811-1	Okolo 1,1	g/cm ³
Twardość, skala Shore'a A	–	92	–
Twardość, skala Shore'a D	–	42	–
Wytrzymałość na rozciąganie	DIN 53504	21	N/mm ²
Wydłużenie przy zerwaniu	DIN 53504	425	%
Wytrzymałość na rozdzieranie	DIN 53515	58	N/mm ²
Statyczne mostkowanie rys	EN 1062-7 (A)	A5 (+23°C)	–
Dynamiczne mostkowanie rys	EN 1062-7 (B)	B4.2 (–20°C)	–
Reakcja na ogień	EN 13501-1	C _{FL} -s1	–
Kapilarna absorpcja wody	EN 1062-3	0,002	kg/m ² /h ^{0.5}
Przepuszczalność pary wodnej (S _p)	EN ISO 7783-1	< 5 / Klasa I (μ=3658)	m
CO ₂ przepuszczalność (S _D)	EN 1062-6	> 120 (μ=68950)	m
Przyczepność do betonu	EN 1542	> 3	N/mm ²
Siła adhezji po cyklach zamrażania i odmrażania	EN 13687-1	> 3	N/mm ²
Zachowanie w sztucznych warunkach atmosferycznych	EN 1062-11	Bez zmian	–
Odporność na ścieranie (Taber H22, 1000 g, 1000 c)	EN ISO 5470-1	Utrata masy < 150	mg
Odporność na uderzenia	EN ISO 6272/2	> 20 (Klasa III)	Nm
Odporność na poślizg	EN 13036-4	Sucho: 63 (Klasa II) Mokro: 30	–
Temperatura pracy (suchy)	–	–20 do +80	°C
Temperatura pracy (mokry)	–	0 do +50	°C

6.4.5.2. Zbiorniki na kiszonkę

Beton na wewnętrznej powierzchni zbiorników na kiszonkę narażony jest na stałe działanie silnie agresywnego środowiska o odczynie kwaśnym (reagent – kwas mlekowy i masa kiszonkowa). Konieczna jest zatem ochrona powierzchniowa betonu.

Mechanizm niszczenia polega na wnikaniu do betonu roztworów wodnych kwasów organicznych i postępującym rozpuszczaniu wierzchniej warstwy betonu. Podobnie jak w przypadku płyt obornikowych, przydatne są jednocześnie dwie zasady ochrony: ochrona przed wnikaniem i odporność na chemikalia. Również w tym przypadku najskuteczniejsza jest metoda zabezpieczenia powłokowego.

Z analizy wymagań właściwości użytkowych wyrobu powłokowego i powłoki zgodnie z normami PN-EN 1504-2 oraz EN-PN 2006-1 należy wybierać te właściwości, które po spełnieniu wymagań normowych zapewnią, że wykonana powłoka będzie skutecznie chronić beton. Szczególnie istotnym wymaganiem podczas wyboru rodzaju wyrobu powłokowego jest wymaganie odporności powłoki na działanie silnie agresywnego środowiska kwaśnego.

Dopuszczalne są więc tylko wyroby polimerowe kwasoodporne, ponieważ wyroby polimerowo-cementowe i mineralne nie wykazują wystarczającej odporności chemicznej na działanie środowiska kwaśnego o silnej agresji. Te właściwości użytkowe przedstawiono w tab. 6.11.

Tabela 6.11. Wymagania użytkowe powłoki polimocznikowej dla zbiorników żelbetonowych do produkcji kiszonek

Właściwości użytkowe	Wymagania
Absorpcja kapilarna wody	$w < 0,1 \text{ kg/m}^2/\text{h}^{0,5}$
Potwierdzenie możliwości stosowania w kontakcie z wodą pitną	Atest PZH
Odporność na ścieranie	Ubytek masy mniejszy niż 3000 mg, koło ściera- jące H22/1000 obrotów/obciążenie 1000 g
Przepuszczalność pary wodnej	
Przyczepność do podłoża przy odrywaniu	Bez obciążenia ruchem: system elastyczny $\geq 0,8 \text{ N/mm}^2$
Odporność na uderzenia	Brak rys i odspojień po uderzeniu, Klasa III $\geq 20 \text{ Nm}$
Przyczepność do podłoża po 50 cyklach zamarzania i rozmarzania	Bez obciążenia ruchem: system elastyczny $\geq 0,8 \text{ N/mm}^2$
Zdolność przesklepiania rys w podłożu z obciążen statycznych	B3.2 (-20°C)
Odporność na silną agresję chemiczną	Utrata twardości o mniej niż 50%

Do zabezpieczania powierzchni wewnętrznych mogą być przydatne kwasoodporne natryskowe powłoki polimocznikowe MasterSeal M 689, które jednocześnie spełniają wymagania przedstawione w powyższej tabeli, tzn. są szczelne wobec ciekłego środowiska kiszonki i dwutlenku węgla oraz przyczepne do podłoża betonowego, odporne na obciążenia mechaniczne, w tym ścieranie i uderzanie, są elastyczne i zdolne do przesklepiania rys powstających w podłożu betonowym i wysoce odporne chemicznie.

Charakterystyki właściwości użytkowych tego materiału przedstawiono w tab. 6.12.

Tabela 6.12. Porównanie parametrów technicznych polimocznikowej membrany MasterSeal M 689 z wymaganiami normowymi

Właściwości	Norma	Dane	Jednostka
Gęstość zmieszanego materiału	EN ISO 2811-1	Okolo 1,1	g/cm^3
Twardość, skala Shore'a A	–	92	–
Twardość, skala Shore'a D	–	42	–
Wytrzymałość na rozciąganie	DIN 53504	21	N/mm^2
Wydłużenie przy zerwaniu	DIN 53504	425	%
Wytrzymałość na rozdzieranie	DIN 53515	58	N/mm^2
Styczne mostkowanie rys	EN 1062-7 (A)	A5 ($+23^\circ\text{C}$)	–
Dynamiczne mostkowanie rys	EN 1062-7 (B)	B4.2 (-20°C)	–
Reakcja na ogień	EN 13501-1	$\text{C}_{\text{FL}}\text{-s1}$	–
Kapilarna absorpcja wody	EN 1062-3	0,002	$\text{kg/m}^2/\text{h}^{0,5}$
Przepuszczalność pary wodnej (S_p)	EN ISO 7783-1	< 5 / Klasa I ($\mu=3658$)	m
CO_2 przepuszczalność (S_D)	EN 1062-6	> 120 ($\mu=68950$)	m
Przyczepność do betonu	EN 1542	> 3	N/mm^2
Siła adhezji po cyklach zamrażania i odmrażania	EN 13687-1	> 3	N/mm^2
Zachowanie w sztucznych warunkach atmosferycznych	EN 1062-11	Bez zmian	–
Odporność na ścieranie (Taber H22, 1000 g, 1000 c)	EN ISO 5470-1	Utrata masy < 150	mg
Odporność na uderzenia	EN ISO 6272/2	> 20 (Klasa III)	Nm
Odporność na poślizg	EN 13036-4	Sucho: 63 (Klasa II) Mokro: 30	–
Temperatura pracy (suchy)	–	-20 do $+80$	$^\circ\text{C}$
Temperatura pracy (mokry)	–	0 do $+50$	$^\circ\text{C}$

■ 6.4.6. Przygotowanie podłoża i prace naprawcze wraz z aplikacją powłoki polimocznikowej

Prace przygotowawcze przed natryskiem powłoki polimocznikowej należy wykonać zgodnie z opisem w rozdz. 6.1.2.

■ 6.4.7. Zestawienie materiałów

Tabela 6.13 przedstawia produkty niezbędne do realizacji wszystkich etapów prac związanych z wykonaniem powłoki polimocznikowej w zakresie zbiorników na ciecze w rolnictwie.

Tabela 6.13. Produkty konieczne do wykonania krok po kroku wszystkich niezbędnych etapów prac: przygotowania i napraw podłoża, uszczelnienia detali i wykonania powłoki polimocznikowej w zakresie zbiorników na ciecze w rolnictwie

		MasterEmaco N 5100 FC	MasterEmaco N 5200	MasterEmaco S 5400	MasterEmaco S 488	MasterEmaco S 5450 PG	MasterSeal P 385 (A,B,2x D)	MasterEmaco P 5000 AP	MasterInject 1325	MasterInject 1330	MasterInject 1380	MasterSeal 920	MasterTop P 615	MasterSeal P 770	MasterTop P 622	MasterSeal P 770	MasterSeal P 681	MasterSeal P 684	MasterSeal P 691	MasterSeal 912	MasterSeal NP 474	MasterSeal 930	MasterSeal 590	MasterSeal P 385	MasterSeal M 689	
Naprawa betonu: Cementowe 1K	Powierzchniowe od 1 do 3 mm (Klasy R2)	■																								
	Powierzchnie poziome (Klasy R4)		■	■	■																					
Epoksydowo-cementowe 3K	Powierzchnie poziome (R4)					■																				
Inhibitor korozji	2–40 mm stanowiący jednocześnie bufor przeciwwilgociowy						■																			
Iniekcje rys	Grunt szczerw do stali zbrojeniowej						■																			
	Typu „D”									■																
	Typu „F” Typu „S” Kurtynowe								■		■															
Podparcie z pianki polietylenowej do spoin dylatacyjnych											■															
Żywica gruntująca	Do podłoży betonowych z obsypką piaskiem kwarcowym													■												
	Do podłoży betonowych bez obsypki piaskiem kwarcowym												■													
	Do podłoży metalowych żelazo/żeliwo																■									
	Aluminium, ocynk, stal nierdzewna																	■								
	PCV, GRP, powłoki żywiczne, EPDM																		■							
Elastyczne wypełnienie dylatacji	Skurczowych																					■				
Pęczniące w wilgoci wypełnienie dylatacji	Blokowanie podciągania wody																				■					
Taśmy do naklejania	Na dylatacje konstrukcyjne																						■			

		MasterEmaco N 5100 FC	MasterEmaco N 5200	MasterEmaco S 5400	MasterEmaco S 488	MasterEmaco S 5450 PG	MasterSeal P 385 (A,B,2x D)	MasterEmaco P 5000 AP	MasterInject 1325	MasterInject 1330	MasterInject 1380	MasterSeal 920	MasterTop P 615	MasterSeal P 770	MasterTop P 622	MasterSeal P 770	MasterSeal P 681	MasterSeal P 684	MasterSeal P 691	MasterSeal 912	MasterSeal NP 474	MasterSeal 930	MasterSeal 590	MasterSeal P 385	MasterSeal M 689
Stopowanie wycieków wody pod ciśnieniem	Błyskawicznie pęczniący																							■	
Bariera przeciwwilgociowa	Do 8% wilgotności cienkowarstwowa 1,5 mm																							■	
Powłoka	Polimocznikowa																								■

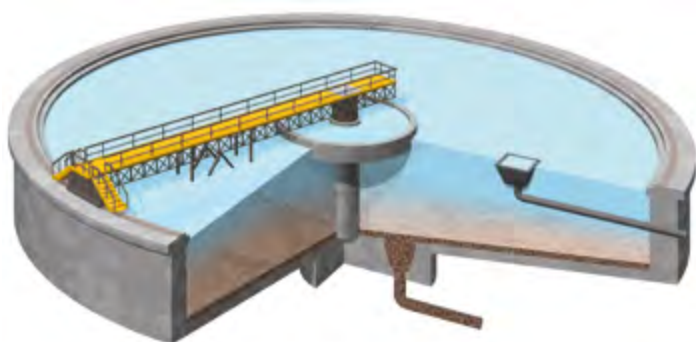
6.4.8. Podsumowanie

Analiza wymagań dotyczących trwałości i ochrony powierzchniowej żelbetu według norm europejskich w zastosowaniu do konstrukcji rolniczych wykazała, że dokumenty te są przydatne do oceny zagrożenia czynnikami atmosferycznymi i agresją chemiczną środowisk oraz do analizy metod ochrony.

Aby zabezpieczenie konstrukcji rolniczych było skuteczne, konieczne są zabiegi zwiększające trwałość i odporność betonu, stanowiące tzw. ochronę powierzchniową.

W nieagresywnym chemicznie środowisku powietrznym lub w nieagresywnych lub słabo agresywnych gruntach albo wodach gruntowych może to być wystarczająca ochrona, ale w przypadku powierzchni betonowych stykających się z agresywnymi środowiskami gnojówki, gnojowicy, obornika, kiszzonek, biomasy i biogazu zabiegi zwiększające trwałość betonu nie są wystarczające i konieczne jest dodatkowe zastosowanie ochrony powierzchniowej betonu powłokami ochronnymi.

6.5. Infrastruktura wodno-ściekowa (kanalizacje, studzienki, kanały, oczyszczalnie ścieków, stacje uzdatniania wody, zbiorniki rezerw wody pitnej)



Ryc. 6.46. Schemat zbiornika w oczyszczalni ścieków

6.5.1. Wstęp

W całym obiegu wtórnym wody mamy do czynienia z powstawaniem dużych ilości siarkowodoru i dwutlenku węgla, które w wyniku fermentacji beztlenowej są produkowane przez beztlenowe bakterie.

Siarkowodór (H_2S) w wyniku zetknięcia się z tlenem z powietrza przekształca się w kwas siarkowy (H_2SO_4), który powoduje korozję zarówno stali, jak i betonu.

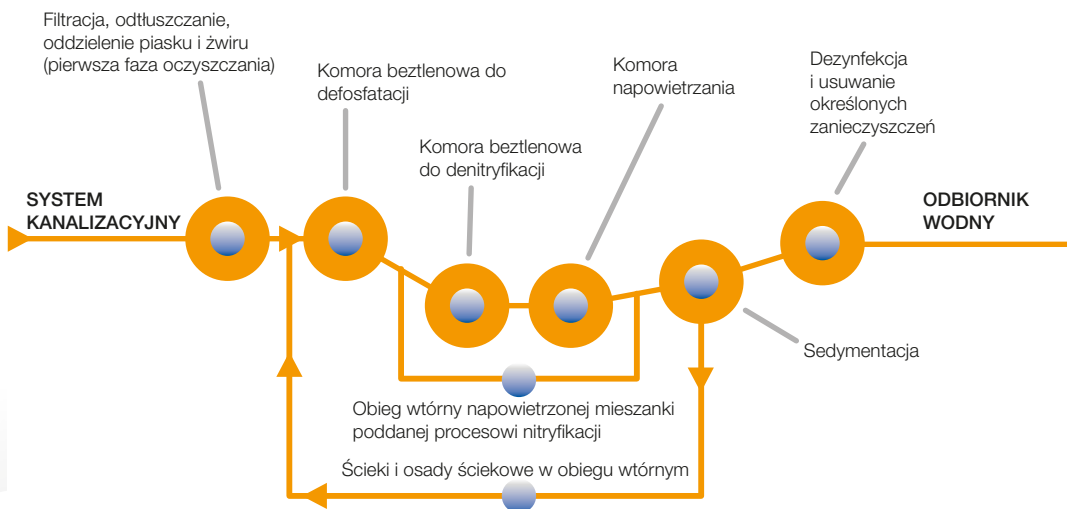
Chemiczna agresja mikrobiologiczna w tym sektorze budownictwa jest zbyt wysoka dla powłok mineralnych typu PCC. Powłoki epoksydowe wytrzymują obciążenia chemiczne, lecz z powodu wysokiej sztywności pękają pod wpływem pracy tych konstrukcji przy napełnianiu i opróżnianiu, przy zmianach temperatur, zarówno w wymiarze lato/zima, jak i dzień/noc, i przy zmianach sił naporu gruntu i wyporu w wyniku zmian poziomu wód gruntowych. W początkowej fazie te drobne rysy wydają się nieszkodliwe, lecz pozwalają one na przesączenie się do podłoża betonowego wody wraz ze szkodliwymi substancjami chemicznymi, co powoduje w szybkim tempie dalszą destrukcję betonu. Dodatkowo woda, która wnika przez rysy w strukturę betonu, zamarzając zimą, zwiększa swoją objętość i rozsądza strukturę betonu, co ułatwia coraz głębszą jego degradację. Tak agresywne chemicznie środowisko sprzyja korozji stali zbrojeniowej w betonie, a beton, przez procesy opisane powyżej, staje się coraz bardziej nasiąkliwy. Powstający w wyniku korozji tlenek żelaza zwiększa swoją objętość i prowadzi do rozsadzania struktury betonu i odpadania całej warstwy otuliny, która powinna chronić zbrojenie konstrukcji (ryc. 6.47).



Ryc. 6.47. Skutki oddziaływania agresji mikrobiologicznej na żelbetową konstrukcję słupa

6.5.2. Oczyszczalnie – ogólny plan

Rycina 6.48 przedstawia ideowy schemat technologii oczyszczania wody.



Ryc. 6.48. Schemat procesu oczyszczania wody

Zazwyczaj w instalacji do oczyszczania ścieków są wyodrębnione dwie różne linie:

- linia dla ścieków,
- linia dla osadów.

W ramach **linii dla ścieków** poddawane są obróbce ścieki surowe, pochodzące z systemów kanalizacyjnych. Najczęściej proces ten obejmuje trzy fazy (ryc. 6.49, 6.50).

PIERWSZA FAZA OCZYSZCZANIA: proces o charakterze mechanicznym, służący usunięciu części osadzających się substancji organicznych znajdujących się w ściekach. Obejmuje on:

- oczyszczanie za pomocą krat,
- oczyszczanie za pomocą piaskowników,
- odtłuszczenie,
- sedymentację wstępną.



Ryc. 6.49. Faza mechanicznego oczyszczania wody

DRUGA FAZA OCZYSZCZANIA: proces o charakterze biologicznym, przeprowadzany w celu usunięcia substancji organicznych, osadzających się i nieosadzających się, zawartych w ściekach. Obejmuje on:

- napowietrzanie,
- sedymentację wtórną.



Ryc. 6.50. Faza biologicznego oczyszczania wody

TRZECIA FAZA OCZYSZCZANIA: proces, któremu poddawane są ścieki oczyszczone w procesie sedymentacji wtórnej i który pozwala uzyskać wyższy stopień czystości. Obejmuje on specjalistyczne procesy mające na celu zniszczenie tych substancji, które nie zostały usunięte w toku pierwszej i drugiej fazy oczyszczania, takich jak np. azot i fosfor. Trzecia faza oczyszczania obejmuje również procesy o charakterze odkażającym oraz dezynfekcję (chlorowanie, ozonowanie, kwas nadoctowy i inne systemy specjalistyczne).

W ramach **linii dla osadów** poddawane są obróbce osady wytworzone na etapach sedymentacji przewidzianych w linii dla ścieków. Zadaniem tej linii jest usunięcie dużych ilości wody zawartej w osadach oraz zmniejszenie ich objętości, jak również ustabilizowanie (uodpornienie na gnienie) materiału organicznego i zniszczenie obecnych w nim organizmów patogennych, tak aby ostateczne składowanie odpadów było mniej kosztowne i mniej szkodliwe dla środowiska. Faza ta obejmuje:

- zagęszczanie,
- fermentację i stabilizację biologiczną,
- kondycjonowanie,
- odwadnianie.

Ostatecznie oczyszczona woda ze ścieków zostaje skierowana do rurociągu zwanego odpływowym, przy czym ostatecznym miejscem przeznaczenia są wody powierzchniowe (cieki wodne, rzeki lub pola irygacyjne) lub warstwa powierzchniowa terenu (np. rowy drenażowe).

■ 6.5.3. Rodzaj i poziom agresywności

W środowisku beztlenowym bakterie obecne w ściekach wodnych rozkładają w wyniku złożonych reakcji chemicznych tłuszcze, węglowodany i białka, wytwarzając H_2S (siarkowodor). Ilość H_2S zależy od:

- typu ścieków (zawartości substancji organicznych),
- głębokości (im głębiej, tym intensywniej zachodzi reakcja beztlenowa),
- ilości powietrza.

Siarkowodor (H_2S) przekształca się następnie w kwas siarkowy (H_2SO_4) w wyniku działania bakterii tlenowej *thiobacillus* (ryc. 6.51), która rozwija się na powierzchni betonu, nad poziomem wód ściekowych. Nawet niski poziom stężenia H_2S może spowodować bardzo wysokie punktowe stężenie siarkowodoru (pH 1–2), które dla betonu jest zabójcze w skutkach swojego działania.



Ryc. 6.51. Bakterie tlenowe *thiobacillus* w zbiorniku oczyszczalni

Obciążenia chemiczne spowodowane korozją mikrobiologiczną szybko niszczą beton, a następnie powodują korozję zbrojenia (ryc. 6.52). Na szybkość procesu wpływają, oprócz wcześniejszej karbonatyzacji otuliny, także czynniki atmosferyczne (cykle mrozu i odwilży) [201].

Siła agresji chemicznej zmniejsza się, w miarę jak przeprowadzane są kolejne etapy procesów oczyszczania, tak więc największa występuje w zbiornikach pierwszej fazy oczyszczania i stopniowo zmniejsza się w zbiornikach wykorzystywanych w fazach kolejnych.



Ryc. 6.52. Uszkodzenia korozyjne

By spełnić tak wysokie wymagania użytkowe, obiekty te powinny być zabezpieczone technologiami o długiej żywotności. Prowadzenie jakichkolwiek prac naprawczych w tym sektorze budownictwa jest bardzo trudne z technologicznego punktu widzenia. Dany zbiornik lub odcinek kanalizacji może być wyłączony z użytkowania co najwyżej na kilkadziesiąt godzin, a przed przystąpieniem do wykonywania jakichkolwiek prac trzeba te konstrukcje wyczyścić i osuszyć. Zazwyczaj jest na to bardzo mało czasu, a ma to kluczowe znaczenie dla trwałości prowadzonych prac renowacyjnych (ryc. 6.53).



Ryc. 6.53. Zbiorniki w oczyszczalni ścieków przed remontem, w trakcie i po wykonaniu izolacji z polimocznika [MasterSeal M 689](#)

Dlatego też, żeby zmieścić się w określonym czasie prowadzonych prac, a użyte materiały we właściwy sposób uzyskały deklarowane parametry techniczne, trzeba dobierać do tych remontów materiały szybkosprawne. Do takich prac należy zastosować polimocznik z czasem utwardzenia ok. 6 sekund i wytrzymałością na obciążenie wodą ok. 2 godzin od chwili natrysku (w temperaturze 23°C). Materiał taki eliminuje do minimum zagrożenie braku odpowiedniej wytrzymałości czy odporności z powodu niewystarczającego czasu lub zbyt niskich temperatur wymaganych do utwardzenia się materiału (związania). Bardzo ważny jest również fakt, że całą grubość natryskowej powłoki polimocznikowej można zbudować w jednym cyklu roboczym. W porównaniu z wieloma innymi technologiami wielowarstwowymi eliminuje to czas ewentualnych przestojów, które ze względów technologicznych są potrzebne jako czas wysychania pomiędzy nakładaniem kolejnych warstw.

■ 6.5.4. Przygotowanie podłoża i prace naprawcze przed aplikacją powłoki polimocznikowej

Prace przygotowawcze przed natryskiem powłoki polimocznikowej należy wykonać zgodnie z opisem w rozdz. 6.1.2.

■ 6.5.5. Aplikacja powłoki polimocznikowej

Dopiero po wykonaniu tych wszystkich prac przygotowawczych można rozpocząć natrysk membrany polimocznikowej [MasterSeal M 689](#). Bezwzględnie wymagane jest przy tym etapie prac monitorowanie warunków otoczenia i odnotowywanie ich w dzienniku prac (ryc. 6.54).



Ryc. 6.54. Aplikacje powłoki polimocznikowej w oczyszczalni

■ 6.5.6. Zestawienie materiałów

Tabela 6.15 przedstawia produkty niezbędne do realizacji wszystkich etapów prac w zakresie wykonania powłoki w zbiornikach oczyszczalni ścieków.

Tabela 6.15. Produkty konieczne do wykonania krok po kroku wszystkich niezbędnych etapów prac: przygotowania i napraw podłoża, uszczelnienia detali i wykonania powłoki polimocznikowej w zakresie zbiorników oczyszczalni ścieków

		MasterEmaco N 5100 FC	MasterEmaco N 5200	MasterEmaco S 5400	MasterEmaco S 488	MasterEmaco S 5450 PG	MasterSeal P 385 (A, B, 2x D)	MasterEmaco P 5000 AP	MasterInject 1325	MasterInject 1330	MasterInject 1380	MasterSeal 920	MasterTop P 615	MasterSeal P 770	MasterTop P 622	MasterSeal P 770	MasterSeal P 681	MasterSeal P 684	MasterSeal P 691	MasterSeal 912	MasterSeal NP 474	MasterSeal 930	MasterSeal 590	MasterSeal P 385	MasterSeal M 689	
Naprawa betonu: Cementowe 1K	Powierzchniowe od 1 do 3 mm (Klasy R2)	■																								
	(Klasy R4)		■		■	■																				
Epoksydowo-cementowe 3K	Powierzchnie poziome (R4)					■																				
	2–40 mm stanowiący jednocześnie bufor przeciwwilgociowy						■																			
Inhibitor korozji	Grunt szepny do stali zbroj.							■																		
Iniekcje rys	Typu „D”									■																
	Typu „F”										■															
	Typu „S”							■																		
	Kurtynowe																									
Podparcie z pianki polietylenowej do spoin dylatacyjnych												■														
Żywica gruntująca	Do podłoży betonowych z obsypką piaskiem kwarcowym													■												
	Do podłoży betonowych bez obsypki piaskiem kwarcowym												■													
	Do podłoży metalowych żelazo/żeliwo																■									
	Aluminium, ocynk, stal nierdzewna																	■								
	PCV, GRP, powłoki żywiczne, EPDM																		■							
Elastyczne wypełnienie dylatacji	Skurczowych																					■				
Pęczniące w wilgoci wypełnienie dylatacji	Blokowanie podciągania wody																				■					
Taśmy do naklejania	Na dylatacje konstrukcyjne																						■			
Stopowanie wycieków wody pod ciśnieniem	Błyskawicznie pęczniący																							■		
Bariera przeciwwilgociowa	Do 8% wilgotności cienkowarstwowa 1,5 mm																							■		
Powłoka	Polimocznikowa																									■

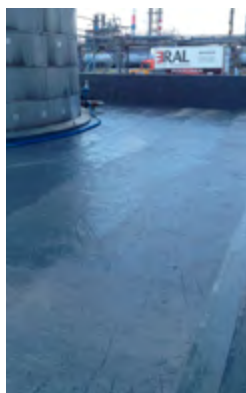
6.6. Tace awaryjne w przemyśle chemicznym

6.6.1. Wstęp

W instalacjach, w których stosowane są materiały szkodliwe lub niebezpieczne (zgodnie z §19 WHG), należy zwrócić szczególną uwagę na to, aby substancje te nie przenikały do wód gruntowych. Oznacza to, że cała instalacja musi zostać wyposażona w odpowiednio duży i absolutnie szczelny zbiornik wychwytyjący, który w sytuacji awarii lub rozszczelnienia zbiornika będzie w stanie przyjąć całą zawartość przechowywanej w nim cieczy (ryc. 6.55).



Ryc. 6.55. Zbiorniki z tacami awaryjnymi w rafinerii



Ryc. 6.56. Przykładowa realizacja natrysków w technologii **MasterSeal M 689**.
Udostępnione przez: ERAL Usługi Techniczne

Zbiornik taki, w postaci wanny lub tacy, powinien być pokryty szczelną powłoką, odporną na działanie często bardzo agresywnych środków chemicznych (ryc. 6.57).



Ryc. 6.57. Tace awaryjne



■ 6.6.2. Wymagane właściwości materiałów stosowanych do wykonywania powłok zabezpieczających tace awaryjne

Od materiałów stosowanych do wykonywania powłokowego zabezpieczenia tego typu tac, wanien czy zbiorników są wymagane dwa parametry:

- odporność chemiczna materiału,
- elastyczność i wynikająca z niej zdolność przesklepiania rys powstających w podłożu w wyniku oddziaływania warunków atmosferycznych, pogodowych i zmian temperatur.

Jednak pod kątem chemicznym trudno jest o taką formulację materiału, żeby był jednocześnie elastyczny, szczelny i wysoce odporny chemicznie.

Za oba te parametry każdego materiału żywicznego odpowiada gęstość sieciowania, a więc gęstość wiązań chemicznych.

Materiały sztywne (o wysokiej gęstości sieciowania), będące szczelnym zabezpieczeniem przed przenikaniem szkodliwych substancji do wód gruntowych, charakteryzują się zazwyczaj wyższą odpornością chemiczną, lecz mają tendencję do tworzenia mikropęknięć i rys przy odkształceniach konstrukcji betonowej. Wszelkie rysy i pęknięcia umożliwiają agresywnym substancjom przedostawanie się do struktury betonu, powodując jego degradację i odpajanie powłoki. W dalszej konsekwencji pozwalają tym agresywnym i szkodliwym substancjom przedostawać się do wód gruntowych.

Elastyczne materiały, które mają małą gęstość wiązań polimerowych, mają możliwość łatwego przemieszczania się molekuł względem siebie. Konsekwencją tego jest wysoka elastyczność powłoki, która wraz z pracą podłoża może również sprężyste rozciągać się i kurczyć bez naruszenia ciągłości izolacji. Pozwala to na skuteczne zabezpieczenie konstrukcji betonowej przed degradacją i ewentualnym przenikaniem szkodliwych substancji do wód gruntowych. Niestety w przeważającej większości materiały elastyczne, te o małej gęstości sieciowania, nie są wystarczająco odporne chemicznie.

Rozwiązaniem łączącym te oba bardzo ważne parametry jest natryskowa membrana polimocznikowa [MasterSeal M 689](#). Materiał spełnia wymogi dotyczące przesklepiania rys (przekracza wymagania klasy A5, czyli rozwarcie rysy bez pęknięcia powłoki na 2,5 mm), jednocześnie wykazując bardzo wysoką odporność chemiczną.

■ 6.6.3. Zakres prac kompleksowej renowacji

Przy renowacjach wanien awaryjnych często spotyka się mocno zaawansowane uszkodzenia konstrukcji betonowych, których remont wymaga:

- iniekcji rys,
- usunięcia metodą wysokociśnieniowej obróbki wodnej lub hydropiaskowania zdegradowanych lub słabych fragmentów powierzchni betonowych,
- wykucia uszkodzonego betonu w miejscach widocznego zbrojenia,
- zabezpieczenia odkrytej i oczyszczonej stali zbrojeniowej inhibitorem korozji,
- wykonania rekonstrukcji, reprofilacji powierzchni konstrukcji betonowej,
- wypełnienia dylatacji skurczowych trwale elastycznym materiałem,
- zabezpieczenia szerokich dylatacji konstrukcyjnych przez wklejanie elastycznych i rozciągliwych taśm hepalonowych w formie wklęsłej omegi,
- doszczelnienia porowatej powierzchni betonu szpachlówką cementową,
- gruntowania powierzchni odpowiednim gruntem szepnym, uwzględniając różne rodzaje materiałów detali, przyłączy, armatury i elementów wsporczych,
- natrysku powłoki polimocznikowej [MasterSeal M 689](#).



Ryc. 6.58. Powłoka MasterSeal M 689 aplikowana na różne i nawet bardzo nieregularne podkłady. Udostępnione przez: ERAL Usługi Techniczne

Prace przygotowawcze przed natryskiem powłoki polimocznikowej należy wykonać zgodnie z opisem w rozdz. 6.1.2.

6.6.4. Zestawienie materiałów

Tabela 6.16 przedstawia produkty niezbędne do realizacji wszystkich etapów prac w zakresie wykonania powłoki polimocznikowej jako chemoodpornych zabezpieczeń w przemyśle chemicznym.

Tabela 6.16. Produkty konieczne do wykonania krok po kroku wszystkich niezbędnych etapów prac: przygotowania i napraw podłoża, uszczelnienia detali i wykonania powłoki polimocznikowej w zakresie chemoodpornych zabezpieczeń w przemyśle chemicznym

		MasterEmaco N 5100 FC	MasterEmaco N 5200	MasterEmaco S 5400	MasterEmaco S 488	MasterEmaco S 5450 PG	MasterSeal P 385 (A,B,2x D)	MasterEmaco P 5000 AP	MasterInject 1325	MasterInject 1330	MasterInject 1380	MasterSeal 920	MasterTop P 615	MasterSeal P 770	MasterTop P 622	MasterSeal P 770	MasterSeal P 681	MasterSeal P 684	MasterSeal P 691	MasterSeal 912	MasterSeal NP 474	MasterSeal 930	MasterSeal 590	MasterSeal P 385	MasterSeal M 689	
Naprawa betonu: Cementowe 1K	Powierzchniowe od 1 do 3 mm (Klasy R2)	■																								
	Powierzchnie poziome (R4)		■	■	■																					
Epoksydowo-cementowe 3K	2–40 mm stanowiący jednocześnie bufor przeciwwilgociowy					■																				
Inhibitor korozji	Grunt szcpepny do stali zbrojeniowej							■																		
Iniekcje rys	Typu „D”									■																
	Typu „F”										■															
	Typu „S”									■																
Podparcie z pianki polietylenowej do spoin dylatacyjnych												■														

		MasterEmaco N 5100 FC	MasterEmaco N 5200	MasterEmaco S 5400	MasterEmaco S 488	MasterEmaco S 5450 PG	MasterSeal P 385 (A,B,2x D)	MasterEmaco P 5000 AP	MasterInject 1325	MasterInject 1330	MasterInject 1380	MasterSeal 920	MasterTop P 615	MasterSeal P 770	MasterTop P 622	MasterSeal P 770	MasterSeal P 681	MasterSeal P 684	MasterSeal P 691	MasterSeal 912	MasterSeal NP 474	MasterSeal 930	MasterSeal 590	MasterSeal P 385	MasterSeal M 689	
Żywica gruntująca	Do podłoży betonowych z obsypką piaskiem kwarcowym														■											
	Do podłoży betonowych bez obsypki piaskiem kwarcowym												■													
	Do podłoży metalowych żelazo/żeliwo																■									
	Aluminium, ocynk, stal nierdzewna PCV, GRP, powłoki żywiczne, EPDM																	■								
Elastyczne wypełnienie dylatacji	Skurczowych																					■				
Pęczniące w wilgoci wypełnienie dylatacji	Blokowanie podciągania wody																				■					
Taśmy do naklejania	Na dylatacje konstrukcyjne																						■			
Stopowanie wycieków wody pod ciśnieniem	Błyskawicznie pęczniący																							■		
Bariera przeciwwilgociowa	Do 8% wilgotności cienkowarstwowa 1,5 mm																							■		
Powłoka	Polimocznikowa																								■	

■ 6.6.5. Wykonanie powłok wodoszczelnych i chemoodpornych w sytuacji zbyt słabej struktury konstrukcji tac awaryjnych lub całkowitego jej braku

Bywają jednak sytuacje, że konstrukcja betonowa jest zbyt słabym podłożem pod natryskową powłokę polimocznikową.

Takie sytuacje nie eliminują powłoki polimocznikowej [MasterSeal M 689](#) jako materiału do wykonania szczelnych zabezpieczeń chemoodpornych.

Przy projektach tego typu możemy wykonać powłoki polimocznikowe, wykorzystując jako podporę przy natrysku powłoki polimocznikowej włókninę techniczną (ryc. 6.59).



Ryc. 6.59. Zabezpieczenia tac awaryjnych

Aplikacja polimocznika przy zastosowaniu podkładu z włókniny pozwala wykonać powłokę uszczelniającą tam, gdzie nie ma możliwości uzyskania odpowiedniej przyczepności do podłoża nośnego (słabe, porowate, zdegradowane i popękane podłoża betonowe lub tace awaryjne w zakładach chemicznych – wykonane jako obwałowania z substratu lub ziemi, czy obwałowania przy stacjach rozładunku cystern kolejowych – ryc. 6.60).



Ryc. 6.60. Izolacje tac awaryjnych na podkładzie z geowłókniny

Przy takim zastosowaniu powłoka żywiczna nie przywiera na całej powierzchni do podkładu betonowego, lecz do włókniny, przymocowanej do podkładu na zasadzie przyklejenia mocno elastycznym klejem lub punktowego kotwienia mechanicznego.

■ 6.6.6. Zakres prac przygotowania niestabilnego podłoża pod natrysk polimocznika

Zastosowanie włókniny wskazane jest w przypadku podkładu betonowego o niskiej klasie wytrzymałości, silnie spękanego albo o dużej porowatości, gdy stan techniczny powierzchni nie nadaje się do nakładania powłok szczelnych na całej powierzchni bezpośrednio na podkład, gdyż przygotowanie podkładu pod powłokę polimocznikową byłoby zbyt pracochłonne i zbyt kosztowne.

Obróbka wstępna takiego podłoża ogranicza się do następujących działań:

- wygładzenie ostrych krawędzi,

- naprawa ubytków oraz wypełnienie rys i spękań o szerokości większej niż 1,5 mm,
- usunięcie z powierzchni betonowej dużych zanieczyszczeń, rdzy i odprysków otuliny,
- wyrównanie uskoków, wygładzenie powierzchni tak, aby uniemożliwić przebicie powłoki,
- oczyszczenie powierzchni z substancji chemicznych, które pozostawione pod powłoką mogłyby bez kontroli degradować konstrukcję betonową.

W trakcie tych prac naprawczych nie ma konieczności śrutowania, szlifowania bądź innego mechanicznego przygotowania podłoża, nie ma również konieczności gruntowania podłoża, a jego przygotowanie ogranicza się do następujących działań:

- właściwe kołkowanie włókniny lub przyklejenie punktowe za pomocą jednokomponentowego spoiwa MasterSeas NP 474, lub całopowierzchniowe klejenie za pomocą dwuskładnikowego kleju poliuretanowego MasterTop ADH 170,
- szczelne sklejenie wszystkich łączeń i zakładów włókniny za pomocą jednokomponentowego spoiwa poliuretanowego MasterSeal NP 474.

Odmiernym przypadkiem jest zastosowanie flizeliny o gramaturze ≤ 35 g/m² w miejsce włókniny. W takim przypadku wystarczy nasączyć podłoże żywicą epoksydową i dociskając wałkiem rozłożoną na świeżą żywicę flizelinę, dopilnować, aby została dobrze przesączona żywicą, tak aby jej struktura została uszczelniona. W przeciwnym razie w natryskiwanej powłoce polimocznikowej będą powstawały kraterki perforujące powłokę.

■ 6.6.7. Układanie i mocowanie włókniny

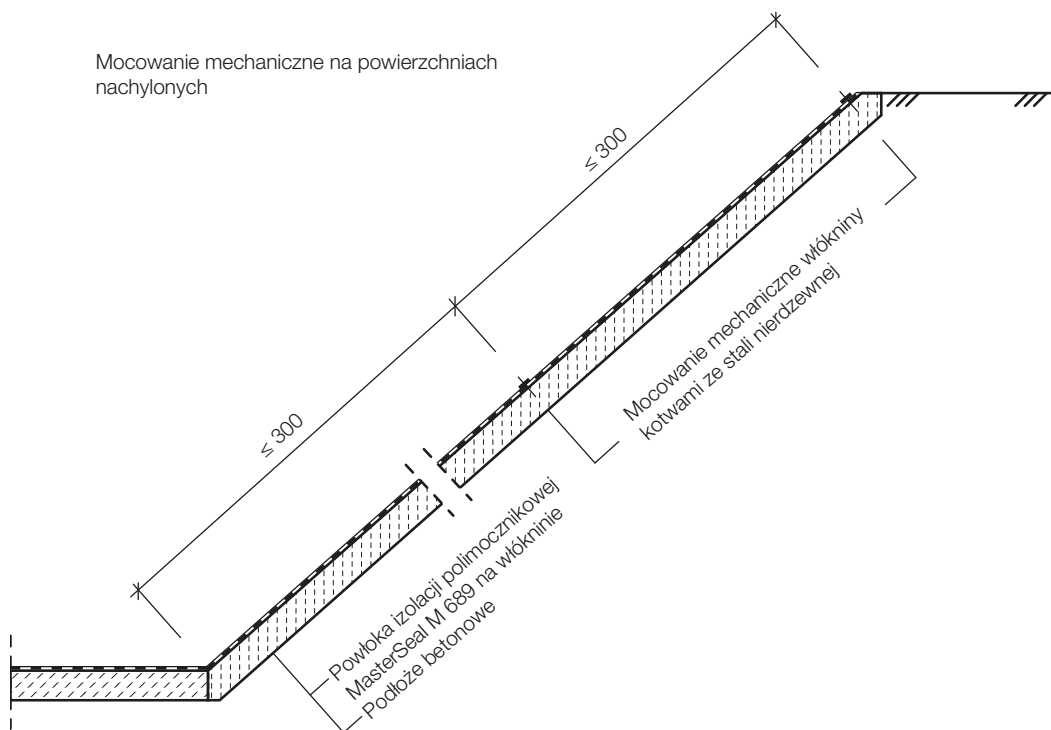
Stosując tego typu rozwiązanie, należy pamiętać o odpowiednim kotwieniu włókniny do podłoża (za pomocą kołków, przyklejania punktowego czy całopowierzchniowego, śrub, listew mocujących lub w przypadku układania włókniny bezpośrednio na gruncie – szpilek lub kotew gruntowych), gdzie należy uwzględnić obciążenie wiatrem (ssanie).

Włókninę dopasowuje się do kształtu przygotowanego podłoża lub gruntu i rozkłada na całej powierzchni, uzyskując zakłady szerokości ok. 10 cm poszczególnych arkuszy włókniny w sposób luźny (bez naprężania/naciągania). Włókninę należy przymocować do podłoża przez klejenie krzyżowymi prostokątnymi pasami szerokości 10 cm klejem poliuretanowym MasterSeal NP 474 lub całopowierzchniowo za pomocą dwuskładnikowego kleju poliuretanowego MasterTop ADH 170. Elementy narożników, zaokrągleń itp. należy przyciąć i przykleić do przygotowanego podłoża. Na końcu przykleić na zakład pasy włókniny w miejscach o nieregularnych kształtach. Miejsca zakładów należy posmarować materiałem MasterSeal NP 474 i szczelnie połączyć przez dociśnięcie powierzchni pokrytych klejem. Jeśli nie jest możliwe wykonanie złącza klejonego ze względu na właściwości podłoża, włókninę można zamocować mechanicznie za pomocą kotwienia i szyn stalowych. Następnie metodą natrysku wykonuje się warstwę izolacji wierzchniej z materiału polimocznikowego (MasterSeal M 689).

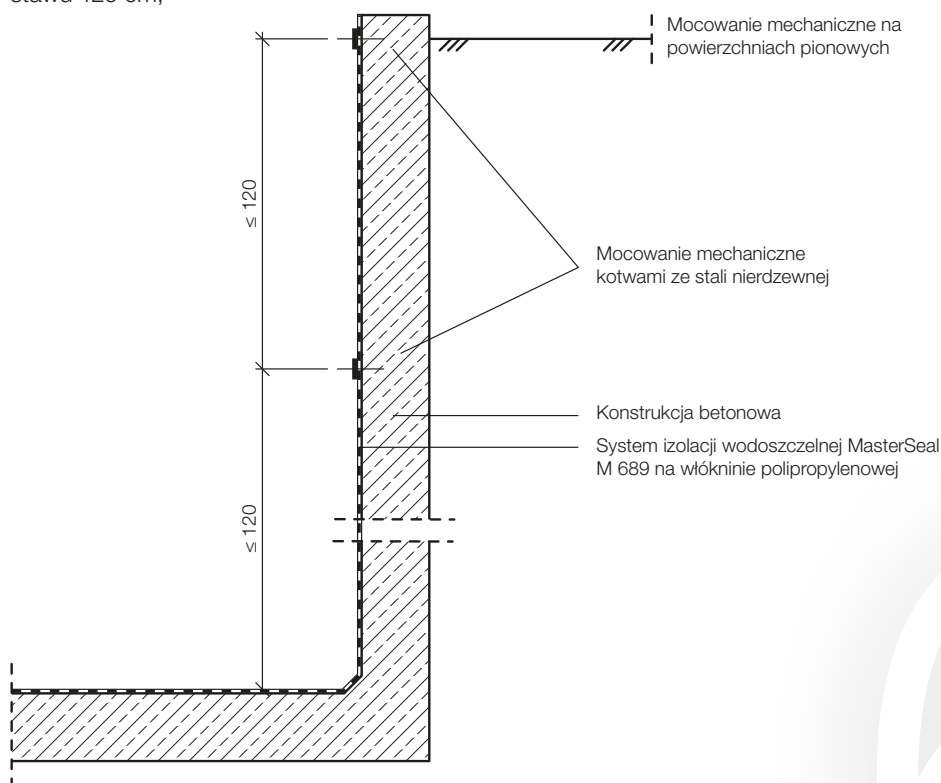
Układanie i mocowanie włókniny przebiega według niżej podanych czynności:

- w przypadku wyboru systemu mocowania włókniny przez kołkowanie do podłoża, aby zapobiec zsuwaniu i marszczeniu się jej na powierzchniach skośnych i pionowych, pasy włókniny należy układać w kierunku spadku, zgodnie z kierunkiem nachylenia zbocza z góry do dołu,
- pasy włókniny należy układać bez naprężeń, z minimalnym zakładem 10 cm,
- spód włókniny w obszarze zakładów (spoin czołowych) na całej szerokości 10 cm należy pokryć materiałem jednokomponentowym MasterSeal NP 474,
- wierzch włókniny w obszarze zakładów (spoin czołowych) po złożeniu z klejem MasterSeal NP 474 docisnąć wałkiem metalowym lub ze sztucznego tworzywa,
- przy powierzchniach skośnych odcinkowa odległość poziomej linii kołkowania nie powinna być większa niż 3 metry,

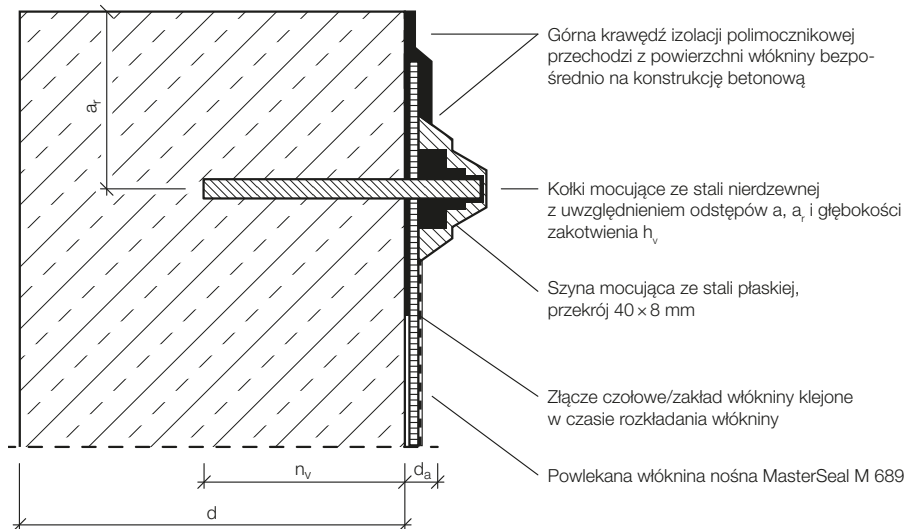
Mocowanie mechaniczne na powierzchniach nachylonych



- w przypadku pionowych powierzchni brzegowych należy zagęścić kotwienie mechaniczne do rozstawu 120 cm,



- w przypadku opisanych powyżej sposobów mocowania mechanicznego włókniny należy stosować dociskowe listwy z płaskowników stalowych (40×8 mm) usytuowanych w kierunku poprzecznym do nachylenia zbocza i analogicznie poziomo na powierzchni pionowej,



a – osiowy odstęp między kołkami maks. 100 cm

a_1 – odstęp między krawędzią górną = $\frac{1}{2} d$

h_v – głębokość zakotwienia = $\frac{1}{2} d$

d – min. grubość elementów konstrukcyjnych

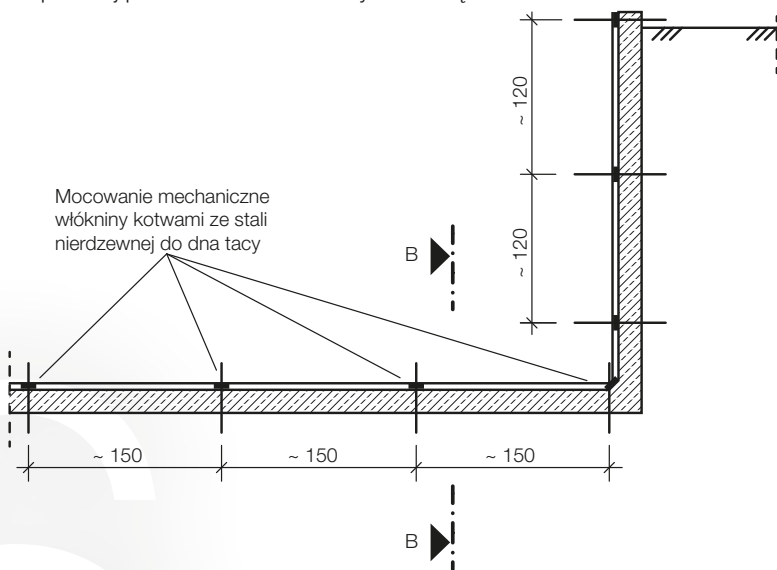
d_a – grubość elementów dodatkowych

h_v – wys. wyłożenia, przy $h_v > 1,20$ m przyporządkować liniowe mocowanie pośrednie bez listwy dociskowej,

a w zamian z okrągłymi płaskimi podkładkami o zewnętrznej średnicy 5 cm. Mocowanie to należy sytuować

w sklejonych połączeniach czołowych/zakładach włókniny

- do mocowania dociskowych płaskowników powinny być stosowane kołki mocujące ze stali nierdzewnej,
- na płaskiej powierzchni dna należy włókninę mocować w rozstawie osiowym 150 cm,



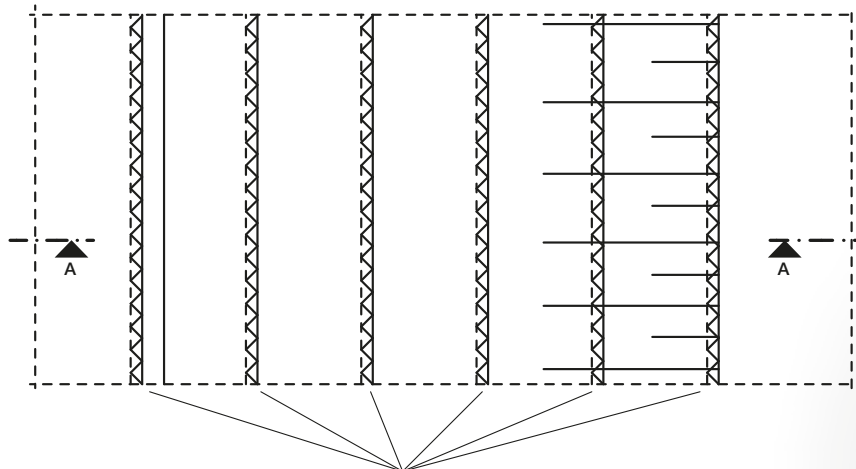
- przed zamontowaniem górnej krawędzi włókniny na ścianach przez kotwienie szyną dociskową ze stali płaskiej należy całą koronę tej ściany z wywinięciem na zewnętrzną powierzchnię tej ściany na wymiar równy grubości ściany wokół zbiornika (tacy) przygotować mechanicznie przez szlifowanie, w razie konieczności (wysokiej porowatości betonu) wyszpachlować żywicą gruntującą **MasterSeal P 770** z dodatkiem zagęstnika MasterTop Tix 9 i następnego dnia zagruntować szczelnie, rozkładając za pomocą wałka dodatkową ilość żywicy **MasterSeal P 770**,
- całą powierzchnię włókniny wystającą powyżej górnej szyny dociskowej przykleić za pomocą kleju **MasterSeal NP 474** do powierzchni ściany. Istotne jest, aby w tych miejscach zwrócić szczególną uwagę na prawidłowy docisk włókniny do ściany posmarowanej klejem, by w efekcie na całej powierzchni przylegała do betonu,
- przy nanoszeniu powłoki polimocznikowej na tak przygotowaną konstrukcję należy zadbać, by natrysk powłoki przechodził w sposób ciągły z powierzchni włókniny na powierzchnię betonu, okalając całą koronę ścian i zachodząc w dół na zewnętrzną powierzchnię minimum na wymiar równy połowie grubości tej ściany.

Wybierając system klejenia włókniny do podłoża zbcza, należy uwzględnić różne kierunki układania pasów włókniny w odniesieniu do kierunku nachylenia. Zaleca się jednak, niezależnie od tych kierunków, mocowanie krzyżowe włókniny, w dwóch kierunkach.

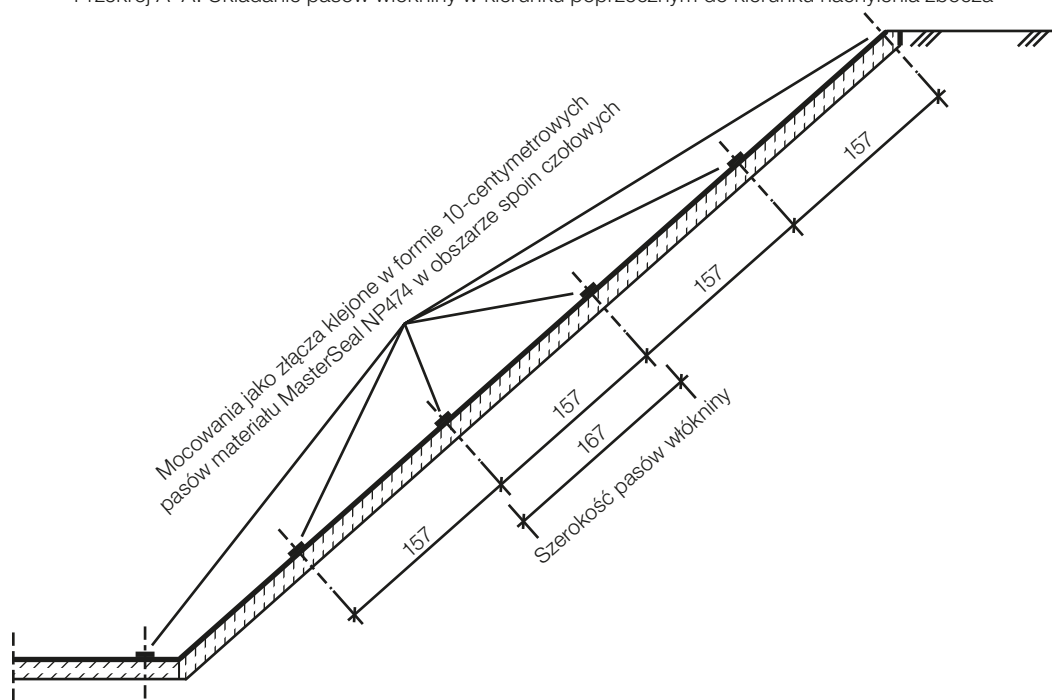
Układanie włókniny na zbczu na podkładzie z betonu w kierunku poprzecznym do kierunku nachylenia zbcza powinno przebiegać w następujący sposób:

- na zbczu zaznaczamy kreskami odcinki równe osiowemu rozstawowi pasów (157 cm). Pierwsza kreska powinna znajdować się poniżej górnej krawędzi zbcza w odległości będącej połową grubości tej ściany minus 5 cm, tak aby korona ściany z wywinięciem na obu stronach o wymiar równy połowie jej grubości była bezpośrednio pokryta polimocznikiem,
- kolejne pasy włókniny mocowanej w poprzecznym kierunku do kierunku nachylenia zbcza powinny być układane zgodnie z zaznaczonymi liniami na zbczu, zaczynając od najniższego pola aż do górnej krawędzi. Tak utworzone zakłady, w których górna powierzchnia nachodzi na dolną, uniemożliwiają spadanie przedmiotów podczas prowadzenia prac, co mogłoby zniszczyć wykonane połączenia ułożonych warstw włókniny,
- w tym układzie pierwszy kierunek mocowania włókniny do podłoża przy użyciu kleju umożliwi jej liniowe mocowanie do podłoża co 157 cm wzdłuż układanych pasów,
- spód włókniny w obszarze zakładów (spoin czołowych) należy na całej szerokości 10 cm pokryć materiałem jednokomponentowym **MasterSeal NP 474** i po przyłożeniu do betonowego zbcza, docisnąć wałkiem,
- wierzch przyklejonego do podłoża pasa włókniny w obszarze zakładów (spoin czołowych) ponownie smarujemy na szerokości 10 cm klejem **MasterSeal NP 474**, tak aby dokleić następny pas włókniny i po jej przyłożeniu ponownie docisnąć wałkiem,

Rzut poziomy:

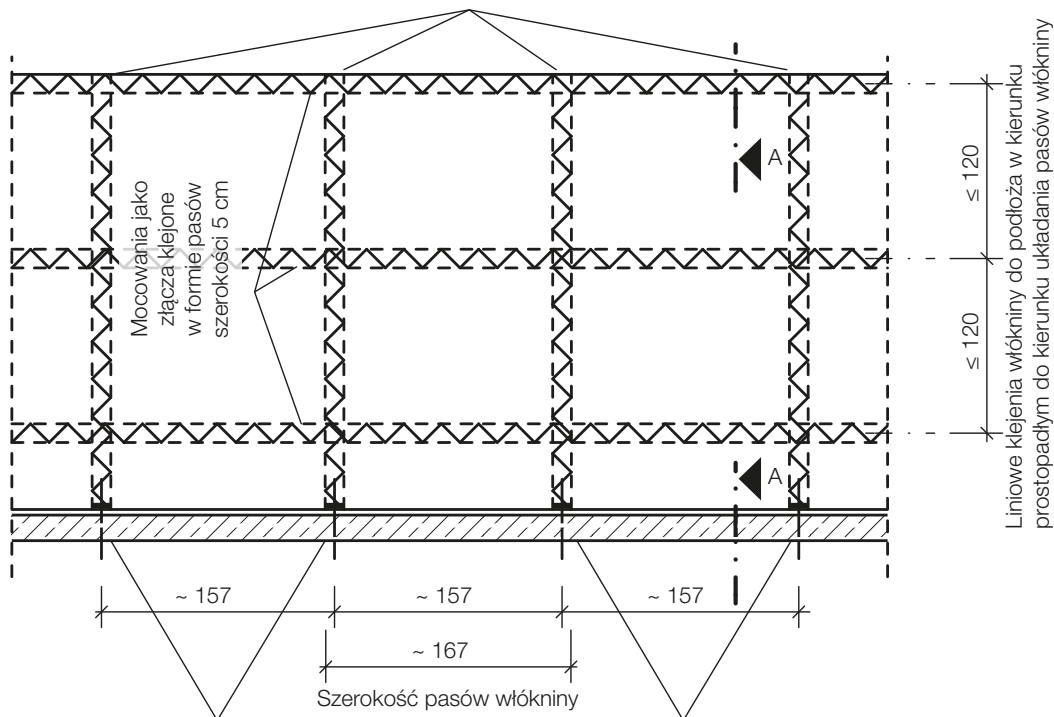


Mocowanie jako złącze klejone w obszarze spoin czołowych



- przy układaniu pasów włókniny w kierunku poprzecznym do spadku zbocza należy wykonać dodatkowo prostopadle do kierunku rozkładania pasów włókniny klejenie jej do konstrukcji betonowej,
- w tym celu za pomocą pacy lub szpachelki stalowej należy nakładać materiał [MasterSeal NP 474](#) w pasach o szerokości 5 cm i rozstawie pasów 120 cm, zanim przyłożymy pas włókniny do wytrasowanych linii wymiarowych na betonie. W ten sposób uzyskuje się mocowanie włókniny do podłoża w dwóch kierunkach krzyżowo,

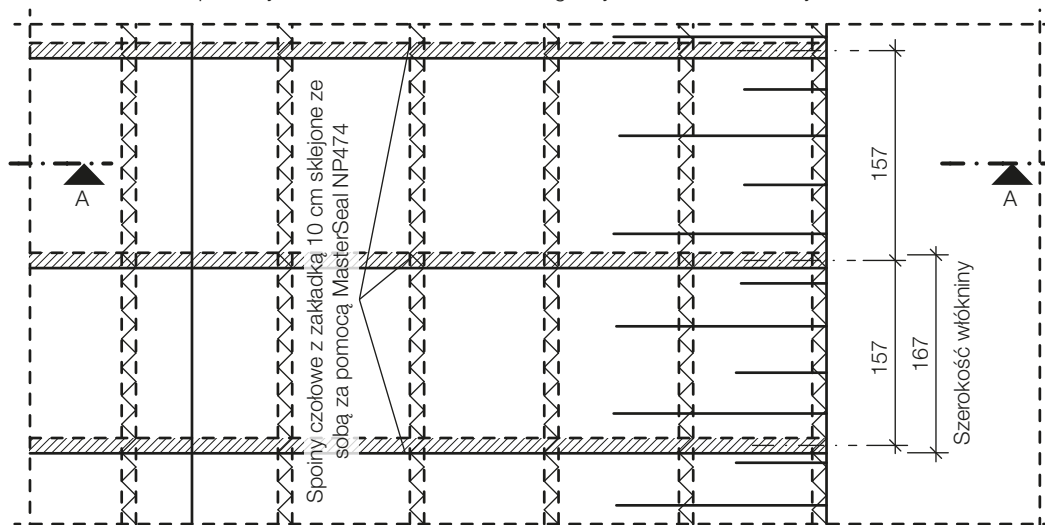
Mocowania jako złącza klejone w formie pasów szerokości 10 cm z trwale elastycznego materiału MasterSeal NP 474 w obszarze spoin czołowych



Spoiny czołowe z zakładką 10 cm sklejone ze sobą trwale elastycznym materiałem MasterSeal NP 474

- układanie pasów włókniny w kierunku zgodnym z kierunkiem nachylenia zbocza wykonuje się łatwiej, ponieważ zamiast rozciągać w poprzek zbocza pas włókniny, w tym układzie po prostu rozwijamy kolejne pasy z góry do dołu i dodatkowe porzeczne linie klejenia analogicznie będą teraz występowały na zboczu prostopadle do kierunku jego nachylenia w odstępach 150 cm, tak samo jak na poziomej płaszczyźnie dna,
- przy układaniu włókniny na powierzchniach ścian pionowych rozstaw pasów klejenia w kierunku poziomym (przy układaniu włókniny pasami w kierunku pionowym) powinien wynosić 120 cm,

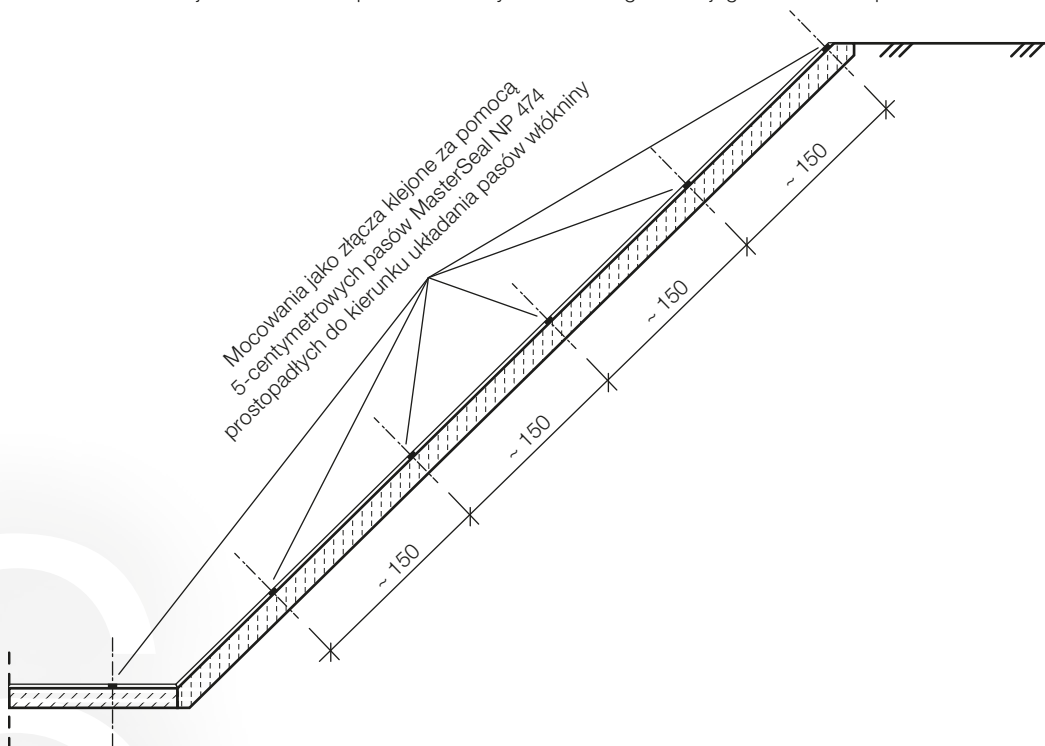
Rzut poziomy: Układanie taśm w kierunku zgodnym z kierunkiem nachylenia zbocza



Mocowania liniowe jako złącza klejone poprzecznie do spoin czołowych

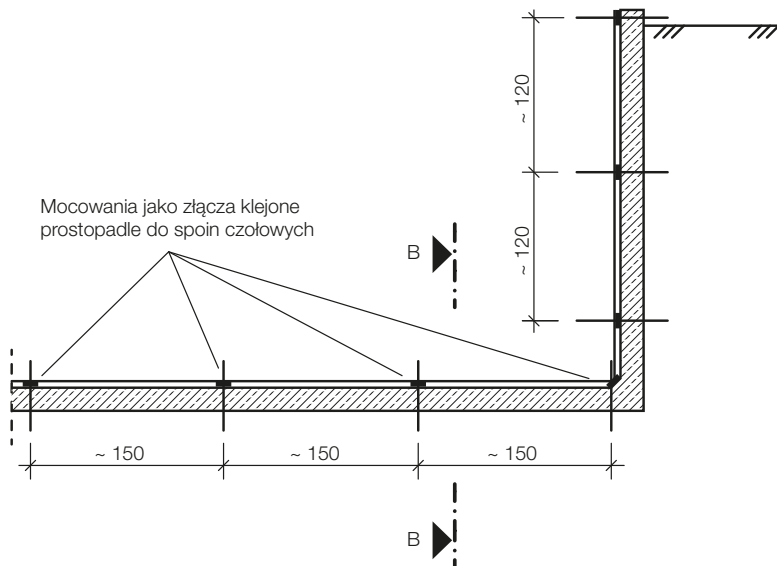
- w każdym przypadku włókninę mocujemy przez klejenie pasami dwukierunkowo lub całopowierzchniowo,

Przekrój A-A: Układanie pasów włókniny na zboczu zgodnie z jego kierunkiem spadku



- jeżeli ściany brzegowe są płaszczyznami pionowymi, to mocowanie klejowe poprzeczne do spoin czołowych na ścianach wykonujemy w odstępach 120 cm, a na dnie w odstępach 150 cm.

Przekrój A-A: Schemat układania włókniny rozwijanej z góry ściany do dołu



W przypadku małej ilości ubytków na powierzchni podkładu betonowego lub niskiej porowatości można zamiast grubej włókniny zastosować flizelinę techniczną o gramaturze 35 g/m²:

- flizelina tworzy wystarczający podkład (podparcie) pod nakładaną natryskowo powłokę polimocznikową. Trzeba w tym przypadku zadbać o pełne nasączenie flizeliny żywicą w celu wyeliminowania efektu „kraterowania” i perforacji powłoki polimocznikowej. Pojawia się on wówczas, kiedy podczas aplikacji polimocznika w wyniku działania wysokiej temperatury (75 °C) wydobywa się z porów flizeliny rozszerzające się powietrze,
- flizelina techniczna o gramaturze 35 g/m² to materiał bardzo delikatny (rozchodzący się w palcach) i należy go mocować do konstrukcji betonowej za pomocą żywicy gruntującej całopowierzchniowo,
- w związku z możliwością wchłaniania przez podkład betonowy żywicy, podkład ten przed ułożeniem flizeliny należy zagruntować,
- następnie, nakładając drugą warstwę żywicy, należy od razu na nią położyć flizelinę i dociskać ją nasączonym żywicą wałkiem,
- ze względu na to, że rozważane konstrukcje znajdują się w zdecydowanej większości na otwartej przestrzeni, często wilgotność betonu jest zbyt wysoka w stosunku do wymagań, jakie są stawiane przy zastosowaniu epoksydowych żywic gruntujących,
- żywice gruntujące na bazie epoksydu stosowane w systemie z powłokami polimocznikowymi, jako że nie tworzą wystarczająco dobrego wiązania chemicznego z żywicą polimocznikową, dodatkowo wymagają dużej (rozwinętej) powierzchni przyczepności mechanicznej. Osiąga się ją poprzez zasypywanie świeżo rozłożonej żywicy gruntującej piaskiem kwarcowym, co zwiększa czynną powierzchnię kontaktową i większą przyczepność mechaniczną przez zakotwienie się żywicy w uszorstkowanej strukturze podłoża. Jednak w przypadku flizeliny stosowanie zasypu z piasku kwarcowego może łatwo spowodować jej uszkodzenia,
- w tym przypadku najlepszym rozwiązaniem jest zastosowanie gruntującej żywicy polimocznikowej **MasterSeal P 770**. Jest ona tolerancyjna na wilgoć i nie wymaga zasypywania piaskiem kwarcowym, ponieważ wytwarza z aplikowanym na gorąco polimocznikiem **MasterSeal M 689** bardzo silne wiązanie chemiczne,
- przy stosowaniu żywicy gruntującej **MasterSeal P 770** nie ma konieczności badania wilgotności resztkowej w konstrukcji betonowej, wystarczy optyczna ocena jej wilgotności. Jednak na betonowej powierzchni nie powinna znajdować się woda i beton nie powinien być nadmiernie zawilgocony, co np. objawia się poprzez widoczne ciemne, błyszczące mokre plamy.

Osobne procedury dotyczą wykonania wodoszczelnej izolacji na powierzchni utworzonej tacy w formie nasypu z gruntu wokół zbiornika do magazynowania chemikaliów, wymagającej szczelnej i chemoodpornej powłoki zabezpieczającej przed przedostawaniem się szkodliwych substancji do wód gruntowych. W tym przypadku możliwe jest wykonanie aplikacji izolacji na włókninę przymocowaną gruntowymi kotwami mechanicznymi do podłoża po uprzednim wzmocnieniu go stabilizacją cementową. (Procedura ta została szczegółowo opisana w rozdz. 6.3.12: Stawy hodowlane i zbiorniki retencyjne).

UWAGI

- Wykonując powłoki polimocznikowe na podkładzie z geowłókniny, bezwzględnie należy organizować pracę zespołu w taki sposób, aby cała powierzchnia podłoża, która w danym dniu zostanie wyłożona włókniną, była pokryta warstwą polimocznika. W przeciwnym przypadku osiadająca rosa może przez noc zawilgocić wełnę, uniemożliwiając następnego dnia natrysk polimocznika.
- W związku ze specyficzną strukturą podłoża z włókniny należy kalkulować nieco większe zużycie polimocznika (2,5–3,0 kg/m²) niż w przypadku aplikacji na podłoże betonowe, a samą aplikację natryskową wykonać w dwóch etapach. W pierwszym etapie natrysku należy zastosować mniejszą średnicę dyszy niż ma to miejsce w przypadku standardowej aplikacji na powierzchnie betonowe, czego celem jest wykonanie cienkiego filmu o gładkiej powierzchni. Zalecenie to jest podyktowane możliwym wystąpieniem zjawiska unoszenia się pojedynczych włókien lub ich grup pod wpływem skurczu w strukturze włókniny. Dlatego po wykonaniu pierwszego natrysku należy skontrolować pokrytą powierzchnię i usunąć przez ścięcie nożem miejscowo uniesione ponad powłokę włókna. Po tym zabiegu można wykonać docelową warstwę natrysku powłoki. Obie warstwy powinny być wykonane w ciągu jednego dnia.
- Prace należy wykonywać i prowadzić odcinkami, pozwalającymi zakończyć je na danym odcinku przed zachodem słońca. Należy uwzględnić usytuowanie w terenie i usytuowanie geograficzne w taki sposób, aby na koniec dnia prowadzić pracę w części, gdzie słońce świeci najdłużej, gdyż w zacienionej części może nastąpić kondensacja pary wodnej. Podobnie rano, prace natryskowe należy zaczynać od części nasłonecznionej, z zasady lepiej osuszonej.
- Podczas natrysku polimocznika włóknina pod wpływem wysokiej temperatury ulega znacznemu skurczowi. Z tego powodu w przypadku obiektów o rozbudowanej geometrii aplikację należy dzielić na dwa etapy. W pierwszym etapie wykonuje się powierzchnię dna, w drugim (nie szybciej niż po 24 godzinach) natrysk na powierzchni pionowe lub ukośne. Pozwoli to na uniknięcie niekorzystnego efektu od skurczu na podłożu i na ścianach bocznych, którego skutkiem jest „rozprostowanie” powłoki w narożnikach.

6.7. Parkingi

■ 6.7.1. Wstęp

Powłoki żywiczne na parkingach wielopoziomowych spełniają różne funkcje. Pierwszą i podstawową funkcją powłoki żywicznej na parkingu jest zabezpieczenie konstrukcji żelbetowej przed wnikaniem w nią rozpuszczonych w wodzie soli odładowanych, czyli uniemożliwienie wnikania w nią chlorków powodujących korozję stali zbrojeniowej.

System polimocznikowy MasterSeal m 689, wykazujący praktycznie stuprocentową odporność w badaniu na mrozoodporność (50 cykli w roztworze soli odładowanej), jest odporny zarówno na samą sól, jak i na ropopochodne substancje, jakie mogą wyciekać z samochodów. Kapilarna absorpcja wody tego materiału zgodnie z EN 1062-3 [161] jest zbliżona do zera i wynosi jedynie 0,002 kg/m²/h^{0,5}, co zapewnia konstrukcji klasę ekspozycji środowiskowej XD3.

Drugą bardzo ważną funkcją powłok żywicznych jest dobra wodoszczelność, głównie zabezpieczenie przed przenikaniem wody na niższą kondygnację.

W dalszej kolejności są funkcje bezpieczeństwa przez nadanie powierzchni odpowiedniego stopnia antypoślizgowości, kwestie związane z estetyką i organizacją ruchu (komunikacji), m.in. przez kolorystyczne wyróżnienie stref ruchu.

■ 6.7.2. Rysy i pęknięcia podkładów betonowych

Zapewnienie szczelności kondygnacji parkingowych nie jest łatwe. W początkowej fazie mogą pojawiać się rysy skurczowe (ryc. 6.61). Parkingi w galeriach handlowych, biurowcach czy hotelach to przeważnie duże i nieogrzewane przestrzenie i w cyklach sezonów letnich i zimowych występują w nich różnice temperatur, a w konsekwencji odkształcenia termiczne płyty betonowej. To zjawisko powoduje nadmierne rozszerzanie się dylatacji, a nierzadko pęknięcia płyty betonowej (ryc. 6.62). Obserwuje się także wtórne zarysowania w miejscach narażonych na lokalną koncentrację naprężeń (ryc. 6.63).



Ryc. 6.61. Rysy skurczowe na powierzchni parkingu



Ryc. 6.62. Pęknięcie na betonowej płycie parkingu



Ryc. 6.63. Wtórne zarysowania dylatacji skurczowych

Zarówno parkingi, jak i często przylegające do nich budynki podlegają również odkształceniom od obciążeń użytkowych i na płytach parkingów przylegających do tych budynków często można zauważyć rysy pochodzące od tych właśnie obciążeń.

Mimo ograniczeń prędkości jazdy samochodów w przestrzeniach takich parkingów do 10 km/h wielu kierowców gwałtownie przyspiesza i następnie hamuje, by zdążyć zająć właśnie zwalniające się

miejsce, wywołując w ten sposób obciążenia dynamiczne. Te obciążenia dynamiczne powodują dalszy rozwój rys w betonowych płytach, szczególnie wtedy, gdy konstrukcja wykonana jest z elementów prefabrykowanych.

Biorąc pod uwagę te wszystkie czynniki i chcąc nadal uzyskać szczelność stropu parkingu, należy przy wyborze systemu powłoki żywicznej kierować się jak najwyższą rozciągliwością materiału i zdolnością przesklepiania rys zarówno od obciążeń statycznych, jak i dynamicznych.

System polimocznikowy [MasterSeal M 689](#), posiadając wysoką zdolność rozciągania, a co z tego wynika zdolność przesklepiania rys, idealnie spełnia to zadanie.

■ 6.7.3. Detale istotą szczelności parkingów

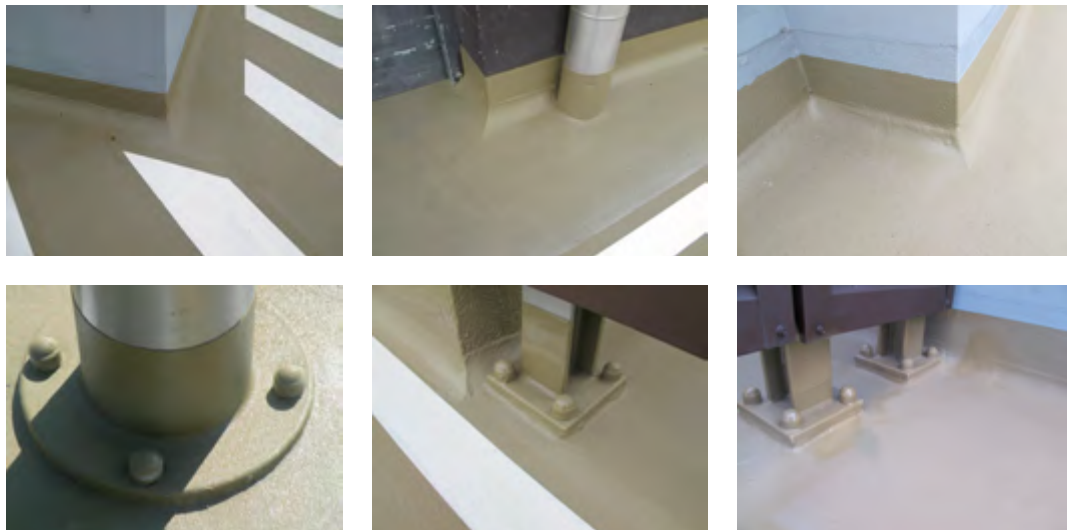
Rysy nie są jedynym źródłem przeciekania wody na niższe kondygnacje. Istotą szczelności kondygnacji parkingowych jest rozwiązanie wielu drobnych detali.

Bardzo często powielanym błędem jest wykonywanie cokołów przyściennych z zaprawy epoksydowo-kwarcowej. Jest to bardzo sztywny materiał, który pod wpływem pracy budynku pęka, pozwalając wodzie spływać przy ścianach i słupach na niżej położoną kondygnację (ryc. 6.64).



Ryc. 6.64. Pęknięcia cokołów przyściennych

Te szczegóły bezwzględnie należy wykonać z mocnego, ale elastycznego materiału, który uszczelni te niewralgiczne miejsca, kompensując odkształcenia budynku dzięki giętkości i rozciągalności. Wykonując natryskowe powłoki na kondygnacjach parkingowych, należy po wcześniejszym wykonaniu małego wyoblenia w narożniku wywinąć powłokę na płaszczyznę pionową wszystkich elementów przylegających do płaszczyzny posadzki, na wysokość wcześniej ustaloną z projektantem lub inwestorem (ryc. 6.65).



Ryc. 6.65. Wykonanie powłoki na detalach w obrębie parkingu

Bardzo dokuczliwymi elementami są nieszczelności w obrębie wpustów. Przy wykonywaniu tradycyjnych powłok żywicznych najczęściej doprowadza się tę powłokę z płaszczyzny posadzki do krawędzi wpustu. Jednak w wyniku różnic rozszerzalności termicznej betonu i samego wpustu, na krawędziach powstaje szczelina pozwalająca części wody spływającej po posadzce do wpustu, wpływać w tę szczelinę (pod obudowę wpustu) i przeciekać na niższą kondygnację (ryc. 6.66).



Ryc. 6.66. Fragment odwodnienia liniowego

Wykorzystując możliwości technologii **MasterSeal M 689**, można na stałe wyeliminować te szczegóły z zagrożenia nieszczelności, wykonując ciągły płaszcz szczelnej powłoki odprowadzającej wodę z powierzchni posadzki, poprzez obudowę wpustu, aż do samej rury spustowej (ryc. 6.67).



Ryc. 6.67. Wykończenie hydroizolacji za pomocą powłoki polimocznikowej przy odwodnieniach

Rozciągliwość materiału **MasterSeal M 689** skompensuje odkształcenia w rysach powstające na styku różnych materiałów. Materiał ten ma wystarczająco dobrą przyczepność do różnych podkładów, a dzięki aplikacji metodą natryskową idealnie dostosuje się do skomplikowanej geometrii każdego detalu.

■ 6.7.4. Złącza i dylatacje

W przypadku dylatacji pracujących wskutek procesów skurczowych należy – po zagruntowaniu powierzchni posadzki wraz z krawędziami tych dylatacji i zasypaniu jej piaskiem kwarcowym – wypełnić nacięcie odpowiednio szerokim profilem z pianki polietylenowej **MasterSeal 920**, a następnie w obszarze szczelin (wraz z ok. 15-centymetrowym pasmem z obu stron szczeliny) należy wykonać szczelną powłokę poprzez natryskiwanie warstwą materiału **MasterSeal M 689** o grubości ok. 1,5–2,0 mm. W przejściu głównym natrysku tak obrobione powierzchnie należy jeszcze raz powlec taką samą warstwą tego materiału.

Celem takiego rozwiązania detalu dylatacji jest uzyskanie poszerzonej strefy rozciągania powłoki polimocznika jak na ryc. 6.6 (rozdz. 6.1.2.3).

W przypadku postrzępionej krawędzi szczeliny istnieje zagrożenie „bomblowania” materiału polimocznikowego przy natrysku przez powietrze wydostające się z niezamkniętego szczelnie nacięcia. W takiej sytuacji należy profil z pianki polietylenowej **MasterSeal 920** usytuować na takiej głębokości, która pozwoli doszczelnić nacięcie jednokomponentowym poliuretanem **MasterSeal NP 474** (ryc. 6.68).



Ryc. 6.68. Aplikacja materiału **MasterSeal NP 474**

Jeżeli występują na danym parkingu dylatacje konstrukcyjne, to przed natryskiem powłoki należy wkleić w nią wzdłużnie elastyczną taśmę hepalonową **MasterSeal 930**, pozostawiając wklęsłą omegę celem możliwości rozszerzania się tej dylatacji, zanim rozpocznie się strefa rozciągania tej taśmy. Wierzchnią płaszczyznę taśmy należy zagruntować materiałem **MasterSeal P 691** i pokryć powłoką polimocznikową wraz z całą płaszczyzną parkingu. Jeżeli dylatacja ta przechodzi z płaszczyzny poziomej na pionowy element konstrukcji, taśmę **MasterSeal 930** należy również wywinąć na płaszczyznę pionową.



Ryc. 6.69. Dylatacja konstrukcyjna zabezpieczona polimocznikiem aplikowanym na taśmie hepalonowej

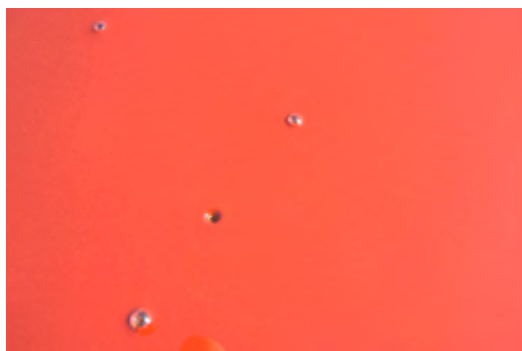
Taśma hepalonowa **MasterSeal 930** cechuje się wydłużalnością 500%, podobnie jak powłoka polimocznikowa **MasterSeal M 689**. Jeżeli więc rozwarście dylatacji przekroczy zapas pozostawionej do rozprostowania się taśmy w formie omegi, będzie się rozciągać wraz z powłoką polimocznikową. Tak wykonane uszczelnienie dylatacji konstrukcyjnej można zakryć profilem stalowym montowanym jednostronnie.

W ten sposób wykonane posadzki będą stanowiły szczelną wannę mocnej i odpornej na zużycie, obciążenia chemiczne i czynniki atmosferyczne powłokę, którą można wykonać w jednym kolorze lub – wyróżniając drogę komunikacji czy różne strefy parkingu – innym kolorem (ryc. 6.70).



Ryc. 6.70. Aplikacja polimocznika z kolorystyką użytkową

Ze względu na obciążenia od kół i duże siły ścinające przy ich skręcaniu, podłoże pod polimocznikowy system parkingowy należy śrutować. Aby uniknąć perforowania powłoki przez rozszerzające się powietrze uwieszone w porach (ryc. 6.71), przy natrysku materiału w wysokiej temperaturze (ok. 70 °C) powierzchnię należy dwukrotnie gruntować, a drugą warstwę koniecznie zasypać piaskiem kwarcowym o frakcji 0,4–0,8 mm ze względu na występowanie na połączeniu powłoki z powierzchnią betonu bardzo wysokich sił ścinających przy skręcaniu kołami.



Ryc. 6.71. Perforacja powłoki przez powietrze znajdujące się w porach

Należy bezwzględnie przestrzegać czasów łączenia poszczególnych etapów natrysku, a w sytuacji przekroczenia tych czasów z niezależnych przyczyn przestrzegać procedur łączenia powłok polimocznikowych opisanych w rozdz. 5.3.

Przy wykonywaniu pierwszego pola roboczego należy ustalić ze zleceniodawcą lub – odbierającym wykonanie powłok polimocznikowych – inspektorem nadzoru pożądany stopień antypoślizgowości, który można regulować, dopasowując technikę natrysku.

■ 6.7.5. Sposób wykończenia powierzchni polimocznikowego systemu parkingowego

6.7.5.1. Overspray

Celem zapewnienia antypoślizgowej struktury powierzchni natryskowej powłoki polimocznikowej na kondygnacjach parkingowych należy – po wykonaniu podstawowego natrysku warstwy żywicy w formie gładkiej powłoki, którą wykonuje się, prowadząc strumień natrysku prostopadle do podłoża i utrzymując stałą odległość dyszy pistoletu od tej powierzchni (ok. 1,0–1,2 m) – wykonać tzw. Overspray.

Owerspray, czyli natrysk rozpylonej żywicy polimocznikowej, należy wykonywać z większej odległości od podłoża na powierzchnię wystudzoną. W zależności od warunków otoczenia i nasilenia wiatru wykonujemy tę czynność znad głowy (ryc. 6.72), pod kątem, a w niektórych przypadkach całkowicie w płaszczyźnie równoległej do aplikowanej powierzchni.



Ryc. 6.72. Prace wykończeniowe żywicą polimocznikową w technologii Overspray

W ten sposób rozpylona żywica zaczyna żelować w powietrzu i osiadając w postaci drobnego nakropienia, nie rozplywa się na płasko i tworzy strukturę antypoślizgową (ryc. 6.73).



Ryc. 6.73. Powierzchnia parkingu wykonana technologią Overspray

6.7.5.2. Overspray + dodatkowy lakier ułatwiający mycie i czyszczenie

Utrzymanie czystości parkingów wielopoziomowych jest czasochłonne i kosztowne, ponieważ zazwyczaj zajmują one duże powierzchnie. Dlatego warto wykonać wszelkie zabiegi, które mogą tę czynność ułatwić.

Z antypoślizgowej powłoki polimocznikowej wykonanej techniką natrysku Overspray zdecydowanie łatwiej usunąć wszelkie zabrudzenia, jeżeli powierzchnia ta zostanie zabezpieczona malarską powłoką lakieru poliasparginowego [MasterSeal TC 681](#) lub [682](#). Materiał ten jest wyjątkowo odporny na zabrudzenie, a jednocześnie jest bardzo trwały. Posadzki wykończone tym lakierem pozostają łatwe do czyszczenia nawet w tak trudnych środowiskach, jak produkcja klocków hamulcowych, gdzie drobinki pyłu grafitowego z reguły tworzą bardzo odporne do usunięcia zabrudzenia, a pod kołami wózków widliowych trwale niszczą powierzchnie posadzek epoksydowych lub poliuretanowych.

6.7.5.3. Natrysk polimocznika z wtapieniem podczas natrysku piasku kwarcowego z lakierem

W sytuacjach, gdy wymagana jest struktura powierzchni z zastosowaniem piasku kwarcowego, można wykonać taką posadzkę na dwa sposoby. Jednym z nich jest zespolenie pistoletu do natrysku polimocznika z urządzeniem do piaskowania w sposób umożliwiający kierowanie strumienia piasku w wachlarz natrysku polimocznika, który umożliwia wklejanie piasku w świeżo nałożoną na powierzchnię żywicę polimocznikową, zanim ta zdąży zżelować. W ten sposób możemy wykonać natrysk powłoki polimocznikowej wykończonej strukturą piasku kwarcowego. Struktura taka wymaga oczywiście wykończenia lakierem uelastycznionym. Wykonując posadzki w pomieszczeniach lub na stropach pośrednich, można zastosować do tego celu uelastyczniony lakier epoksydowy [MasterSeal TC 374](#). Na otwartych parkingach na kondygnacjach dachowych można zastosować poliuretanowy lakier [MasterSeal TC 258/268](#) lub poliasparginowy lakier ułatwiający utrzymanie parkingu w czystości [MasterSeal TC 681](#).

6.7.5.4. Wykonanie dodatkowej warstwy ścieralnej z poliuretanu zasypanego piaskiem kwarcowym

Jeżeli wymagane jest wykończenie posadzki parkingowej polimocznikową warstwą ścieralną z użyciem piasku kwarcowego, a nie mamy doświadczenia lub samego urządzenia do wykonywania natrysku polimocznika wraz z kruszywem kwarcowym, można wykonać taką budowę systemu przez rozłożenie na powłoce hydroizolacji polimocznikowej w ciągu 24 godzin od wykonania natrysku szybko utwardzającą się membranę poliuretanową [MasterSeal M 880](#) w ilości ok. 0,5–0,7 kg/m², a następnie świeżo rozłożoną żywicę zasypać piaskiem kwarcowym frakcji 0,3–0,8 mm lub 0,7–1,2 w zależności od pożądanego stopnia antypoślizgowości (w ilości ok. 2,0–2,5 kg/m²). Struktura taka wymaga również wykończenia lakierem uelastycznionym. Wykonując posadzki w pomieszczeniach lub na stropach pośrednich, można zastosować do tego celu uelastyczniony lakier epoksydowy [MasterSeal TC 374](#). Na otwartych parkingach na kondygnacjach dachowych można zastosować poliuretanowy lakier [MasterSeal TC 258/268](#) lub poliasparginowy lakier ułatwiający utrzymanie parkingu w czystości [MasterSeal TC 681](#).

Zastosowany do zasypu membrany [MasterSeal M 880](#) piasek frakcji 0,3–0,8 mm stworzy strukturę o stopniu antypoślizgowości R11, a piasek frakcji 0,7–1,2 mm strukturę klasy R12.

W przypadku renowacji posadzek parkingowych, które były użytkowane bez zabezpieczenia powłokami żywicznymi lub gdy istniejące powłoki uległy zużyciu, odspojeniu lub zostały w inny sposób uszkodzone, istnieje bardzo duże prawdopodobieństwo korozji chlorkowej powierzchni parkingu. Korozja ta jest spowodowana obecnością soli do odładzania parkingów наносzonej przez koła pojazdów samochodowych. Zanieczyszczenia chlorkowe, działając agresywnie na stal zbrojeniową i powodując jego korozję, obniżają trwałość konstrukcji żelbetowej i powodują przekroczenie stanu nośności granicznej płyty parkingu.

Na prędkość postępowania korozji prętów zbrojeniowych wpływa przede wszystkim stężenie jonów chlorkowych w powierzchniowej warstwie betonu. Dopuszczalna wartość skażenia jonami chlorkowymi dla konstrukcji żelbetowych wynosi 0,4% masy spoiwa. Za pomocą badań nieniszczących (NDT, ryc. 6.74) można ustalić wielkość i postępowanie korozji w betonie.



Ryc. 6.74. Badanie postępu korozji chlorkowej w betonie metodą NDT

Proceq Resipod, producent firma Proceq SA, www.proceq.com,
Copyright Proceq SA

W takiej sytuacji przed pokryciem powierzchni betonowej posadzki parkingowej bezwzględnie należy powstrzymać proces korozji stali zbrojeniowej. Bezpośrednie przeciwdziałanie postępowaniu korozji można uzyskać poprzez:

- ochronę przed jonami chlorkowymi,

- wzrost oporu elektrycznego,
- wzmocnienie warstwy pasywacyjnej na powierzchni stali,
- powstrzymanie reakcji katodowych i anodowych.

Bezpośrednie przeciwdziałanie postępującej korozji uzyskuje się, stosując odpowiednie środki. Zalecanym produktem do tego celu jest jednoskładnikowy inhibitor korozji na bazie silanu **MasterProtect 8500 CL**. Produkt ten, aplikowany za pomocą rozpylacza niskociśnieniowego w dwóch warstwach, całkowicie wnika w strukturę betonu. Zastosowanie tego preparatu nie pogarsza parametru przyczepności w przypadku zastosowania następnych powłok z żywic reaktywnych. Działanie przeciwkorozyjne jest długotrwałe nawet w agresywnym środowisku bez dodatkowego zabezpieczenia (po 10 latach od aplikacji badania potwierdzają niemalejącą skuteczność zabezpieczenia).

Przy prowadzonych pracach renowacyjnych parkingów wielopoziomowych warto również zadbać o zabezpieczenie sufitowych powierzchni stropów.

Żelbetowe stropy płytowo-żebrowe narażone są na karbonatyzację i korozję spowodowane wnikającymi od spodu stropów dwutlenkiem węgla i dwutlenkiem siarki, pochodzącymi ze spalin samochodowych. Zapobieganie temu zjawisku polega na pokryciu stropów akrylową powłoką elastyczną, zdolną do przesklepiania rys. Charakteryzuje się ona wysoką wartością oporu dyfuzyjnego, co chroni beton i tynk przed wnikaniem szkodliwych gazów, mimo dobrej przepuszczalności pary wodnej. Systemowym rozwiązaniem z grupy produktów Master Builders Solutions w tym zakresie jest **MasterProtect 330 EL**.

■ 6.7.6. Zestawienie materiałów

Tabela 6.17 przedstawia produkty niezbędne do realizacji wszystkich prac związanych z wykonaniem powłoki polimocznikowej w zakresie parkingów.

Tabela 6.17. Produkty konieczne do wykonania krok po kroku wszystkich niezbędnych etapów prac: przygotowania i napraw podłoża, uszczelnienia detali i wykonania powłoki polimocznikowej w zakresie parkingów

		MasterEmaco N 5100 FC	MasterEmaco N 5200	MasterEmaco S 5400	MasterEmaco S 5450 PG	MasterSeal P 385 (A,B,2xD)	MasterEmaco P 5000 AP	MasterInject 1360	MasterRoc MP 650	MasterSeal 920	MasterTop P 622	MasterSeal P 770	MasterTop P 622	MasterSeal P 770	MasterSeal P 681	MasterSeal P 684	MasterSeal P 691	MasterProtect 8500 CL	MasterProtect 330 EL	MasterSeal 912	MasterSeal NP 474	MasterSeal 930	MasterSeal P 385	MasterSeal M 689	MasterSeal TC 681
Naprawa betonu: Cementowe 1K	Powierzchniowe od 1 do 3 mm (Klasy R2)	■																							
	(Klasy R4)		■																						
Epoksydowo-cementowe 3K	Powierzchnie poziome (R4)			■																					
	2–40 mm stanowiący jednocześnie bufor przeciwwilgociowy				■																				
Inhibitor korozji	Grunt szczepny do stali zbrojeniowej					■																			
Iniekcje	Grawitacyjne						■																		
	Mineralny mikroce-ment do stabilizowa-nia klawiszujących płyt betonowych Typu „S”							■																	
Podparcie z pianki polietylenowej do spoin dylatacyjnych	Kurtynowe									■															

		MasterEmaco N 5100 FC	MasterEmaco N 5200	MasterEmaco S 5400	MasterEmaco S 5450 PG	MasterSeal P 385 (A,B,2xD)	MasterEmaco P 5000 AP	MasterInject 1360	MasterRoc MP 650	MasterSeal 920	MasterTop P 622	MasterSeal P 770	MasterTop P 622	MasterSeal P 770	MasterSeal P 681	MasterSeal P 684	MasterSeal P 691	MasterProtect 8500 CL	MasterProtect 330 EL	MasterSeal 912	MasterSeal NP 474	MasterSeal 930	MasterSeal P 385	MasterSeal M 689	MasterSeal TC 681
Inhibitor korozji elektrochemicznej	Hamujący jony chlorkowe																	■							
Powłoka zabezpieczająca przed karbonatyzacją	Dla dolnej powierzchni stropów nad parkingiem																		■						
Żywica gruntująca	Do podłoży betonowych do 4% wilgotności												■												
	Do podłoży betonowych do 6% wilgotności									■															
	Do podłoży metalowych żelazo/żeliwo													■											
	Aluminium, ocynk, stal nierdzewna															■									
Elastyczne wypełnienie dylatacji	PCV, GRP, powłoki żywiczne, EPDM															■									
	Skurczowych																				■				
Pęczniące w wilgoci wypełnienie dylatacji	Blokowanie podciągania wody																		■						
Taśmy do naklejania	Na dylatacje konstrukcyjne																					■			
Bariera przeciwwilgociowa	Do 8% wilgotności cienkowarstwowa 1,5 mm																						■		
Powłoka	Polimocznikowa																							■	
Lakier wierzchni UV odporny	Poliasparginowy stabilny kolorystycznie																								■

6.8. Dachy

6.8.1. Wstęp

Przy wyborze systemu izolacji dachu powinniśmy wziąć pod uwagę takie czynniki, jak:

- rodzaj konstrukcji i możliwe deformacje (odkształcenia),
- kształt izolowanej powierzchni,
- rodzaj podłoża pod izolację,
- obciążenie śniegiem (również możliwość jego okresowego topnienia).

6.8.2. Rodzaj konstrukcji i przewidywane obciążenia

Zakres odkształceń konstrukcji wynika z jej schematu statycznego – warunków brzegowych (sposobu podparcia) i działających obciążeń. Jeżeli chodzi o obciążenia, to w przypadku dachów najważniejszą rolę odgrywają obciążenia atmosferyczne (wiatr, śnieg i temperatura). Wiatr i śnieg mogą powodować znaczne chwilowe odkształcenia, a obciążenie nasłonecznieniem spowodowane jest różnicami temperatur zarówno w wymiarze dzień–noc, jak i lato–zima. Każdy materiał ma charakterystyczną rozszerzalność termiczną, co powoduje rozszerzalność liniową w dzień, gdy pod wpływem promieni słonecznych dach nagrzewa się, i kurczliwość liniową w nocy, gdy dach stygnie. Duże dachy płaskie lub skośne na obiektach przemysłowych są podzielone na mniejsze połączenia i to właśnie na połączeniach tych płaszczyn występują największe naprężenia (rozszerzanie i kurczenie się). Często na dachach montowane

są urządzenia wentylacyjne, klimatyzacyjne i banery reklamowe. Mogą one dodatkowo generować obciążenia o charakterze dynamicznym, wywoływać drgania i wibracje. Materiały stosowane jako izolacja dachu muszą zatem spełniać takie warunki, jak:

- elastyczność (sprężystość) w zakresie odkształceń od obciążeń statycznych, dynamicznych i termicznych konstrukcyjnych elementów dachu,
- odporność na obciążenia cykliczne (wytrzymałość zmęczeniowa),
- odporność na zmienne temperatury,
- odporność na promieniowanie UV (starzenie się materiału).

Spełnienie tych warunków decyduje o cechach użytkowych dachów.

■ 6.8.3. Geometria i kształt izolowanych powierzchni

Od geometrii i kształtu izolowanych powierzchni zależy zarówno dobór materiału, jak i technika wykonania izolacji. Czym innym jest wykonywanie izolacji na powierzchniach płaskich: poziomych, pionowych czy skośnych, czym innym na powierzchniach rozwiniętych geometrycznie (faliste lub trapezowe).

W przypadku izolowania powierzchni płaskiej, bez elementów wystających ponad dach lub przechodzących przez poszycie dachu, zdecydowanie łatwiej jest wykonać izolację z materiału w arkuszach lub w rolkach. Niższe są też wówczas ceny wykonania izolacji.

Jednak w przypadku konieczności zaizolowania dachu o powierzchni z rozbudowaną geometrią często niemożliwe jest położenie gotowych arkuszy, a jedyną izolacją, jaką można wówczas zastosować, jest aplikowanie metodą natryskową (ryc. 6.75, 6.76).



Ryc. 6.75. Natrysk polimocznika na blachę trapezową. Udostępnione przez: REMAK

O wyborze izolacji wykonywanej metodą natryskową przesądza nie tylko sama pofalowana płaszczyzna dachu, ale także mnogość elementów i urządzeń na dachu, które komplikują geometrię płaszczyzny przeznaczonej do izolowania.



Ryc. 6.76. Powierzchnia dachu z mnogością detali

Biorąc pod uwagę skomplikowany kształt i geometrię płaszczyzny izolowanego dachu, jak również dużą liczbę elementów wystających ponad jego płaszczyznę, znaczną przewagę mają systemy aplikowane **metodą natryskową**.

■ 6.8.4. Rodzaj i jakość podłoża

Kiedy planuje się wykonanie izolacji przeciwwodnych i analizuje się rodzaj podłoża na dachu pod wykonanie izolacji, nie można jednoznacznie zakładać, że podkładem jest jeden rodzaj materiału, np. blacha ocynkowana, papa bitumiczna lub beton. Niemal zawsze jest to kombinacja różnego rodzaju podłoży. Możemy mieć np. dach kryty blachą ocynkowaną, na której są świetliki z PCV, obróbki wokół świetlików z EPDM, spusty wody z PCV, obróbki w pasach kalenicy z papy bitumicznej. Innym przykładem

jest główne pokrycie z papy bitumicznej, ale – świetliki aluminiowe, obróbki blacharskie wokół kominów i przy ogniomurach, spusty wody z PCV (ryc. 6.77).



Ryc. 6.77. Różnorodność materiałów będących podkładem dla izolacji dachowej

Wynikające z tych czynników wymagane parametry techniczne w stosunku do materiałów, z których wykonujemy izolację przeciwwodną, to:

- przyczepność do różnych podłoży, która umożliwi wykonanie jednego ciągłego płaszcza izolacji niezależnie od kształtu i rodzaju podłoża, tworząc szczelną wannę,
- elastyczność, która zapewni kompensowanie odkształceń powstających na połączeniu różnych podkładów, wynikających z różnicy rozszerzalności termicznej tych materiałów.



Ryc. 6.78. Ciągłość powłoki polimocznikowej na różnorodnym podłożu dachu. Udostępnione przez: ELIN Andrzej Juszczyk

■ 6.8.5. Obciążenia wynikające z opadów śniegu

W przypadku dachów szczególnym rodzajem obciążenia jest śnieg. Następstwa towarzyszące występowaniu śniegu na dachu to:

- ugięcia powierzchni,
- narażenie izolacji na uszkodzenia mechaniczne (przebiecie, rozdarcie) przy odśnieżaniu,
- zalegający śnieg tworzy warunki podobne do stałego obciążenia wodą (topnienie warstwy przylegającej do powierzchni dachu ogrzewanego pomieszczenia).

Izolacje na szerokości geograficznej, na których nie występują długotrwałe opady i długotrwałe zaleganie śniegu na dachu, wymagają tylko tymczasowego zabezpieczenia przed przenikaniem wody podczas opadów deszczu. Jednak w naszym położeniu geograficznym – w sytuacji zalegania i powolnego topnienia śniegu – izolacja musi spełniać wymagania na stałe oddziaływanie wody, podobne jak w przypadku izolacji w zbiornikach.

Należy pamiętać, że każde przejście temperatury przez „zero” stanowi kolejne obciążenie dla powłoki izolacji, a im niższa jest nasiąkliwość materiału do wykonywania izolacji, tym wyższą posiada on odporność na kolejne cykle zamarzania i rozmarzania.

Im większa jest powierzchnia dachu i im mniejsze nachylenie połaci, tym więcej zalega na nim śniegu. Normy projektowania przewidują, na podstawie wieloletnich obserwacji, maksymalne obciążenia śniegiem w danej strefie klimatycznej, istnieją jednak sytuacje wymagające usunięcia warstwy śniegu z połaci dachu (np. gdy ilość opadów przekracza normę lub gdy jest podejrzenie uszkodzenia konstrukcji). Najwięcej uszkodzeń i rozszczelnień izolacji dachu powstaje właśnie podczas jego odśnieżania. Uderzenie łopatą w zakładkę izolacji powodują jej uszkodzenie lub oderwanie. Na dachach zaizolowanych natryskową powłoką polimocznikową [MasterSeal M 689](#) nie występują zakładki, spoiny lub łączenia, nie istnieją więc wspomniane zagrożenia uszkodzenia warstwy wodoszczelnej.

Wynikające z tych czynników wymagane parametry techniczne w stosunku do materiałów, z których wykonujemy izolacje przeciwwodne, to:

- odporność na uszkodzenia mechaniczne,
- ciągły płaszcz izolacji bez zakładek i łączeń,
- odporność na stałe obciążenie wodą,
- odporność na cykle zamarzania i rozmarzania.



Ryc. 6.79. Natryskowa izolacja **MasterSeal M 689** wykonana na szklanych świetlikach dachowych. Udostępnione przez: ELIN Andrzej Juszcak

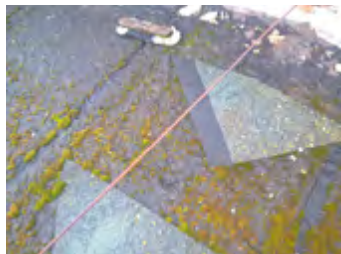
Polimocznikowa membrana natryskowa **MasterSeal M 689** firmy Master Builders Solutions jest bardzo skutecznym rozwiązaniem do izolacji wszelkiego rodzaju dachów. Dzięki aplikacji metodą natryskową uzyskujemy ciągły płaszcz izolacji, niezależnie od geometrii izolowanej płaszczyzny, wraz z wywinieciem go na wszystkie elementy pionowe przylegające do powierzchni dachu. Powłoka izolacji wykonanej tą metodą nie ma żadnych zakładek, szwów czy łączeń, które mogłyby ulec uszkodzeniu podczas odśnieżania dachu. Membrana ta dzięki bardzo dobrej przyczepności do różnych rodzajów podłoży pozwala wykonać szczelną wannę, a przez wysoką rozciągliwość (425%) i zdolność przesklepiania doskonale kompensuje rysy i pęknięcia powstałe m.in. w wyniku różnej rozszerzalności termicznej tych materiałów. **MasterSeal M 689** jest przeznaczony do stałego obciążenia wodą, dzięki czemu nie zmienia właściwości w sytuacji długo zalegającego śniegu na dachu, nawet po wielu cyklach zamarzania i rozmarzania. Posiada certyfikat klasyfikacji ogniowej B Roof T4, czyli jako materiał nierozprzestrzeniający ognia, co pozwala na zastosowanie go na dachach o dużej powierzchni na budynkach zarówno przemysłowych, jak i użyteczności publicznej.

■ 6.8.6. Przygotowanie podłoża i prace naprawcze przed aplikacją powłoki polimocznikowej

Wykonywanie izolacji dachu z natryskowej powłoki polimocznikowej wymaga połączenia wiedzy i praktyk stosowanych przy pracach nanoszenia powłoki na różne rodzaje podłoża, a co za tym idzie – różnego sposobu przygotowania powierzchni (ryc. 6.80).

- Powierzchnię betonową należy przygotować przez śrutowanie lub szlifowanie, a w przypadku powierzchni z papy bitumicznej należy oczyścić za pomocą palnika gazowego.
- Temperatura ognia wypali wszelkie zabrudzenia mineralne, a podmuch płomienia usunie (wydmucha) ich popioły i inne zalegające na niej pyły.
- Należy usunąć wszystkie luźne, odspojone fragmenty lub pęcherze.
- Wszelkie ubytki w płaszczyźnie należy zakleić np. papą podkładową lub taśmami dekarskimi celem przygotowania podparcia (ciągłej płaszczyzny do natrysku) dla powłoki polimocznikowej.





Ryc. 6.80. Uszkodzenia podłoża wykonanego z pokrycia bitumicznego. Przygotowanie do aplikacji powłoki

Aby nie nanieść powłoki na instalację odgromową, co może zakłócić jej poprawne działanie, należy na czas wykonywania natrysku w danym rejonie dachu zdemontować ją, a po wykonaniu powłoki ponownie zamontować (ryc. 6.81).



Ryc. 6.81. Instalacje odgromowe na dachu

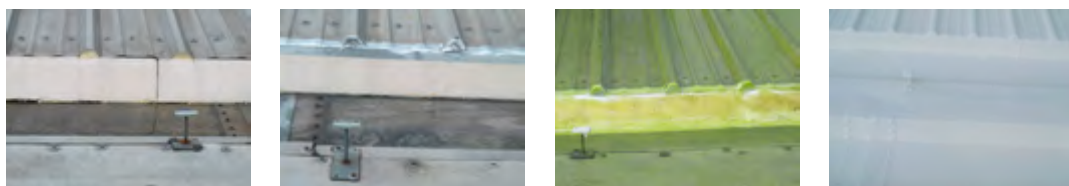
W miejscach, gdzie istnieją trudności z poprawną aplikacją powłoki ze względu na występowanie obróbek blacharskich, należy je zdemontować. Następnie należy wykonać ciągłą powłokę z wywinieciem z płaszczyzny poziomej na pionową i dopiero wtedy zamontować obróbki, tak aby woda z obróbki bezpośrednio spływała na ciągłą powłokę izolacji, a nie wpływała pod nią.

Jeżeli nie ma innych przeciwwskazań, można również natrysk powłoki wyprowadzić (wywinąć) na obróbki (ryc. 6.82).



Ryc. 6.82. Powłoka polimocznika wyprowadzona na obróbki blacharskie podczas realizacji izolacji dachu w Gliwicach

Pokrycie dachu wykonane z blachy ocynkowanej, powlekanej, z płyt warstwowych, z powłoką PCV lub EPDM należy przygotować metodami mechanicznymi, takimi jak: mycie wysokociśnieniowe, szorowanie na morko z detergentami itp. Jeśli żadna z wymienionych metod nie przyniesie pożądanego efektu, należy zastosować metody bardziej intensywne (szlifowanie lub obróbkę strumieniowo-cierną). Olej, a w szczególności pozostałości woskowe należy usuwać odpowiednimi rozpuszczalnikami (butanol, octan etylowy) lub urządzeniem strumieniowo-parowym z dodatkiem środków czyszczących rozpuszczających tłuszcze i woski. Wszelkie rozwarstwienia i odstające od siebie fragmenty poszycia należy zespoić przez wypełnienie pianką PU lub sklejenie taśmą dekarską (ryc. 6.83).



Ryc. 6.83. Przygotowanie pokrycia dachu wykonanego z blachy do aplikacji polimocznika w Gilwicach

Jeżeli występują na dachu dylatacje konstrukcyjne, to przed natryskiem powłoki należy wkleić w nie wzdłużnie elastyczną taśmę hepalonową [MasterSeal 930](#), pozostawiając omegę wypukłą celem możliwości rozszerzania się tej dylatacji, zanim jeszcze zacznie się strefa rozciągania tej taśmy. Wierzchnią płaszczyznę taśmy należy zagruntować materiałem [MasterSeal P 691](#) i pokryć powłoką polimocznikową wraz z całą płaszczyzną dachu. Jeżeli dylatacja ta przechodzi z płaszczyzny poziomej na pionowy element konstrukcji, taśmę [MasterSeal 930](#) należy również wywinąć na płaszczyznę pionową (ryc. 6.84).



Ryc. 6.84. Dylatacja konstrukcyjna zabezpieczona taśmą [MasterSeal 930](#) i powłoką polimocznikową w Afrykarium Oceanarium we Wrocławiu

W przypadku podejrzenia, że pod poszyciem dachu jest uwięziona woda (np. zawilgoconą jest izolacja termiczna), przed szczelnym pokryciem go powłoką polimocznikową należy bezwzględnie zamontować w nim kominki wentylacyjne (ryc. 6.86). Jeżeli tego nie zrobimy, będą powstawały pęcherze w okresie następczenia dachu przez rozszerzanie się wilgoci pod wpływem podwyższonej temperatury.



Ryc. 6.85. Powłoka polimocznika wyprowadzona na kominki.
Udostępnione przez: REMAK



Ryc. 6.86. Kominki wentylacyjne w szczelnej izolacji **MasterSeal M 689**.
Udostępnione przez: REMAK

■ 6.8.7. Procedury wymagane wobec niekorzystnych warunków atmosferycznych podczas aplikacji

W przypadku dachu istotny wpływ na jakość wykonanych prac mogą mieć warunki atmosferyczne. Z tego względu należy każdorazowo przeanalizować poniższe warunki:

Nasłonecznienie – zbyt mocno rozgrzane podłoże może skutkować powstawaniem bąbli (pęcherzyków) na wykonywanej powierzchni powłoki polimocznikowej. Generalnie natrysk powinien być wykonywany w miarę możliwości tylko przy spadających temperaturach.

Deszcz – zasadniczo wszystkie materiały należy chronić podczas aplikacji przed wpływem wilgoci (rosa, deszcz). W przypadku wystąpienia opadu deszczu prace należy natychmiast przerwać. Podczas aplikacji preparatu **MasterSeal M 689** ze względu na szybkie utwardzanie nie jest konieczne stosowanie żadnych specjalnych środków ochrony przed deszczem. Mimo to w przypadku względnej wilgotności powietrza większej niż 90% praca powinna zostać wstrzymana, ponieważ będzie to miało negatywny wpływ na przyczepność powłoki do podłoża.

Wiatr – mgły natryskowe przenoszone przez silne porywy wiatru należy powstrzymać przez zastosowanie odpowiednich metod technologicznych (zasłon, kurtyn). W przypadku rozprzestrzeniania się mgieł natryskowych w sposób niekontrolowany prace należy przerwać do momentu ustania zbyt mocnego lub porywistego wiatru, ponieważ grozi to trwałym zabrudzeniem okolicznych okien, witryn lub pobliskich samochodów.

■ 6.8.8. Zestawienie materiałów

Tabela 6.18 przedstawia produkty niezbędne do realizacji wszystkich niezbędnych etapów prac związanych z wykonaniem powłoki polimocznikowej w zakresie izolacji różnego rodzaju dachów.

Tabela 6.18. Produkty konieczne do wykonania krok po kroku wszystkich niezbędnych etapów prac: przygotowania i napraw podłoża, uszczelnienia detali i wykonania powłoki polimocznikowej w zakresie izolacji różnego rodzaju dachów

		MasterSeal 920	MasterSeal P 681	MasterSeal P 684	MasterSeal P 691	MasterSeal NP 474	MasterSeal 930	MasterSeal P 385	MasterSeal M 689	MasterSeal TC 259	MasterSeal TC 269	MasterSeal TC 681
Podparcie z pianki polietylenowej do spoin dylatacyjnych		■										
	Do podłoży metalowych żelazo/żeliwo		■									
	Aluminium, ocynk, stal nierdzewna			■								
	PCV, GRP, powłoki żywiczne, EPDM				■							
Elastyczne wypełnienie dylatacji	Skurczowych					■						
Taśmy do naklejania	Na dylatacje konstrukcyjne						■					
Powłoka	Polimocznikowa								■			
Lakier wierzchni UV odporny	Poliasparginowy stabilny kolorystycznie									■	■	■

6.9. Biogazownie²

■ 6.9.1. Wstęp

W ostatnich latach opracowano specjalistyczne technologie i urządzenia, które dzięki wykorzystaniu bakterii w odpowiednich zamkniętych „komorach fermentacyjnych” mogą wytwarzać duże ilości biogazu z obornika powstającego w wyniku intensywnej hodowli, biomasy, np. z kukurydzy, oraz z odpadów produkowanych przez przemysł rolny (ryc. 6.92). Gaz wytworzony w wyniku tego procesu (zwany biogazem) może być następnie wykorzystany w kotłach grzewczych lub do produkcji energii elektrycznej lub ciepłej.

2. W rozdz. 6.9.1–6.9.6 zacytowano wybrane fragmenty dotyczące technologii produkcji biogazów zawarte w [4]: *Biogazownie – MasterSeal Sprawdzone systemy ochrony i uszczelnień zwiększające efektywność biogazowni*.



Ryc. 6.87. Komory fermentacyjne instalacji biogazowni rolniczej

Nawet najlepszy beton, zaprojektowany zgodnie z wytycznymi dotyczącymi klas ekspozycji zgodnie z normą PN-EN 206-1, może okazać się podatny na agresywne oddziaływania chemiczne substancji produkowanych w wyniku przemiany materii bakterii, które stanowią zagrożenie w specyficznym mikroklimacie komór fermentacji beztlenowej.

Brak trwałości w średnim i długim okresie może skutkować koniecznością przeprowadzenia bardziej rozległych prac konserwacyjnych, unieruchomieniem wytwórni biogazu i w rezultacie stratami finansowymi dla przedsiębiorstwa. Kwestie dotyczące ochrony i nieprzepuszczalności kadzi z betonu zbrojonego w komorach fermentacyjnych, jak również komór do składowania materiału, który ma być poddany fermentacji, a następnie produktu pofermentacyjnego, stanowią jeden z obszarów wymagających zabezpieczeń powłokowych.

■ 6.9.2. Ogólny plan biogazowni

Istnieją różne typy instalacji do wytwarzania biogazu, przeznaczone do przetwarzania różnych substancji organicznych, płynnych bądź stałych. Jeśli chodzi o samą instalację, to system wytwarzania biogazu – w przypadku oczyszczania odpadów na miejscu – składa się z następujących elementów:

- **Zbiornika**, w którym składowana jest biomasa oraz do którego są dodawane kolejne jej porcje; w celu zwiększenia stopnia wilgotności wyjściowej substancji organicznej zazwyczaj dodaje się niewielką ilość wody.
- **Urządzenia regulującego doprowadzanie biomasy**, które umożliwia wprowadzanie odpadów do instalacji przy wykorzystaniu siły ciężkości.
- **Mieszadła**, niezbędnego do zapewnienia określonego stopnia jednorodności biomasy i do zapobiegania powstawaniu ewentualnych osadów.
- **Komory fermentacji beztlenowej**, hermetycznie zamkniętej i izolowanej, w której ścieki lub biomasa spadają do części dolnej, natomiast biogaz gromadzi się w części górnej.
- **Zbiornika zewnętrznego**, do którego są odprowadzane odpady pofermentacyjne.
- **Zbiornika finalnego** służącego do magazynowania produktów pofermentacyjnych.

■ 6.9.3. Komora fermentacji beztlenowej

W zależności od rodzaju wykorzystywanych bakterii istnieją dwa różne przedziały temperatury, w których jest przeprowadzana fermentacja beztlenowa odpadów:

- w przypadku bakterii mezofilnych proces fermentacji odbywa się w temperaturach zawartych w przedziale 20–45°C, przy czym przedział optymalny to 37–41°C;
- w przypadku bakterii termofilnych optymalne warunki dla procesu fermentacji wymagają przedziału temperatury między 50°C a 52°C, przy czym poziom temperatury może również być stosunkowo wysoki i okresowo przekraczać 70°C.

Okres przebywania materiału w komorze fermentacyjnej różni się w zależności od ilości i rodzaju materiału poddanego przetwarzaniu, a także temperatury procesu. Kolejnym bardzo istotnym parametrem jest wartość odczynu pH. W przypadku fermentacji prowadzonej przy wykorzystaniu bakterii mezofilnych okres pozostawiania materiału w komorze wynosi od 15 do 30 dni.

W przypadku procesu fermentacji przeprowadzanego z wykorzystaniem bakterii mezofilnych, który umożliwia przetwarzanie ścieków, okres pozostawiania materiału w komorze różni się w odniesieniu do części płynnej i do części stałej, przy czym w przypadku części płynnej okres ten wynosi jeden dzień, a dla części stałej nie przekracza 90 dni.

W przypadku procesu wykorzystującego bakterie termofilne proces fermentacji jest przyspieszony dzięki wyższemu temperaturom i zamyka się w okresie zaledwie dwóch tygodni. Jednak proces fermentacji termofilnej jest bardziej kosztowny, zużywa więcej energii oraz jest bardziej wrażliwy niż analogiczny proces fermentacji mezofilnej. Dlatego ten ostatni jest obecnie częściej stosowany.

Najczęściej stosuje się komory fermentacyjne napelniane w sposób ciągły: są one zaopatrzone w urządzenia mechaniczne lub hydrauliczne, mające za zadanie mieszanie materiału i ciągle usuwanie jego nadmiaru, tak aby utrzymać w miarę możliwości stałą jego objętość, podczas gdy niezależnie w sposób ciągły jest doprowadzany nowy materiał organiczny.

Innym rodzajem komór fermentacyjnych są komory napelniane w sposób nieciągły (ang. *batch*), które są konstrukcyjnie prostsze, ale ich wadą jest wydzielanie nieprzyjemnych zapachów oraz problematyczny przebieg cykli opróżniania komory: po dostarczeniu wsadu początkowego komora zostaje zamknięta i na całą poddaną fermentacji masę nie oddziałuje żadne urządzenie przez cały okres trwania procesu.

Proces fermentacji beztlenowej można podzielić na cztery etapy:

- **Hydroliza**, w trakcie której cząsteczki organiczne rozkładają się na związki o prostszej budowie, takie jak monosacharydy, aminokwasy i kwasy tłuszczowe.
- **Acidogeneza**, w trakcie której następuje dalszy rozkład na cząsteczki o jeszcze prostszej budowie, takie jak lotne kwasy tłuszczowe (np. kwas octowy, propionowy, masłowy i walerianowy), przy czym jako produkty uboczne powstają amoniak, dwutlenek węgla i siarkowodor.
- **Octanogeneza**, w trakcie której cząsteczki o prostej budowie powstałe na poprzednim etapie są poddawane dalszej fermentacji, wytwarzając dwutlenek węgla, wodór i przede wszystkim kwas octowy.
- **Metanogeneza**, w trakcie której powstaje metan, dwutlenek węgla i woda.

Fermentacja beztlenowa może być przeprowadzana zarówno metodą fermentacji mokrej, jak i suchej. Fermentacja sucha dotyczy mieszanek materiału, w których minimalna zawartość masy suchej wynosi 30%. Fermentacja mokra dotyczy natomiast mieszanek z minimalną zawartością masy suchej wynoszącą 15%.

Zasadniczo powstają trzy główne produkty fermentacji beztlenowej:

- **biogaz**,
- **produkty pofermentacyjne acidogenezy**, podczas której z produktów hydrolizy wytwarzane są kwasy karboksylowe, głównie walerianowy, mrówkowy i propionowy,
- **produkty pofermentacyjne metanogenezy**, czyli wytworzenie metanu przez metanogeny z octanu lub na drodze redukcji dwutlenku węgla z wodorem.

Osad pozostający po fermentacji biomasy to nieczynny biologicznie substrat, zawierający 30–40% związków humusowych. Jest on zwykle niebezpieczny pod względem sanitarno-epidemiologicznym, ale po przeprowadzeniu wapnowania może być stosowany jako nawóz.

■ 6.9.4. Biogaz

Biogaz jest mieszaną gazów, która przede wszystkim składa się z metanu i dwutlenku węgla, ale zawiera także niewielką ilość wodoru i niekiedy śladowe ilości siarkowodoru. Biogaz może być spalany w celu wytworzenia energii elektrycznej, zazwyczaj z wykorzystaniem silnika spalinowego o zapłonie iskrowym lub mikroturbiny. Gaz ten jest również często stosowany do kogeneracji energii elektrycznej i wykorzystania energii cieplnej do ogrzania samych komór fermentacyjnych lub na potrzeby lokalnego systemu ciepłowniczego (ryc. 6.88). Energię elektryczną wytworzoną w wyniku fermentacji beztlenowej uznaje się za jedną z form energii ekologicznej. Ponieważ gaz ten nie jest uwalniany bezpośrednio do atmosfery, a dwutlenek węgla pochodzi ze źródła organicznego charakteryzującego się krótkim obiegiem węgla, biogaz i jego spalanie nie przyczyniają się do wzrostu stężenia CO₂ w atmosferze. Dzięki temu biogaz jest uznawany za źródło energii o niewielkim wpływie na środowisko. Produkcja biogazu w trakcie procesu fermentacji beztlenowej nie odbywa się na stałym poziomie; najwyższy poziom produkcji jest osiągany w środkowej fazie procesu. Na początkowych etapach fermentacji produkcja

biogazu odbywa się wolniej, ponieważ bakterie nie zdążyły się jeszcze namnożyć w wystarczającym stopniu. W końcowych fazach procesu pozostaje jedynie materiał gorzej poddający się fermentacji, stąd zmniejszenie ilości wytwarzanego biogazu.



Ryc. 6.88. Wykorzystanie biogazu na potrzeby produkcji energii cieplnej z lokalnego systemu ciepłowniczego do ogrzania samych komór fermentacyjnych

■ 6.9.5. Produkty pofermentacyjne pochodzące z acidogenezy

Produkty pofermentacyjne acidogenezy są stabilnym materiałem organicznym, składającym się głównie z ligniny i celulozy, ale również z wielu składników mineralnych oraz z macierzy martwych komórek bakterii; mogą być w nich również obecne niektóre tworzywa sztuczne.

Ten materiał pofermentacyjny przypomina kompost wytwarzany w gospodarstwach domowych i może być wykorzystany jako jego substytut, lecz nie tak wartościowy jak kompost.

■ 6.9.6. Produkty pofermentacyjne pochodzące z metanogenezy

Produkty pofermentacyjne metanogenezy są trzecim produktem ubocznym fermentacji beztlenowej i w zależności od jakości materiału poddanego procesowi fermentacji mogą stanowić doskonały i bogaty w składniki odżywcze nawóz. Jeśli materiał pofermentacyjny zawiera niewielkie ilości substancji toksycznych, takich jak metale ciężkie lub syntetyczne związki organiczne, np. środki ochrony roślin lub dwufenyle polichlorowane, proces fermentacji jest w stanie w znaczącym stopniu skoncentrować takie substancje w fazie ciekłej. Wtedy niezbędna jest odpowiednia dalsza obróbka. W skrajnych przypadkach, a w szczególności w odniesieniu do ścieków przemysłowych koszty usuwania substancji toksycznych oraz zagrożenie dla środowiska mogą przewyższać korzyści wynikające z produkcji biogazu.

Instalacje do fermentacji wykorzystują odpowiednio procesy pomocnicze na potrzeby obróbki i kierowania przepływem wszystkich produktów ubocznych. Z biogazu zostaje usunięta wilgoć i niekiedy gaz ten zostaje również wstępnie przetworzony, zanim zostanie składowany i wykorzystany. Za pomocą powszechnie stosowanej filtracji płynna gnojowica zostaje rozdzielona na frakcję stałą i płynną.

■ 6.9.7. Główne wymagania w zakresie ochrony i nieprzepuszczalności elementów z betonu zbrojonego w biogazowniach

We wnętrzu komór powierzchnie betonowe narażone są na znaczne zawilgocenie, osiągające 90–100%, działanie kwasów organicznych w trakcie fermentacji kwaśnej, mieszaniny gazów pod zwiększonym ciśnieniem: metanu, dwutlenku węgla, siarkowodoru i amoniaku oraz na oddziaływanie podwyższonej temperatury, która często spełnia funkcję katalizatora. Oddziaływania te stwarzają dla betonu okresowo silnie lub średnio agresywne środowisko.

Biogaz jest cennym produktem fermentacji, dlatego poza ochroną betonu przed korozją niezbędne jest szczelne zabezpieczenie powierzchni wewnętrznych, które zapobiegają ubytkom biogazu przez nieuszczelnienia lub uszkodzenia korozyjne.

W tym wypadku przydatna jest zasada „ochrona przed wnikaniem” realizowana metodą elastycznej izolacji chemoodpornej *MasterSeal M 689*. Umożliwia ona uzyskanie powłoki:

- szczelnej wobec wilgoci, fazy ciekłej i mieszaniny gazów (biogazu) wywierających nadciśnienie,
- mającej bardzo wysokie parametry mechaniczne,
- elastycznej,
- zdolnej do przekrywania rys w podłożu betonowym,
- przede wszystkim chemoodpornej w warunkach chemikaliów działających w komorze.

Tabela 6.19. Wymagania dotyczące właściwości użytkowych izolacji chemoodpornych w zastosowaniu do ochrony powierzchniowej betonu we wnętrzu komory fermentacyjnej biogazu

Właściwości użytkowe	Wymagania
Absorpcja kapilarna wody	$w < 0,1 \text{ kg/m}^2/\text{h}^{0,5}$
Odporność na ścieranie	Ubytek masy mniejszy niż 3000 mg, koło ścierające H22/1000 obrotów/obciążenie 1000 g
Przepuszczalność pary wodnej	
Przyczepność do podłoża przy odrywaniu	$\geq 1,0 \text{ N/mm}^2$
Odporność na uderzenia	Brak rys i odspojień po uderzeniu, Klasa III $\geq 20 \text{ Nm}$
Przyczepność do podłoża po 50 cyklach zamarzania i rozmrażania	$\geq 1,0 \text{ N/mm}^2$
Odporność na silną agresję chemiczną	Utrata twardości o mniej niż 50%
Elastyczność – wydłużenie do zerwania	Min. 20%
Zdolność przeskrapiania rys w podłożu	Klasa A5

Do zabezpieczania powierzchni wewnętrznych bardzo dobrze nadają się kwasoodporne natryskowe powłoki polimocznikowe **MasterSeal M 689**, które jednocześnie spełniają wymagania przedstawione w tab. 6.19, a przede wszystkim są szczelne wobec ciekłego środowiska kiszonki i dwutlenku węgla oraz przyczepne do różnych podłoży, w tym do podłoża betonowego.

Tabela 6.20. Porównanie parametrów technicznych polimocznikowej membrany MasterSeal M 689 z wymaganiami normowymi dla powłok ochronnych przy produkcji biogazu

Właściwości	Norma	Dane	Jednostka
Gęstość zmieszanego materiału	EN ISO 2811-1	Około 1,1	g/cm^3
Twardość, skala Shore'a A	–	92	–
Twardość, skala Shore'a D	–	42	–
Wytrzymałość na rozciąganie	DIN 53504	21	N/mm^2
Wydłużenie przy zerwaniu	DIN 53504	425	%
Wytrzymałość na rozdieranie	DIN 53515	58	N/mm^2
Statyczne mostkowanie rys	EN 1062-7 (A)	A5 (+23°C)	–
Dynamiczne mostkowanie rys	EN 1062-7 (B)	B4.2 (–20°C)	–
Reakcja na ogień	EN 13501-1	C _{FL} -s1	–
Kapilarna absorpcja wody	EN 1062-3	0,002	$\text{kg/m}^2/\text{h}^{0,5}$
Przepuszczalność pary wodnej (S_p)	EN ISO 7783-1	$< 5 / \text{Klasa I}$ ($\mu=3658$)	m
CO ₂ przepuszczalność (S_D)	EN 1062-6	> 120 ($\mu=68950$)	m
Przyczepność do betonu	EN 1542	> 3	N/mm^2
Siła adhezji po cyklach zamrażania i odmrażania	EN 13687-1	> 3	N/mm^2
Zachowanie w sztucznych warunkach atmosferycznych	EN 1062-11	Bez zmian	–
Odporność na ścieranie (Taber H22, 1000 g, 1000 c)	EN ISO 5470-1	Utrata masy < 150	mg
Odporność na uderzenia	EN ISO 6272/2	> 20 (Klasa III)	Nm
Odporność na poślizg	EN 13036-4	Sucho: 63 (Klasa II) Mokro: 30	–
Temperatura pracy (suchy)	–	–20 do +80	°C
Temperatura pracy (mokry)	–	0 do +50	°C

■ 6.9.8. Przygotowanie podłoża i prace naprawcze wraz z aplikacją powłoki polimocznikowej

Prace przygotowawcze przed natryskiem powłoki polimocznikowej należy wykonać zgodnie z opisem w rozdz. 6.1.2.

■ 6.9.9. Zestawienie materiałów

Tabela 6.21 przedstawia produkty niezbędne do realizacji wszystkich etapów prac związanych z wykonaniem powłoki polimocznikowej w zakresie zbiorników żelbetowych do produkcji biogazu, silosów do magazynowania biomasy i na produkty pofermentacyjne.

Tabela 6.21. Produkty konieczne do wykonania krok po kroku wszystkich niezbędnych etapów prac: przygotowania i napraw podłoża, uszczelnienia detali i wykonania powłoki polimocznikowej w zakresie fermentacyjnych zbiorników żelbetowych do produkcji biogazu, silosów do magazynowania biomasy i na produkty pofermentacyjne

		MasterEmaco N 5100 FC	MasterEmaco N 5200	MasterEmaco S 5400	MasterEmaco S 488	MasterEmaco S 5450 PG	MasterSeal P 385 (A, B, 2x D)	MasterEmaco P 5000 AP	MasterInject 1325	MasterInject 1330	MasterInject 1380	MasterSeal 920	MasterTop P 615	MasterSeal P 770	MasterTop P 622	MasterSeal P 770	MasterSeal P 681	MasterSeal P 684	MasterSeal P 691	MasterSeal 912	MasterSeal NP 474	MasterSeal 930	MasterSeal 590	MasterSeal P 385	MasterSeal M 689	
Naprawa betonu: Cementowe 1K	Powierzchniowe od 1 do 3 mm (Klasy R2)	■																								
	Powierzchnie poziome (R4)		■	■	■																					
Epoksydowo- cementowe 3K	2–40 mm stanowiący jednocześnie bufor przeciwwilgociowy					■																				
Inhibitor korozji	Grunt szcpepny do stali zbrojeniowej						■																			
Iniekcje rys	Typu „D”								■																	
	Typu „F”									■																
	Typu „S” Kurtynowe							■																		
Podparcie z pianki poliety- lenowej do spoin dylatacyjnych											■															
Żywica gruntująca	Do podłoży betono- wych z obsypką pia- skiem kwarcowym													■												
	Do podłoży betono- wych bez obsypki pia- skiem kwarcowym												■													
	Do podłoży metalo- wych żelazo/żeliwo																■									
	Aluminium, ocynk, stal nierdzewna PCV, GRP, powłoki żywiczne, EPDM																	■								
Elastyczne wypeł- nienie dylatacji	Skurczowych																									
Pęczniące w wil- goci wypełnienie dylatacji	Blokowanie podciąga- nia wody																				■					
Taśmy do naklejania	Na dylatacje konstrukcyjne																									
Stopowanie wycie- ków wody pod ciśnieniem	Błyskawicznie pęczniący																									
Bariera przeciwwilgociowa	Do 8% wilgotności cienkowarstwowa 1,5 mm																									
Powłoka	Polimocznikowa																									

Decydującą właściwością przy doborze materiału jest odporność chemiczna powłoki na działanie środowiska występującego w komorze fermentacyjnej.

6.10. Kompostownie³

■ 6.10.1. Wstęp

W sektorze gospodarowania odpadami komunalnymi lub rolniczymi bardzo ważnym zagadnieniem jest kompostowanie odpadów organicznych. Obecnie często budowane są nowoczesne kompostownie w formie konstrukcji żelbetowych z zakładanym długim okresem eksploatacji. Podczas normalnej eksploatacji elementy betonowe narażone są na działanie nie tylko zmiennych w czasie warunków ciepłotno-wilgotnościowych i obciążeń mechanicznych, ale często także agresywnego środowiska, mogącego powodować degradację lub nawet całkowitą utratę cech użytkowych konstrukcji. Zagadnienia trwałości konstrukcji budowlanej stanowią obecnie jeden z ważniejszych obszarów zainteresowań zarówno praktyków, jak i naukowców. Odzwierciedleniem tego faktu było wprowadzenie w normie PN-EN 206-1 osiemnastu klas ekspozycji, uwzględniających: korozję wywołaną karbonatyzacją, kontakt z wodą morską, chlorki nie pochodzące z wody morskiej, zamrażanie/odmrażanie oraz środowiska agresywne chemicznie.

Można powiedzieć, że poziom agresywności środowiska w obrębie kompostowni jest na tyle znaczący, że obejmuje w zasadzie wszystkie klasy ekspozycji powodujące korozję betonu, które zostały sklasyfikowane w normie PN EN 206-1 (oprócz wody morskiej). Proces karbonatyzacji zwiększający porowatość betonu ułatwia korozję mrozową, a to zjawisko wzmocnione jest przez korozję mikrobiologiczną i chemiczną powodowaną przez kwasy organiczne pochodzące z procesów rozkładu odpadów.

■ 6.10.2. Przebieg procesu kompostowania

W przyrodzie jest wiele różnego rodzaju i składu związków chemicznych, ale nie wszystkie z nich są jednakowo podatne na rozkład. Powoduje to, że w procesie kompostowania wyróżnia się kilka etapów. W warunkach zoptymalizowanych w nowoczesnych kompostowniach proces ten przebiega zasadniczo w czterech etapach, które różnią się aktywnością poszczególnych grup mikroorganizmów.

- Etap pierwszy trwa do kilku dni, jest to etap niskotemperaturowy – mezofilny lub ze wzrostem temperatury, obejmuje procesy hydrolizy i utleniania substancji organicznej.
- Etap drugi trwa od kilku dni do kilku tygodni, jest to etap wysokotemperaturowy termofilny, w którym następuje rozkład substancji organicznych szybko ulegających biodegradacji; produktami rozkładu są NH_3 , CO_2 i H_2O , wysoka temperatura przyspiesza rozkład białek, tłuszczów i złożonych węglowodorów, takich jak celuloza i hemiceluloza.
- Etap trzeci trwa od 20 do 35 dni, następuje w nim spadek temperatury, rozkład opornych substancji chemicznych, zmniejszenie objętości kompostu.
- Etap czwarty trwa nawet kilka miesięcy, w jego trakcie tworzy się stabilny humus i kompost wychładza się.

Podczas kompostowania aktywność przejawiają różne organizmy. Jako pierwsze odpady zasiedlają bakterie. Są one przygotowane do szybkiego rozkładu substancji szybko biodegradowalnych, takich jak węglowodany czy proste białka.

W późniejszym etapie pojawiają się grzyby, które konkurują z bakteriami o pożywienie. Tolerują one środowisko bardziej suche i wykazują mniejsze zapotrzebowanie na azot. Grzyby są zdolne do rozkładu celulozy, z czym bakterie sobie nie radzą.

Pierwszy etap jest zdominowany przez mikroorganizmy mezofilne do ok. 48 godzin. W tym czasie pryzma nagrzewa się do temperatury powyżej 45°C i przewagę zaczynają stanowić organizmy termofilne. Mezofile obumierają lub stają się nieaktywne w oczekiwaniu na powrót warunków dla nich dogodnych.

Temperatura w okresie ich dominacji rośnie do $55\text{--}60^\circ\text{C}$ i więcej, pojawiają się procesy sterylizacji z organizmów patogennych dla człowieka i zwierząt. Następuje dezaktywacja nasion chwastów.

3. W rozdz. 6.10.1–6.10.6 zacytowano wybrane fragmenty dotyczące technologii produkcji biogazów zawarte w [4].

Termofile żyją tak długo, dopóki źródła pożywienia są obfite, potem obumierają, a na ich miejsce z powrotem pojawiają się organizmy mezofilne. Równocześnie pojawiają się promieniowce, które są znakiem, że kompost jest dojrzały.

Naprzemienne wzrastanie temperatury w przyźmie i stygnięcie kompostu powoduje rozszerzanie się i kurczenie konstrukcji betonowej, czego wynikiem może być powstawanie rys i pęknięć płyty betonowej.

■ 6.10.3. Oddziaływania środowiska wewnętrznego na konstrukcję betonową w zbiornikach do kompostowania odpadów

Przebiegowi procesu kompostowania odpadów organicznych towarzyszy specyficzne środowisko. Środowisko umiarkowanie wilgotne bądź naprzemienne (wilgotne/suche), podwyższony poziom dwutlenku węgla i obniżone pH, amoniak, jony siarczanów, fosforany i kwasy fosforowe, mleczany, octany i maślane.

Powyższy opis środowiska mógłby właściwie być użyty jako definicja warunków optymalnych do przebiegu procesów niszczących konstrukcje żelbetowe, takich jak:

- karbonatyzacja,
- korozja chlorkowa,
- korozja siarczanowa,
- korozja mrozowa.

Powyższe rodzaje korozji, szczególnie obecne w przypadku kompostowni, opisano w rozdz. 4.4.

■ 6.10.4. Kompostowanie odpadów i ochrona środowiska

Kompostowanie to mikrobiologiczny proces rozkładu odpadów organicznych przebiegający przy pomocy bakterii w warunkach tlenowych. Produktem końcowym jest humus używany do wzbogacania gruntów uprawnych. Jednak w procesach metabolicznych bakterie te wytwarzają wiele substancji szkodliwych, jak amoniak, dwutlenek węgla, jony siarczanów, fosforany i kwasy fosforowe, mleczany, octany i maślane. Jest to bardzo wysoko korozyjne chemicznie środowisko dla betonu. W zależności od pochodzenia i segregacji odpadów zdarza się, że humus zawiera śladowe ilości metali ciężkich, które są neutralizowane przed zastosowaniem w rolnictwie czy ogrodnictwie przez wapniowanie. Powstające w procesie kompostowania, jako produkt uboczny, związki chemiczne opisane powyżej to w większości substancje szkodliwe. Substancje te wraz z nadmiarem wody wyciekają z surowca do produkcji humusu na powierzchnię płyty betonowej i przez spękania tej płyty przesączają się do gruntu. Wymagania europejskie w zakresie ochrony środowiska (zgodnie z §19 WHG) nakazują w takich przypadkach zabezpieczać konstrukcję przed przedostawaniem się do wód gruntowych szkodliwych substancji. Nie jest możliwe w tak trudnych warunkach środowiskowych i dodatkowych obciążeniach mechanicznych i termicznych, by konstrukcja betonowa bez szczelnego, elastycznego i odpornego chemicznie zabezpieczenia powłokowego spełniła takie wymagania ochrony środowiska.

■ 6.10.5. Dobór rodzaju zabezpieczeń do żelbetowych konstrukcji kompostowni

W przypadku powierzchni betonowych stykających się z agresywnym środowiskiem biodegradacji odpadów zabiegi zwiększające trwałość betonu nie są wystarczające i konieczne jest dodatkowo zastosowanie wodoszczelnej i chemoodpornej ochrony powierzchniowej betonu i ochrony przed przenikaniem do wód gruntowych szkodliwych substancji.

Ochronę powierzchniową betonu przed procesami niszczącymi i agresją chemiczną uzyskuje się za pomocą wyrobów o właściwościach użytkowych uniemożliwiających oddziaływanie warunków środowiskowych na konstrukcję. Należy zatem zapewnić:

- Ochronę przed wnikaniem do betonu niepożądanych substancji (np. ciekłych lub gazowych substancji chemicznych).
- Kontrolę wilgotności w betonie polegającą na przeciwdziałaniu zbyt szybkiemu zawilgacaniu/wysychaniu lub naprzemiennej nawilżaniu i wysychaniu betonu.
- Zwiększenie trwałości polegające na zwiększeniu odporności powierzchni betonu na oddziaływania fizyczne, w tym uszkodzenia mechaniczne.

- Zwiększenie odporności powierzchni betonu na uszkodzenie wywołane działaniem substancji chemicznych.
- Szczelność powłoki o dużej zdolności przesklepiania rys.

Zasady te można realizować w sposób trwały tylko za pomocą wykonania ciągłej powłoki na powierzchni betonu, której kształt powierzchni będzie dostosowany do kształtu zabezpieczanej konstrukcji.

Technologiczne rozwiązania takiego zabezpieczenia mogą być następujące:

- Impregnacja hydrofobizująca – brak powłoki, adsorpcja na powierzchni porów i kapilar w przypowierzchniowej warstwie betonu wyrobu hydrofobowego, nadającego powierzchni betonu właściwości odpychania cząsteczek wody. Takie zabezpieczenie ma jednak niską odporność chemiczną, brak zdolności przesklepiania rys i często niewystarczającą odporność na uszkodzenia mechaniczne.
- Impregnacja – cienka, nieciągła powłoka na powierzchni betonu, pory i kapilary w warstwie przypowierzchniowej są częściowo lub całkowicie wypełnione wyrobem impregnującym. Takie rozwiązanie ma również niską odporność chemiczną, brak zdolności przesklepiania rys i niewystarczającą odporność na uszkodzenia mechaniczne.
- Zabezpieczanie powłokowe chemoodporną i elastyczną powłoką polimocznikową – ciągłą i nienasiąkliwą powłoką ochronną na powierzchni betonu grubości 2,0–2,5 mm, w szczególnych przypadkach do 5 mm. Powłoka ta niemal całkowicie separuje konstrukcję betonową od wpływu ekspozycji środowiskowej, chroni beton przed wilgocią, która inicjuje większość procesów korozji betonu, dodatkowo chroni konstrukcję przed destrukcyjnym działaniem substancji chemicznych, przed przemarzaniem i uszkodzeniami mechanicznymi, jednocześnie uniemożliwiając przenikanie szkodliwych substancji do wód gruntowych.

Z analizy wymagań właściwości użytkowych wyrobu powłokowego i powłoki zgodnie z normą PN-EN 1504-2 w stosunku do czynników środowiskowych i użytkowych opisanych w normie EN-PN 2006-1 wynika, że należy wybierać te właściwości, które po spełnieniu wymagań normowych zapewnią, że wykonana powłoka będzie skutecznie chronić beton przed procesami niszczącymi go i skutecznie zabezpieczać wody gruntowe przed zanieczyszczeniem.

Tabela 6.22. Wymagania dotyczące właściwości użytkowych szczelnych izolacji chemoodpornych w zastosowaniu do ochrony powierzchniowej betonowych konstrukcji kompostowni i zabezpieczenia przed przenikaniem szkodliwych substancji do wód gruntowych

Właściwości użytkowe	Wymagania
Absorpcja kapilarna wody	$w < 0,1 \text{ kg/m}^2/\text{h}^{0,5}$
Odporność na ścieranie	Ubytek masy mniejszy niż 3000 mg, koło ściera- jące H22/1000 obrotów/obciążenie 1000 g
Przepuszczalność pary wodnej	
Przyczepność do podłoża przy odrywaniu	$\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$
Odporność na uderzenia	Brak rys i odspojień po uderzeniu, Klasa III $\geq 20 \text{ Nm}$
Przyczepność do podłoża po 50 cyklach zamarzania i rozmrażania	$\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$
Odporność na silną agresję chemiczną	Utrata twardości o mniej niż 50%
Elastyczność – wydłużenie do zerwania	Min. 20%
Zdolność przesklepiania rys w podłożu z obciążeń statycznych	Klasa A5
Zdolność przesklepiania rys w podłożu z obciążeń dynamicznych	B 3.2 (-20°C)

Do zabezpieczania powierzchni wewnętrznych w kompostownikach zaleca się stosowanie chemoodpornej natryskowej powłoki polimocznikowej **MasterSeal M 689**, która jednocześnie spełnia wymagania przedstawione w tab. 6.22, tzn. jest szczelna wobec ciekłego środowiska agresywnego chemicznie, jest wysoce odporna na uszkodzenia mechaniczne i wodoszczelna.

Tabela 6.23. Porównanie parametrów technicznych polimocznikowej membrany MasterSeal M 689 z wymaganiami normowymi dla powłok wodoszczelnych i chemoodpornych dla kompostowni

Właściwości	Norma	Dane	Jednostka
Gęstość zmieszanego materiału	EN ISO 2811-1	Okolo 1,1	g/cm ³
Twardość, skala Shore'a A	–	92	–
Twardość, skala Shore'a D	–	42	–
Wytrzymałość na rozciąganie	DIN 53504	21	N/mm ²
Wydłużenie przy zerwaniu	DIN 53504	425	%
Wytrzymałość na rozdzieranie	DIN 53515	58	N/mm ²
Statyczne mostkowanie rys	EN 1062-7 (A)	A5 (+23°C)	–
Dynamiczne mostkowanie rys	EN 1062-7 (B)	B4.2 (–20°C)	–
Reakcja na ogień	EN 13501-1	C _{FL} -s1	–
Kapilarna absorpcja wody	EN 1062-3	0,002	kg/m ² /h ^{0.5}
Przepuszczalność pary wodnej (S _p)	EN ISO 7783-1	< 5 / Klasa I (μ=3658)	M
CO ₂ przepuszczalność (S _p)	EN 1062-6	> 120 (μ=68950)	M
Przyczepność do betonu	EN 1542	> 3	N/mm ²
Siła adhezji po cyklach zamrażania i odmrażania	EN 13687-1	> 3	N/mm ²
Zachowanie w sztucznych warunkach atmosferycznych	EN 1062-11	Bez zmian	–
Odporność na ścieranie (Taber H22, 1000 g, 1000 c)	EN ISO 5470-1	Utrata masy < 150	mg
Odporność na uderzenia	EN ISO 6272/2	> 20 (Klasa III)	Nm
Odporność na poślizg	EN 13036-4	Sucho: 63 (Klasa II) Mokro: 30	–
Temperatura pracy (suchy)	–	–20 do +80	°C
Temperatura pracy (mokry)	–	0 do +50	°C

■ 6.10.6. Przygotowanie podłoża i prace naprawcze wraz z aplikacją powłoki polimocznikowej

Prace przygotowawcze przed natryskiem powłoki polimocznikowej należy wykonać zgodnie z opisem w rozdz. 6.1.2.

■ 6.10.7. Zestawienie materiałów

Tabela 6.24 przedstawia produkty niezbędne do realizacji wszystkich prac związanych z wykonaniem powłoki polimocznikowej w zakresie zbiorników do kompostowania odpadów.

Tabela 6.24. Produkty konieczne do wykonania krok po kroku wszystkich niezbędnych etapów prac: przygotowania i napraw podłoża, uszczelnienia detali i wykonania powłoki polimocznikowej w zakresie zbiorników do kompostowania odpadów

	MasterEmaco N 5100 FC	MasterEmaco N 5200	MasterEmaco S 5400	MasterEmaco S 488	MasterEmaco S 5450 PG	MasterSeal P 385 (A,B,2xD)	MasterEmaco P 5000 AP	MasterInject 1325	MasterInject 1330	MasterInject 1380	MasterSeal 920	MasterTop P 615	MasterSeal P 770	MasterTop P 622	MasterSeal P 770	MasterSeal P 681	MasterSeal P 684	MasterSeal P 691	MasterSeal 912	MasterSeal NP 474	MasterSeal 930	MasterSeal 590	MasterSeal P 385	MasterSeal M 689
Naprawa betonu: Cementowe 1K	Powierzchniowe od 1 do 3 mm (Klasy R2)	■																						
	(Klasy R4)		■																					
	Powierzchnie poziome (R4)			■	■																			

		MasterEmaco N 5100 FC	MasterEmaco N 5200	MasterEmaco S 5400	MasterEmaco S 488	MasterEmaco S 5450 PG	MasterSeal P 385 (A,B,2x D)	MasterEmaco P 5000 AP	MasterInject 1325	MasterInject 1330	MasterInject 1380	MasterSeal 920	MasterTop P 615	MasterSeal P 770	MasterTop P 622	MasterSeal P 770	MasterSeal P 681	MasterSeal P 684	MasterSeal P 691	MasterSeal 912	MasterSeal NP 474	MasterSeal 930	MasterSeal 590	MasterSeal P 385	MasterSeal M 689
Epoksydowo-cementowe 3K	(R4) 2–40 mm stanowiący jednocześnie bufor przeciwwilgociowy					■																			
Inhibitor korozji	Grunt szcpepy do stali zbrojonej						■																		
Iniekcje rys	Typu „D”								■																
	Typu „F”									■															
	Typu „S”							■																	
	Kurtynowe																								
Podparcie z pianki polietylenowej do spoin dylatacyjnych											■														
Żywica gruntująca	Do podłoży betonowych z obsypką piaskiem kwarcowym												■												
	Do podłoży betonowych bez obsypki piaskiem kwarcowym											■													
	Do podłoży metalowych żelazo/żeliwo																■								
	Aluminium, ocynk, stal nierdzewna																	■							
	PCV, GRP, powłoki żywiczne, EPDM																		■						
Elastyczne wypełnienie dylatacji	Skurczowych																					■			
Pęczniące w wilgoci wypełnienie dylatacji	Blokowanie podciągania wody																				■				
Taśmy do naklejania	Na dylatacje konstrukcyjne																						■		
Stopowanie wycieków wody pod ciśnieniem	Błyskawicznie pęczniący																						■		
Bariera przeciwwilgociowa	Do 8% wilgotności ciekowa 1,5 mm																							■	
Powłoka	Polimocznikowa																								■

6.11. Izolacje wybranych detali szczegółów konstrukcyjnych

Przedstawione we wcześniejszych rozdziałach opisy technologiczne dotyczące wyboru materiału i wykonywania izolacji wodo- i chemoodpornych dotyczyły grup konstrukcji o konkretnym przeznaczeniu i użytkowanych w określonych warunkach środowiskowych. Zagadnienia prawidłowego wykonania izolacji wykraczają jednak poza przedstawione obiekty.

W wielu przypadkach istotnym problemem wykonawczym są prawidłowe izolacje w tzw. detalach i szczegółach konstrukcyjnych. W niniejszym rozdziale przedstawiono wybrane rysunki najbardziej typowych szczegółów, na których schematycznie pokazano sposoby wykonania izolacji w tych elementach. Zaprezentowano rozwiązania mające zastosowanie zarówno do nowo wykonywanych obiektów,

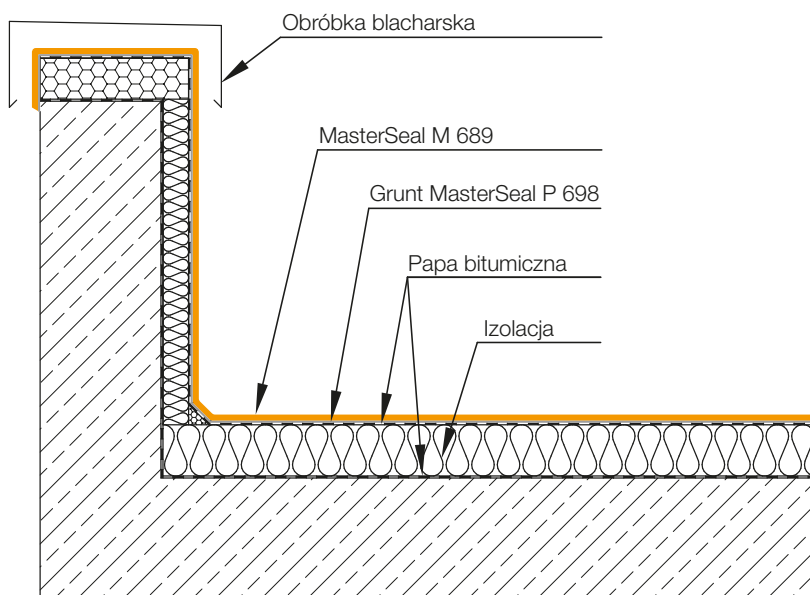
jak i do już istniejących. Pełny katalog rozwiązań izolacji detali konstrukcyjnych zamieszczono w wersji elektronicznej książki pt. *Powłoki polimocznikowe w budownictwie* w rozdz. 7. i na stronie internetowej masterseal-m689.master-builders-solutions.pl.

■ 6.11.1. Ogniomury

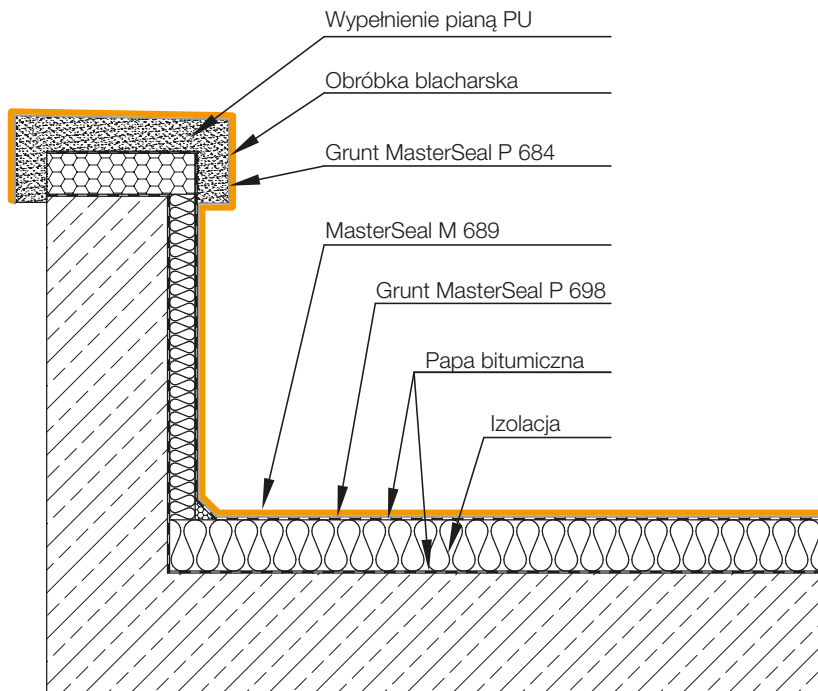
W budownictwie mieszkaniowym i przemysłowym często występującym elementem konstrukcyjnym są ogniomury. Mają one ważne przeznaczenie związane z bezpieczeństwem budynków, jednak ich geometria sprawia, że niestaranne wykonanie obróbek blacharskich jest przyczyną nieszczelności wewnątrz obiektu. Powłoki polimocznikowe pozwalają na dwa rodzaje wykończenia tych prac izolacyjnych:

- z demontażem obróbek blacharskich na czas natrysku polimocznika,
- z natryskiem powłoki polimocznikowej na obróbki blacharskie.

Na ryc. 6.89 i 6.90 pokazano sposób prawidłowego wykonania izolacji z zastosowaniem powłok z polimocznika.



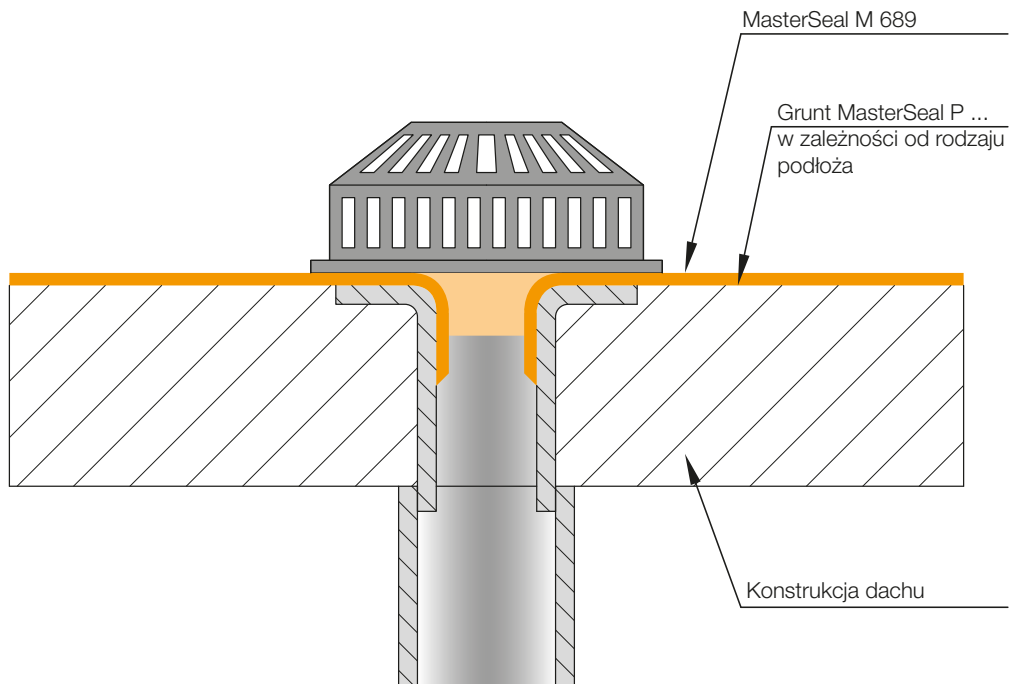
Ryc. 6.89. Wykonanie izolacji z demontażem obróbek blacharskich na czas natrysku polimocznika



Ryc. 6.90. Wykonanie izolacji z natryskiem powłoki polimocznikowej na obróbce blacharskiej

■ 6.11.2. Spusty dachowe

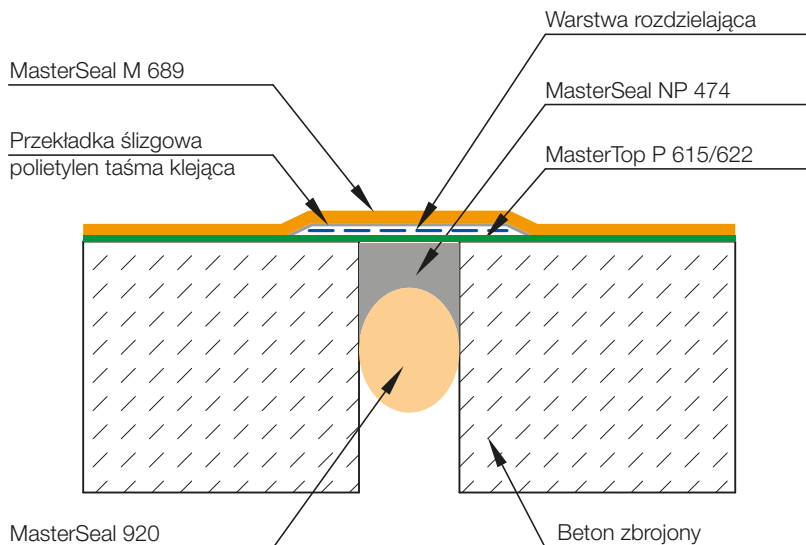
Detalem konstrukcyjnym przysparzającym wiele trudności użytkownikom są wewnętrzne spusty dachowe. Uformowane spadki dachów sprawiają, że miejsca wyprowadzenia pionowych rynien spustowych są zanieczyszczone lub przysypane grubszą warstwą śniegu. W konsekwencji długotrwałego zalegania wody lub topniejącego śniegu nawet małe nieszczelności w wykonanej izolacji prowadzą do systematycznych przecieków, a w następstwie do niszczenia konstrukcji. Ze względu na geometrię dachu w bezpośrednim sąsiedztwie rury spustowej, dobór technologii wykonania izolacji ma znaczenie praktyczne zarówno jeżeli chodzi o jej szczelność, jak i pracochłonność technologii jej wykonania. Schematyczne rozwiązanie izolacji przy rurze spustowej z wykorzystaniem technologii MasterSael pokazano na ryc. 6.91.



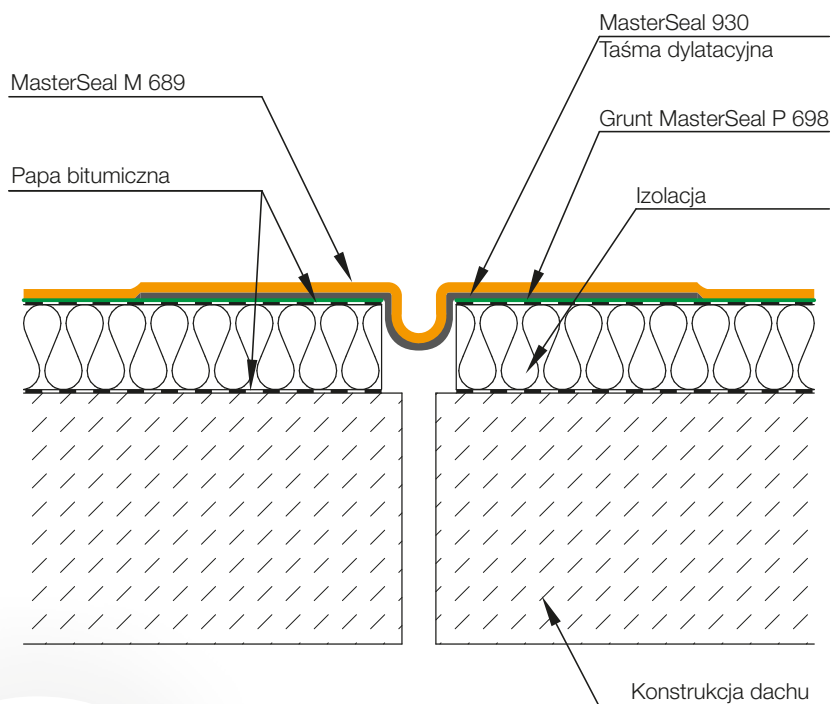
Ryc. 6.91. Schematyczne rozwiązanie izolacji przy rurze spustowej

■ 6.11.3. Dylatacje

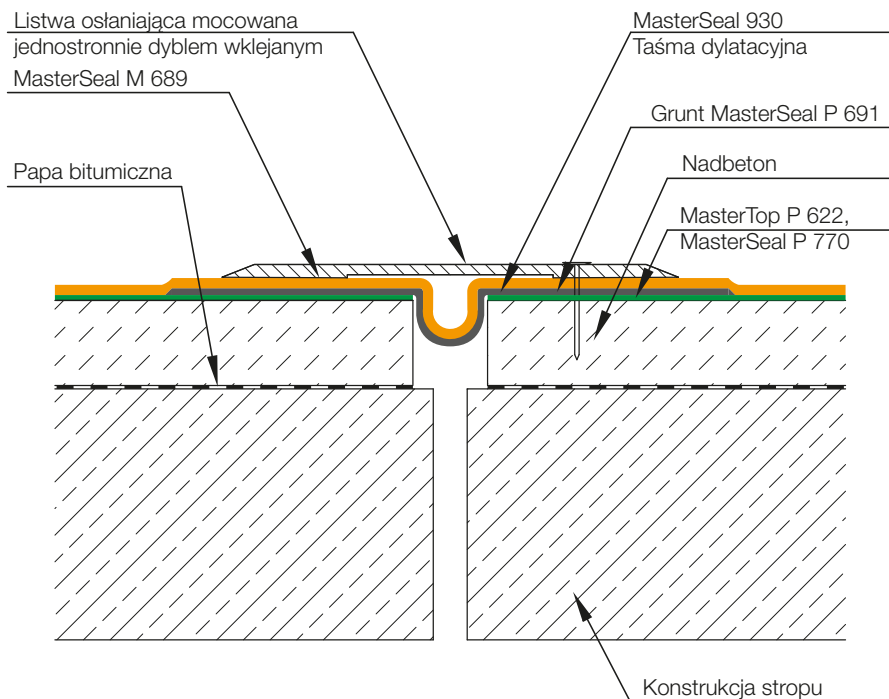
Dylatacje odgrywają w konstrukcji ważną rolę, pozwalającą skompensować odkształcenia termiczne i nierównomierne osiadanie konstrukcji. Zwykle przebiegają one przez całość lub przez część budynku. Dylatacje pionowe nie stanowią znacznego problemu wykonawczego ze względu na stosunkowo krótki kontakt z wodą. W przypadku dylatacji w płaszczyznach poziomych problem szczelność jest bardziej istotny. Dotyczy to w szczególności połaci dachowych, gdzie oprócz bezpośredniego kontaktu z wpływami atmosferycznymi występują większe gradienty temperatur spowodowane nasłonecznieniem. Na ryc. 6.92–6.94 przedstawiono jeden ze sposobów zaizolowania przerwy dylatacyjnej, pozwalający na wzajemne przemieszczenie się dwóch części obiektu w zakresie projektowanych przemieszczeń.



Ryc. 6.92. Izolacja poziomej przerwy dylatacyjnej wypełnionej trwale elastycznym kitem poliuretanowym przekrytym powłoką polimocznikową



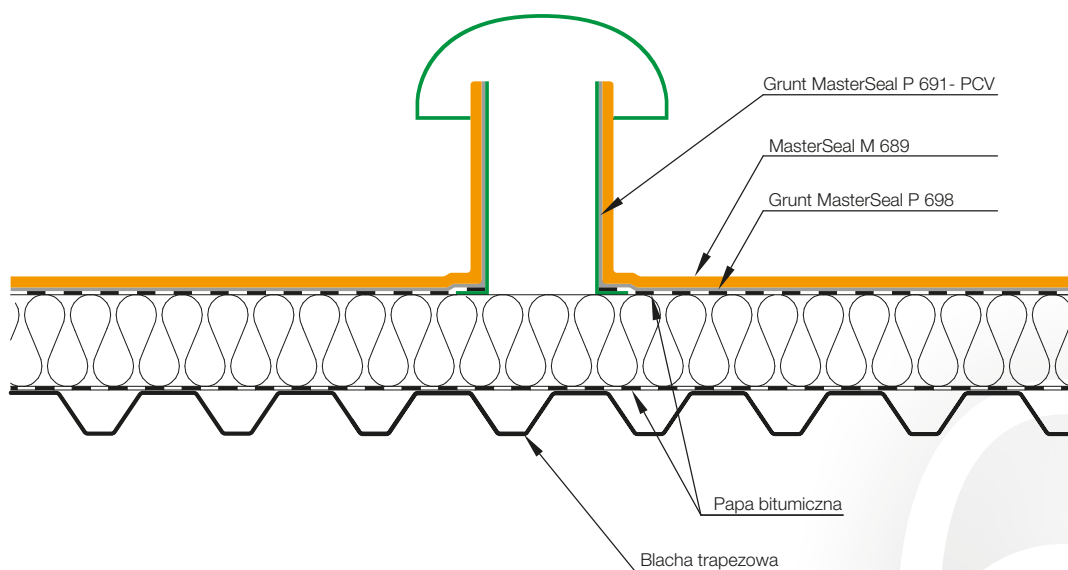
Ryc. 6.93. Dylatacja konstrukcyjna dachu z wklejoną wzdłużnie taśmą hepalonową przekrytą powłoką polimocznikową



Ryc. 6.94. Dylatacja konstrukcyjna płyty parkingowej z wklejoną wzdłużnie taśmą hepalonową przekrytą powłoką polimocznikową z zabezpieczeniem profilem zabezpieczającym

■ 6.11.4. Kominki wentylacyjne

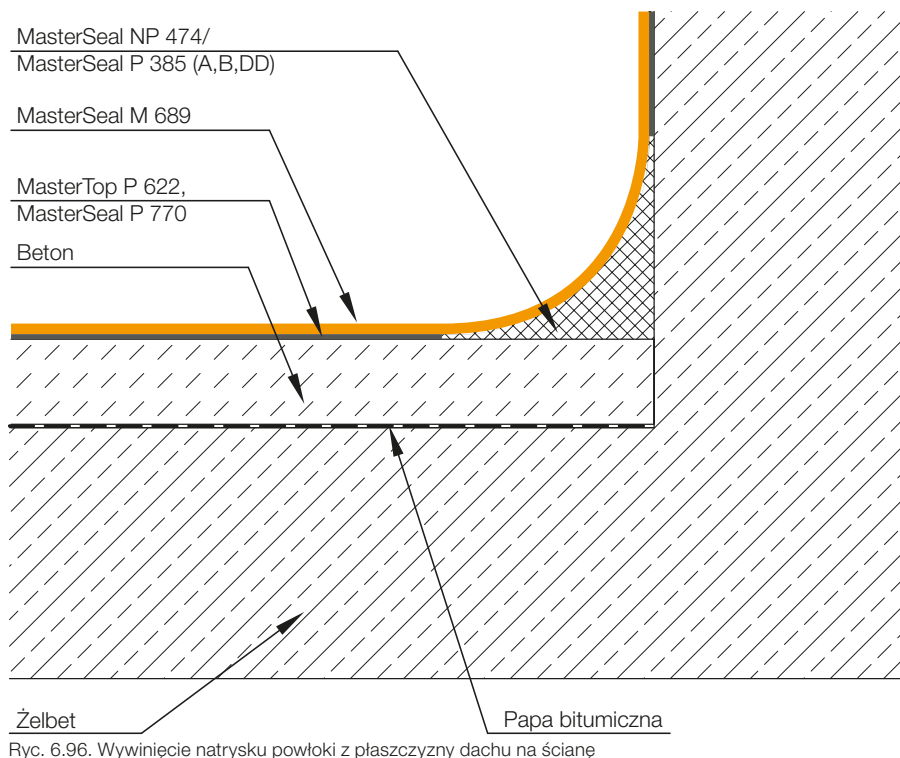
Przy wykonaniu kominków wentylacyjnych trudność polega na szczelnym zaizolowaniu na granicy walca przenikającego płaszczyznę płaską. Dodatkowa trudność może wynikać wówczas, gdy płaszczyzna nie jest pozioma. Izolacja wykonana w technologii natryskowej pozwala na równomierne oraz trwałe zabezpieczenie na granicy obu figur geometrycznych (ryc. 6.95).



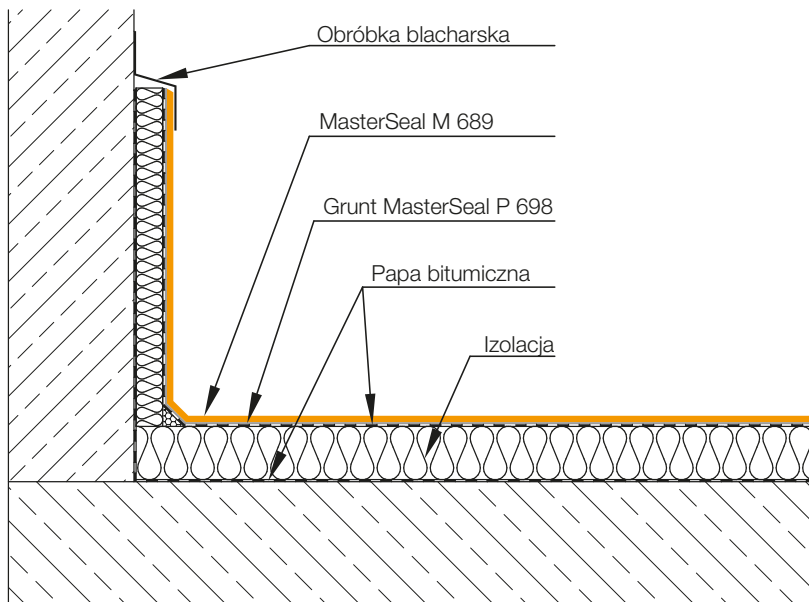
Ryc. 6.95. Izolacja polimocznikowa wykonana na połączeniu kominka wentylacyjnego z płaszczyzną dachu

■ 6.11.5. Połączenie płaszczyzny poziomej ze ścianą

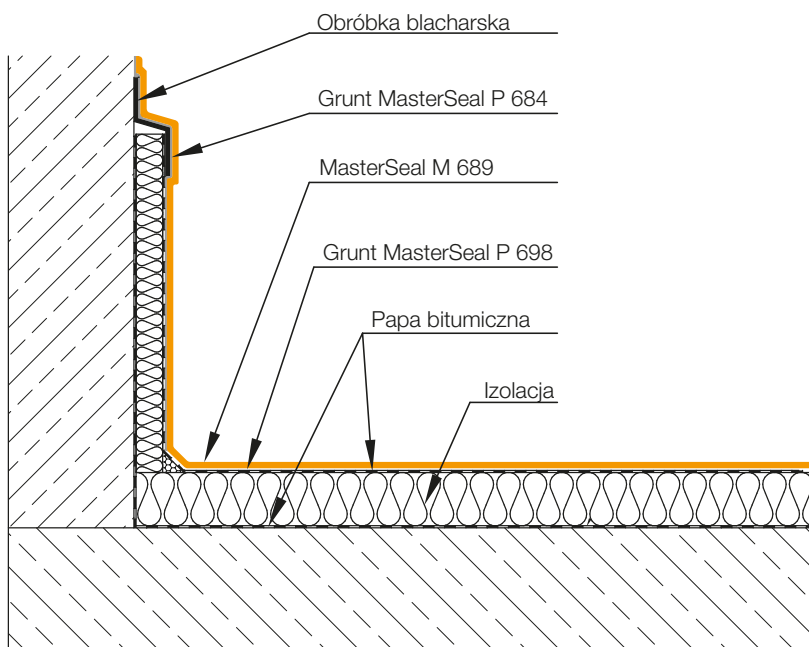
Prawidłowe połączenia ścian z płytą denną jest istotnym szczegółem konstrukcyjnym w przypadku wszystkich zbiorników. O ile płyta denna z zasady jest płaszczyzną lub ma powierzchnię kształtem do niej zbliżoną, o tyle ściany często mają kształt jednokrzywiznowej powłoki (np. powierzchnia walca, ryc. 6.96). Wykonanie izolacji metodą natrysku pozwala na prawidłowe zaizolowanie tego szczegółu także wtedy, gdy w tym miejscu odbywała się przerwa robocza lub wykonywano zaprojektowane przegubowe połączenie obu elementów. Przy odtwarzaniu izolacji parkingowej lub dachowej w istniejących obiektach ważne jest, że izolację tę można wykonać zarówno z demontażem obróbek blacharskich (ryc. 6.97), jak i natryskiem powłoki polimocznikowej na obróbki blacharskie (ryc. 6.98).



Ryc. 6.96. Wywnięcie natrysku powłoki z płaszczyzny dachu na ścianę



Ryc. 6.97. Wywiniecie natrysku powłoki z płaszczyzny dachu na częściowo ocieploną ścianę z demontażem obróbek blacharskich na czas natrysku polimocznika

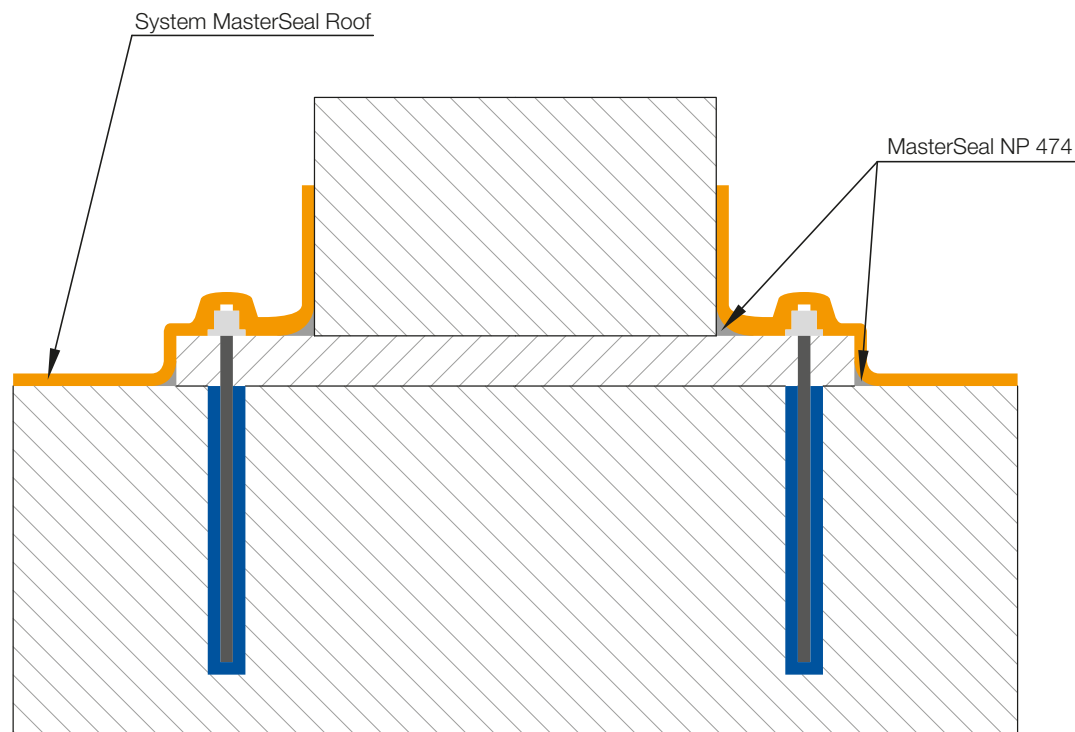


Ryc. 6.98. Wywiniecie natrysku powłoki z płaszczyzny dachu na częściowo ocieploną ścianę z natryskiem powłoki polimocznikowej na obróbki blacharskie

■ 6.11.6. Konstrukcje wsporcze montowane na dachu lub na parkingu

W wielu istniejących obiektach użyteczności publicznej istnieje konieczność montowania na dachu urządzeń wentylacyjnych, klimatyzacyjnych, latarni lub banerów reklamowych czy innych podkonstrukcji. Technologia wykorzystująca natryskowe powłoki [MasterSeal M 689](#) pozwala na oczyszczonoj powierzchni tych detali skutecznie uszczelnić miejsca połączenia różnych materiałów. Ważnym

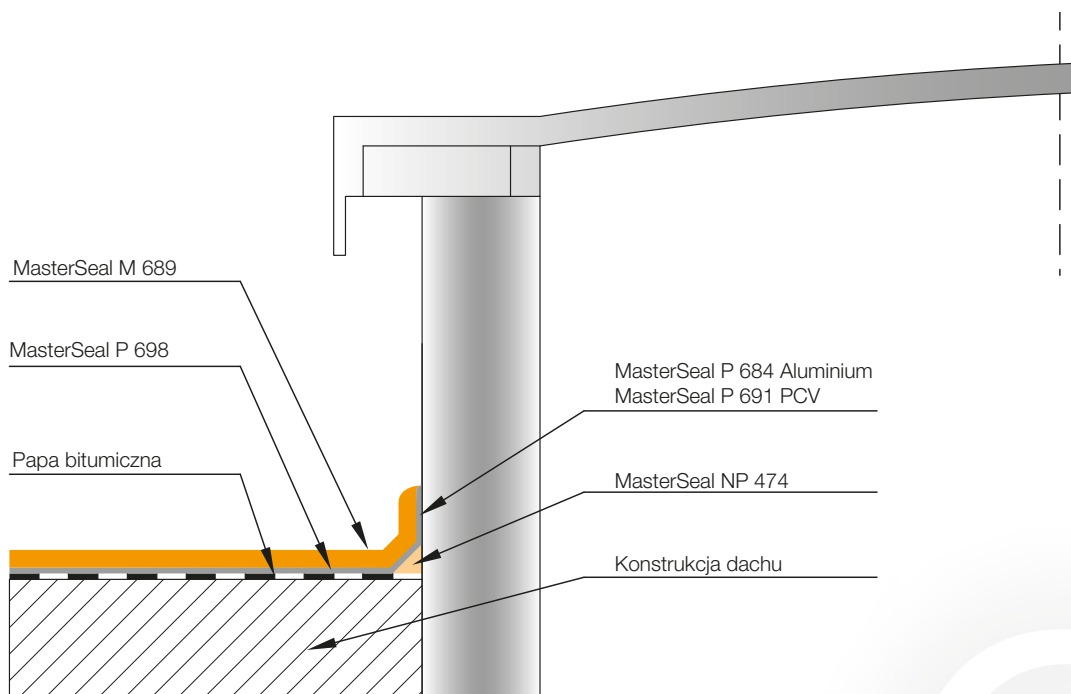
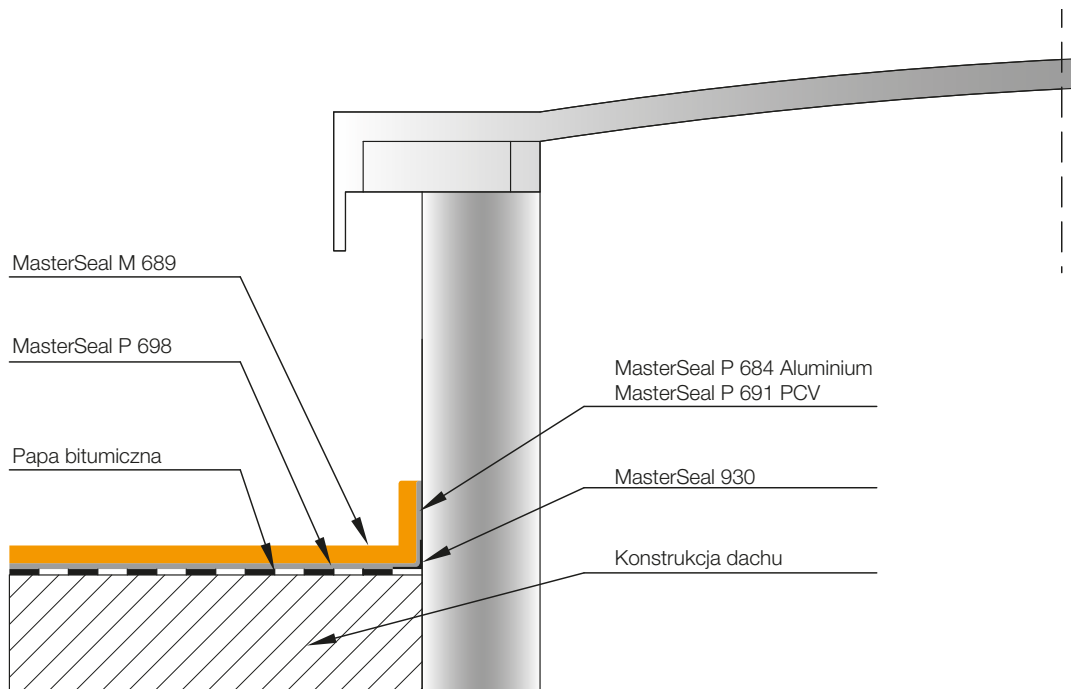
elementem jest elastyczność powłoki, gdyż zamontowane urządzenia mogą generować drgania lub, jak w przypadku banerów, są poddane stosunkowo dużym lokalnym odkształceniom, np. podczas porywistego wiatru (ryc. 6.99).



Ryc. 6.99. Zabezpieczenie miejsc mocowania urządzeń na kondygnacji dachowej

■ 6.11.7. Wywnięcie powłoki polimocznikowej z płaszczyzny dachu na świetliki

Zagadnieniem podobnym do izolacji przy kominkach wentylacyjnych jest zaizolowanie miejsc wokół montowanych świetlików. Rozwiązanie takie pokazano na ryc. 6.100. Rozwiązanie to uwzględnia konieczność przejścia ciągłej powłoki izolacji przez podłoża z różnych materiałów tworzących złożone kształty.



Ryc. 6.100. Wywnięcie powłoki polimocznikowej z płaszczyzny dachu na świetliki

7. Specyfikacje Techniczne Wykonania i Odbioru Robót

Do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

Rozdział ten zawiera przykładowe specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót natryskowych powłok polimocznikowych z podziałem na różne rodzaje obiektów bądź konstrukcji. Ma to istotny wpływ na wybór sposobu przygotowania podłoża, doboru rodzaju właściwych materiałów gruntujących oraz materiałów szpnych, a także dodatkowych prac przygotowawczych.

W pełnej wersji przedstawiono tylko pierwszą z szeregu specyfikacji ze względu na powtarzalny charakter tych dokumentów. Kolejne wersje specyfikacji podobnych typów aplikacji, jak np. izolacje dachów o różnym rodzaju poszycia jako podkładu pod izolację lub różnego rodzaju zbiorniki na ciecze itd., są dostępne w elektronicznej wersji tej książki po kliknięciu niebieskiego tytułu specyfikacji, podobnie jak detale rozwiązań w formacie DWG. W zakresie specyfikacji odmiennych typów aplikacji zamieszczono w tekście tylko część dotyczącą wymagań zakresu zastosowania i zakresu prac objętych tą specyfikacją, a pełne wersje tych specyfikacji są również dostępne w elektronicznej wersji książki.

7.1. Specyfikacja Techniczna Wykonania i Odbioru Robót

Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Izolacja dachu z poszyciem z papy bitumicznej

7.1.1. Część ogólna dotycząca Opisu Specyfikacji Technicznej

- 7.1.1.1. Opis Ogólny stosowania Specyfikacji Technicznej
- 7.1.1.2. Przedmiot Specyfikacji Technicznej
- 7.1.1.3. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej
- 7.1.1.4. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną
- 7.1.1.5. Definicje określeń podstawowych
- 7.1.1.6. Informacje o terenie budowy w zakresie organizacji robót budowlanych
- 7.1.1.7. Zabezpieczenie interesów osób trzecich
- 7.1.1.8. Ochrona Środowiska
- 7.1.1.9. Bezpieczeństwo i higiena pracy
- 7.1.1.10. Zaplecze na potrzeby wykonawcy
- 7.1.1.11. Wymagania dotyczące wykonania robót
- 7.1.1.12. Sprzęt
- 7.1.1.13. Transport
- 7.1.1.14. Kontrola jakości robót
- 7.1.1.15. Odbiory robót
- 7.1.1.16. Podstawy płatności
- 7.1.1.17. Przepisy i normy związane

7.1.2. Część szczegółowa dotycząca Opisu Specyfikacji Technicznej

- 7.1.2.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej ST-0
- 7.1.2.2. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej
- 7.1.2.3. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną
- 7.1.2.4. Informacje o terenie budowy w zakresie organizacji robót budowlanych
- 7.1.2.5. Zabezpieczenia interesów osób trzecich
- 7.1.2.6. Ochrona środowiska
- 7.1.2.7. Bezpieczeństwo i higiena pracy
- 7.1.2.8. Zaplecze na potrzeby Wykonawcy
- 7.1.2.9. Wymagania dotyczące wykonania robót
- 7.1.2.10. Materiały
- 7.1.2.11. Sprzęt
- 7.1.2.12. Transport
- 7.1.2.13. Kontrola jakości robót
- 7.1.2.14. Odbiory robót
- 7.1.2.15. Podstawy płatności
- 7.1.2.16. Przepisy i normy związane

7.1. Specyfikacja Techniczna Wykonania i Odbioru Robót – Izolacja dachu z poszyciem z papy bitumicznej

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

■ 7.1.1. Część ogólna dotycząca Opisu Specyfikacji Technicznej

7.1.1.1. Ogólny opis stosowania Specyfikacji Technicznej

- Celem prac jest wykonanie wodochronnej hydroizolacji polimocznikowej na istniejącym bitumicznym pokryciu dachowym metodą natryskową wraz ze wszelkimi pracami przygotowawczymi i naprawczymi.
- Natrysk membrany polimocznikowej na istniejące bitumiczne pokrycie dachowe eliminuje wszystkie nieszczelności pokrycia dachowego, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, co np. implikuje w przypadku obróbek blacharskich kominów i murków ogniowych wprowadzenie ciągłej powłoki na wysokość ok. 30 cm (wysokość zalegania śniegu). Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną, wodochronną i szczelną powłokę pokrycia dachowego, która zabezpiecza budynki przed zaciekami i nieszczelnościami w pokryciu dachowym.
- Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu:
 - pokrycia bitumiczne (papa bitumiczna, asfalt bitumiczny itd.),
 - eternit,
 - drewno,
 - beton,
 - blacha czarna,
 - blacha ocynkowana,
 - blacha powlekana,
 - blacha z metali nieżelaznych,
 - piana PUR lub PIR,
 - twarda wełna mineralna (HardRock, DachRock Max itp., PCV i EPDM itp.).
- Można to wykonać bez względu na kształt dachu (pow. płaskie, pionowe, kopuły). Powłoka polimocznikowa jest odporna na działanie promieniowania UV (nie zmienia właściwości użytkowych) i nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia lakierem. Jedynie w przypadkach, gdy inwestorowi zależy na konkretnym i niezmiennym w czasie kolorze pokrycia dachowego zalecane jest zastosowanie dodatkowego lakieru z poliuretanu alifatycznego. Pokrycie jest całkowicie szczelne i nienasiąkliwe, powłoka nie rozkłada się, a dodatkowo jest bardzo elastyczna, co umożliwia kompensację naprężeń występujących na konstrukcji dachu, spowodowanych statyczną pracą budynku, jak również rozszerzalnością termiczną podczas dobowych i sezonowych cykli zmian temperatury. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania i rozmarzania. Natrysk membrany można wykonać na istniejące pokrycie dachowe bez jego wcześniejszego usuwania, co eliminuje roboty rozbiórkowe, konieczność utylizacji odpadów i w znacznym stopniu obniża koszt remontu oraz skraca czas jego trwania. W przypadku starego pokrycia, które nie jest związane z podłożem, należy naprawiane miejsce oczyścić i odsłonić do podłoża nośnego dachu, zagruntować lub zakleić papą. Wytrzymałość mechaniczna membrany jest wystarczająca do prowadzenia na dachu zabiegów konserwatorskich, a najwyższy stopień klasy ogniowej Broof T4 pozwala wykonywać tę izolację na każdy rodzaj dachu. Wykonanie natrysku membrany polimocznikowej ważącej ok. 2,2–2,5 kg/m² nie dociąży znacznie konstrukcji dachu.

7.1.1.2. Przedmiot Specyfikacji Technicznej

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco szczelnej polimocznikowej izolacji dachu z istniejącym pokryciem z papy bitumicznej.

7.1.1.3. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej

Niniejsza specyfikacja stanowi podstawę opracowania szczegółowej Specyfikacji Technicznej dla robót budowlanych. Specyfikacja Techniczna dotycząca Przedmiotowego Obiektu jest stosowana jako dokument wykonawczy przy zaleceniu, wykonaniu i odbiorze robót wymienionych w rozdziale Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej (m.in. rozdz. 7.1.2.2) należy rozumieć i stosować w powiązaniu z niżej wymienionymi szczegółowymi specyfikacjami technicznymi.

7.1.1.4. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Specyfikacja Techniczna dotyczy wszystkich czynności i materiałów umożliwiających wykonanie rozwiązań i elementów wymienionych w rozdziale Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną (m.in. rozdz. 7.1.2.3) – w tym powłok wodochronnych i izolacji dachowych w formie natryskowych powłok polimocznikowych.

7.1.1.5. Definicje i określenia podstawowe

Definicje dotyczą określeń prawnych i technicznych używanych w poniższym tekście opisującym szczegółowo Specyfikację Techniczną.

7.1.1.5.1. Zamawiający

Zamawiającym jest podmiot gospodarczy, który w imieniu własnym, jako Inwestor, lub na zlecenie Inwestora finansuje prace zlecone na ręce Wykonawcy.

7.1.1.5.2. Wykonawca

Wykonawcą jest Przedsiębiorstwo/Firma, która wykonuje zlecone przez Zamawiającego prace określone niniejszą Specyfikacją Techniczną.

7.1.1.5.3. Teren budowy

Przez termin Teren budowy należy rozumieć przestrzeń, w której prowadzone są roboty budowlane/remontowe wraz z przestrzenią zajmowaną przez urządzenia i zaplecza budowy.

7.1.1.5.4. Dokumenty budowy

Przez termin Dokumenty budowy należy rozumieć:

- Protokół przekazania frontów robót.
- Dziennik robót.
- Księgę obmiarów.
- Umowy cywilnoprawne z osobami trzecimi i inne umowy cywilnoprawne.
- Dokumenty dotyczące pomiarów kontrolnych.
- Atesty, aprobaty i deklaracje.
- Protokoły odbiorów (częściowe i końcowy).
- Dokumentację powykonawczą.

Do obowiązków Wykonawcy należy prowadzenie dokumentacji budowlanej i przygotowanie oraz przekazanie dokumentacji powykonawczej Zamawiającemu.

7.1.1.5.5. Dokumentacja specyfikowanych robót

Przez termin Dokumentacja specyfikowanych robót należy rozumieć:

- Projekt techniczny.
- Niniejszą specyfikację techniczną, rozpatrywaną łącznie z dokumentacją rysunkową.
- Dziennik Robót.
- Protokoły odbiorów.
- Dokumenty świadczące o dopuszczeniu do powszechnego lub jednostkowego stosowania materiałów i wyrobów budowlanych.

7.1.1.5.6. Kierownik budowy (robót)

Przez termin Kierownik budowy (robót) należy rozumieć osobę wyznaczoną przez Wykonawcę Robót, upoważnioną do kierowania robotami i do występowania w jego imieniu w sprawach realizacji kontraktu, ponoszącą ustawową odpowiedzialność za prowadzenie budowy.

7.1.1.5.7. Nadzór

Przez termin Nadzór należy rozumieć osobę reprezentującą interesy Zamawiającego na budowie poprzez sprawowanie kontroli w zakresie zgodności realizacji robót budowlanych z dokumentacją projektową, specyfikacjami technicznymi, przepisami, zasadami wiedzy technicznej oraz postanowieniami warunków umowy.

7.1.1.5.8. Izolacja

Przez termin Izolacja należy rozumieć warstwę, która utrudnia określone wzajemne oddziaływanie na siebie dwóch środowisk (układów).

Warstwy izolacyjne, w zależności od funkcji, jaką mają spełniać, mogą być:

- wodoszczelne,
- wodochronne,
- przeciwwilgociowe,
- paroszczelne,
- paroprzepuszczalne.

Izolacja wodoszczelna chroni przegrodę budowlaną przed penetracją wody. Izolacje wodoszczelne wykonuje się w pomieszczeniach, w których podłoga może być narażona na zalewanie wodą lub w zbiornikach, cysternach lub basenach, których przeznaczeniem jest gromadzenie i przechowywanie wody, ewentualnie innej cieczy. Izolację tej klasy stosuje się też wewnątrz tac awaryjnych lub wanien przechwytyjących, usytuowanych pod zbiornikami do magazynowania substancji chemicznych, których przedostanie się do wód gruntowych byłoby szkodliwe dla środowiska.

Izolacja wodochronna to izolacja chroniąca konstrukcje stykające się z gruntem przed wodą gruntową i opadową. Wykonuje się ją także na dachach, tarasach i balkonach jako barierę chroniącą przed dostawaniem się wody z opadów atmosferycznych na niższe poziomy.

Izolacje przeciwwilgociowe powinny chronić konstrukcję przed środowiskiem wilgotnym (np. gruntem). Najczęściej wykonuje się je na podłożach leżących bezpośrednio na gruncie w celu zabezpieczenia go przed wodą lub wilgocią gruntową. Izolacja przeciwwilgociowa zabezpiecza budowlę, pomieszczenia lub urządzenia przed przenikaniem wody i wilgocią.

Izolacja paroszczelna ma za zadanie skuteczne przeciwdziałanie przenikaniu pary wodnej przez izolację. Izolację tę wykonuje się w przypadku, gdy w sąsiadujących ze sobą pomieszczeniach występują znaczne różnice temperatury, wilgotności i prężności pary wodnej.

Izolacja paroprzepuszczalna pozwala na częściowe przenikanie pary wodnej. Ma ona zastosowanie między innymi przy projektowaniu i wykonywaniu dachów oraz stropodachów.

7.1.1.5.9. Materiały

Przez termin Materiały należy rozumieć wszystkie materiały naturalne, jak również tworzywa i wyroby niezbędne do wykonywania robót zgodnie z Dokumentacją Projektową i Specyfikacjami Technicznymi zaakceptowanymi przez Inspektora Nadzoru.

7.1.1.5.10. Wyroby budowlane

Przez termin Wyroby budowlane należy rozumieć wyrób w rozumieniu przepisów o ocenie zgodności, wytworzony w celu wbudowania, wmontowania, zainstalowania lub zastosowania w sposób trwały w obiekcie budowlanym, wprowadzony do obrotu jako wyrób pojedynczy lub zestaw wyrobów do stosowania we wzajemnym połączeniu stanowiącym integralną całość użytkową.

7.1.1.6. Informacje o terenie budowy w zakresie organizacji robót budowlanych

W ramach Informacji o terenie budowy Zamawiający, w terminie określonym w dokumentach umowy, udostępni Wykonawcy obszar budynku w części przeznaczonej do wykonania powłok polimocznikowych.

Wykonawca jest zobowiązany do zabezpieczenia tego obszaru w okresie trwania prac.

Wykonawca dostarczy, zainstaluje i będzie utrzymywać tymczasowe urządzenia zabezpieczające, w tym: ogrodzenia, poręczce, znaki ostrzegawcze oraz wszelkie inne środki niezbędne do ochrony robót.

Koszt zabezpieczenia terenu budowy nie podlega odrębnej zapłacie i przyjmuje się, że jest włączony w cenę umowną, chyba że strony postanowią inaczej.

7.1.1.7. Zabezpieczenia interesów osób trzecich

W ramach Zabezpieczenia interesów osób trzecich Zamawiający (użytkownik) zadba, aby w czasie trwania prac żadne niepożądane osoby nie przebywały w rejonie ich prowadzenia. Wykonawca odpowiada za ochronę instalacji i urządzeń zlokalizowanych na obszarze prowadzenia prac. Wykonawca zapewni właściwe oznaczenie i zabezpieczenie przed uszkodzeniem tych instalacji i urządzeń w czasie trwania prac natryskowych wraz z przygotowaniem powierzchni.

O fakcie przypadkowego uszkodzenia tych instalacji Wykonawca bezzwłocznie powiadomi Użytkownika oraz będzie z nim współpracował, dostarczając wszelkiej pomocy potrzebnej przy dokonywaniu napraw. Wykonawca będzie odpowiadać za wszelkie spowodowane przez jego działania uszkodzenia.

7.1.1.8. Ochrona środowiska

Wykonawca ma obowiązek znać i przestrzegać w czasie prowadzenia robót przepisów ochrony środowiska naturalnego.

7.1.1.9. Bezpieczeństwo i higiena pracy

Podczas realizacji robót Wykonawca będzie przestrzegać przepisów dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy.

W szczególności Wykonawca ma obowiązek zadbać, aby personel nie wykonywał pracy w warunkach niebezpiecznych, szkodliwych dla zdrowia oraz niespełniających odpowiednich wymagań sanitarnych.

Wykonawca zapewni i będzie utrzymywał wszelkie urządzenia zabezpieczające, socjalne oraz sprzęt i odpowiednią odzież do ochrony życia i zdrowia osób zatrudnionych przy remoncie.

Uznaje się, że wszelkie koszty związane z wypełnieniem wymagań określonych powyżej nie podlegają odrębnej zapłacie i są uwzględnione w cenie umownej.

7.1.1.10. Zaplecze na potrzeby Wykonawcy

W ramach Zaplecza na potrzeby Wykonawcy, Zamawiający przygotuje i przekaże Wykonawcy na czas prowadzenia prac miejsca do czasowego składowania materiałów i wyrobów budowlanych zgodnie z wymaganiami podanymi w kartach charakterystyki tych materiałów. Miejsca te będą zlokalizowane w obrębie terenu prowadzenia prac w miejscach uzgodnionych z Użytkownikiem, dotyczy to również zaplecza socjalnego dla pracowników Wykonawcy (sanitariaty, szatnie), jak i kontenerów na odpady (m.in. urobek pochodzący z ewentualnej rozbiórki czy obróbki konstrukcji).

W przypadku niskich temperatur (poniżej 10°C) Zamawiający udostępni Wykonawcy ogrzewane pomieszczenie do składowania materiałów podatnych na uszkodzenie lub zepsucie w niskich temperaturach, jeżeli wymaga tego procedura magazynowania określona przez Producenta tych materiałów.

7.1.1.11. Wymagania dotyczące wykonania robót

Wymagania te oznaczają, że Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót oraz zgodność ich wykonania z umową i niniejszą Specyfikacją.

7.1.1.12. Sprzęt

Wykonawca jest zobowiązany do użycia jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na jakość wykonywanych robót, bezpieczeństwo pracy i środowisko. Liczba i wydajność sprzętu powinna gwarantować poprawne i odpowiednio wydajne prowadzenie prac. Sprzęt będący własnością Wykonawcy lub wynajęty do wykonania robót musi być utrzymywany w dobrym stanie i gotowości do pracy oraz być zgodny z wymaganiami ochrony środowiska i przepisami dotyczącymi jego użytkowania i przepisami BHP. Tam gdzie jest to wymagane przepisami, Wykonawca dostarczy Nadzorowi kopie dokumentów potwierdzających dopuszczenie sprzętu do użytkowania.

7.1.1.13. Transport

Wykonawca jest zobowiązany do kompletnego dostarczenia sprzętu i materiałów określonych w ramach umowy, a niezbędnych do wykonania zadania przedmiotowego. Używane przez Wykonawcę środki transportu muszą gwarantować bezpieczeństwo pracy i ochronę środowiska.

7.1.1.14. Kontrola jakości robót

Wykonawca jest zobowiązany zapewnić odpowiednią liczbę wykwalifikowanych pracowników oraz nadzoru celem zapewnienia dobrej jakości wykonywanych prac, a podczas ich prowadzenia będzie dokumentował postępek prac, zapisując w dzienniku robót zakresy poszczególnych czynności oraz wyniki badań i pomiarów temu towarzyszących w poszczególnych dniach.

7.1.1.15. Odbiory robót

Roboty związane z zamówieniem podlegają:

- Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu.
- Odbiorowi końcowemu.
- Odbiorowi pogwarancyjnemu.

7.1.1.16. Podstawy płatności

Wszystkie roboty będą rozliczane według obmiaru powykonawczego wraz z obmiarami robót zanikających. Weryfikacja obmiarów robót zanikających odbędzie się w terminie umożliwiającym Wykonawcy zachowanie ciągłości prac z uwzględnieniem procesów technologicznych, których terminów nie można wydłużyć ze względu na konieczność zachowania wiązania chemicznego kolejnych warstw. Po uzgodnieniu z Zamawiającym istnieje możliwość rozliczenia robót kwotą ryczałtową.

7.1.1.17. Przepisy i normy związane

Wykonawca jest zobowiązany do wykonania prac zgodnie z przepisami prawnymi obowiązującymi w Polsce oraz zgodnie ze sztuką budowlaną i wytycznymi Producenta użytych materiałów.

Ponadto Wykonawca jest zobowiązany do przestrzegania następujących przepisów prawnych:

1. USTAWA PRAWO BUDOWLANE z dnia 7 lipca 1994 roku (Dz.U. Nr 89/1994, poz. 414) wraz z późn. zm.
2. ROZPORZĄDZENIE MINISTRA GOSPODARKI PRZESTRZENNEJ I BUDOWNICTWA z dnia 19 grudnia 1994 roku w sprawie dopuszczenia do stosowania w budownictwie nowych materiałów oraz nowych metod wykonywania robót budowlanych (Dz.U. Nr 10/1995, poz. 48).
3. ROZPORZĄDZENIE MINISTRA GOSPODARKI, PRACY I POLITYKI SPOŁECZNEJ z dnia 14 stycznia 2004 roku w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy czyszczeniu powierzchni, malowaniu natryskowym i natryskiwaniu cieplnym.

■ 7.1.2. Część szczegółowa dotycząca Opisu Specyfikacji Technicznej

7.1.2.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej ST-0

Szczegółowa Specyfikacja Techniczna ST-0 odnosi się do wymagań technicznych dotyczących wykonania wodoszczelnej izolacji polimocznikowej na istniejącym dachu z poszyciem z papy bitumicznej.

■ Klasyfikacja robót:

Wykonanie polimocznikowych izolacji dachowych *...(obiekt)...* przy ul. *...(ulica)...* w *...(miasto)...*, z istniejącym aktualnie poszyciem pokrytym papą bitumiczną wraz z uszczelnieniem detali konstrukcyjnych i armatury technicznej.

Nazwa zamówienia:

Inwestycja:

Inwestor:

Adres inwestycji:

Sporządził:

7.1.2.2. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej

Niniejsza Specyfikacja Techniczna dla Przedmiotowego Obiektu jest stosowana jako dokument wykonawczy przy zaleceniu, wykonaniu i odbiorze robót wymienionych w punkcie 7.1.2.3. Wymagania Specyfikacji Technicznej należy rozumieć i stosować w powiązaniu z niżej wymienionymi szczegółowymi specyfikacjami technicznymi. W ogólny zakres Specyfikacji Technicznej wchodzi czynności:

- Oczyszczenie miejsca prac.
- Demontaż instalacji odgromowej, drabinek, schodków, poręczy i konstrukcji wsporczych instalacji oświetleniowej (opcjonalnie).
- Przygotowanie podłoża pod powłokę polimocznikową.
- Zabezpieczenie (wyprofilowanie) dylatacji konstrukcyjnych.
- Uszczelnienie szklanych świetlików.
- Uszczelnienie odwodnień punktowych.
- Uszczelnienie odwodnień liniowych.
- Uszczelnienie przejść instalacyjnych, rur i kominków wentylacyjnych przez dach.
- Wyoblenie (wyprofilowanie) narożników między poziomą powierzchnią dachu a ścianami, słupami lub ogniomurami.
- Wykonanie natryskowej powłoki izolacji polimocznikowej.
- Wykonanie antypoślizgowej struktury powierzchni na przejściach od wyłazłów dachowych do komińców, centrali wentylacyjnych i innych urządzeń wymagających serwisowania.

7.1.2.3. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru prac natryskowych powłok izolacji polimocznikowej na istniejącym poszyciu dachu z papy bitumicznej wraz z pracami przygotowawczymi:

Oczyszczenie miejsca prac:

- Z izolowanej powierzchni należy usunąć wszystkie luźne i źle związane elementy i zanieczyszczenia podłoża, usunąć trwale zabrudzenia ze smarów i olejów.
- Usunąć wszelkie tymczasowe zabezpieczenia.
- Wyczyścić zalegające naleciałości z rynien, koryt odwodnieniowych i odwodnień punktowych.

Demontaż instalacji:

- Przed rozpoczęciem prac należy zdemontować instalację odgromową, drabinki, schodki, poręcze i konstrukcje wsporcze instalacji oświetleniowej.
- Demontaż obróbek blacharskich uniemożliwiających wykonanie ciągłego płaszcza membrany z płaszczyzny dachu do najwyższego miejsca mogącego być przyczyną wnikania wody z opadów atmosferycznych do wnętrza budynku, istnieje również możliwość natrysku izolacji na obróbki blacharskie. Sposób doszczelnienia tych elementów należy przed rozpoczęciem prac (podczas przekazywania placu budowy) uzgodnić z Zamawiającym.

Przygotowanie podłoża pod izolację polimocznikową:

- Przygotowanie podłoża z papy bitumicznej za pomocą palnika gazowego. (Wysoka temperatura wypali wszelkie zabrudzenia mineralne, a podmuch płomienia usunie ich popioły i inne przeszkadzające pyły).
- Przed natryskiem należy wykonać naprawy wszystkich pęknięć i ubytków w podłożu.
- W przypadku ujawnienia uszkodzeń lub elementów wymagających czynności nieprzewidzianych niniejszą specyfikacją i zapisami w zleceniu/umowie należy uzgodnić z Nadzorem konieczne prace dodatkowe w formie protokołu konieczności.
- Dodatkowo papa bitumiczna musi zostać trwale zespolona z podłożem, wszelkie pęcherze należy przeciąć, wysuszyć i ponownie zespolić.
- Ubytki w papie podkładowej należy uzupełnić.
- W miejscach rozległych pęcherzy lub ubytków, gdzie występuje wysokie prawdopodobieństwo zawilgocenia izolacji termicznej, należy wstawić tymczasowe lub stałe kominki wentylacyjne, zapobiegając w ten sposób ponownemu tworzeniu się pęcherzy.
- Powierzchnię papy bitumicznej zagruntować dwukrotnie gruntem szepnym [MasterSeal P 698](#) lub alternatywnie można zagruntować jednokrotnie, ale obficie gruntem [MasterTop BC 375 N](#).

- Wszelkie elementy z PCV, jak odpływy wody, świetliki lub kominki wentylacyjne, oczyścić szczotką drucianą lub papierem ściernym i zagruntować materiałem [MasterSeal P 691](#).
- Elementy ze stali ocynkowanej lub z innego metalu szlachetnego należy oczyścić szczotką drucianą, odtłuścić i zagruntować gruntem [MasterSeal P 684](#).
- Elementy ze stali czarnej lub żeliwa oczyścić szczotką drucianą, odtłuścić i zagruntować dwukrotnie gruntem [MasterSeal P 681](#) zapobiegającym korozji, drugą warstwę gruntu obsypać ogniowo suszonym piaskiem kwarcowym o frakcji 0,4–0,8 mm.

Zabezpieczenie (wyprofilowanie) dylatacji konstrukcyjnych:

- Naklejenie wzdłuż osi dylatacji taśm uszczelniających [MasterSeal 930/933](#) o szerokości 20 cm i grubości 1 mm, pozostawiając w szerokości szczeliny dylatacyjnej nadmiar taśmy w formie omegi wypukłej.

Uszczelnienie szklanych świetlików:

- Oczyszczenie powierzchni świetlików ze szkła zbrojonego i aluminiowych lub stalowych ram przez szlifowanie doczołową, obrotową szczotką drucianą i odtłuszczenie acetonem.
- Uzupelnienie ubytków kitu przy ramach okiennych jednokomponentowym, trwale elastycznym materiałem poliuretanowym [MasterSeal NP 474](#).
- Przestrzenie pomiędzy połącją dachu, pionową podstawą świetlików i skośną płaszczyzną szyb wypełnić zamkniętokomórkową pianą PU tak, aby uzyskać przedłużenia skośnej płaszczyzny szyb do płaszczyzny dachu.
- Powierzchnie szyb zagruntować silanową żywicą gruntującą do szkła [MasterSeal P 682](#), stalowe profile ramy zagruntować dwukrotnie gruntem [MasterSeal P 681](#) zapobiegającym korozji, drugą warstwę gruntu obsypać ogniowo suszonym piaskiem kwarcowym frakcji 0,4–0,8 mm, aluminiowe i ocynkowane profile ramy zagruntować gruntem [MasterSeal P 684](#), powierzchnie piany PU zagruntować żywicą [MasterSeal P 691](#), a powierzchnie papy bitumicznej wokół świetlików żywicą [MasterSeal P 698](#).
- Tak przygotowane powierzchnie świetlików pokryć natryskiem bezbarwnego (niepigmentowanego) polimocznika ciągłym płaszczem izolacji, wyciągając powłokę poza płaszczyznę przeszkloną na płaszczyznę dachu w pasie szerokości ok. 30 cm.
- Przy wykonywaniu głównej powłoki z pigmentowanym polimocznika należy zakryć elementy wykonane z piany PU celem ochrony piany przed szkodliwym działaniem promieniowania UV.
- Przed wykonywaniem natrysku głównej powłoki izolacji na połączy dachu, margines zakładu 30 cm wokół świetlika odtłuścić, przemywając acetonem, i zagruntować materiałem [MasterSeal P 691](#) celem uzyskania wiązania chemicznego tych materiałów i w rezultacie ciągłej powłoki na całej powierzchni dachu.

Uszczelnienie przejść rurowych kominków wentylacyjnych, świetlików i innych instalacji przez dach:

- Po oczyszczeniu i zagruntowaniu tych powierzchni zgodnie z opisem powyżej, należy wypełnić szczelinę styku połączy dachu z elementami wznoszącymi się ponad jego płaszczyznę jednokomponentowym, trwale elastycznym materiałem poliuretanowym [MasterSeal NP 474](#) wraz z uformowaniem fasetki wokół tych elementów o promieniu wyoblenia 2–3 cm.
- Podczas wykonywania natrysku izolacji polimocznikowej na powierzchni dachu wywinąć ciągły płaszcz powłoki na element przechodzący przez jego połączyć do zagruntowanej wysokości (uzgodnionej wcześniej z Zamawiającym).

Uszczelnienie odwodnień punktowych:

- Wpusty odwodnienia punktowego wykonane z żeliwa, stali nierdzewnej lub PCV z rusztem lub koszem zabezpieczającym przed zatkanie opadającymi liśćmi, powinny zostać pokryte powłoką polimocznikową w formie ciągłego płaszcza izolacji przechodzącego z powierzchni połączy dachu przez kielich wpustu aż do samej rury spustowej.
- Po wyjęciu rusztu należy wyczyścić szczotką drucianą lub papierem ściernym wnętrze obudowy wpustu.
- Wyczyszczoną powierzchnię żeliwa lub stali czarnej pokryć materiałem gruntującym z inhibitorem korozji [MasterSeal P 681](#) (dwukrotnie z zasypem drugiej warstwy gruntu piaskiem kwarcowym frakcji 0,3–0,8 mm), wpusty ze stali nierdzewnej żywicą gruntującą [MasterSeal P 684](#), a wpusty z PCV żywicą [MasterSeal P 691](#).

- Szczelinę wokół kołnierza wpustu na połączeniu z płaszczyzną dachu w razie konieczności wypełnić trwale elastycznym materiałem do wypełniania dylatacji [MasterSeal NP 474](#).
- Tak przygotowany wpust pokryć powłoką polimocznikową przy układaniu głównej warstwy izolacji dachu metodą natryskową w formie ciągłego płaszcza izolacji przechodzącego z połaci dachu przez kielich wpustu aż do wnętrza rury spustowej.

Uszczelnienie koryt odwodnień liniowych:

- Po wyjęciu rusztu (koszyczka zabezpieczającego przed dostaniem się ciał stałych do rur spustowych) w dniu koryta odwodnienia dachu należy wyczyścić szczotką drucianą lub papierem ściernym wewnątrz obudowy wpustu.
- Wyczyszczoną powierzchnię wpustu z PCV należy pokryć żywicą gruntującą [MasterSeal P 691](#).
- Szczelinę wokół kołnierza wpustu na połączeniu z płaszczyzną dna koryta odwodnienia, wypełnić trwale elastycznym materiałem do wypełniania dylatacji [MasterSeal NP 474](#).
- Wewnętrzzną powierzchnię koryta wyłożonego izolacją z papy bitumicznej zagruntować dwukrotnie gruntem szepnym [MasterSeal P 698](#) lub równoważnym, alternatywnie można zagruntować jednokrotnie, ale obficie gruntem [MasterTop BC 375 N](#).
- Przy prefabrykowanych korytach z PCV całą powierzchnię koryta po wyszlifowaniu, odtuszczeniu i wysuszeniu zagruntować żywicą [MasterSeal P 691](#) i wypełnić szczelinę wokół kołnierza koryta na styku z płaszczyzną dachu trwale elastycznym materiałem poliuretanowym [MasterSeal NP 474](#).
- Koryta wykonane z blachy ocynkowanej – jeżeli stan ocynku jest nienaruszony, wyczyścić szczotką drucianą bądź przez szlifowanie, odtłuścić i wysuszyć, a następnie zagruntować żywicą [MasterSeal P 684](#). Koryta ze śladami korozji należy pokryć materiałem gruntującym z inhibitorem korozji [MasterSeal P 681](#) (dwukrotnie z zasypem drugiej warstwy gruntu piaskiem kwarcowym frakcji 0,3–0,8 mm). Szczelinę wokół kołnierza koryta na styku z płaszczyzną dachu wypełnić elastycznym materiałem poliuretanowym [MasterSeal NP 474](#).
- Tak przygotowane koryta odwodnienia dachu pokryć powłoką polimocznikową przy układaniu głównej warstwy izolacji dachu metodą natryskową w formie ciągłego płaszcza izolacji z połaci dachu przez obudowę koryt i kielich wpustu aż do wnętrza rury spustowej.

Wykonanie wybleń (zaokrągleń w narożnikach na styku powierzchni poziomej i pionowej płaskoznaczny ścian, słupów lub attyki wokół dachu):

- Na styku powierzchni poziomej i pionowej, po jej zagruntowaniu, należy wykonać fasetkę (wybleń) o promieniu ok. 3 cm z jednokomponentowego, trwale elastycznego materiału poliuretanowego [MasterSeal NP 474](#).
- Zabezpieczyć powierzchnie pionowych elementów przed zabrudzeniem podczas nakładania metodą natryskową powłoki polimocznikowej powyżej wysokości wywinięcia izolacji.
- Podczas wykonywania natrysku izolacji polimocznikowej na powierzchni dachu wywinąć ciągle płaszczyznę powłoki z płaszczyzny poziomej na płaszczyznę pionowe do zagruntowanej wysokości 30 cm zgodnie z normą zalegania śniegu (jeżeli Zamawiający nie postanowi inaczej).

Natrysk powłoki polimocznikowej [MasterSeal M 689](#)

Membrana polimocznikowa powstaje w wyniku reakcji chemicznej, z połączenia dwóch płynnych komponentów bezpośrednio w pistolecie natryskowym. Oba komponenty dostarczane są pneumatycznie do miejsca wbudowania, węzami ciśnieniowymi w osłonie termicznej, na maks. odległość 120 m. Głównymi składnikami natryskowej membrany polimocznikowej są dwa płynne składniki – poliamina oraz poliozocyanian. Składniki dostarczane są w beczkach i po wymieszaniu poprzez dysze natryskowe pistoletu, nanoszone są w postaci aerozolu na powierzchnię izolowaną. Składniki mieszane są w stosunku objętościowym 100:100.

- Przed natryskiem należy:
 - osłonić folią wszystkie elementy, które nie będą pokryte polimocznikiem, jak świetliki, kominy, obróbki, instalacje i stolarka okienna,
 - ustawić parawany zabezpieczające przed przypadkowym zanieczyszczeniem obiektów sąsiednich,
 - usunąć z otoczenia wszystkie pojazdy i inne objekty ruchome.

Natrysk membrany polimocznikowej wykonywany jest bezpośrednio na budowie, bez przerw i połączeń technologicznych oraz elementów mocujących, kłopotliwych przy wykonywaniu izolacji z prefabrykowanych arkuszy lub rolek.

- Natrysk powłoki polimocznikowej **MasterSeal M 689** należy przeprowadzić przy zachowaniu następujących warunków:
 - natrysk prowadzić jedynie w czasie pogody bezwietrznej i suchej (prędkość wiatru < 2,5 m/s),
 - optymalna temperatura otoczenia podczas natrysku 5–35 °C,
 - temperatura składników przeznaczonych do przetwarzania przez reaktor powinna wynosić 25 °C, a samo przetwarzanie powinno odbywać się w temperaturze ok. 75 °C ustawionej na komputerze reaktora,
 - ciśnienie robocze 180–200 barów,
 - temperatura podłoża minimum o 3 °C powyżej temperatury punktu rosy,
 - wilgotność względna powietrza nie więcej niż 90%,
 - suche podłoże.

Prace należy wykonywać i prowadzić odcinkami pozwalającymi zakończyć wszystkie czynności na danym odcinku, biorąc pod uwagę, że przed zachodem słońca może następować kondensacja pary wodnej w zacienionej części obszaru prowadzenia prac. Tak samo rano prace natryskowe należy zaczynać od części nasłonecznionej, z założenia bardziej suchej.

Wytwarzanie membrany odbywa się metodą natrysku hydrodynamicznego. Proces natrysku polega na równomiernym nakładaniu wachlarza aerozolu na przygotowane wcześniej i zagruntowane podłoże, przy średnim zużyciu 2,2–2,5 kg/m², co daje średnią grubość powłoki 2 mm. Membranę nanosi się z odległości ok. 1 m w kierunku prostopadłym do podłoża, jest to warunek istotny prawidłowego rozkładu warstwy równomiernej i gładkiej powłoki polimocznikowej na powierzchni podkładu.

Natryskiwany materiał po wymieszaniu w dyszy pistoletu reaguje bardzo szybko – żeluje w ciągu 6 sekund, po 30 sekundach jest dotykowo suchy i odporny na deszcz, a po półgodzinie powierzchnia osiąga gotowość do ruchu pieszych.

Opcjonalnie: Po wykonaniu izolacji z żywicy polimocznikowej **MasterSeal M 689** należy ją zabezpieczyć przed zmianą koloru w wyniku promieniowania UV (jeżeli jest to wymagane przez Zamawiającego) poliuretanowym lakierem alifatycznym **MasterSeal TC 259** lub **TC 269**, rozkładając go na powierzchni za pomocą wałka lub natrysku bezpowietrznego w ilości ok. 0,2–0,3 kg/m².

Wykonanie antypoślizgowej struktury powierzchni na przejściach od wyłazów dachowych do kominów, centrali wentylacyjnych i innych urządzeń wymagających serwisowania:

- Powierzchnię izolacji polimocznikowej w strefach z wymaganą strukturą antypoślizgową należy w ciągu 12 godzin od jej wykonania wyznaczyć, oklejając jej obrys szeroką taśmą klejącą, rozłożyć na jej powierzchni ok. 0,4 kg/m² materiału poliuretanowego **MasterSeal TC 269** lub **TC 681** i zasypać świeżą żywicę ogniowo suszonym piaskiem kwarcowym frakcji 0,3–0,8 mm w ilości ok. 2,0–2,5 kg/m².

Prace montażowe:

- Ponowny montaż instalacji odgromowej lub usunięcie zabezpieczeń.
- Ponowny montaż usuniętych w trakcie prowadzenia prac obróbek blacharskich.
- Ponowny montaż zdemontowanych w czasie prac pomostów, drabinek, konstrukcji wsporczych.

Roboty porządkowe:

- Roboty porządkowe należy prowadzić w miarę możliwości na bieżąco – w sposób niekolidujący z harmonogramem i kolejnością prac zasadniczych.
- Odpady powinny być składowane w wyznaczonych miejscach, a następnie wywożone.
- Podczas prowadzenia prac porządkowych należy zwrócić szczególną uwagę na elementy budynku mogące ulec uszkodzeniu (osprzęt instalacyjny, urządzenia, wyposażenie pomieszczeń, stolarka i szyby itp.).

Zgłoszenie do odbioru robót:

Zgłoszenie wykonanych prac do odbioru powinno nastąpić:

- Po wykonaniu wodochronnej izolacji natryskowej.
- Po ponownym zamontowaniu zdemontowanych w czasie prac pomostów, drabinek czy konstrukcji wsporczych i instalacji odgromowej.
- Po zakończeniu prac porządkowych.
- Należy przygotować pisemne zgłoszenie prac do odbioru.

Uwaga:

Wszystkie prace muszą być wykonane przez wyspecjalizowane i doświadczone ekipy, posiadające odpowiednie wysokociśnieniowe agregaty natryskowe. Pracownicy muszą być przeszkoleni pod względem BHP, zaopatrzeni w maski i okulary ochronne, rękawice nieprzemakalne oraz kombinizon z kapturem. Wykonawca powinien posiadać aktualny Certyfikat Autoryzacji dostawcy technologii i potwierdzający cykliczne szkolenia praktyczne i wykazać referencje wykonanych dotychczas prac w danej technologii w ilości minimum 10 tys. m².

7.1.2.4. Informacje o terenie budowy w zakresie organizacji robót budowlanych

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca przedstawi Inspektorowi do zatwierdzenia projekt zabezpieczenia robót w okresie ich trwania z uwzględnieniem praw i interesów sąsiednich posesji. Fakt przystąpienia do robót Wykonawca obwieści publicznie przed ich rozpoczęciem przez umieszczenie tablic informacyjnych w miejscach, liczbie oraz treści określonych przepisami. Tablice informacyjne będą utrzymywane przez Wykonawcę w dobrym stanie przez cały okres realizacji robót.

Wykonawca jest zobowiązany do zabezpieczenia terenu budowy w okresie trwania realizacji Kontraktu, aż do jego zakończenia i odbioru końcowego.

Wykonawca dostarczy, zainstaluje i będzie utrzymywać tymczasowe urządzenia zabezpieczające, w tym: ogrodzenia, poręcze, oświetlenie, sygnały i znaki ostrzegawcze oraz wszelkie inne środki niezbędne do ochrony robót w sposób uzgodniony z Inspektorem. Zamawiający, w terminie określonym w dokumentach umowy, udostępni Wykonawcy obszar budynku w części remontowanej.

Wykonawca jest zobowiązany do zabezpieczenia tego obszaru w okresie trwania prac.

Koszt zabezpieczenia terenu budowy nie podlega odrębnej zapłacie i przyjmuje się, że jest włączony w cenę umowną, chyba że strony postanowią inaczej.

7.1.2.5. Zabezpieczenia interesów osób trzecich

Przed przystąpieniem do robót przygotowawczych Wykonawca winien ustawić niezbędne zabezpieczenia w miejscach przewidzianych w planie zagospodarowania placu budowy. Teren prowadzenia prac należy ogrodzić w sposób uniemożliwiający przedostanie się osób nieupoważnionych w obręb prac rozbiórkowych, przygotowawczych, iniekcyjnych lub natryskowych i oznakować tablicami ostrzegawczymi. Wykonawca odpowiada za bezpieczeństwo dóbr i osób pozostających w obrębie prac budowlanych.

Odpowiada też za utrzymanie czystości oraz za pyły zanieczyszczające środowisko.

Wszelkie inne postanowienia, które Wykonawca uzna za przydatne, będą podejmowane w uzgodnieniu ze służbami BHP, Architektem i Inwestorem.

Zamawiający (użytkownik) zadba, aby w czasie trwania prac żadne niepożądane osoby związane z Zamawiającym, a nieupoważnione lub niewyznaczone do nadzoru, nie przebywały w rejonie ich prowadzenia. Wykonawca odpowiada za ochronę instalacji i urządzeń zlokalizowanych na obszarze prowadzenia prac. Wykonawca zapewni właściwe oznaczenie i zabezpieczenie przed uszkodzeniem tych instalacji i urządzeń w czasie trwania remontu.

O fakcie przypadkowego uszkodzenia tych instalacji Wykonawca bezzwłocznie powiadomi Użytkownika oraz będzie z nim współpracował, dostarczając wszelkiej pomocy potrzebnej przy dokonywaniu napraw. Wykonawca będzie odpowiadać za wszelkie spowodowane przez jego działania uszkodzenia instalacji.

7.1.2.6. Ochrona środowiska

Wykonawca ma obowiązek znać i stosować w czasie prowadzenia robót wszystkie przepisy dotyczące ochrony środowiska naturalnego.

W okresie trwania budowy i wykańczania robót Wykonawca będzie podejmował uzasadnione kroki mające na celu stosowanie się do przepisów i norm dotyczących ochrony środowiska na terenie budowy i wokół terenu budowy oraz będzie unikać uszkodzeń lub uciążliwości dla osób lub dóbr publicznych i innych, jak wynikających z nadmiernego hałasu, wibracji, zanieczyszczenia lub innych przyczyn powstałych w następstwie jego sposobu działania. Wykonawca jest zobowiązany przestrzegać procedur związanych z transportem, magazynowaniem i wykorzystywaniem wszystkich stosowanych materiałów opisanych w ich Kartach Charakterystyki Substancji Niebezpiecznych.

7.1.2.7. Bezpieczeństwo i higiena pracy

Podczas realizacji robót Wykonawca będzie przestrzegać przepisów dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy. W szczególności Wykonawca ma obowiązek zadbać, aby personel nie wykonywał pracy w warunkach niebezpiecznych, szkodliwych dla zdrowia oraz niespełniających odpowiednich wymagań sanitarnych. Wykonawca zapewni i będzie utrzymywał wszelkie urządzenia zabezpieczające, zaplecze socjalne oraz sprzęt i odpowiednią odzież dla ochrony zdrowia i życia osób zatrudnionych na budowie oraz dla zapewnienia bezpieczeństwa publicznego. Wykonawca przed przystąpieniem do wykonywania robót budowlanych jest obowiązany opracować Instrukcję Bezpiecznego Wykonywania Robót Budowlanych (IBWRB) i zaznajomić z nią pracowników w zakresie wykonywanych przez nich robót. Dla robót budowlanych stwarzających zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi Kierownik budowy jest zobowiązany sporządzić lub zapewnić sporządzenie planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Plan BIOZ). Uznaje się, że wszelkie koszty związane z wypełnieniem wymagań bezpieczeństwa określonych powyżej są uwzględnione w cenie umowy.

Zasadniczo produkt reakcji polimocznika po polimeryzacji nie jest uznawany za szkodliwy czy niebezpieczny dla zdrowia. Jednak należy pamiętać, że przebieg reakcji chemicznej składników polimocznika (poliaminy i polilizocyjanianu) ma formę egzotermiczną, co oznacza, że w trakcie reakcji wiązania wytwarza się ciepło. Przy nieostrożnym lub nieumiejętnym prowadzeniu natrysku może się zdarzyć napylenie materiału na skórę i spowodować oparzenie.

Poliamina stosowana do produkcji polimocznika jest sklasyfikowana jako żrąca i niebezpieczna dla środowiska. Przy jej transporcie i przenoszeniu należy zachować szczególną ostrożność i stosować środki ochrony osobistej, jak rękawice, maski i okulary. Kontakt ze skórą może spowodować oparzenia chemiczne. Podczas transportu tego produktu należy zwrócić uwagę, że jest on sklasyfikowany jako materiał typu „ADR”, wymagający specjalnych procedur transportowych. Więcej informacji na ten temat znajduje się w Karcie Charakterystyki Substancji Niebezpiecznych.

Poliizocyjaniany stosowane w reakcji chemicznej z poliaminą najczęściej klasyfikowane są jako szkodliwe. Zasadniczo powinny być traktowane podobnie jak poliamina, która nie jest substancją żrącą, ale toksyczną. Należy pamiętać, że polilizocyjanian reaguje z wilgocią z powietrza, wytwarzając gaz (dwutlenek węgla), co w przypadku uwięzienia wilgoci z powietrza w beczce może spowodować wzrost ciśnienia w beczce i niebezpieczeństwo przy ponownym jej otwieraniu. Przebywanie w niewentylowanym pomieszczeniu z oparami polilizocyjanianu może prowadzić do podrażnienia skóry i układu oddechowego, a przy ciągłej ekspozycji – do uczulenia. Przykrych skutków tych oddziaływań na osoby można uniknąć, stosując wietrzenie pomieszczeń i środki ochrony osobistej.

Spolimeryzowany polimocznik nie jest szkodliwy, jednak szkodliwe jest wdychanie jego oparów podczas atomizacji (rozpylania) wraz z powietrzem. Dlatego nie tylko osoby bezpośrednio związane z prowadzeniem natrysku, ale wszystkie osoby narażone na wdychanie aerozoli i oparów powinny nosić środki ochrony osobistej, w tym maseczki, rękawice i ubrania ochronne.

Polimocznik 100-procentowy, jakim jest **MasterSeal M 689**, nie zawiera żadnych rozpuszczalników, ale rozpuszczalniki są stosowane do mycia i czyszczenia pistoletu i narzędzi. Przy tych czynnościach należy przestrzegać zasad bezpieczeństwa opisanych w Instrukcjach Technicznych i Kartach Charakterystyki Substancji Niebezpiecznych tych produktów.

Podczas używania urządzeń do natrysku polimocznika (urządzeń wysokociśnieniowych) należy się upewnić, że są one przystosowane do pracy w wysokiej temperaturze ok. 75°C i ciśnieniu do 200 barów. Te dwa czynniki wymagają, aby urządzenie było stale utrzymywane w dobrym stanie technicznym. Obsługą tych urządzeń powinny zajmować się tylko osoby szczegółowo przeszkolone.

7.1.2.8. Zaplecze na potrzeby Wykonawcy

Zamawiający przygotuje i przekaze Wykonawcy na czas prowadzenia prac miejsca do czasowego składowania materiałów i wyrobów budowlanych. Miejsca te będą zlokalizowane w obrębie terenu prowadzenia prac, w miejscach uzgodnionych z Użytkownikiem, dotyczy to również zaplecza socjalnego dla Pracowników Wykonawcy (sanitariat, szatnie), jak również kontenerów na odpady.

W przypadku niskich temperatur (poniżej 10°C) Zamawiający udostępni Wykonawcy ogrzewane pomieszczenie do składowania materiałów podatnych na uszkodzenie lub zepsucie w niskich temperaturach, jeżeli wymaga tego procedura magazynowania producenta tych materiałów.

7.1.2.9. Wymagania dotyczące wykonania robót

Wszystkie roboty budowlane należy wykonać zgodnie z dokumentacją techniczną, Polskimi Normami i ogólnymi zasadami wiedzy budowlanej oraz niniejszą Specyfikacją Techniczną. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną zamieszczono w podrozdz. 7.1.2.3.

7.1.2.10. Materiały

Wszystkie materiały wbudowane w trakcie wykonywania robót muszą być zgodne z wymaganiami określonymi w Szczegółowej Specyfikacji Technicznej. Materiały użyte do przedmiotowego zadania, począwszy od iniekcji, przez zabezpieczenia antykorozyjne, uszczelniające, wyrównawcze, wszelkie wzmocnienia, doszczelnienia i gruntowania muszą pochodzić od jednego producenta i posiadać potwierdzenie, że tworząc jeden kompleksowy system produktów, są kolejno ze sobą kompatybilne.

Akceptacja Zarządzającego realizacją umowy udzielona jakiejś partii materiałów z danego źródła nie oznacza, że wszystkie materiały pochodzące z tego źródła są akceptowane automatycznie. Wykonawca jest zobowiązany do dostarczenia atestów i dokumentów potwierdzających ich pochodzenie dla każdej dostawy, żeby udowodnić, że nadal spełniają one wymagania odpowiedniej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej.

Nadzór może okresowo kontrolować dostarczane na budowę materiały w celu sprawdzenia zgodności z zamówieniem. Wyniki tych prób stanowić mogą podstawę do aprobaty jakości danej partii materiałów.

Przed wykonaniem przez Wykonawcę ewentualnych badań jakości materiałów Zarządzający realizacją umowy może dopuścić do użycia materiały posiadające atest producenta stwierdzający pełną zgodność tych materiałów z warunkami podanymi w Szczegółowych Specyfikacjach Technicznych.

Produkty przemysłowe muszą mieć atesty i deklaracje wydane przez Producenta, poparte w razie potrzeby wynikami wykonanych przez niego badań lub jeżeli jest to wymagane, przez niezależne, akredytowane laboratorium badawcze. Kopie wyników tych badań muszą być dostarczone przez Wykonawcę Zarządzającemu realizacją umowy.

W przypadku gdy zostanie stwierdzona niezgodność właściwości przewidzianych do użycia materiałów z wymaganiami zawartymi w Szczegółowych Specyfikacjach Technicznych, nie zostaną one przyjęte do wbudowania, a wbudowane bez wiedzy Nadzoru nie będą podlegać odbiorowi robót, by stać się podstawą do zapłaty.

Materiały uznane przez Zarządzającego realizacją umowy za niezgodne z Szczegółowymi Specyfikacjami Technicznymi muszą być niezwłocznie usunięte przez Wykonawcę z placu budowy. Jeśli Zarządzający realizacją umowy pozwoli Wykonawcy wykorzystać te materiały do innych robót niż te objęte specyfikacją, dla których zostały one pierwotnie nabyte, wartość tych materiałów może być odpowiednio skorygowana przez Zarządzającego realizacją umowy. Każdy rodzaj robót wykonywanych z użyciem materiałów, które nie zostały sprawdzone lub zaakceptowane przez Zarządzającego realizacją umowy pod kątem wymagań specyfikacji szczegółowej, będzie wykonany na ryzyko Wykonawcy. Wykonawca musi zdawać sobie sprawę, że te roboty mogą być odrzucone, tj. zakwalifikowane jako wadliwe, i niezapłacone.

Na budowę powinny być dostarczane materiały wyłącznie w oryginalnych opakowaniach. Powinny być one magazynowane lub przechowywane zgodnie z wymaganiami opisanymi w Kartach Technicznych lub Kartach Charakterystyki Substancji Niebezpiecznych poszczególnych materiałów. Przed pobraniem materiałów do wbudowania należy skontrolować ich temperaturę i porównać ją z wymaganiami zapisanymi w Kartach Technicznych, zapisując wyniki tych pomiarów w Dzienniku Robót.

Produkty referencyjne

W zestawieniu ujęto rozszerzoną listę materiałów, wykraczającą poza zakres prac ujętych w niniejszej specyfikacji. Dopuszcza się zamienne stosowanie materiałów o nie gorszych parametrach technicznych i użytkowych.

1. Jednokomponentowy, trwale elastyczny materiał do wyoblenia narożników, uformowania fasetek wokół przejść rurowych przez stropy i wypełniacz do dylatacji – [MasterSeal NP 474](#).
2. Taśmy elastyczne z systemowym klejem do zabezpieczenia dylatacji konstrukcyjnych – [MasterSeal 930/933](#) szerokości 20 cm i grubości 1 mm.
3. Żywica gruntująca o właściwościach inhibitora korozji do stali czarnej – [MasterSeal P 681](#).

4. Materiał (żywica gruntująca) do powierzchni z PCV, GRP, PEHD, EPDM – [MasterSeal P 691](#).
5. Materiał (żywica gruntująca) do powierzchni z aluminium, blachy ocynkowanej, stali nierdzewnej i innych metali nieżelaznych – [MasterSeal P 684](#).
6. Materiał jednokomponentowy (poliuretanowa żywica gruntująca) do podłoży bitumicznych [MasterSeal P 698](#).
7. Materiał dwukomponentowy (poliuretanowa żywica) do gruntowania podłoży bitumicznych [MasterTop BC 375 N](#).
8. Materiał do wykonania powłoki wodochronnej (membrana polimocznikowa) – [MasterSeal M 689](#) barwiona lub niebarwiona.
9. Lakier wierzchni, UV odporny, do stabilizacji koloru izolacji dachu jednokomponentowy [MasterSeal TC 259](#).
10. Lakier wierzchni, UV odporny, do stabilizacji koloru izolacji dachu dwukomponentowy [MasterSeal TC 269](#).
11. Żywiczny materiał szybkoosprawy, poliasparginowy do wykonania antypoślizgowej struktury wierzchniej izolacji [MasterSeal TC 681](#).

Wymagania dotyczące własności użytkowych materiałów

Wszystkie użyte materiały do wykonania przedmiotowego zadania muszą być zgodne z niniejszą specyfikacją i posiadać odpowiednie dopuszczenia do stosowania w budownictwie potwierdzające poniższe parametry techniczne.

1. Jednokomponentowy, trwale elastyczny poliuretan do wypełniania dylatacji:

Cecha	Metoda	Jednostka	Wartości
Gęstość	DIN EN 542	g/cm ³	ok. 1,2
Temperatura obróbki	–	°C	od +5 do +35
Dopuszczalne całkowite odkształcenie	–	–	± 25% szerokości szczeliny
Stabilność	DIN ISO 7390	mm	0
Czas tworzenia powłoki	–	min	ok. 50
Szybkość utwardzenia	–	mm/dzień	ok. 3
Twardość według Shore'a A	DIN ISO 868	–	ok. 35
Zdolność powrotu do pierwotnego kształtu	DIN ISO 7389	%	> 90
Współczynnik naprężenia rozciągającego	DIN ISO 8339	MPa	ok. 0,4
Wydłużenie przy zerwaniu	DIN ISO 8339	%	> 600
Zakres temperatury stosowania	–	°C	od –30 do +80

2. Taśmy elastyczne do zabezpieczania dylatacji konstrukcyjnych:

Parametr	Jednostka	Dane
Kolor – klej MasterSeal 933 i taśma MasterSeal 930		Jasnoszary
MasterSeal 933 (klej)		
Gęstość wymieszanego materiału	kg/m ³	ok. 1400
Czas mieszania	min	ok. 2
Czas utwardzania	min	30 (+20°C)
Przyczepność do betonu	N/mm ²	≥ 3,0
MasterSeal 930 (taśma)		
Wydłużenie przy zerwaniu	%	400 (grubość 1 mm)
		500 (grubość 2 mm)
Odporność na rozdarcie	N	24,0 (grubość 1 mm)
		40,0 (grubość 2 mm)

3. Żywica gruntująca do stali czarnej i żeliwa:

Właściwości	Norma	Dane	Jednostka
Baza chemiczna	–	Żywica epoksydowa	–
Proporcja mieszania	A:B	3:1	–
Gęstość (w temp. 20°C)	–	1,23	g/cm ³
Czas zachowania właściwości roboczych (opakowanie 10 kg w temperaturze 20°C)	–	30	min

Właściwości	Norma	Dane	Jednostka
Czas do nałożenia kolejnej warstwy: w 10°C	-	min. 10	h
w 20°C		maks. 1,5	d
w 30°C		min. 5	h
		maks. 1	d
Temperatury podłoża i otoczenia	-	min. 8	°C
Dopuszczalna wilgotność względna	w temperaturze 8°C	75	%
	w temperaturze 23°C	85	%

4. Żywica gruntująca do powierzchni z PCV, GRP, PEHD, EPDM:

Właściwości	Norma	Dane	Jednostka
Baza chemiczna	-	PU	-
Gęstość	-	1,03	g/cm ³
Lepkość	-	110	mPas
Czas do nałożenia kolejnej warstwy: w 23°C, 50% wilg. wzgl.	-	min. 1	h
w 10°C, 60% wilg. wzgl.		maks. 24	h
		min. 2	h
		maks. 36	h
Temperatury podłoża i otoczenia	-	min. 5	°C
Dopuszczalna wilgotność względna	-	maks. 30	°C
		min. 40	%
		maks. 90	%

5. Żywica gruntująca do powierzchni ze stali szlachetnej, aluminium, blachy ocynkowanej i innych metali nieżelaznych:

Właściwości	Norma	Dane	Jednostka
Baza chemiczna	-	PU	-
Zawartość cząstek stałych	-	25	%
Lepkość	tygiel DIN 4 mm	20	s
Czas do nałożenia kolejnej warstwy: w 10°C	-	min. 2	h
w 23°C		maks. 4	h
		min. 0,5	h
w 30°C		maks. 2	h
		min. 0,25	h
		maks. 1	h
Temperatury podłoża i otoczenia	-	min. 8	°C
		maks. 30	°C

6. Materiał jednokomponentowy (poliuretanowa żywica gruntująca) do podłoży bitumicznych:

Właściwości	Norma	Dane	Jednostka
Baza chemiczna	-	PU	-
Proporcja mieszania	A:B	jednoskładnikowy	-
Gęstość	-	1,0	g/cm ³
Zawartość cząstek stałych	-	43	%
Lepkość	tygiel DIN 4 mm	12	mPa·s
Czas do nałożenia kolejnej warstwy: w 10°C	-	min. 2	h
w 23°C		maks. 6	h
		min. 1	h
w 30°C		maks. 5	h
		min. 1	h
		maks. 4	h
Temperatury podłoża i otoczenia	-	min. 10	°C
		maks. 30	°C

7. Materiał dwukomponentowy (poliuretanowa żywica gruntująca) do podłoża bitumicznych:

Dane techniczne				
Proporcja mieszania			wagowo	100:22
Gęstość	Składnik A	w temp. 23°C	g/cm ³	1,54
	Składnik B	w temp. 23°C	g/cm ³	1,22
	Wymieszane	w temp. 23°C	g/cm ³	1,45
Lepkość	Składnik A	w temp. 23°C	mPa·s	10000
	Składnik B	w temp. 23°C	mPa·s	50–100
	Wymieszane	w temp. 23°C	mPa·s	2200
Czas zachowania właściwości roboczych		w temp. 23°C	min	30
Czas do nałożenia kolejnej powłoki/gotowość do ruchu		w temp. 23°C	h	min. 12
Pełne utwardzenie/gotowość do ekspozycji na chemikalia		w temp. 23°C	d	maks. 3
Temperatury podłoża i nakładania		w temp. 23°C	°C	min. 5
			°C	maks. 30
Maks. dopuszczalna wilgotność względna			%	75
Dane techniczne po utwardzeniu produktu				
Twardość D Shore'a po 28 dniach				70
Wydłużenie przy zerwaniu		DIN 51504	%	10

8. Membrana polimocznikowa:

Właściwości	Norma	Dane	Jednostka	Tolerancja
Lepkość (w temp. 25°C)	Składnik A	220	mPa·s	+/-3%
	Składnik B	800	mPa·s	+/-3%
Wytrzymałość na rozciąganie	DIN 53504	21	N/mm ²	+/-3%
Wydłużenie przy zerwaniu	DIN 53504	425	%	+/-3%
Wytrzymałość na rozdzieranie	DIN 53515	58	N/mm ²	+/-3%
Statyczne mostkowanie rys	EN 1062-7 (A)	A5 (+23°C)	2,5 mm	0%
Dynamiczne mostkowanie rys	EN 1062-7 (B)	B4.2 (-20°C)	0,5 mm	0%
Twardość, skala Shore'a D	–	42	Shore'a D	+/-3%
Odporność na uderzenia	EN ISO 6272/2	> 20 (Klasa III)	Nm	0%
Baza chemiczna	100% polimocznik aromatyczny (bez zawartości polioliu)			
Świadectwo higieniczne	PZH do kontaktu z wodą pitną dla całego systemu izolacji wraz z gruntem szcpepnym			
Klasyfikacja w zakresie reakcji na ogień zewnętrzny			B Roof T 4	

9. Lakier wierzchni, UV odporny, do stabilizacji koloru izolacji dachu, jednokomponentowy:

Dane techniczne				
Właściwości	Norma	Dane	Jednostka	
Baza chemiczna	–	poliuretan	–	
Proporcja mieszania	A:B	jednoskładnikowa	–	
Zawartość cząstek stałych	–	58	%	
Gęstość (w temp. 23°C)	–	1,2	g/cm ³	
Lepkość (w temp. 23°C)	4 mm DIN	75	mPa·s	
Czas do nałożenia kolejnych powłok (23°C, wilg. wzgl. 50%)		min. 12	h	
		maks. 3	d	
Pełne utwardzenie (23°C, wilg. wzgl. 50%)	–	5	d	
Temperatury podłoża i otoczenia		min. 5	°C	
		maks. 30	°C	
Dopuszczalna wilgotność względna		min. 40	%	
		maks. 90	%	

10. Lakier wierzchni, UV odporny, do stabilizacji koloru izolacji dachu, dwukomponentowy:

Dane techniczne				
Właściwości	Norma	Dane	Jednostka	
Baza chemiczna	–	poliuretan	–	
Proporcja mieszania	A:B	100:50	–	

Dane techniczne			
Właściwości	Norma	Dane	Jednostka
Gęstość (w temp. 23°C) Mieszaniny		1,20	g/cm ³
	Komponent A	–	1,74
	Komponent B		1,07
Lepkość (w temp. 23°C) Mieszaniny		700	
	Komponent A	4 mm DIN	4650
	Komponent B		200
Czas do nałożenia kolejnych powłok: w temp. 10°C		ok.8	h
	w temp. 20°C	–	ok.5
	w temp. 30°C		ok.3
Odporność na deszcz: w temp. 10°C		ok.6	h
	w temp. 20°C	–	ok.4
	w temp. 30°C		ok.2
Temperatury podłoża i otoczenia	–	min. 5	°C
		maks. 30	°C
Dopuszczalna wilgotność względna	–	maks. 85	%

Dane techniczne po utwardzeniu			
Właściwości	Norma	Dane	Jednostka
Wytrzymałość na rozciąganie	DIN 53504	12	N/mm ²
Wydłużenie	DIN 53504	165	%
Wytrzymałość na rozdzieranie	DIN 53515	70	N/mm ²

11. Żywiczny materiał szybkosprawy, poliasparginowy do wykonania antypoślizgowej struktury wierzchniej izolacji:

Właściwości	Norma	Dane	Jednostka
Baza chemiczna	–	poliaspargina	–
Proporcja mieszania	A:B	100:67	–
Zawartość cząstek stałych (mieszanina)	–	94	%
Gęstość (w temp. 23°C) Składnik A		1,74	g/cm ³
	Składnik B	–	1,07
Lepkość (w temp. 23°C) Składnik A		4650	mPa·s
	Składnik B	–	200
	Wymieszane		700
Czas nakładania w temperaturze 23°C	–	25	min
Gotowość do ruchu pieszego w temperaturze 23°C	–	4	h
Gotowość do ruchu pojazdów w temperaturze 23°C	–	7	h
Pełne utwardzenie w temperaturze 23°C	–	7	d
Temperatury podłoża i otoczenia		min. 8	°C
		maks. 30	°C
Dopuszczalna wilgotność względna	–	maks. 80	%

Dane techniczne po utwardzeniu			
Właściwości	Norma	Dane	Jednostka
Wytrzymałość na rozciąganie	DIN 53504	20	N/mm ²
Wydłużenie	DIN 53504	180	%
Wytrzymałość na rozdzieranie	DIN 53515	70	N/mm ²

7.1.2.11. Sprzęt

Wymagania ogólne co do sprzętu niezbędnego do wykonania zadania omówiono w wymaganiach ogólnych. Wykonawca jest zobowiązany do użycia jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na jakość wykonywanych robót, bezpieczeństwo pracy i środowisko. Do prac w technologii natrysku membrany polimocznikowej należy stosować:

- rusztowanie aluminiowe, systemowe z kompletem zabezpieczeń i mocowań,
- wyciąg elektryczny przyścienny, windę dachową,
- wysokociśnieniowe agregaty hydrodynamiczne,
- śrutownicę, szlifierki, frezarkę,

- specjalistyczny wysokociśnieniowy agregat do natrysku na gorąco wraz z kompresorem i dodatkowym oprzyrządowaniem,
- agregat malarski,
- pacę ze stali nierdzewnej, pacę PVC, pędzle, wałki malarskie.

Tam gdzie jest to wymagane przepisami, wykonawca dostarczy Nadzorowi kopie dokumentów potwierdzających dopuszczenie sprzętu do użytkowania. Wykonawca przy doborze odpowiedniego sprzętu jest zobowiązany przestrzegać procedur związanych z transportem, magazynowaniem i wykorzystywaniem wszystkich stosowanych materiałów opisanych w ich Kartach Charakterystyki Substancji Niebezpiecznych.

7.1.2.12. Transport

Wymagania ogólne dotyczące transportu niezbędnego do wykonania kontraktu omówiono w wymaganiach ogólnych. Wszystkie materiały muszą być transportowane w sposób nie pogarszający ich wartości i cech fizycznych, jak również zgodnie z zasadami zalecanymi przez producenta, w sposób uniemożliwiający utratę gwarancji na dany materiał lub urządzenie ze względu na uszkodzenia podczas nieprawidłowo prowadzonego transportu – uwagi te dotyczą również transportu ręcznego, załadunku i rozładunku oraz dostarczenia danego materiału na miejsce jego wbudowania. Używane przez wykonawcę środki transportu powinny zagwarantować bezpieczeństwo pracy i ochronę środowiska.

Wykonawca przy organizowaniu transportu materiałów jest zobowiązany przestrzegać procedur związanych z transportem, magazynowaniem i wykorzystywaniem wszystkich stosowanych materiałów opisanych w ich Kartach Charakterystyki Substancji Niebezpiecznych.

7.1.2.13. Kontrola jakości robót

Wykonawca opracuje i przedstawi do zaakceptowania Inspektorowi Nadzoru programu zapewnienia jakości, w którym przedstawi zamierzony sposób wykonania robót, możliwości techniczne, kadrowe i organizacyjne gwarantujące wykonanie robót zgodnie z dokumentacją projektową i Specyfikacją Techniczną.

Wykonawca jest odpowiedzialny za pełną kontrolę jakości robót i stosowanych materiałów. Wykonawca zapewni odpowiedni system kontroli, włączając w to personel, sprzęt, zaopatrzenie i wszystkie urządzenia niezbędne do pobierania próbek, wykonywania badań i pomiarów materiałów, robót, oraz zapisywanie postępu prac chronologicznie wraz z wynikami wszystkich badań i pomiarów przed podjęciem prac każdego kolejnego etapu technologicznego do Dziennika Robót.

Wykonawca będzie przeprowadzać pomiary i badania warunków otoczenia, jak temperatura i wilgotność powietrza, temperatura materiałów oraz temperatura i wilgotność podłoża, z częstotliwością ustaloną z Inspektorem Nadzoru, lecz nie rzadziej niż dwa razy dziennie, tj. przed rozpoczęciem pracy i przed zakończeniem pracy danego dnia.

Inspektor Nadzoru może dopuścić do użycia jedynie te wyroby i materiały, które:

a. Posiadają:

- Znak CE zgodnie z EN 1504 lub EN 13813,
- Deklarację Własności Użytkowych,
- Odporność chemiczną zgodnie z EN 13529 (dot. Membrany polimocznikowej),
- Certyfikat zgodności dla powłoki polimocznikowej z WHG,
- Pozytywny raport z badań reakcji ogniowej dla membrany polimocznikowej zgodnie z $B_{ROOF}(t_4)$,
- ETA-11/0147 zgodnie z ETAG 005 część 6 dla powłoki polimocznikowej;

b. Są zgodne z niniejszą Specyfikacją Techniczną.

Materiały niespełniające wymagań mogą zostać niezaakceptowane, a etapy robót wykonane bez ważnych dokumentów lub niespełniające powyższych zapisów nie zostaną odebrane.

7.1.2.14. Odbiory robót

Zasady odbiorów robót i płatności za ich wykonanie określa umowa. Odbiór robót nastąpi po zakończeniu wszystkich prac związanych z realizacją przedmiotu zamówienia.

Roboty związane z zamówieniem podlegają:

- Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu.
- Odbiorowi końcowemu (wielkość obszaru podlegającego odbiorowi końcowemu określona ilościowo zostanie ustalona odrębnie w zleceniu lub umowie).
- Odbiorowi pogwarancyjnemu.

Odbiór robót zanikających

Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu polega na finalnej ocenie jakości robót i zgodności wykonania z dokumentacją techniczną, w tym niniejszą Specyfikacją Techniczną.

Odbiór robót jw. dokonany będzie w czasie umożliwiającym wykonanie ewentualnych korekt i poprawek bez hamowania ogólnego postępu robót. Odbioru robót dokonuje Inspektor Nadzoru. Gotowość danej części robót do odbioru zgłasza Kierownik Budowy Robót ze strony Wykonawcy. Terminy odbiorów robót zanikających muszą być ustalone między Wykonawcą i Inspektorem Nadzoru przed przystąpieniem do wykonania tych robót. Odbiór robót zanikających odbędzie się w terminie umożliwiającym Wykonawcy zachowanie ciągłości prac z uwzględnieniem procesów technologicznych, których terminów nie można wydłużyć ze względu na konieczność zachowania wiązania chemicznego kolejnych warstw.

Jeżeli z przyczyn wyższych i niezależnych osoba wyznaczona do przeprowadzania odbiorów częściowych ze strony Zamawiającego nie mogła uczestniczyć w odbiorze przed wymaganym terminem wykonania kolejnej warstwy, która zakrywa roboty zanikające, a jest wymagane jej wykonanie z przyczyn reżimu technologicznego, Wykonawca musi wykonać dokumentację fotograficzną zakrytych prac z umieszczoną w kadrze aparatu rejestrującego obraz miarą, stanowiącą punkt odniesienia do jakości i obmiaru robót zanikowych. Nieobecny Inspektor Nadzoru na podstawie tak przygotowanej dokumentacji uzna przedstawiony zakres prac za odebrany, chyba że jakość wykonanych prac odbiega od standardu w sposób rażący.

Odbiór końcowy robót

Odbiór końcowy polega na finalnej ocenie wykonania robót stanowiących przedmiot zamówienia. Odbiór końcowy robót powinien nastąpić w terminie 5 dni, licząc od dnia zgłoszenia przez Wykonawcę zakończenia robót.

Komisja odbierająca roboty dokona ich oceny ilościowej i jakościowej na podstawie przedłożonych dokumentów, oceny wizualnej, przeprowadzonych badań i pomiarów w trakcie trwania robót i notowania ich wyników w prowadzonym przez Wykonawcę Dzienniku Robót oraz sprawdzenia zgodności robót z niniejszą Specyfikacją Techniczną.

Podstawowym dokumentem odbioru końcowego robót jest protokół odbioru końcowego robót sporządzony wg wzoru ustalonego przez Zamawiającego.

Do odbioru końcowego Wykonawca przygotowuje następujące dokumenty:

- Znak CE zgodnie z EN 1504 lub EN 13813,
- Deklarację Własności Użytkowych,
- Odporność chemiczna dla powłoki polimocznikowej zgodnie z EN 13529,
- Certyfikat zgodności dla powłoki polimocznikowej z WHG,
- Pozytywny raport z badań reakcji ogniowej dla membrany polimocznikowej zgodnie z Broof t4,
- ETA-11/0147 zgodnie z ETAG 005 część 6 dla powłoki polimocznikowej,
- Atest PZH w zakresie kontaktu z wodą pitną dla powłoki polimocznikowej (o ile jest to wymagane).

W przypadku gdy w ocenie Komisji roboty pod względem przygotowania dokumentacyjnego nie będą gotowe do odbioru końcowego, Komisja w porozumieniu z Wykonawcą wyznaczy ponowny termin uzupełnienia dokumentów, po czym wznowi procedurę odbioru końcowego robót.

Wszystkie zarządzone przez Komisję roboty poprawkowe lub uzupełniające będą zestawione na piśmie w wykazie usterek i niedoróbek. Termin wykonania robót jw. uzgadnia Komisja z Wykonawcą.

W przypadku stwierdzenia przez Komisję, że jakość wykonywanych robót w poszczególnych asortymentach nieznacznie odbiega od wymaganej dokumentacji projektowej i SST z uwzględnieniem

tolerancji i nie ma większego wpływu na cechy eksploatacyjne obiektu, Komisja uzna roboty za odebrane, a w przypadku większej ilości niezgodności, gdy będzie to uzasadnione koniecznością wykonania dodatkowych prac, oceni pomniejszoną wartość wykonywanych robót w stosunku do wymagań przyjętych w dokumentach umowy.

Odbiór pogwarancyjny

Odbiór pogwarancyjny polega na ocenie wykonanych robót związanych z usunięciem ewentualnych wad stwierdzonych w okresie gwarancyjnym. Odbiór pogwarancyjny będzie dokonany na podstawie oceny Komisji wyznaczonej przez Zamawiającego. O terminie, miejscu pracy Komisji Zamawiający powiadomi Wykonawcę na dwa tygodnie przed rozpoczęciem tych prac.

7.1.2.15. Podstawy płatności

Rozliczenie za wykonane prace może być rozliczane etapami jeden raz w miesiącu wg zatwierdzonego obmiaru i po dokonanych odbiorze częściowym lub na podstawie protokołu procentowego zaawansowania prac przy umowie ryczałtowej.

W zależności od typu umowy i sposobu finansowania wymagane są odpowiednie dokumenty, jakie należy każdorazowo przygotować dla uzyskania potwierdzenia należności i jej wypłaty.

Dla robót wycenionych ryczałtowo podstawą płatności jest wartość podana przez Wykonawcę i przyjęta przez Zamawiającego w dokumentach umownych (ofercie).

Wynagrodzenie ryczałtowe musi uwzględniać wszystkie czynności, wymagania i badania składające się na wykonanie zamówienia określonego w SST i w dokumentacji projektowej.

Wynagrodzenie ryczałtowe robót będzie obejmować:

- robocizną bezpośrednią wraz z narzutami, wartość zużytych materiałów wraz z kosztami zakupu,
- koszty magazynowania,
- koszty ewentualnych ubytków i transportu na teren budowy,
- wartość pracy sprzętu wraz z narzutami, koszty pośrednie i zysk kalkulacyjny,
- podatki obliczone zgodnie z obowiązującymi przepisami, ale z wyłączeniem podatku VAT.

Dla robót rozliczanych obmiarem powykonawczym podstawą płatności będą potwierdzone przez osobę sprawdzającą obmiary ze strony Zamawiającego.

Wszystkie roboty będą rozliczane wg obmiaru powykonawczego wraz z obmiarami robót zanikających. Weryfikacja obmiarów robót zanikających odbędzie się w terminie umożliwiającym Wykonawcy zachowanie ciągłości prac z uwzględnieniem procesów technologicznych, których terminów nie można wydłużyć ze względu na konieczność zachowania wiązania chemicznego kolejnych warstw. Jeżeli z przyczyn wyższych i niezależnych osoba wyznaczona do przeprowadzania odbiorów częściowych ze strony Zamawiającego nie mogła uczestniczyć w odbiorze przed wymaganym terminem wykonania kolejnej warstwy, która zakrywa roboty zanikające, a jest wymagane jej wykonanie z przyczyn reżimu technologicznego, Wykonawca musi wykonać dokumentację fotograficzną zakrytych prac z umieszczoną w kadrze miarą, stanowiącą punkt odniesienia do jakości i ilości obmiaru robót zanikowych i ich obmiar. Nieobecny Inspektor Nadzoru na podstawie tak przygotowanej dokumentacji uzna przedstawiony zakres prac za odebrany, chyba że jakość wykonanych prac lub udokumentowana ich ilość odbiega od standardu i przedstawionego obmiaru w sposób rażąco.

Izolacja dachu jest mierzona w m² powierzchni rozwiniętego rzutu dachu. Ponadto cena obejmuje przygotowanie podłoża i wykonanie wszystkich robót uzupełniających, w tym naprawy, uzupełnienia lub przeróbki obróbek blacharskich, zabezpieczenia instalacji ogdromowej itp.

7.1.2.16. Przepisy i normy związane

Przepisy ogólne:

1. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz.U. nr 92, poz. 881).
2. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz.U. z 2010 r., nr 243, poz. 1623 z późniejszymi zmianami).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 6.02.2003 r. w sprawie bhp podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. nr 47, poz. 401).

ROZPORZĄDZENIA

4. Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7.06.2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków i innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. nr 109, poz. 719).
5. Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26.09.1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny prac (Dz.U. z 2003 r., nr 169, poz. 1650).
6. Ministra Infrastruktury z dnia 11.08.2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz.U. nr 198, poz. 2041).
7. Ministra Infrastruktury z dnia 8.11.2004 r. w sprawie aprobat technicznych oraz jednostek organizacyjnych upoważnionych do ich wydawania (Dz.U. nr 249, poz. 2497).
8. Ministra Infrastruktury z dnia 19.11.2001 r. w sprawie rodzajów obiektów budowlanych, przy których realizacji jest wymagane ustanowienie inspektora nadzoru inwestorskiego (Dz.U. nr 138, poz. 1554).
9. Ministra Gospodarki z dnia 30.10.2002 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy (Dz.U. nr 191, poz. 1596 z późniejszymi zmianami).
10. Ministra Infrastruktury z dnia 23.06.2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz.U. nr 120, poz. 1126).
11. ROZPORZĄDZENIE MINISTRA GOSPODARKI, PRACY I POLITYKI SPOŁECZNEJ z dnia 14 stycznia 2004 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy czyszczeniu powierzchni, malowaniu natryskowym i natryskiwaniu cieplnym.

NORMY

PN-70/B-01030 Prawo budowlane. Oznaczenia graficzne materiałów budowlanych.

PN-821B-02000 Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.

PN-82/B-02001 Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.

PN-91/B-02020 Ochrona cieplna budynków. Wymagania i obliczenia.

PN-891B-02361 Pochylenia płaszczyzn połaci dachowych.

BN-73/6701-03 Organiczne pokrycia (powłoki i wyprawy) elewacyjne. Metoda przyspieszonego badania odporności na działanie czynników atmosferycznych.

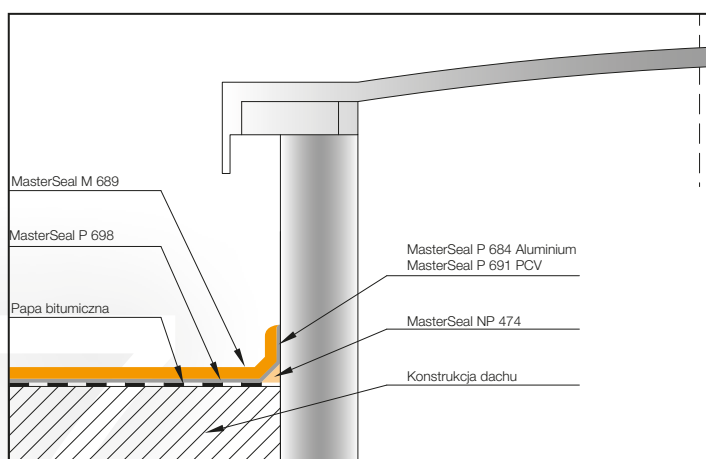
PN-61/B-10245 Roboty blacharskie z blachy stalowej ocynkowanej i cynkowej.

PN-71/H-97053 Ochrona przed korozją. Malowanie konstrukcji stalowych. Ogólne wytyczne.

7.1.2.17. Szczegóły rozwiązań detali

Przeście powłoki polimocznikowej z płaszczyzny dachu na obudowę świetlika

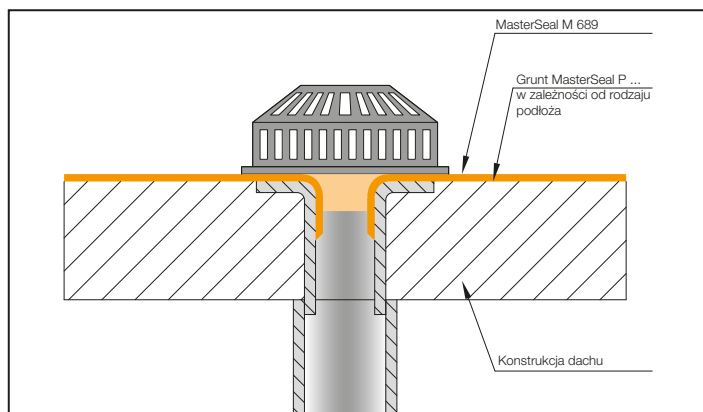
Połączenie to należy wykonać z wywinięciem ciągłego płaszcza izolacji na płaszczyznę pionową, a wysokość izolacji na płaszczyźnie pionowej powinna przekraczać wysokość zalegania śniegu (czyli ok. 25–30 cm dla I strefy śniegowej).



Świetlik PCV / ALU

Połączenie powłoki polimocznikowej połaci dachu z obudową wpustu dachowego

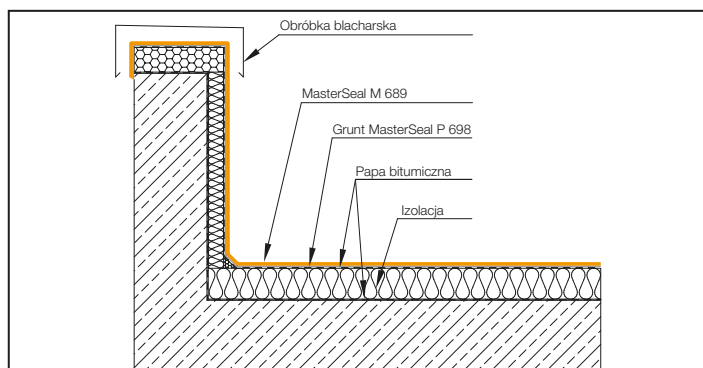
Detal ten należy wykonać w sposób ciągły, jako jeden płaszcz izolacji przechodzący z połaci dachu poprzez obudowę wpustu aż do samej rury spustowej, bez zakładek, spoin i łączeń.



Zastosowanie w przypadku konieczności zapewnienia ciągłości membrany przy wpustach dachowych

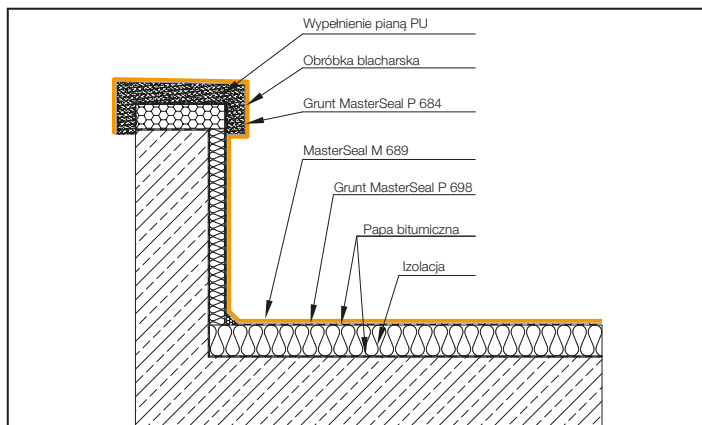
Ogniomury

Zakończenie nanoszonej powłoki polimocznikowej na ogniomurach można wykonać na dwa sposoby. Sposób pierwszy to zdemontowanie obróbek blacharskich przed wykonaniem izolacji, natrysk powłoki z wywinieciem jej z zakładem (min. 5 cm) w dół, poza najwyższą część tego elementu budowlanego, i ponowny montaż obróbek blacharskich.



Obróbka ogniomuru – wersja 1

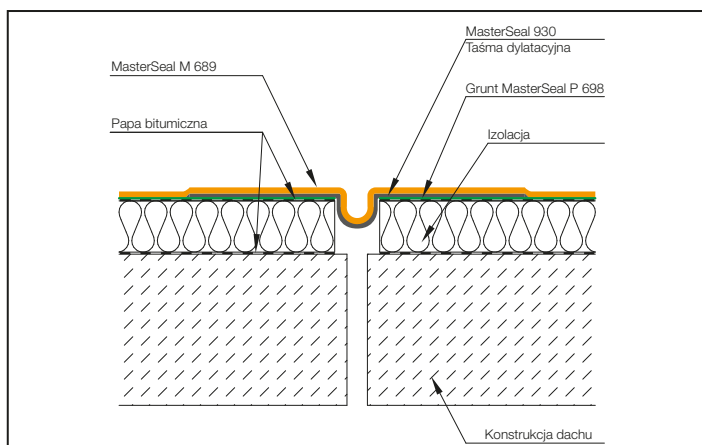
Drugi sposób nie zakłada demontażu obróbek blacharskich, chyba że wymagana jest ich wymiana ze względu na wysoki stopień zaawansowania korozji. Jeżeli na obróbkach blacharskich korozja występuje tylko powierzchniowo, a blacha jest mocna, lub gdy obróbki blacharskie nie są w ogóle zardzewiałe, należy je oczyścić (szczotką drucianą, papierem ściernym lub papierem strumieniowo-ciemną), przestrzeń pomiędzy murem a blachą wypełnić zamkniętokomórkową pianą PU i po nałożeniu odpowiednich gruntów szczepnych wykonać natryskiem ciągły płaszcz izolacji przechodzący z połaci dachu przez mury ogniowe lub attyki na obróbkę blacharską.



Obróbka ogniomuru – wersja 2

Dylatacje konstrukcyjne

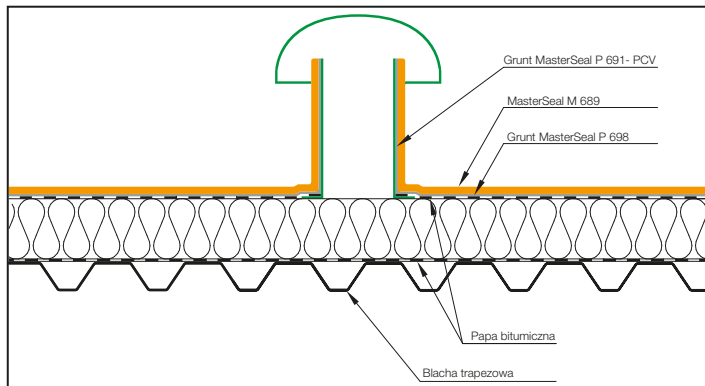
Za pomocą wklejonej wzdłuż dylatacji konstrukcyjnej taśmy hepalonowej uzyskamy ciągłe podparcie dla natrysku powłoki polimocznikowej. Taśmę tę jednak należy wklejać w formie omegi wklęsłej lub wypukłej, by wraz ze spadkiem temperatur i rozszerzaniem się dylatacji taśma miała możliwość odkształcenia, zanim ulegnie rozciągnięciu.



Dylatacja konstrukcyjna

Uszczelnienie w obrębie kominków wentylacyjnych

Wykonując powłokę izolacji w obrębie kominków wentylacyjnych, należy je oczyścić, szlifując papierem ściernym, zagruntować odpowiednim gruntem szepnym (kominki wykonane z PCV gruntem [MasterSeal P 691](#)), wykonać fazkę wokół kominka w narożniku przy styku z połacią dachu jednokomponentowym kitem poliuretanowym [MasterSeal NP 474](#) i wykonać natrysk powłoki polimocznikowej w formie ciągłego płaszczu izolacji, wyciągając ją na pionowych płaszczyznach kominków na wysokość ok. 25 cm, czyli na wysokość zalegania śniegu.

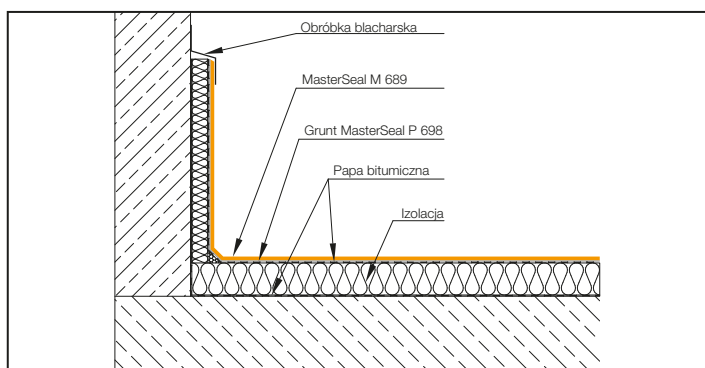


Kominek wentylacyjny

Przejście powłoki izolacji z płaszczyzny dachu na przylegającą ścianę (przegrodę pionową)

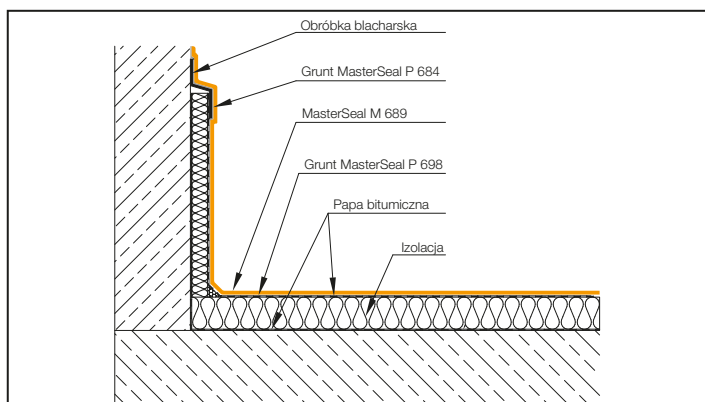
Element ten można wykonać na dwa różne sposoby, jednak przed wykonaniem tego elementu sposób wykonania należy uzgodnić z Zamawiającym.

Pierwszy sposób wymaga zdemontowania obróbek blacharskich, wykonania izolacji i ponownego montażu zdemontowanych wcześniej obróbek.



Pojęcie dach-ściana – wersja 1

Drugi możliwy sposób rozwiązania tego szczegółu polega na oczyszczeniu obróbki blacharskiej, zagruntowaniu jej odpowiednim gruntem szcpeym i wykonaniu natrysku powłoki polimocznikowej jako jeden ciągły płaszcz izolacji przechodzący z połąci dachu na płaszczyznę pionową, zakrywając całą listwę obróbki blacharskiej.



Pojęcie dach-ściana – wersja 2

7.1.1	RYS.	Przekrój: papa bitumiczna-MasterSeal M 689, dach – podstawa świetlika	PDF DWG
7.1.2	RYS.	Przekrój: papa bitumiczna-MasterSeal M 689, dach – wpust dachowy	PDF DWG
7.1.3	RYS.	Przekrój: papa bitumiczna-MasterSeal M 689, ściana attykowa – pod obróbkę blacharską	PDF DWG
7.1.4	RYS.	Przekrój: papa bitumiczna-MasterSeal M 689, ściana attykowa – na obróbkę blacharską	PDF DWG
7.1.5	RYS.	Przekrój: papa bitumiczna-MasterSeal M 689, dylatacja konstrukcyjna	PDF DWG
7.1.6	RYS.	Przekrój: papa bitumiczna-MasterSeal M 689, dach – kominiek wentylacyjny	PDF DWG
7.1.7	RYS.	Przekrój: papa bitumiczna-MasterSeal M 689, dach – przegroda pionowa, pod obróbkę blacharską	PDF DWG

7.2. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Izolacja dachu z poszyciem z blachy ocynkowanej

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco wodochronnej polimocznikowej izolacji dachu z istniejącym poszyciem z blachy ocynkowanej.

- Celem prac jest wykonanie wodochronnej hydroizolacji polimocznikowej na istniejącym poszyciu dachowym z blachy ocynkowanej metodą natryskową wraz ze wszelkimi pracami przygotowawczymi i naprawczymi.
- Natrysk membrany polimocznikowej na istniejące poszycie dachowe z blachy ocynkowanej eliminuje wszystkie nieszczelności pokrycia dachowego, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, co np. implikuje w przypadku obróbek blacharskich kominów i murków ogniowych wprowadzenie ciągłej powłoki na wysokość ok. 30 cm (wysokość zalegania śniegu). Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną i szczelną powłokę pokrycia dachowego, która zabezpiecza budynki przed zaciekami i nieszczelnościami w pokryciu dachowym.
- Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu:
 - pokrycia bitumiczne (jak papa bitumiczna, asfalt bitumiczny, itd.)
 - eternit,
 - drewno,
 - beton,
 - blacha czarna,
 - blacha ocynkowana,
 - blacha powlekana,
 - blacha z metali nieżelaznych,
 - piana PUR lub PIR,
 - twarda wełna mineralna, jak HardRock, DachRock Max itp., PCV i EPDM, itp.

Można to wykonać bez względu na kształt dachu (pow. płaskie, pionowe, kopuły). Powłoka polimocznikowa jest odporna na działanie promieniowania UV (nie zmienia właściwości użytkowych) i nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia lakierem. Jedynie w przypadkach, gdy zależy inwestorowi na konkretnym i niezmiennym w czasie kolorze pokrycia dachowego zalecane jest zastosowanie dodatkowego lakieru z poliuretanu alifatycznego. Pokrycie jest całkowicie szczelne i nienasiąkliwe, powłoka nie rozkłada się, a dodatkowo bardzo elastyczne, co umożliwi kompensację naprężeń występujących na konstrukcji dachu pod wpływem pracy statycznej budynku, jak również w wyniku rozszerzalności termicznej podczas nagrzewania się, a następnie stygnięcia dachu. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania i rozmrażania. Natrysk membrany można wykonać na istniejące pokrycie dachowe bez jego wcześniejszego usuwania, co eliminuje roboty rozbiórkowe, konieczność utylizacji odpadów i w znacznym stopniu obniża koszt remontu i skracą czas jego trwania. W przypadku występującej korozji należy podłoże przed natryskiem polimocznika oczyścić i zabezpieczyć preparatem antykorozyjnym. Wytrzymałość mechaniczna membrany jest wystarczająca do prowadzenia na dachu

zabiegów konserwatorskich, a najwyższy stopień klasy ogniowej Broof T4, jaki posiada, pozwala wykonywać tę izolację na każdy rodzaj dachu, bez względu na wielkość powierzchni dachu i przeznaczenia budynku. Wykonanie natrysku membrany polimocznikowej, ważąc ok. 2,2–2,5 kg/m², nie dociąża znacznie konstrukcji dachu.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdział 7.1.2.3, uwzględniając różnicę w podpunkcie:

Przygotowanie podłoża pod izolację polimocznikową:

- Przygotowanie podłoża z blachy ocynkowanej za pomocą myjki wysokociśnieniowej i szczotek do szorowania. Zaleca się przy tym stosować gorącą wodę i detergenty.
- Jeśli żadna z wymienionych metod nie przyniesie efektu, należy zastosować metody bardziej intensywne (szlifowanie lub obróbkę strumieniowo-cierną).
- Olej, a w szczególności pozostałości woskowe należy usuwać odpowiednimi rozpuszczalnikami (butanol, octan etylowy) lub urządzeniem strumieniowo-parowym z dodatkiem środków czyszczących rozpuszczających tłuszcze i woski.
- Wszelkie rozwarstwienia i odstające od siebie fragmenty poszycia należy zespoić przez wypełnienie pianką PU lub sklejenie taśmą dekarską.
- Przed natryskiem należy wykonać naprawy wszystkich pęknięć i ubytków w podłożu i ustabilizować wszystkie luźne arkusze blachy.
- W przypadku ujawnienia uszkodzeń lub elementów wymagających działań zaradczych nieprzewidzianych niniejszą specyfikacją i zapisami w zleceniu/umowie należy uzgodnić z nadzorem niezbędne prace dodatkowe w formie protokołu konieczności.
- W miejscach, gdzie stwierdzono istotne zawilgocenia izolacji termicznej, należy wstawić tymczasowe lub stałe kominki wentylacyjne.
- Poszycie dachu ze stali ocynkowanej lub z innego metalu szlachetnego należy oczyścić szczotką drucianą, odtłuścić i zagruntować gruntem **MasterSeal P 684**.
- Elementy ze stali czarnej lub żeliwa oczyścić szczotką drucianą, odtłuścić i zagruntować dwukrotnie gruntem **MasterSeal P 681** zapobiegającym korozji, drugą warstwę gruntu obsypać ogniowo suszonym piaskiem kwarcowym frakcji 0,4–0,8 mm.
- Wszelkie elementy z PCV, jak odpływy wody, świetliki, kominki wentylacyjne, lub obróbki wokół komińców z EPDM należy oczyścić szczotką drucianą lub papierem ściernym i zagruntować materiałem **MasterSeal P 691**.
- Miejscowe obróbki z papy bitumicznej oczyścić palnikiem gazowym i zagruntować dwukrotnie gruntem szcpeym **MasterSeal P 698**, alternatywnie można zagruntować jednokrotnie, ale obficie gruntem **MasterTop BC 375 N**.

Numer rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.2.1	RYS.	Przekrój: blacha ocynk- MasterSeal M 689 , dach – podstawa świetlika	PDF DWG
7.2.2	RYS.	Przekrój: blacha ocynk- MasterSeal M 689 , dach – wpust dachowy	PDF DWG
7.2.3	RYS.	Przekrój: blacha ocynk- MasterSeal M 689 , ściana attykowa – pod obróbkę blacharską	PDF DWG
7.2.4	RYS.	Przekrój: blacha ocynk- MasterSeal M 689 , ściana attykowa – na obróbkę blacharską	PDF DWG
7.2.5	RYS.	Przekrój: blacha ocynk- MasterSeal M 689 , dylatacja konstrukcyjna	PDF DWG
7.2.6	RYS.	Przekrój: blacha ocynk- MasterSeal M 689 , dach – kominiek wentylacyjny	PDF DWG
7.2.7	RYS.	Przekrój: blacha ocynk- MasterSeal M 689 , dach – przegroda pionowa, pod obróbkę blacharską	PDF DWG

7.3.A. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Izolacja dachu z poszyciem z folii PCV

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco wodochronnej polimocznikowej izolacji dachu z istniejącym poszyciem z folii PCV.

- Celem prac jest wykonanie wodochronnej hydroizolacji polimocznikowej na istniejącym poszyciu dachowym z blachy ocynkowanej metodą natryskową wraz ze wszelkimi pracami przygotowawczymi i naprawczymi.
- Natrysk membrany polimocznikowej na istniejące poszycie dachowe z blachy ocynkowanej eliminuje wszystkie nieszczelności pokrycia dachowego, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, co np. implikuje w przypadku obróbek blacharskich kominów i murków ogniowych wprowadzenie ciągłej powłoki na wysokość ok. 30 cm (wysokość zalegania śniegu). Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną i szczelną powłokę pokrycia dachowego, która zabezpiecza budynki przed zaciekami i nieszczelnościami w pokryciu dachowym.
- Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu:
 - pokrycia bitumiczne (jak papa bitumiczna, asfalt bitumiczny itp.),
 - eternit,
 - drewno,
 - beton,
 - blacha czarna,
 - blacha ocynkowana,
 - blacha powlekana,
 - blacha z metali nieżelaznych,
 - piana PUR lub PIR,
 - twarda wełna mineralna, jak HardRock, DachRock Max itp., PCV i EPDM itp.

Można to wykonać bez względu na kształt dachu (pow. płaskie, pionowe, kopuły). Powłoka polimocznikowa jest odporna na działanie promieniowania UV (nie zmienia właściwości użytkowych) i nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia lakierem. Jedynie w przypadkach, gdy zależy inwestorowi na konkretnym i niezmiennym w czasie kolorze pokrycia dachowego zalecane jest zastosowanie dodatkowego lakieru z poliuretanu alifatycznego. Pokrycie jest całkowicie szczelne i nienasiąkliwe, powłoka nie rozkłada się, a dodatkowo bardzo elastyczne, co umożliwi kompensację naprężeń występujących na konstrukcji dachu pod wpływem pracy statycznej budynku, jak również w wyniku rozszerzalności termicznej podczas nagrzewania się, a następnie stygnięcia dachu. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania i rozmarzania. Natrysk membrany można wykonać na istniejące pokrycie dachowe bez jego wcześniejszego usuwania, co eliminuje roboty rozbiórkowe, konieczność utylizacji odpadów i w znacznym stopniu obniża koszt remontu i skraca czas jego trwania. W przypadku występującej korozji należy podłoże przed natryskiem polimocznika oczyścić i zabezpieczyć preparatem antykorozyjnym. Wytrzymałość mechaniczna membrany jest wystarczająca do prowadzenia na dachu zabiegów konserwatorskich, a najwyższy stopień klasy ogniowej Broof T4, jaki posiada, pozwala wykonywać tę izolację na każdy rodzaj dachu, bez względu na wielkość powierzchni dachu i przeznaczenia budynku. Wykonanie natrysku membrany polimocznikowej, ważąc ok. 2,2–2,5 kg/m², nie docięży znacznie konstrukcji dachu.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdział 7.1.2.3, uwzględniając różnicę w podpunkcie:

Przygotowanie podłoża pod izolację polimocznikową:

- Przygotowanie podłoża z folii PCV za pomocą myjki wysokociśnieniowej i szczotek do szorowania. Zaleca się przy tym stosować gorącą wodę i detergenty.
- Jeśli żadna z wymienionych metod nie przyniesie efektu, należy zastosować metody bardziej intensywne (szlifowanie lub obróbkę strumieniowo-ciemną).

- Olej, a w szczególności pozostałości woskowe należy usuwać odpowiednimi rozpuszczalnikami (butanol, octan etylowy) lub urządzeniem strumieniowo-parowym z dodatkiem środków czyszczących rozpuszczających tłuszcze i woski.
- Wszelkie rozwarstwienia i odstające od siebie fragmenty poszycia należy zespoić jednokomponentowym trwale elastycznym materiałem **MasterSeal NP 474** lub skleić taśmą dekarską.
- Przed natryskiem należy wykonać naprawy wszystkich pęknięć i ubytków w podłożu.
- W przypadku ujawnienia uszkodzeń lub elementów wymagających działań zaradczych nieprzewidzianych niniejszą specyfikacją i zapisami w zleceniu/umowie należy uzgodnić z nadzorem niezbędne prace dodatkowe w formie protokołu konieczności.
- W miejscach, gdzie stwierdzono istotne zawilgocenia izolacji termicznej, należy wstawić tymczasowe lub stałe kominki wentylacyjne.
- Poszycie dachu z folii PCV należy zagruntować materiałem **MasterSeal P 691**.
- Elementy ze stali ocynkowanej lub z innego metalu szlachetnego należy oczyścić szczotką drucianą, odtłuścić i zagruntować gruntem **MasterSeal P 684**.
- Elementy ze stali czarnej lub żeliwa oczyścić szczotką drucianą, odtłuścić i zagruntować dwukrotnie gruntem **MasterSeal P 681** zapobiegającym korozji, drugą warstwę gruntu obsypać ogniowo suszonym piaskiem kwarcowym frakcji 0,4–0,8 mm.
- Wszelkie elementy dodatkowe z PCV, jak odpływy wody, świetliki, kominki wentylacyjne, lub obróbki wokół kominów z EPDM należy oczyścić szczotką drucianą lub papierem ściernym i zagruntować materiałem **MasterSeal P 691**.
- Miejscowe obróbki z papy bitumicznej oczyścić palnikiem gazowym i zagruntować dwukrotnie gruntem szcpeym **MasterSeal P 698**, alternatywnie można zagruntować jednokrotnie, ale obficie gruntem **MasterTop BC 375 N**.

Numerы rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.3.1	RYS.	Przekrój: PCV/EPDM-MasterSeal M 689, dach – podstawa świetlika	PDF DWG
7.3.2	RYS.	Przekrój: PCV/EPDM-MasterSeal M 689, dach – wpust dachowy	PDF DWG
7.3.3	RYS.	Przekrój: PCV/EPDM-MasterSeal M 689, ściana atykowa – pod obróbkę blacharską	PDF DWG
7.3.4	RYS.	Przekrój: PCV/EPDM-MasterSeal M 689, ściana atykowa – na obróbkę blacharską	PDF DWG
7.3.5	RYS.	Przekrój: PCV/EPDM-MasterSeal M 689, dylatacja konstrukcyjna	PDF DWG
7.3.6	RYS.	Przekrój: PCV/EPDM-MasterSeal M 689, dach – komin wentylacyjny	PDF DWG
7.3.7	RYS.	Przekrój: PCV/EPDM-MasterSeal M 689, dach – przegroda pionowa, pod obróbkę blacharską	PDF DWG

7.3.B. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Izolacja dachu z poszyciem z membrany EPDM

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco wodochronnej polimocznikowej izolacji dachu z istniejącym poszyciem z membrany EPDM.

- Celem prac jest wykonanie wodochronnej hydroizolacji polimocznikowej na istniejącym poszyciu dachowym z blachy ocynkowanej metodą natryskową wraz ze wszelkimi pracami przygotowawczymi i naprawczymi.
- Natrysk membrany polimocznikowej na istniejące poszycie dachowe z blachy ocynkowanej eliminuje wszystkie nieszczelności pokrycia dachowego, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, co np. implikuje w przypadku obróbek blacharskich kominów i murków ogniowych wprowadzenie ciągłej powłoki na wysokość ok. 30 cm (wysokość zalegania śniegu). Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną i szczelną powłokę pokrycia dachowego, która zabezpiecza budynki przed zaciekami i nieszczelnościami w pokryciu dachowym.

- Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu:
 - pokrycia bitumiczne (jak papa bitumiczna, asfalt bitumiczny itd.),
 - eternit,
 - drewno,
 - beton,
 - blacha czarna,
 - blacha ocynkowana,
 - blacha powlekana,
 - blacha z metali nieżelaznych,
 - piana PUR lub PIR,
 - twarda wełna mineralna, jak HardRock, DachRock Max itp., PCV i EPDM itp.

Można to wykonać bez względu na kształt dachu (pow. płaskie, pionowe, kopuły). Powłoka polimocznikowa jest odporna na działanie promieniowania UV (nie zmienia właściwości użytkowych) i nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia lakierem. Jedyne w przypadkach, gdy zależy inwestorowi na konkretnym i niezmiennym w czasie kolorze pokrycia dachowego zalecane jest zastosowanie dodatkowego lakieru z poliuretanu alifatycznego. Pokrycie jest całkowicie szczelne i nienasiąkliwe, powłoka nie rozkłada się, a dodatkowo bardzo elastyczne, co umożliwi kompensację naprężeń występujących na konstrukcji dachu pod wpływem pracy statycznej budynku, jak również w wyniku rozszerzalności termicznej podczas nagrzewania się, a następnie stygnięcia dachu. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania i rozmrażania. Natrysk membrany można wykonać na istniejące pokrycie dachowe bez jego wcześniejszego usuwania, co eliminuje roboty rozbiórkowe, konieczność utylizacji odpadów i w znacznym stopniu obniża koszt remontu i skraca czas jego trwania. W przypadku występującej korozji należy podłoże przed natryskiem polimocznika oczyścić i zabezpieczyć preparatem antykorozyjnym. Wytrzymałość mechaniczna membrany jest wystarczająca do prowadzenia na dachu zabiegów konserwatorskich, a najwyższy stopień klasy ogniowej Broof T4, jaki posiada, pozwala wykonywać tę izolację na każdy rodzaj dachu, bez względu na wielkość powierzchni dachu i przeznaczenia budynku. Wykonanie natrysku membrany polimocznikowej, ważąc ok. 2,2–2,5 kg/m², nie docięża znacznie konstrukcji dachu.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdział 7.1.2.3, uwzględniając różnicę w podpunkcie:

Przygotowanie podłoża pod izolację polimocznikową:

- Przygotowanie podłoża z membrany EPDM za pomocą myjki wysokociśnieniowej i szczotek do szorowania. Zaleca się przy tym stosować gorącą wodę i detergenty.
- Jeśli żadna z wymienionych metod nie przyniesie efektu, należy zastosować metody bardziej intensywne (szlifowanie lub obróbkę strumieniowo-cierną).
- Olej, a w szczególności pozostałości woskowe należy usuwać odpowiednimi rozpuszczalnikami (butanol, octan etylowy) lub urządzeniem strumieniowo-parowym z dodatkiem środków czyszczących rozpuszczających tłuszcze i woski.
- Wszelkie rozwarstwienia i odstające od siebie fragmenty poszycia należy zespoić jednokomponentowym, trwale elastycznym materiałem [MasterSeal NP 474](#) lub skleić taśmą dekarską.
- Przed natryskiem należy wykonać naprawy wszystkich pęknięć i ubytków w podłożu.
- W przypadku ujawnienia uszkodzeń lub elementów wymagających działań zaradczych nieprzewidzianych niniejszą specyfikacją i zapisami w zleceniu/umowie należy uzgodnić z nadzorem niezbędne prace dodatkowe w formie protokołu konieczności.
- W miejscach, gdzie stwierdzono istotne zawilgocenia izolacji termicznej, należy wstawić tymczasowe lub stałe kominki wentylacyjne.
- Poszycie dachu z membrany EPDM należy zagruntować materiałem [MasterSeal P 691](#).
- Elementy ze stali ocynkowanej lub z innego metalu szlachetnego należy oczyścić szczotką drucianą, odtłuścić i zagruntować gruntem [MasterSeal P 684](#).
- Elementy ze stali czarnej lub żeliwa oczyścić szczotką drucianą, odtłuścić i zagruntować dwukrotnie gruntem [MasterSeal P 681](#) zapobiegającym korozji, drugą warstwę gruntu obsypać ogniowo suszonym piaskiem kwarcowym frakcji 0,4–0,8 mm.
- Wszelkie elementy dodatkowe z PCV, jak odpływy wody, świetliki, kominki wentylacyjne, lub obróbki wokół kominów z EPDM należy oczyścić szczotką drucianą lub papierem ściernym i zagruntować materiałem [MasterSeal P 691](#).

- Miejscowe obróbki z papy bitumicznej oczyścić palnikiem gazowym i zagruntować dwukrotnie gruntem szepnym [MasterSeal P 698](#), alternatywnie można zagruntować jednokrotnie, ale obficie gruntem [MasterTop BC 375 N](#).

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.3.1	RYS.	Przekrój: PCV/EPDM-MasterSeal M 689, dach – podstawa świetlika	PDF DWG
7.3.2	RYS.	Przekrój: PCV/EPDM-MasterSeal M 689, dach – wpust dachowy	PDF DWG
7.3.3	RYS.	Przekrój: PCV/EPDM-MasterSeal M 689, ściana attykowa – pod obróbkę blacharską	PDF DWG
7.3.4	RYS.	Przekrój: PCV/EPDM-MasterSeal M 689, ściana attykowa – na obróbkę blacharską	PDF DWG
7.3.5	RYS.	Przekrój: PCV/EPDM-MasterSeal M 689, dylatacja konstrukcyjna	PDF DWG
7.3.6	RYS.	Przekrój: PCV/EPDM-MasterSeal M 689, dach – kominiek wentylacyjny	PDF DWG
7.3.7	RYS.	Przekrój: PCV/EPDM-MasterSeal M 689, dach – przegroda pionowa, pod obróbkę blacharską	PDF DWG

7.4. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Izolacja dachu z poszyciem z natryskowej piany PU

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco wodochronnej polimocznikowej izolacji na dachowej izolacji termicznej z piany PU.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.1.2.3, uwzględniając różnicę w podpunkcie:

Przygotowanie podłoża pod izolację polimocznikową:

- Świeżo wykonana warstwa natryskowej piany PU nie wymaga specjalnego przygotowania mechanicznego. Przygotowanie podłoża z piany PU zabezpieczonej powłoką farby UV odpornej za pomocą myjki wysokociśnieniowej i szczotek do szorowania. Zaleca się przy tym stosować gorącą wodę i detergenty.
- Jeśli żadna z wymienionych metod nie przyniesie efektu, należy sięgnąć po metody bardziej intensywne (szlifowanie lub obróbkę strumieniowo-cierną).
- Olej, a w szczególności pozostałości woskowe, należy usuwać mechanicznie.
- Wszelkie nierówności i wzniesienia należy usunąć przez szlifowanie, a miejsca z dużymi wybrzuszeniami (jako że są one zawilgocone i rozwarstwione) należy naciąć w polu kwadratu lub prostokąta, usunąć pianę, osuszyć podłoże i uzupełnić nową pianą zamkniętokomórkową.
- Wszelkie rozwarstwienia i odstające od siebie fragmenty poszycia na połączeniu z elementami wystającymi ponad dach należy wypełnić jednokomponentowym, trwale elastycznym materiałem [MasterSeal NP 474](#) lub zakleić taśmą dekarską.
- Przed natryskiem należy wykonać naprawy wszystkich pęknięć i ubytków w podłożu.
- W przypadku ujawnienia uszkodzeń lub elementów wymagających działań zaradczych przewidzianych niniejszą specyfikacją i zapisami w zleceniu/umowie należy uzgodnić z nadzorem niezbędne prace dodatkowe w formie protokołu konieczności.
- W miejscach, gdzie stwierdzono istotne zawilgocenia izolacji termicznej, należy wstawić tymczasowe lub stałe kominki wentylacyjne.
- Poszycie dachu z zamkniętokomórkowej piany PU należy zagruntować materiałem [MasterSeal P 691](#).
- Elementy ze stali ocynkowanej lub z innego metalu szlachetnego należy oczyścić szczotką drucianą, odtłuścić i zagruntować gruntem [MasterSeal P 684](#).
- Elementy ze stali czarnej lub żeliwa oczyścić szczotką drucianą, odtłuścić i zagruntować dwukrotnie gruntem [MasterSeal P 681](#) zapobiegającym korozji, drugą warstwę gruntu obsypać ogniowo suszonym piaskiem kwarcowym frakcji 0,4–0,8 mm.
- Wszelkie elementy dodatkowe z PCV, jak odpływy wody, świetliki, kominki wentylacyjne, lub obróbki wokół kominów z EPDM należy oczyścić szczotką drucianą lub papierem ściernym i zagruntować materiałem [MasterSeal P 691](#).

- Miejscowe obróbki z papy bitumicznej oczyścić palnikiem gazowym i zagruntować dwukrotnie gruntem szepnym [MasterSeal P 698](#), alternatywnie można zagruntować jednokrotnie, ale obficie gruntem [MasterTop BC 375 N](#).

Numerы rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.4.1	RYS.	Przekrój: piana PU- MasterSeal M 689 , dach – podstawa świetlika	PDF DWG
7.4.2	RYS.	Przekrój: piana PU- MasterSeal M 689 , dach – wpust dachowy	PDF DWG
7.4.3	RYS.	Przekrój: piana PU- MasterSeal M 689 , ściana attykowa – pod obróbkę blacharską	PDF DWG
7.4.4	RYS.	Przekrój: piana PU- MasterSeal M 689 , ściana attykowa – na obróbkę blacharską	PDF DWG
7.4.5	RYS.	Przekrój: piana PU- MasterSeal M 689 , dylatacja konstrukcyjna	PDF DWG
7.4.6	RYS.	Przekrój: piana PU- MasterSeal M 689 , dach – kominek wentylacyjny	PDF DWG
7.4.7	RYS.	Przekrój: piana PU- MasterSeal M 689 , dach – przegroda pionowa, pod obróbkę blacharską	PDF DWG

7.5. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Izolacja dachu z izolacją termiczną z wełny mineralnej

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco wodochronnej powłoki polimocznikowej na izolacji termicznej dachu z wełny mineralnej.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.1.2.3, uwzględniając różnicę w podpunkcie:

Przygotowanie podłoża pod izolację polimocznikową:

- Izolację termiczną z wełny mineralnej przeznaczoną do natrysku wodochronnej izolacji polimocznikowej należy wykonać z wełny typu Hard Rock lub Dach Rock Max, czyli z wełny mineralnej, która na minimum 2 cm zewnętrznej powierzchni jest wykończona twardą wełną o zwartej strukturze.
- Przy zastosowaniu miększej wełny lub wełny o rozluźnionej strukturze na powierzchni, należy rozłożyć włókninę techniczną o niskiej gramaturze lub agrowłókninę, która powinna zostać zamocowana przez kołkowanie do konstrukcji dachu razem z warstwą wełny mineralnej.
- Poszczególne płyty wełny mineralnej należy układać ściśle, nie pozostawiając żadnych szczelin między nimi.
- Ewentualne szczeliny powstające między układanymi płytami wełny mineralnej przy elementach z płaszczyznami pionowymi, jak ściany, mury ogniowe, kominy, świetliki, elementy odwodnienia czy elementy wsporcze instalacji odgromowej, należy wypełnić pianą poliuretanową.
- W przypadku stosowania na powierzchni wełny mineralnej włókniny technicznej, przy elementach z płaszczyznami pionowymi, jak ściany, mury ogniowe, kominy, świetliki, elementy odwodnienia czy elementy wsporcze instalacji odgromowej, należy wywinąć tę włókninę i przymocować jej górną krawędź do płaszczyzny pionowej za pomocą jednokomponentowego poliuretanu [MasterSeal NP 474](#).
- Zakłady włókniny na łączeniach należy skleić materiałem [MasterSeal NP 474](#).
- Powierzchnia wełny mineralnej lub włókniny technicznej nie wymaga gruntowania.
- W miejscach, gdzie stwierdzono istotne zawilgocenia izolacji termicznej, należy wstawić tymczasowe lub stałe kominki wentylacyjne.
- Elementy ze stali ocynkowanej lub z innego metalu szlachetnego należy oczyścić szczotką drucianą, odtłuścić i zagruntować gruntem [MasterSeal P 684](#).
- Elementy ze stali czarnej lub żeliwa oczyścić szczotką drucianą, odtłuścić i zagruntować dwukrotnie gruntem [MasterSeal P 681](#) zapobiegającym korozji, drugą warstwę gruntu obsypać ogniowo suszonym piaskiem kwarcowym frakcji 0,4–0,8 mm.
- Wszelkie elementy dodatkowe z PCV, jak odpływy wody, świetliki, kominki wentylacyjne, lub obróbki wokół kominów z EPDM należy oczyścić szczotką drucianą lub papierem ściernym i zagruntować materiałem [MasterSeal P 691](#).

- Miejscowe obróbki z papy bitumicznej oczyścić palnikiem gazowym i zagruntować dwukrotnie gruntem szepnym [MasterSeal P 698](#), alternatywnie można zagruntować jednokrotnie, ale obficie gruntem [MasterTop BC 375 N](#).

Numer rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.5.1	RYS.	Przekrój: wełna mineralna-MasterSeal M 689, dach – podstawa świetlika	PDF DWG
7.5.2	RYS.	Przekrój: wełna mineralna-MasterSeal M 689, dach – wpust dachowy	PDF DWG
7.5.3	RYS.	Przekrój: wełna mineralna-MasterSeal M 689, ściana attykowa – pod obróbkę blacharską	PDF DWG
7.5.4	RYS.	Przekrój: wełna mineralna-MasterSeal M 689, ściana attykowa – na obróbkę blacharską	PDF DWG
7.5.5	RYS.	Przekrój: wełna mineralna-MasterSeal M 689, dylatacja konstrukcyjna	PDF DWG
7.5.6	RYS.	Przekrój: wełna mineralna-MasterSeal M 689, dach – kominek wentylacyjny	PDF DWG
7.5.7	RYS.	Przekrój: wełna mineralna-MasterSeal M 689, dach – przegroda pionowa, pod obróbkę blacharską	PDF DWG

7.6. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Izolacja dachu z poszyciem z blachy powlekanej lub malowanej

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco wodochronnej polimocznikowej izolacji dachu z istniejącym poszyciem blachy malowanej/powlekanej.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.1.2.3, uwzględniając różnicę w podpunkcie:

Przygotowanie podłoża pod izolację polimocznikową:

- Przygotowanie podłoża z blachy powlekanej lub malowanej za pomocą myjki wysokociśnieniowej i szczotek do szorowania. Zaleca się przy tym stosować gorącą wodę i detergenty.
- Jeśli żadna z wymienionych metod nie przyniesie efektu, należy zastosować metody bardziej intensywne (szlifowanie lub obróbkę strumieniowo-cierną).
- Olej, a w szczególności pozostałości woskowe należy usuwać odpowiednimi rozpuszczalnikami (butanol, octan etylowy) lub urządzeniem strumieniowo-parowym z dodatkiem środków czyszczących rozpuszczających tłuszcze i woski.
- Wszelkie rozwarstwienia i odstające od siebie fragmenty poszycia należy zespoić jednokomponentowym, trwale elastycznym materiałem [MasterSeal NP 474](#) lub skleić taśmą dekarską.
- Przed natryskiem należy wykonać naprawy wszystkich pęknięć i ubytków w podłożu.
- W przypadku ujawnienia uszkodzeń lub elementów wymagających działań zaradczych nieprzewidzianych niniejszą specyfikacją i zapisami w zleceniu/umowie należy uzgodnić z nadzorem niezbędne prace dodatkowe w formie protokołu konieczności.
- W miejscach, gdzie stwierdzono istotne zawilgocenia izolacji termicznej, należy wstawić tymczasowe lub stałe kominki wentylacyjne.
- Poszycie dachu z blachy powlekanej lub malowanej należy zagruntować materiałem [MasterSeal P 691](#).
- Elementy ze stali ocynkowanej lub z innego metalu szlachetnego należy oczyścić szczotką drucianą, odtłuścić i zagruntować gruntem [MasterSeal P 684](#).
- Elementy ze stali czarnej, żeliwa lub miejsca z uszkodzoną warstwą malarską ze śladami korozji oczyścić szczotką drucianą, odtłuścić i zagruntować dwukrotnie gruntem [MasterSeal P 681](#) zapobiegającym korozji, drugą warstwę gruntu obsypać ogniowo suszonym piaskiem kwarcowym frakcji 0,4–0,8 mm.
- Wszelkie elementy dodatkowe z PCV, jak odpływy wody, świetliki, kominki wentylacyjne, lub obróbki wokół kominów z EPDM należy oczyścić szczotką drucianą lub papierem ściernym i zagruntować materiałem [MasterSeal P 691](#).

- Miejscowe obróbki z papy bitumicznej oczyścić palnikiem gazowym i zagruntować dwukrotnie gruntem szepnym [MasterSeal P 698](#), alternatywnie można zagruntować jednokrotnie, ale obficie gruntem [MasterTop BC 375 N](#).

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.6.1	RYS.	Przekrój: blacha powlekana, malowana- MasterSeal M 689 , dach – podstawa świetlika	PDF DWG
7.6.2	RYS.	Przekrój: blacha powlekana, malowana- MasterSeal M 689 , dach – wpust dachowy	PDF DWG
7.6.3	RYS.	Przekrój: blacha powlekana, malowana- MasterSeal M 689 , ściana attykowa – pod obróbkę blacharską	PDF DWG
7.6.4	RYS.	Przekrój: blacha powlekana, malowana- MasterSeal M 689 , ściana attykowa – na obróbkę blacharską	PDF DWG
7.6.5	RYS.	Przekrój: blacha powlekana, malowana- MasterSeal M 689 , dylatacja konstrukcyjna	PDF DWG
7.6.6	RYS.	Przekrój: blacha powlekana, malowana- MasterSeal M 689 , dach – kominek wentylacyjny	PDF DWG
7.6.7	RYS.	Przekrój: blacha powlekana, malowana- MasterSeal M 689 , dach – przegroda pionowa, pod obróbkę blacharską	PDF DWG

7.7. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Izolacja dachu z poszyciem z płyt warstwowych

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco wodochronnej polimocznikowej izolacji dachu z istniejącym poszyciem z płyt warstwowych powlekanych.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.1.2.3, uwzględniając różnicę w podpunkcie:

Przygotowanie podłoża pod izolację polimocznikową:

- Przygotowanie podłoża z płyt warstwowych za pomocą myjki wysokociśnieniowej i szczotek do szorowania. Zaleca się przy tym stosować gorącą wodę i detergenty.
- Jeśli żadna z wymienionych metod nie przyniesie efektu, należy zastosować metody bardziej intensywne (szlifowanie lub obróbkę strumieniowo-ciemną).
- Olej, a w szczególności pozostałości woskowe należy usuwać odpowiednimi rozpuszczalnikami (butanol, octan etylowy) lub urządzeniem strumieniowo-parowym z dodatkiem środków czyszczących rozpuszczających tłuszcze i woski.
- Wszelkie rozwarstwienia i odstające od siebie fragmenty poszycia należy zespoić jednokomponentowym, trwale elastycznym materiałem [MasterSeal NP 474](#) lub skleić taśmą dekarską.
- Przed natryskiem należy wykonać naprawy wszystkich pęknięć i ubytków w podłożu.
- W przypadku ujawnienia uszkodzeń lub elementów wymagających działań zaradczych nieprzewidzianych niniejszą specyfikacją i zapisami w zleceniu/umowie należy uzgodnić z nadzorem niezbędne prace dodatkowe w formie protokołu konieczności.
- W miejscach, gdzie stwierdzono istotne zawilgocenia izolacji termicznej, należy wstawić tymczasowe lub stałe kominki wentylacyjne.
- Poszycie dachu z powlekanych lub malowanych proszkadowych płyt warstwowych należy zagruntować materiałem [MasterSeal P 691](#).
- Elementy ze stali ocynkowanej lub z innego metalu szlachetnego należy oczyścić szczotką drucianą, odtłuścić i zagruntować gruntem [MasterSeal P 684](#).
- Elementy ze stali czarnej, żeliwa lub wszelkie miejsca z oznakami korozji oczyścić szczotką drucianą, odtłuścić i zagruntować dwukrotnie gruntem [MasterSeal P 681](#) zapobiegającym korozji, drugą warstwę gruntu obsypać ogniowo suszonym piaskiem kwarcowym frakcji 0,4–0,8 mm.

- Wszelkie elementy dodatkowe z PCV, jak odpływy wody, świetliki, kominki wentylacyjne, lub obróbki wokół kominów z EPDM należy oczyścić szczotką drucianą lub papierem ściernym i zagruntować materiałem [MasterSeal P 691](#).
- Miejscowe obróbki z papy bitumicznej oczyścić palnikiem gazowym i zagruntować dwukrotnie gruntem szepnym [MasterSeal P 698](#), alternatywnie można zagruntować jednokrotnie, ale obficie gruntem [MasterTop BC 375 N](#).

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.7.1	RYS.	Przekrój: płyta warstwowa- MasterSeal M 689 , dach – podstawa świetlika	PDF DWG
7.7.2	RYS.	Przekrój: płyta warstwowa- MasterSeal M 689 , dach – wpust dachowy	PDF DWG
7.7.3	RYS.	Przekrój: płyta warstwowa- MasterSeal M 689 , ściana attykowa – pod obróbkę blacharską	PDF DWG
7.7.4	RYS.	Przekrój: płyta warstwowa- MasterSeal M 689 , ściana attykowa – na obróbkę blacharską	PDF DWG
7.7.5	RYS.	Przekrój: płyta warstwowa- MasterSeal M 689 , dylatacja konstrukcyjna	PDF DWG
7.7.6	RYS.	Przekrój: płyta warstwowa- MasterSeal M 689 , dach – komin wentylacyjny	PDF DWG
7.7.7	RYS.	Przekrój: płyta warstwowa- MasterSeal M 689 , dach – przegroda pionowa, pod obróbkę blacharską	PDF DWG

7.8. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej zbiornik wody pitnej

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru prac natryskowych powłoki polimocznikowej jako wodochronnej izolacji wewnątrz zbiornika wody pitnej wraz z pracami przygotowawczymi.

■ 7.8.1. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej

Niniejsza Specyfikacja Techniczna dla Przedmiotowego Obiektu jest stosowana jako dokument wykonawczy przy zaleceniu, wykonaniu i odbiorze robót wymienionych w punkcie 7.8.2. Wymagania Specyfikacji Technicznej należy rozumieć i stosować w powiązaniu z niżej wymienionymi szczegółowymi specyfikacjami technicznymi. W ogólny zakres Specyfikacji Technicznej wchodzi czynności:

- Oczyszczenie miejsca prac z zanieczyszczeń.
- Przygotowanie podłoża pod powłokę polimocznikową.
- Iniekcje rys konstrukcji żelbetowej.
- Naprawy konstrukcji żelbetowej – wewnętrznych i zewnętrznych powierzchni ścian zbiornika.
- Naprawy konstrukcyjne dna zbiornika.
- Zabezpieczenie dylatacji konstrukcyjnych ścian i dna zbiornika.
- Zabezpieczenie dylatacji skurczowych przed podciąganiem wody.
- Doszczelnienie przejść rurowych przez ściany.
- Wykonanie wyobleń (zaokrągleń) narożników poziomych i pionowych między ścianami a dnem zbiornika.
- Wykonanie na powierzchni ścian i dna zbiornika warstwy „buforowej” odcinającej wilgoć.
- Wykonanie powłoki polimocznikowej.

■ 7.8.2. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru prac natryskowych powłoki polimocznikowej jako wodochronnej izolacji wnętrza żelbetowego zbiornika na wodę pitną wraz z pracami przygotowawczymi:

Przygotowanie i oczyszczenie podłoża:

- Z wnętrza zbiornika należy usunąć wszystkie luźne i źle związane elementy oraz trwałe zanieczyszczenia i zabrudzenia podłoża.

- Przygotowanie powierzchni przez hydromonitoring lub piaskowanie.
- Po przygotowaniu podłoża należy zbadać jego wytrzymałość na rozciąganie (odrywanie) metodą „Pull-Off”, która zgodnie z normą EN PN 1504-2 na powierzchniach betonowych bez obciążeń mechanicznych dla powłok elastycznych powinna być nie mniejsza niż 0,8 MPa.

Tamowanie aktywnych przecieków:

- Ewentualne aktywne przecieki wody zatamować blokerem z szybkiego cementu [MasterSeal 590](#). Miejsce przecieku wydłutować w kształcie stożka odwrotnego (rozszerzającego się w głąb otworu w betonie), tak aby materiał pod wpływem pęcznienia w trakcie bardzo krótkiego okresu wiązania zaklinował się w przygotowanym otworze. Określoną ilość materiału [MasterSeal 590](#) zmieszać z precyzyjnie odmierzoną ilością wody i w chwili odczuwanego wydzielania ciepła przez gęstoplastyczną masę wcisnąć ją w otwór z aktywnym przeciekiem i przyblokować ręką przez 1, 2 minuty, aż wyciek wody zostanie zatamowany.

Naprawy konstrukcji betonowej – wewnętrznych i zewnętrznych powierzchni ścian zbiornika:

- Przed natryskiem należy wykonać naprawy wszystkich pęknięć i ubytków w podłożu.
- W przypadku ujawnienia uszkodzeń lub elementów wymagających działań zaradczych nieprzewidzianych niniejszą specyfikacją i zapisami w zleceniu/umowie należy uzgodnić z nadzorem niezbędne prace dodatkowe w formie protokołu konieczności.
- Wszystkie ubytki i miejsca wymagające odtworzenia konstrukcji żelbetowej ścian zbiornika obrysować prostymi figurami geometrycznymi, obejmującymi całe te pola, w kształcie np.: kwadratu, prostokąta lub trapezu.
- Wykonać nacięcia o minimalnej głębokości 10 mm wzdłuż wcześniej wykonanych obrysów (nie przecinać zbrojenia!).
- Z pól przeznaczonych do napraw usunąć powierzchniowo beton na minimalną głębokość 10 mm.
- Usunąć beton pod odkrytymi prętami zbrojeniowymi, pogłębiając wykucie w miejscu ich występowania, aby zapewnić prześwit wielkości ok. 20 mm pomiędzy powierzchnią betonu a prętami, co odpowiada sześciokrotnej średnicy kruszywa w zaprawie naprawczej klasy R4.
- Oczyszczyć pręty zbrojenia z rdzy; przygotowanie zgodnie z wymaganiami ISO 8501-1/ISO 12944-4 klasa Sa 2½.
- Zabezpieczyć pręty zbrojenie przed korozją przez dwukrotne naniesienie gruntu szcpego z funkcją inhibitora korozji [MasterEmaco P 5000 AP](#) za pomocą pędzla.
- Namoczyć naprawianą powierzchnię do stanu trwale matowo-wilgotnego (stan, kiedy struktura betonu jest nasycona i nie „wchłania” wody).
- Tak przygotowane miejsca ubytków uzupełnić siarczano-odpornym materiałem [MasterEmaco S 5400](#), tiksotropową zaprawą naprawczą klasy R4.
- Wygładzić powierzchnię naprawianych miejsc.
- Przy naprawach konstrukcji żelbetowej zewnętrznych powierzchni ścian zbiornika wszystkie naprawiane miejsca wyszpachlować zaprawą do napraw kosmetycznych [MasterEmaco N 5100 FC](#) i zabezpieczyć przed karbonatyzacją akrylową – elastyczną powłoką malarską [MasterProtect 330 EL](#).

Naprawy konstrukcji betonowej – dna zbiornika:

- Wszystkie ubytki i miejsca wymagające odtworzenia konstrukcji żelbetowej dna zbiornika obrysować prostymi figurami geometrycznymi, obejmującymi całe te pola, w kształcie np.: kwadratu, prostokąta lub trapezu.
- Wykonać nacięcia o minimalnej głębokości 10 mm wzdłuż wcześniej wykonanych obrysów (nie przecinać zbrojenia!).
- Usunąć powierzchniowo na minimalną głębokość 10 mm beton z całych pól powierzchni przeznaczonych do napraw.
- Usunąć beton pod odkrytymi prętami zbrojeniowymi, pogłębiając wykucie w miejscu ich występowania, aby zapewnić prześwit wielkości ok. 20 mm pomiędzy powierzchnią betonu a prętami, co odpowiada sześciokrotnej średnicy kruszywa w zaprawie naprawczej klasy R4.
- Oczyszczyć pręty zbrojenia z rdzy.
- Zabezpieczyć pręty zbrojenie przed korozją przez dwukrotne naniesienie gruntu szcpego z funkcją inhibitora korozji [MasterEmaco P 5000 AP](#) za pomocą pędzla.
- Namoczyć naprawianą powierzchnię do stanu trwale matowo-wilgotnego (stan, kiedy struktura betonu jest nasycona i nie „wchłania” wody).

- Tak przygotowane miejsca ubytków uzupełnić siarczano-odpornym materiałem [MasterEmaco T 1200 PG](#), rozplywną zaprawą naprawczą klasy R4.
- Wygładzić powierzchnie naprawianych miejsc.

Iniekcje rys:

- Rysy (z przesiąkaniem wody) znajdujące się w dnie i ścianach zbiornika w strefie poniżej poziomu wód gruntowych wypełnić metodą iniekcji ciśnieniowej żywicą iniekcyjną [MasterInject 1325](#). Jest to trójskładnikowa, szybko twardniejąca żywica iniekcyjna o niskiej lepkości, na bazie akrylu. Wykorzystywana jest do iniekcji betonu i konstrukcji murowanych pod niskim ciśnieniem w celu trwałego uszczelnienia rys (wysoka wytrzymałość na rozciąganie) oraz do iniekcji kurtynowej.
- Do montowania pakerów i zasklepienia powierzchniowego rys przed rozpoczęciem wstrzykiwania iniektu należy zastosować produkt [MasterFlow 920 AN](#).
- Zinwentaryzować pozostałe rysy w żelbetowej konstrukcji zbiornika, dzieląc rysy na poszczególne kategorie (F, D, S) zgodnie z normą PN-EN 1504-5.
- Wykonać iniekcje rys zgodnie z poniższymi wskazówkami:
 - Iniekt typu „D” – do niekonstrukcyjnych napraw polegających na ciągłym wypełnieniu rys:

Wyroby iniekcyjne do elastycznego wypełniania rys, pustek i szczelin w betonie (D) są to elastyczne wyroby, które mogą dostosowywać się do kolejnych odkształceń. Iniekcja typu „D” za pomocą produktów na bazie poliuretanów jest wykorzystywana w przypadku, gdy wymagane jest elastyczne uszczelnienie rys w ramach naprawy niekonstrukcyjnej;

Rysy kategorii „D” zainiekować materiałem [MasterInject 1330](#) – dwuskładnikowa, elastyczna żywica iniekcyjna o niskiej lepkości na bazie poliuretanu, utwardzalna w warunkach zarówno suchych, jak i wilgotnych, tworząca wodoszczelne i elastyczne połączenie.
 - Iniekt typu „F” – do konstrukcyjnych napraw polegających na wypełnieniu rys przenoszących obciążenia statyczne:

Iniekcja typu „F” za pomocą produktów na bazie żywicy epoksydowej jest wykorzystywana tam, gdzie występują wymagania dla napraw konstrukcyjnych w istniejących projektach ogólnobudowlanych, aby wzmocnić konstrukcje betonowe dzięki wypełnieniu przenoszącemu obciążenia. Przywraca ona integralność konstrukcji spękanych elementów, takich jak kolumny, belki i płyty, oraz zapewnia ciągle przenoszenie obciążeń przez wypełnioną rysę;

Rysy kategorii „F” zainiekować materiałem [MasterInject 1380](#) – dwuskładnikowa, szybko wiążąca żywica iniekcyjna o niskiej lepkości, na bazie żywicy epoksydowej, wykorzystywana do iniekcji pod niskim i wysokim ciśnieniem, a także do wypełniania mokrych rys w warunkach podwodnych.
 - Iniekt typu „S” – samodopasowujące się wypełnienie (pęczniejące) do tamowania wycieków wody z rys – lub iniekcji kurtynowych:

Wyroby iniekcyjne dopasowujące się przez pęcznienie do wypełniania rys, pustek i szczelin w betonie („S”) są to wyroby na bazie poliuretanów lub akryli, które w stanie utwardzonym mogą wielokrotnie pęcznieć na skutek absorpcji wody, przy czym woda jest wiązana przez składnik wyrobu iniekcyjnego; Produkt iniekcyjny typu „S” stosuje się zazwyczaj do wstępnej iniekcji rys z wyciekami wody (nawet pod ciśnieniem hydrostatycznym) celem zatrzymania wycieku wody, a następnie z zastosowaniem produktów na bazie poliuretanów lub żywic epoksydowych w celu trwałego uszczelnienia rys;

Rysy kategorii „S” zainiekować materiałem [MasterInject 1325](#) – dwuskładnikowa, szybko zwiększająca objętość (pęczniejąca) żywica iniekcyjna na bazie poliuretanu, zatrzymująca napływ wody w rysach zawierających wodę, a następnie wypełnić pęknięcia iniektem typu „F” lub „D”.

Zabezpieczenie dylatacji konstrukcyjnych w dnie i ścianach zbiornika:

- Należy usunąć pozostałości dotychczasowych zabezpieczeń, tj. kleje, zaprawy, taśmy dylatacyjne itp., a następnie wyrównać powierzchnię ścian wzdłuż dylatacji przez szlifowanie na szerokość ok. 30 cm osiowo, ewentualne ubytki uzupełnić i wygładzić zaprawą naprawczą klasy R4 [MasterEmaco S 5400](#) lub [MasterSeal P 385 \(A, B, 2x D\)](#).
- Usunąć wypełnienie z wnętrza dylatacji na głębokość 10 cm.
- W razie napływania wody z dylatacji nawiercić skośnie otwory na pakery w ścianie i zastopować przecieki przez iniekcję w głąb dylatacji szybko pęczniejącą żywicą poliuretanową [MasterInject 1325](#).
- Wcisnąć w głąb dylatacji wałek z pianki polietylenowej (sznur dylatacyjny) [MasterSeal 920](#).
- Wypełnić całą szerokość bruzdy dylatacyjnej na 3 cm jej głębokości pęczniejącym pod wpływem wilgoci jednkomponentowym prepolimerem [MasterSeal 912](#).
- Zablockować pęczniejący prepolimer drugim sznurem dylatacyjnym [MasterSeal 920](#).

- Wypełnić objętość szczeliny dylatacyjnej jednokomponentowym kitem dylatacyjnym na bazie poliuretanu [MasterSeal NP 474](#).
- Nakleić wzdłuż osi dylatacji taśmę uszczelniającą [MasterSeal 930/933](#) szerokości 20 cm i grubości 2 mm.

Zabezpieczenie dylatacji skurczowych przed podciąganiem wody:

Dylatacje skurczowe należy opróżnić i wyczyścić do szerokości 4–5 mm na głębokość ok. 5 cm, zablokować przez włożenie w bruzdę sznura dylatacyjnego [MasterSeal 920](#) z pianki polietylenowej, wtłoczyć pęczniejący pod wpływem wilgoci jednokomponentowy prepolimer [MasterSeal 912](#) w postaci pasty, zablokować drugim sznurem dylatacyjnym [MasterSeal 920](#) celem umożliwienia ukierunkowanego rozprężania, a następnie pozostałą przestrzeń bruzdy wypełnić jednokomponentowym kitem do dylatacji [MasterSeal NP 474](#).

Uszczelnienie przejść rurowych przez ściany:

- Należy usunąć dotychczasowe zabezpieczenia z taśm.
- Wykuć bruzdę w betonie wokół rur na szerokość ok. 3 cm i głębokość ok. 8 cm.
- Wyczyścić i odkurzyć bruzdę.
- Wtłoczyć w bruzdę materiał jednokomponentowy prepolimer pęczniejący w kontakcie z wilgocią [MasterSeal 912](#), wypełniając ok. 3-centymetrowej głębokości bruzdy.
- Pozostałą głębokość bruzdy wypełnić („zablokować”) szybko wiążącym i lekko pęczniejącym podczas wiązania materiałem cementowym [MasterSeal 590](#).
- Wewnętrzną ściankę rury stalowej (w przypadku rury zakończonej równo z licem ściany) wyczyścić mechanicznie obrotową szczotką drucianą na głębokość ok. 30 cm do stanu Sa 2½.
- Wyczyszczoną powierzchnię stalową zagruntować dwukrotnie epoksydowym gruntem z inhibitorem korozji [MasterSeal P 681](#), drugą warstwę należy zasypać piaskiem kwarcowym gr. 0,2–0,5 mm.
- Zagruntowaną powierzchnię pokryć powłoką polimocznikową [MasterSeal M689](#), podczas nanoszenia powłoki na ścianę zachowując ciągłość płaszcza izolacji.
- Zewnętrzna ściankę rury stalowej (w przypadku rury wychodzącej ze ściany) wyczyścić mechanicznie obrotową szczotką drucianą na długości ok. 30 cm do stanu Sa 2½.
- Wyczyszczoną powierzchnię stalową zagruntować dwukrotnie epoksydowym gruntem z inhibitorem korozji [MasterSeal P 681](#), drugą warstwę należy zasypać piaskiem kwarcowym gr. 0,2–0,5 mm.
- Wokoło rury na styku z powierzchnią ściany wykonać fasetkę (zaokrąglenie) w narożniku z jednokomponentowego poliuretanu [MasterSeal NP 474](#) o promieniu wyoblenia 2 cm.
- Zagruntowaną powierzchnię pokryć powłoką polimocznikową [MasterSeal M689](#), podczas nanoszenia powłoki na ścianę zachowując ciągłość płaszcza izolacji na długości odcinka ok. 30 cm, licząc od ściany.
- Na świeżo naniesioną powłokę polimocznikową na rurze stalowej założyć obejmę do rur wykonaną ze stali nierdzewnej w taki sposób, by była ona cofnięta od krawędzi kończącej wywinicie powłoki polimocznikowej ze ściany na rurę w kierunku ściany o ok. 3 cm i po zaciśnięciu obejmy ponownie nanieść natryskiem warstwę polimocznika, zakrywając obejmę i łącząc tę dodatkową warstwę polimocznika po obu stronach obejmy. Czynność tę należy wykonać w odstępie czasu pomiędzy nanoszeniem obu warstw polimocznika nie większym niż jedna godzina.

Wykonanie na powierzchni ścian i dna zbiornika warstwy „buforowej” odcinającej wilgoć:

Wykonanie metodą natryskową na powierzchni ścian i dna zbiornika warstwy (średniej grubości 5 mm – nie mniejszej niż 2 mm) z materiału epoksydowo-cementowego [MasterSeal P 385 \(A, B, 2x D\)](#) celem zapewnienia warstwy buforowej dla wilgoci konstrukcji betonowej. Materiał po nałożeniu na powierzchnię wygładzić pacą stalową.

Wykonanie wyoblen (zaokrąglen w narożnikach między ścianami i w narożnikach między dnem i ścianami):

W narożnikach pionowych między ścianami i poziomymi między dnem zbiornika i jego ścianami należy wykonać fasetki zaokrąglone o wklęsłym łuku i promieniu ok. 2,5–3,0 cm materiału epoksydowo-cementowego [MasterSeal P 385 \(A, B, 2x D\)](#) celem zablokowania podciągania wody pomiędzy elementami konstrukcji i zapewnienia ciągłej grubości warstwy powłoki polimocznikowej podczas jej wykonywania metodą natryskową.

Gruntowanie powierzchni przed aplikacją powłoki polimocznikowej:

Doszczelnienie warstwy buforowej **MasterSeal P 385** żywicą epoksydową **MasterTop P 622**, lub **MasterSeal P 770** w ilości ok. 0,30 kg/m². Świeżo nałożoną żywicę należy obsypać piaskiem suchym, kwarcowym frakcji 0,2–0,5 mm w ilości ok. 1 kg/m². Opcjonalnie warstwę buforową można doszczelnić żywicą **MasterTop P 615** lub **MasterSeal P 770** i wtedy nie ma konieczności zasypu piaskiem kwarcowym.

Natrysk powłoki polimocznikowej **MasterSeal M 689**

Membrana polimocznikowa powstaje w wyniku reakcji chemicznej dwóch płynnych komponentów łączących się bezpośrednio w pistolecie natryskowym. Oba składniki, tj. poliamina oraz poliizocyanian, dostarczane są pneumatycznie do miejsca wbudowania, węzami ciśnieniowymi w osłonie termicznej, na maks. odległość 120 m. Komponenty dostarczane są w beczkach i po wymieszaniu w dyszach pistoletu w stosunku objętościowym 100:100 nanoszone są w postaci aerozolu na podłoże.

Przed natryskiem należy:

- Ustawić parawany zabezpieczające przed przypadkowym zanieczyszczeniem obiektów sąsiednich (w przypadku zbiorników otwartych);
- Usunąć z otoczenia wszystkie pojazdy i inne obiekty ruchome (w przypadku zbiorników otwartych).

Natrysk membrany polimocznikowej wykonywany jest bezpośrednio na budowie, bez przerw i połączeń technologicznych oraz elementów mocujących, kłopotliwych przy wykonywaniu izolacji z prefabrykowanych arkuszy lub rolek.

Natrysk powłoki polimocznikowej **MasterSeal M 689** należy wykonać przy zachowaniu następujących warunków:

- suche podłoże,
- optymalna temperatura otoczenia podczas natrysku 5–35°C,
- temperatura składników przeznaczonych do przetwarzania przez reaktor nie może być mniejsza niż 25°C, a samo przetwarzanie powinno odbywać się w temperaturze ok. 75°C ustawionej na komputerze reaktora,
- ciśnienie robocze 180–200 barów,
- wymagana temperatura podłoża – minimum o 3°C powyżej temperatury punktu rosy,
- wilgotność względna powietrza nie większa niż 90%.

Wytwarzanie membrany odbywa się metodą natrysku hydrodynamicznego. Proces natrysku polega na równomiernym nakładaniu wachlarza aerozolu na przygotowane wcześniej i zagruntowane podłoże, przy zużyciu 2,2–2,5 kg/m², co daje średnią grubość powłoki 2 mm. Membranę nanosi się z odległości ok. 1 metra w kierunku prostopadłym do podłoża. Jest to warunek istotny prawidłowego rozkładu warstwy równomiernej i gładkiej powłoki polimocznikowej na podkładzie betonowym.

Natryskiwany materiał po wymieszaniu w dyszy pistoletu reaguje bardzo szybko (żeluje) – w ciągu 6 sekund, po 30 sekundach jest powierzchniowo suchy i odporny na deszcz, a po półgodzinie osiąga wytrzymałość dopuszczającą do ruchu pieszych.

Roboty porządkowe:

- Roboty porządkowe należy prowadzić w miarę możliwości na bieżąco, w sposób niekolidujący z harmonogramem i kolejnością prac.
- Odpady powinny być składowane w wyznaczonych miejscach, a następnie wywożone.
- Podczas prowadzenia prac porządkowych należy zwrócić szczególną uwagę na elementy obiektów mogących ulec uszkodzeniu (osprzęt instalacyjny, urządzenia, wyposażenie pomieszczeń, zabudowy, stolarka i szyby itp.).

Zgłoszenie do odbioru robót:

Zgłoszenie wykonanych prac do odbioru powinno następować:

- Po wykonaniu wodochronnej izolacji natryskowej.
- Po ponownym zamontowaniu zdemontowanych w czasie prac pomostów, drabinek czy konstrukcji wsporczych.
- Po zakończeniu prac porządkowych.
- Należy przygotować pisemne zgłoszenie prac do odbioru.

Uwaga:

Wszystkie prace muszą być wykonane przez wyspecjalizowane ekipy, posiadające odpowiednie wysokociśnieniowe agregaty natryskowe. Pracownicy muszą być przeszkoleni pod względem BHP (zaopatrzeni w maski i okulary ochronne, rękawice nieprzemakalne oraz kombinezon z kapturem).

Wykonawca powinien posiadać aktualny certyfikat autoryzacji dostawcy technologii i potwierdzający cykliczne szkolenia praktyczne. Ponadto powinien posiadać referencje wykonanych dotychczas prac w danej technologii w ilości min. 10 tys. m².

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.8.1	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik wody pitnej)-MasterSeal M 689, studzienka murowana	PDF DWG
7.8.2	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik wody pitnej)-MasterSeal M 689, wyoblenie narożnika wewnątrz	PDF DWG
7.8.3	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik wody pitnej)-MasterSeal M 689, dylatacja zwykła	PDF DWG
7.8.4	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik wody pitnej)-MasterSeal M 689, dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.8.5	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik wody pitnej)-MasterSeal M 689, dylatacja z szeroką taśmą	PDF DWG
7.8.6	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik wody pitnej)-MasterSeal M 689, rura stalowa	PDF DWG
7.8.7	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik wody pitnej)-MasterSeal M 689, beton – rura PCV	PDF DWG

7.9. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej zbiornik wody procesowej

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco polimocznikowej wewnętrznej izolacji wodoszczelnej żelbetowego zbiornika do magazynowania wody procesowej.

Celem prac jest wykonanie wodoszczelnej powłoki polimocznikowej wewnątrz żelbetowego zbiornika na wodę procesową.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian żelbetowego zbiornika eliminuje wszystkie nieszczelności zbiornika, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia dna ze ścianami zbiornika. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną i szczelną powłokę izolacji zbiornika, która zabezpiecza przed infiltracją wody zanieczyszczonej z zewnątrz i utratą ze zbiornika wody procesowej.

Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne.

Ze względu na natryskowy sposób aplikacji powłoka może być wykonana w zbiorniku o dowolnym kształcie wraz z urządzeniami towarzyszącymi. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwi kompensację naprężeń występujących na konstrukcji zbiornika w wyniku rozszerzalności termicznej, osiadania czy wypierania gruntu, przez co utrzymuje betonową konstrukcję zbiornika suchą, hamując procesy korozji betonu, stali i eliminuje procesy prowadzące do powstawania uszkodzeń mrozowych. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania i rozmarzania.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.8.2.

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.9.1	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik wody procesowej)-MasterSeal M 689, studzienka murowana	PDF DWG
7.9.2	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik wody procesowej)-MasterSeal M 689, wyoblenie narożnika wewnątrz	PDF DWG

7.9.3	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik wody procesowej)-MasterSeal M 689, dylatacja zwykła	PDF DWG
7.9.4	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik wody procesowej)-MasterSeal M 689, dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.9.5	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik wody procesowej)-MasterSeal M 689, dylatacja z szeroką taśmą	PDF DWG
7.9.6	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik wody procesowej)-MasterSeal M 689, rura stalowa	PDF DWG
7.9.7	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik wody procesowej)-MasterSeal M 689, ściana zewnętrzna zbiornika	PDF DWG

7.10. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej na budowie hydrotechnicznej

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco polimocznikowej izolacji wodoszczelnej na powierzchni konstrukcji żelbetowej budowli hydrotechnicznej. Celem prac jest wykonanie wodoszczelnej, ochronnej powłoki polimocznikowej na powierzchni konstrukcji żelbetowej budowli hydrotechnicznej.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnię konstrukcji żelbetowej budowli hydrotechnicznej eliminuje wszystkie nieszczelności, chroniąc w ten sposób żelbetową konstrukcję szczelną powłoką ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji, połączenia elementów poziomych z płaszczyznami pionowymi. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną i szczelną powłokę izolacji wodochronnej, która zabezpiecza żelbetową konstrukcję przed niekorzystnymi skutkami oddziaływania ekspozycji środowiskowej. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej, a także procesy uszkodzeń mrozowych.

Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne.

Ze względu na natryskowy sposób aplikacji powłoka może być wykonana na konstrukcje o dowolnym kształcie wraz z urządzeniami towarzyszącymi. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i całkowicie nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwia kompensację naprężeń występujących w konstrukcji budowli hydrotechnicznej w wyniku rozszerzalności termicznej, osiadania czy wypierania gruntu. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania i rozmarzania.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.8.2.

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.10.1	RYS.	Przekrój: polimocznik (bud.hydroteczhniczne)-MasterSeal M 689, kanał – dylatacja zwykła	PDF DWG
7.10.2	RYS.	Przekrój: polimocznik (bud.hydroteczhniczne)-MasterSeal M 689, dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.10.3	RYS.	Przekrój: polimocznik (bud.hydroteczhniczne)-MasterSeal M 689, dylatacja szeroka – taśma	PDF DWG
7.10.4	RYS.	Przekrój: polimocznik (bud.hydroteczhniczne)-MasterSeal M 689, beton – rura stalowa – obejmą	PDF DWG
7.10.5	RYS.	Przekrój: polimocznik (bud.hydroteczhniczne)-MasterSeal M 689, kanał żelbetowy	PDF DWG

7.11. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej konstrukcję kanału irygacyjnego

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco polimocznikowej wewnętrznej izolacji wodoszczelnej żelbetowego kanału irygacyjnego.

Celem prac jest wykonanie wodoszczelnej powłoki polimocznikowej wewnątrz żelbetowego kanału irygacyjnego.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian żelbetowego kanału eliminuje wszystkie jego nieszczelności, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia dna ze ścianami kanału. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną i szczelną powłokę izolacji kanału, która zabezpiecza przed infiltracją wody zanieczyszczonej z zewnątrz i utratą wody z kanału i jednocześnie chroniąc konstrukcję kanału przed niekorzystnym i destrukcyjnym działaniem wody na tę konstrukcję.

Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne.

Ze względu na natryskowy sposób aplikacji powłoka może być wykonana w kanale o dowolnym kształcie wraz z urządzeniami towarzyszącymi. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwi kompensację naprężeń występujących na konstrukcji kanału w wyniku rozszerzalności termicznej, osiadania czy wypierania gruntu, przez co utrzymuje betonową konstrukcję kanału suchą, hamując procesy korozji betonu, stali, i eliminuje procesy prowadzące do powstawania uszkodzeń mrozowych. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania i rozmarzania.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.8.2.

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.11.1	RYS.	Przekrój: polimocznik (kanał irygacyjny)-MasterSeal M 689, kanał – dylatacja zwykła	PDF DWG
7.11.2	RYS.	Przekrój: polimocznik (kanał irygacyjny)-MasterSeal M 689, dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.11.3	RYS.	Przekrój: polimocznik (kanał irygacyjny)-MasterSeal M 689, dylatacja szeroka – taśma	PDF DWG
7.11.4	RYS.	Przekrój: polimocznik (kanał irygacyjny)-MasterSeal M 689, beton – rura stalowa – obejma	PDF DWG
7.11.5	RYS.	Przekrój: polimocznik (kanał irygacyjny)-MasterSeal M 689, kanał żelbetowy	PDF DWG

7.12.A. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej w oczyszczalni ścieków – WKF Zbiornik Fermentacji Wstępnej

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco polimocznikowej chemoodpornej i wodoszczelnej izolacji zbiornika WKF (Zbiornik Fermentacji Wstępnej) w oczyszczalni ścieków.

Celem prac jest wykonanie szczelnej i chemoodpornej powłoki polimocznikowej wewnątrz zbiornika WKF (Zbiornik Fermentacji Wstępnej) w oczyszczalni ścieków jako zabezpieczenie przed przedostawaniem się szkodliwych substancji do wód gruntowych i ochrona betonowej konstrukcji zbiornika przed agresją chemiczną i mikrobiologiczną.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian żelbetowego zbiornika WKF eliminuje wszystkie nieszczelności zbiornika, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia dna ze ścianami zbiornika. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną powłokę izolacji wodoszczelnej, która zabezpiecza żelbetową konstrukcję zbiornika przed niekorzystnymi skutkami oddziaływania ekspozycji środowiskowej. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej i mikrobiologicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych. Szczelna powłoka wewnątrz zbiornika WKF zabezpiecza ponadto przed przedostawaniem się szkodliwych substancji chemicznych do wód gruntowych.

Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne.

Ze względu na natryskowy sposób aplikacji powłoka może być wykonana na powierzchni zbiornika o dowolnym kształcie wraz z urządzeniami towarzyszącymi. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody i odporna na silną agresję chemiczną. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwi kompensację naprężeń występujących w konstrukcji zbiornika w wyniku rozszerzalności termicznej, osiadania czy wypierania gruntu. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania/rozmarzania i nie zmienia swoich parametrów technicznych (właściwości użytkowych) pod wpływem promieniowania UV.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.8.2.

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.12.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, kanał – bieżnia – żelbet	PDF DWG
7.12.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, wyoblenie narożnika wewnątrz	PDF DWG
7.12.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, dylatacja zwykła	PDF DWG
7.12.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, beton – dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.12.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, dylatacja szeroka taśma	PDF DWG
7.12.6 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, rura stalowa – obejma	PDF DWG

7.12.B. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej w oczyszczalni ścieków – Zbiornik Bioreaktorów

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco polimocznikowej chemoodpornej i wodoszczelnej izolacji zbiornika bioreaktorów w oczyszczalni ścieków.

Celem prac jest wykonanie szczelnej i chemoodpornej powłoki polimocznikowej wewnątrz zbiornika bioreaktorów w oczyszczalni ścieków jako zabezpieczenie przed przedostawaniem się szkodliwych

substancji do wód gruntowych i ochrona betonowej konstrukcji zbiornika przed agresją chemiczną i mikrobiologiczną.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian żelbetowego zbiornika bioreaktorów eliminuje wszystkie nieszczelności zbiornika, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia dna ze ścianami zbiornika. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną powłokę izolacji wodoszczelnej, która zabezpiecza żelbetową konstrukcję zbiornika przed niekorzystnymi skutkami oddziaływania ekspozycji środowiskowej. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej i mikrobiologicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych. Szczelna powłoka wewnątrz zbiornika bioreaktorów zabezpiecza ponadto przed przedostawaniem się szkodliwych substancji chemicznych do wód gruntowych.

Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne.

Ze względu na natryskowy sposób aplikacji powłoka może być wykonana na powierzchni zbiornika o dowolnym kształcie wraz z urządzeniami towarzyszącymi. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody i odporna na silną agresję chemiczną. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwia kompensację naprężeń występujących w konstrukcji zbiornika w wyniku rozszerzalności termicznej, osiadania czy wypierania gruntu. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania/rozmarzania i nie zmienia swoich parametrów technicznych (właściwości użytkowych) pod wpływem promieniowania UV.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.8.2.

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.12.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, kanał – bieżnia – żelbet	PDF DWG
7.12.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, wyoblenie narożnika wewnątrz	PDF DWG
7.12.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, dylatacja zwykła	PDF DWG
7.12.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, beton – dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.12.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, dylatacja szeroka taśma	PDF DWG
7.12.6 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, rura stalowa – obejma	PDF DWG

7.12.C. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej w oczyszczalni ścieków – Zbiornik Komory Pompowni

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco polimocznikowej chemoodpornej i wodoszczelnej izolacji zbiornika komory pompowni w oczyszczalni ścieków.

Celem prac jest wykonanie szczelnej i chemoodpornej powłoki polimocznikowej wewnątrz zbiornika komory pompowni w oczyszczalni ścieków jako zabezpieczenie przed przedostawaniem się szkodliwych substancji do wód gruntowych i ochrona betonowej konstrukcji zbiornika przed agresją chemiczną i mikrobiologiczną.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian żelbetowego zbiornika komory pompowni eliminuje wszystkie nieszczelności zbiornika, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia dna ze ścianami zbiornika. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną powłokę izolacji wodoszczelnej, która zabezpiecza żelbetową konstrukcję zbiornika przed niekorzystnymi skutkami oddziaływania ekspozycji środowiskowej. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej i mikrobiologicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych. Szczelna powłoka wewnątrz zbiornika komory pompowni zabezpiecza ponadto przed przedostawaniem się szkodliwych substancji chemicznych do wód gruntowych.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.8.2.

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.12.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, kanał – bieżnia – żelbet	PDF DWG
7.12.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, wyoblenie narożnika wewnątrz	PDF DWG
7.12.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, dylatacja zwykła	PDF DWG
7.12.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, beton – dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.12.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, dylatacja szeroka taśma	PDF DWG
7.12.6 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, rura stalowa – obejmą	PDF DWG

7.12.D. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej w oczyszczalni ścieków – Zbiornik Komory Zlewni

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco polimocznikowej chemoodpornej i wodoszczelnej izolacji zbiornika komory zlewni w oczyszczalni ścieków.

Celem prac jest wykonanie szczelnej i chemoodpornej powłoki polimocznikowej wewnątrz zbiornika komory zlewni w oczyszczalni ścieków jako zabezpieczenie przed przedostawaniem się szkodliwych substancji do wód gruntowych i ochrona betonowej konstrukcji zbiornika przed agresją chemiczną i mikrobiologiczną.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian żelbetowego zbiornika komory zlewni eliminuje wszystkie nieszczelności zbiornika, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia dna ze ścianami zbiornika. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną powłokę izolacji wodoszczelnej, która zabezpiecza żelbetową konstrukcję zbiornika przed niekorzystnymi skutkami oddziaływania ekspozycji środowiskowej. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej i mikrobiologicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych. Szczelna powłoka wewnątrz zbiornika komory zlewni zabezpiecza ponadto przed przedostawaniem się szkodliwych substancji chemicznych do wód gruntowych.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.8.2.

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.12.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, kanał – bieżnia – żelbet	PDF DWG
7.12.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, wyoblenie narożnika wewnątrz	PDF DWG
7.12.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, dylatacja zwykła	PDF DWG
7.12.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, beton – dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.12.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, dylatacja szeroka taśma	PDF DWG
7.12.6 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, rura stalowa – obejma	PDF DWG

7.12.E. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej w oczyszczalni ścieków – Zbiornik Piaskownika

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco polimocznikowej chemoodpornej i wodoszczelnej izolacji zbiornika piaskownika w oczyszczalni ścieków.

Celem prac jest wykonanie szczelnej i chemoodpornej powłoki polimocznikowej wewnątrz zbiornika piaskownika w oczyszczalni ścieków jako zabezpieczenie przed przedostawaniem się szkodliwych substancji do wód gruntowych i ochrona betonowej konstrukcji zbiornika przed agresją chemiczną i mikrobiologiczną.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian żelbetowego zbiornika piaskownika eliminuje wszystkie nieszczelności zbiornika, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia dna ze ścianami zbiornika. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną powłokę izolacji wodoszczelnej, która zabezpiecza żelbetową konstrukcję zbiornika przed niekorzystnymi skutkami oddziaływania ekspozycji środowiskowej. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej i mikrobiologicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych. Szczelna powłoka wewnątrz zbiornika piaskownika zabezpiecza ponadto przed przedostawaniem się szkodliwych substancji chemicznych do wód gruntowych.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.8.2.

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.12.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, kanał – bieżnia – żelbet	PDF DWG
7.12.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, wyoblenie narożnika wewnątrz	PDF DWG
7.12.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, dylatacja zwykła	PDF DWG
7.12.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, beton – dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.12.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, dylatacja szeroka taśma	PDF DWG
7.12.6 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, rura stalowa – obejma	PDF DWG

7.12.F. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej w oczyszczalni ścieków – Zbiornik Ścieków Dowożonych

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco polimocznikowej chemoodpornej i wodoszczelnej izolacji zbiornika ścieków dowożonych w oczyszczalni ścieków.

Celem prac jest wykonanie szczelnej i chemoodpornej powłoki polimocznikowej wewnątrz zbiornika ścieków dowożonych w oczyszczalni ścieków jako zabezpieczenie przed przedostawaniem się szkodliwych substancji do wód gruntowych i ochrona betonowej konstrukcji zbiornika przed agresją chemiczną i mikrobiologiczną.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian żelbetowego zbiornika ścieków dowożonych eliminuje wszystkie nieszczelności zbiornika, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia dna ze ścianami zbiornika. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną powłokę izolacji wodoszczelnej, która zabezpiecza żelbetową konstrukcję zbiornika przed niekorzystnymi skutkami oddziaływania ekspozycji środowiskowej. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej i mikrobiologicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych. Szczelna powłoka wewnątrz zbiornika ścieków dowożonych zabezpiecza ponadto przed przedostawaniem się szkodliwych substancji chemicznych do wód gruntowych.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.8.2.

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.12.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)- MasterSeal M 689 , kanał – bieżnia – żelbet	PDF DWG
7.12.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)- MasterSeal M 689 , wyoblenie narożnika wewnątrz	PDF DWG
7.12.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)- MasterSeal M 689 , dylatacja zwykła	PDF DWG
7.12.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)- MasterSeal M 689 , beton – dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.12.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)- MasterSeal M 689 , dylatacja szeroka taśma	PDF DWG
7.12.6 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)- MasterSeal M 689 , rura stalowa – obejma	PDF DWG

7.12.G. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej w oczyszczalni ścieków – Zbiornik Zagęszczania Osadu

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco polimocznikowej chemoodpornej i wodoszczelnej izolacji zbiornika zagęszczania osadu w oczyszczalni ścieków.

Celem prac jest wykonanie szczelnej i chemoodpornej powłoki polimocznikowej wewnątrz zbiornika zagęszczania osadu w oczyszczalni ścieków jako zabezpieczenie przed przedostawaniem się szkodliwych substancji do wód gruntowych i ochrona betonowej konstrukcji zbiornika przed agresją chemiczną i mikrobiologiczną.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian żelbetowego zbiornika zagęszczacza osadu eliminuje wszystkie nieszczelności zbiornika, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia dna ze ścianami zbiornika. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną powłokę izolacji wodoszczelnej, która zabezpiecza żelbetową konstrukcję zbiornika przed niekorzystnymi skutkami oddziaływania ekspozycji środowiskowej. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej i mikrobiologicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych. Szczelna powłoka wewnątrz zbiornika zagęszczacza osadu zabezpiecza ponadto przed przedostawaniem się szkodliwych substancji chemicznych do wód gruntowych.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.8.2.

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.12.1	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, kanał – bieżnia – żelbet	PDF DWG
7.12.2	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, wyoblenie narożnika wewnątrz	PDF DWG
7.12.3	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, dylatacja zwykła	PDF DWG
7.12.4	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, beton – dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.12.5	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, dylatacja szeroka taśma	PDF DWG
7.12.6	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, rura stalowa – obejma	PDF DWG
7.12.7	RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik oczyszczalni)-MasterSeal M 689, ściana zewnętrzna zbiornika	PDF DWG

7.13. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej kolektory, kanały i studzienki kanalizacji miejskich

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco chemoodpornej, polimocznikowej izolacji wodoszczelnej wewnątrz kolektora/studni kanalizacji ścieków komunalnych.

Celem prac jest wykonanie wodoszczelnej powłoki polimocznikowej wewnątrz kolektorów i studzienek kanalizacji ścieków komunalnych jako zabezpieczenie przed przedostawaniem się szkodliwych substancji do wód gruntowych i ochrona betonowej konstrukcji zbiornika przed agresją chemiczną i mikrobiologiczną.

Natrysk membrany polimocznikowej na wewnętrzne powierzchnie kolektora, studni w ramach kanalizacji ścieków komunalnych eliminuje wszystkie nieszczelności kanałów, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia dna ze ścianami. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną i szczelną powłokę izolacji wodochronnej, która zabezpiecza żelbetową konstrukcję studni, kanałów i kolektorów przed niekorzystnymi skutkami oddziaływania ekspozycji środowiskowej. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej i mikrobiologicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych. Szczelna powłoka wewnątrz kolektorów zabezpiecza ponadto przed przedostawaniem się zanieczyszczeń i szkodliwych substancji do wód gruntowych. Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne.

Ze względu na natryskowy sposób aplikacji powłoka może być wykonana w kanale o dowolnym kształcie wraz z urządzeniami towarzyszącymi. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwia kompensację naprężeń występujących na konstrukcji kolektora lub studni w wyniku rozszerzalności termicznej, osiadania czy wypierania gruntu. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania i rozmarzania.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.8.2.

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.13.1	RYS.	Przekrój: polimocznik (studzienki, kanały)-MasterSeal M 689, beton – rura stalowa	PDF DWG
7.13.2	RYS.	Przekrój: polimocznik (studzienki, kanały)-MasterSeal M 689, dekiel – studzienka betonowa	PDF DWG
7.13.3	RYS.	Przekrój: polimocznik (studzienki, kanały)-MasterSeal M 689, schodki stalowe – kanały	PDF DWG
7.13.4	RYS.	Przekrój: polimocznik (studzienki, kanały)-MasterSeal M 689, dylatacja zwykła – strop	PDF DWG
7.13.5	RYS.	Przekrój: polimocznik (studzienki, kanały)-MasterSeal M 689, dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.13.6	RYS.	Przekrój: polimocznik (studzienki, kanały)-MasterSeal M 689, dylatacja z szeroką taśmą – beton	PDF DWG
7.13.7	RYS.	Przekrój: polimocznik (studzienki, kanały)-MasterSeal M 689, beton – rura PCV	PDF DWG
7.13.8	RYS.	Przekrój: polimocznik (studzienki, kanały)-MasterSeal M 689, studzienka ceglana	PDF DWG

7.14. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki wodoszczelnej w zbiorniku na wodę do celów ppoż.

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco polimocznikowej wewnętrznej izolacji wodoszczelnej żelbetowego zbiornika wody do celów przeciwpożarowych.

Celem prac jest wykonanie wodoszczelnej powłoki polimocznikowej wewnątrz żelbetowego zbiornika na wodę do celów przeciwpożarowych.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian żelbetowego zbiornika eliminuje wszystkie nieszczelności zbiornika, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia dna ze ścianami zbiornika ppoż. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną i szczelną powłokę izolacji zbiornika, która zabezpiecza przed infiltracją wody zanieczyszczonej z zewnątrz i utratą ze zbiornika wody do celów przeciwpożarowych.

Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne.

Ze względu na natryskowy sposób aplikacji powłoka może być wykonana w zbiorniku o dowolnym kształcie wraz z urządzeniami towarzyszącymi. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwia kompensację naprężeń występujących na konstrukcji zbiornika w wyniku rozszerzalności termicznej, osiadania czy wypierania gruntu, przez co utrzymuje betonową konstrukcję zbiornika suchą, hamując procesy korozji betonu, stali, i eliminuje procesy prowadzące do powstawania uszkodzeń mrozowych. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania i rozmarzania.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.8.2.

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.14.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik wody do celów ppoż.)-MasterSeal M 689, studzienka murowana	PDF DWG
7.14.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik wody do celów ppoż.)-MasterSeal M 689, wyoblenie narożnika wewnątrz	PDF DWG
7.14.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik wody do celów ppoż.)-MasterSeal M 689, dylatacja zwykła	PDF DWG
7.14.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik wody do celów ppoż.)-MasterSeal M 689, dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.14.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik wody do celów ppoż.)-MasterSeal M 689, dylatacja z szeroką taśmą	PDF DWG
7.14.6 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik wody do celów ppoż.)-MasterSeal M 689, rura stalowa	PDF DWG

7.15. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie chemoodpornej powłoki polimocznikowej zabezpieczającej żelbetowe wanny przechwytyjące pod zbiornikami na substancje chemiczne

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco polimocznikowej chemoodpornej i szczelnej izolacji awaryjnej tacy przechwytyjącej.

Celem prac jest wykonanie szczelnej i chemoodpornej powłoki polimocznikowej wewnątrz awaryjnej tacy przechwytyjącej jako zabezpieczenie przed przedostawaniem się szkodliwych substancji do wód gruntowych i ochrona betonowych konstrukcji tacy przed agresją chemiczną.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian żelbetowej tacy przechwytyjącej eliminuje wszystkie nieszczelności tacy, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia dna ze ścianami tacy. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną i szczelną powłokę izolacji wodochronnej, która zabezpiecza żelbetową konstrukcję tacy przechwytyjącej przed niekorzystnymi skutkami oddziaływania ekspozycji środowiskowej. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych. Szczelna powłoka wewnątrz tacy przechwytyjącej zabezpiecza ponadto przed przedostawaniem się szkodliwych substancji chemicznych do wód gruntowych.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.8.2.

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.15.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (wanna żelbetowa)-MasterSeal M 689, kanał żelbetowy – na zewnątrz	PDF DWG
7.15.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (wanna żelbetowa)-MasterSeal M 689, wyoblenie narożnika wewnątrz	PDF DWG
7.15.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (wanna żelbetowa)-MasterSeal M 689, dylatacja zwykła	PDF DWG
7.15.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (wanna żelbetowa)-MasterSeal M 689, dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.15.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (wanna żelbetowa)-MasterSeal M 689, dylatacja z szeroką taśmą	PDF DWG
7.15.6 RYS.	Przekrój: polimocznik (wanna żelbetowa)-MasterSeal M 689, rura stalowa	PDF DWG
7.15.7 RYS.	Przekrój: polimocznik (wanna żelbetowa)-MasterSeal M 689, wpust w posadzce	PDF DWG

7.16. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie chemoodpornej powłoki polimocznikowej na podkładzie z włókniny przymocowanej do żelbetowej konstrukcji wanny przechwytyjącej pod zbiornikami na substancje chemiczne

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco szczelnej, elastycznej i chemoodpornej powłoki polimocznikowej na podkładzie z włókniny mocowanej do konstrukcji betonowej tacy awaryjnej zabezpieczającej przed przedostaniem się niebezpiecznych substancji do wód gruntowych i niekorzystnym oddziaływaniem agresji chemicznej na konstrukcję tacy, której struktura nie nadaje się do bezpośredniego nakładania żywicznej powłoki ochronnej.

Celem prac jest wykonanie wodoszczelnej, elastycznej i chemoodpornej powłoki polimocznikowej na podkładzie z włókniny mocowanej do konstrukcji betonowej tacy awaryjnej zabezpieczającej przed przedostaniem się niebezpiecznych substancji do wód gruntowych i niekorzystnym oddziaływaniem agresji chemicznej na konstrukcję tacy, której struktura nie nadaje się do bezpośredniego nakładania żywicznej powłoki ochronnej.

System powłoki polimocznikowej **MasterSeal M 689** aplikuje się na połączoną i przymocowaną do betonowej konstrukcji tacy awaryjnej włókninę, w przypadku gdy beton tej konstrukcji jest niskiej klasy lub jakości, o licznych spękaniach lub dużej porowatości, gdy pomimo wystarczającej nośności takiej konstrukcji jej stan techniczny nie nadaje się do nakładania żywicznych powłok wodoszczelnych i chemoodpornych całopowierzchniowo złączonych z podłożem, a przygotowanie tej konstrukcji do stanu akceptowalnego byłoby zbyt czasochłonne i kosztowne.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian tacy przechwytyjącej po wyłożeniu jej połączoną i przymocowaną włókniną eliminuje wszystkie nieszczelności zbiornika tacy, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza chemoodpornej izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych czy dylatacji. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną i szczelną powłokę izolacji wodochronnej, która zabezpiecza żelbetową konstrukcję tacy przechwytyjącej przed niekorzystnymi skutkami oddziaływania ekspozycji środowiskowej. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych. Szczelna powłoka wewnątrz tacy przechwytyjącej zabezpiecza ponadto przed przedostawaniem się szkodliwych substancji chemicznych do wód gruntowych.

Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne lub włókninę polipropylenową.

Ze względu na natryskowy sposób aplikacji powłoka może być wykonana na powierzchnię tacy o dowolnym kształcie wraz z urządzeniami towarzyszącymi. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody słodkiej, słonej, kwaśnej i na silną agresję chemiczną. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwi kompensację naprężeń występujących w konstrukcji tacy awaryjnej w wyniku osiadania czy wypierania gruntu, a także rozszerzalności termicznej w wyniku nagrzewania przez promienie słoneczne w ciągu dnia i stygnięcia w nocy. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania/rozmarzania i nie traci, nie zmienia parametrów użytkowych pod wpływem promieniowania UV.

■ 7.16.1. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej

Niniejsza Specyfikacja Techniczna dla Przedmiotowego Obiektu jest stosowana jako dokument wykonawczy przy zaleceniu, wykonaniu i odbiorze robót wymienionych w rozdz. 7.16.2.3. Wymagania

Specyfikacji Technicznej należy rozumieć i stosować w powiązaniu z niżej wymienionymi szczegółowymi specyfikacjami technicznymi. Na ogólny zakres Specyfikacji Technicznej składają się czynności:

- Oczyszczenie miejsca prac.
- Przygotowanie podłoża.
- Ułożenie i mocowanie przez kołkowanie włókniny polipropylenowej jako podkładu pod powłokę polimocznikową.
- Alternatywnie: Ułożenie i mocowanie przez klejenie włókniny polipropylenowej jako podkładu pod powłokę polimocznikową.
- Alternatywnie: Ułożenie i mocowanie przez przyklejenie z pełnym przesączeniem żywicą gruntującą flizeliny technicznej jako podkładu pod powłokę polimocznikową.
- Doszczelnienie przejść rurowych przez ściany.
- Wykonanie wodoszczelnej powłoki polimocznikowej.

■ 7.16.2. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru prac natryskowych szczelnej, elastycznej i chemoodpornej powłoki polimocznikowej na podkładzie z włókniny mocowanej do konstrukcji betonowej tacy awaryjnej zabezpieczającej przed przedostaniem się niebezpiecznych substancji do wód gruntowych wraz z pracami przygotowawczymi:

Oczyszczenie miejsca prac:

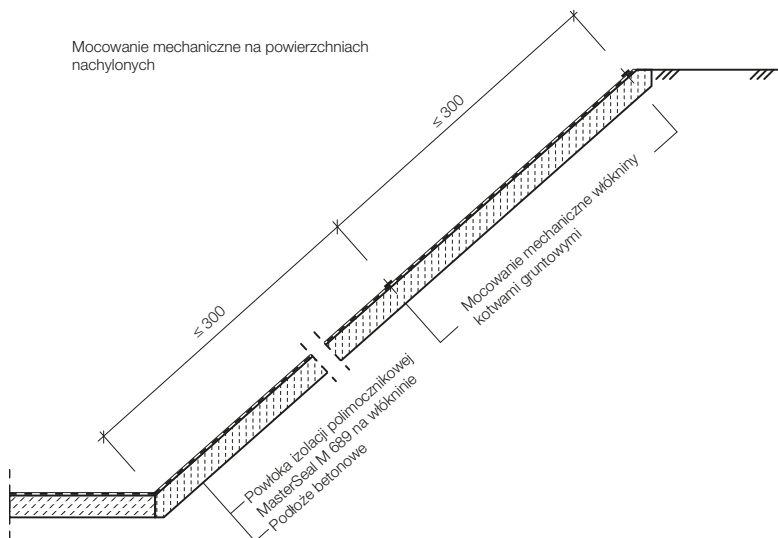
- Oczyszczenie obszaru prac z cieczy i luźnych ciał stałych pochodzących z eksploatacji lub naturalnych zanieczyszczeń.
- Demontaż elementów stalowych. Jeżeli zaistnieje taka konieczność, to powyższe elementy należy: oczyścić, zabezpieczyć antykorozyjnie i pomalować.

Przygotowanie podłoża:

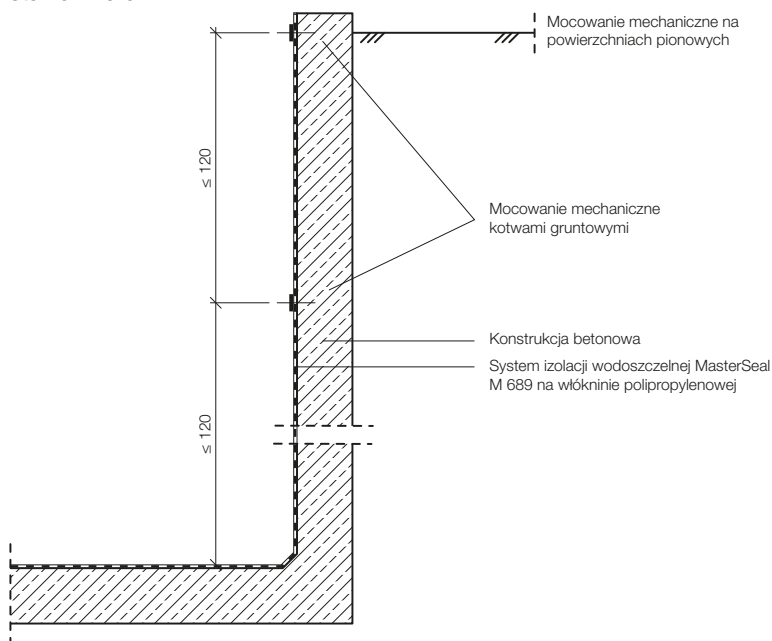
- W przypadku układania systemu powłoki polimocznikowej [MasterSeal M 689](#) na włókninie, na beton niskiej klasy o licznych spękaniach lub dużej porowatości, mimo wystarczającej nośności takiej konstrukcji jej stan techniczny nie nadaje się do nakładania powłok wodoszczelnych i chemoodpornych całopowierzchniowo złączonych z podłożem, a przygotowanie jej do stanu akceptowalnego byłoby zbyt czasochłonne. Powierzchnia musi być równa i nie może mieć ostrych zadziorów i uskoków. Obróbka wstępna podłoża ogranicza się do następujących działań:
 - wygładzenie ostrych krawędzi,
 - naprawa ubytków i wypełnienie pęknięć o wielkości > 1,5 mm,
 - usunięcie dużych i intensywnych tłustych zanieczyszczeń,
 - oczyszczenie powierzchni z substancji chemicznych, które pozostawione pod powłoką mogłyby bez kontroli degradować konstrukcję betonową,
 - ewentualne usunięcie pozostałości rdzy i odprysków starej powłoki.
- Nie ma konieczności śrutowania, szlifowania bądź innego mechanicznego przygotowania podłoża, a także gruntowania podłoża. Należy jednak wykonać alternatywnie jedną z wymienionych czynności:
 - kołkowanie włókniny,
 - przyklejenie włókniny pasami w określonych odstępach (np. za pomocą jednkomponentowego spoiwa [MasterSeal NP 474](#)),
 - całopowierzchniowe klejenie włókniny za pomocą dwuskładnikowego kleju poliuretanowego ([MasterTop ADH 170](#)),
 - całopowierzchniowe mocowanie flizeliny technicznej za pomocą żywicy gruntującej.

Ułożenie i mocowanie włókniny polipropylenowej jako podkładu pod powłokę polimocznikową przez kołkowanie:

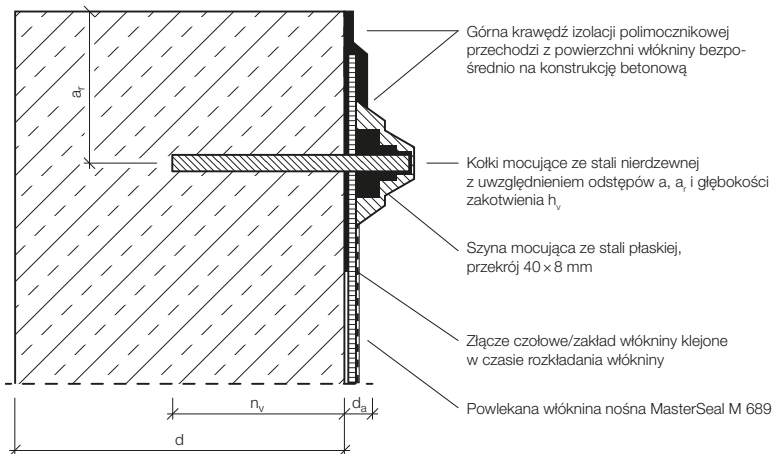
- Decydując się na system kołkowania włókniny do podłoża celem zapobiegania zsuwaniu się i marszczeniu na powierzchniach skośnych i pionowych, pasy włókniny należy układać od góry do dołu, prostopadle do ścian brzegowych.
- Przy powierzchniach skośnych, gdy pasy włókniny układamy w kierunku spadku zbocza, odcinkowa odległość linii kołkowania powinna być nie większa niż 3 m.



- W przypadku pionowych powierzchni brzegowych należy zagęścić kotwienie mechaniczne do rozstawu 120 cm.



- W wyżej opisanym przypadku mocowania mechanicznego włókniny należy stosować dociskowe listwy z płaskowników stalowych (40×8 mm) usytuowanych w kierunku poprzecznym do nachylenia zbocza i poziomo w przypadku powierzchni pionowej.



a – osiowy odstęp między kołkami maks. 100 cm

a_r – odstęp między krawędzią górną = $\frac{1}{2} d$

h_v – głębokość zakotwienia = $\frac{1}{2} d$

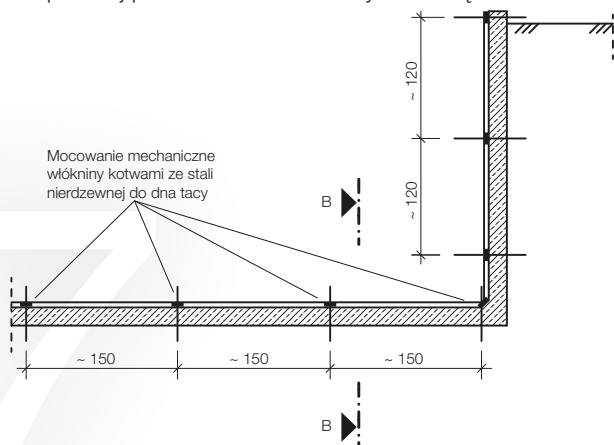
d – min. grubość elementów konstrukcyjnych

d_s – grubość elementów dodatkowych

h_v – wys. wyłożenia, przy $h_v > 1,20$ m przyporządkować liniowe mocowanie pośrednie bez listwy dociskowej,

a w zamian z okrągłymi płaskimi podkładkami o zewnętrznej średnicy 5 cm. Mocowanie to należy sytuować w sklejonych połączeniach czołowych/zakładach włókniny

- Do mocowania dociskowych płaskowników powinny być stosowane kołki mocujące ze stali nierdzewnej.
- Przed zamontowaniem górnej krawędzi włókniny na ścianach przez kotwienie szyną dociskową ze stali płaskiej należy całą koronę tej ściany z wywinięciem na zewnętrzną powierzchnię tej ściany na wymiar równy grubości ściany wokół zbiornika (tacy) przygotować mechanicznie przez szlifowanie, w razie konieczności (wysokiej porowatości betonu) wyszpachlować żywicą gruntującą **MasterSeal P 770** z dodatkiem zagęstnika **MasterTop Tix 9** i następnego dnia zagruntować szczelnie, rozkładając za pomocą wałka dodatkową ilość żywicy **MasterSeal P 770**.
- Całą powierzchnię włókniny wystającą powyżej górnej szyny dociskowej przykleić za pomocą kleju **MasterSeal NP 474** do powierzchni ściany. Istotne jest, aby w tych miejscach zwrócić szczególną uwagę na prawidłowy docisk włókniny do ściany posmarowanej klejem, by w efekcie na całej powierzchni przylegała do betonu.
- Przy nanoszeniu powłoki polimocznikowej na tak przygotowaną konstrukcję należy zadbać, aby natrysk powłoki przechodził w sposób ciągły z powierzchni włókniny na powierzchnię betonu, okalając całą koronę ścian i zachodząc w dół na zewnętrzną powierzchnię minimum na wymiar równy połowie grubości tej ściany.
- Na płaskiej powierzchni dna należy włókninę mocować w rozstawie osiowym 150 cm.

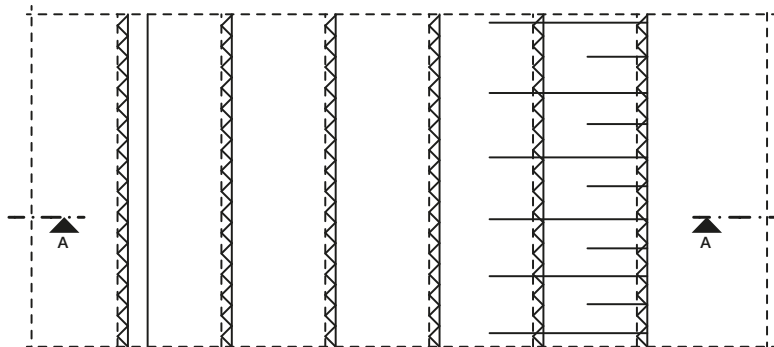


Mocowanie mechaniczne
włókniny kotwami ze stali
nierdzewnej do dna tacy

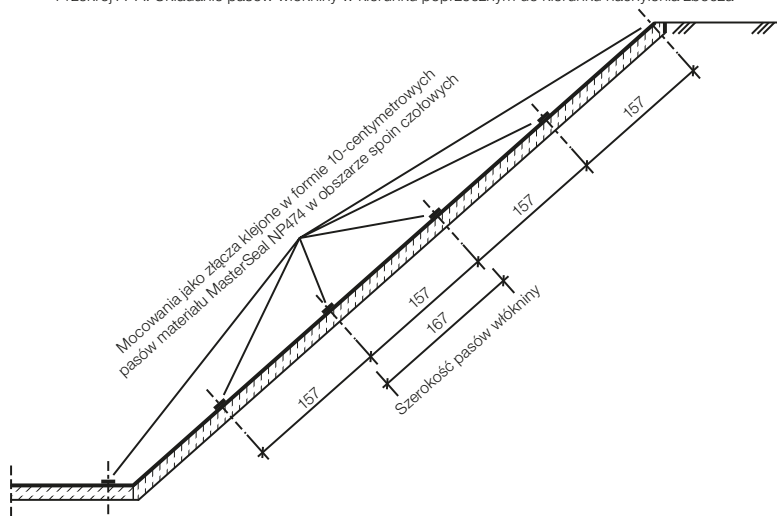
Ułożenie i mocowanie włókniny polipropylenowej jako podkładu pod powłokę polimocznikową przez klejenie:

- Wybierając system klejenia włókniny do podłoża zbocza, należy uwzględnić różne kierunki układania pasów włókniny w odniesieniu do kierunku spadku zbocza. Zaleca się jednak, niezależnie od tych kierunków, mocowanie krzyżowe włókniny, w dwóch kierunkach.
- W przypadku układania pasów włókniny w kierunku poprzecznym do kierunku nachylenia zbocza, jeżeli szerokość włókniny wynosi 167 cm, należy miarą rozstawu osiowego 157 cm przemierzyć, zaznaczając kreski na betonowej konstrukcji zbocza, od góry zbocza w kierunku dolnym pasy, zaczynając od zaznaczenia obniżonego od górnej krawędzi o wymiar będący połową grubości tej ściany minus 5 cm, aby korona ściany z wywiniciem na obu stronach o wymiar równy połowie jej grubości była bezpośrednio pokryta polimocznikiem.
- Kolejne pasy włókniny mocowanej w poprzecznym kierunku do kierunku nachylenia zbocza układamy zgodnie z zaznaczonymi kreskami na pochylni, zaczynając od najniższego pasa, aby zakładki kolejnych pasów zakładały się zgodnie z kierunkiem pływu wody ze zbocza, nachodząc na niższy pas włókniny, a nie wchodząc pod niego.
- W tym układzie pierwszy liniowy mocowania włókniny przez klejenie w naturalny sposób będzie na obu brzegach szerokości rolki osiowo w odstępach 157 cm.
- Spód włókniny w obszarze zakładów (spoin czołowych) na całej szerokości 10 cm należy pokryć materiałem jednokomponentowym [MasterSeal NP 474](#) i po przyłożeniu do betonowego zbocza docisnąć metalowym lub ze sztucznego tworzywa wałkiem do dociskania tapet.
- Wierzch włókniny w obszarze zakładów (spoin czołowych) ponownie smarujemy w szerokości 10 cm klejem [MasterSeal NP 474](#), aby dokleić następny pas włókniny i po jej przyłożeniu ponownie docisnąć wałkiem metalowym lub ze sztucznego tworzywa.

Rzut poziomy:

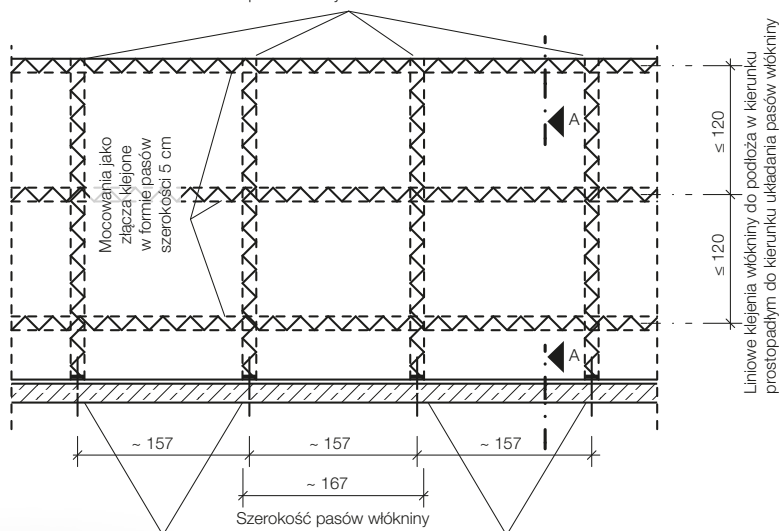


Mocowanie jako złącze klejone w obszarze spoin czołowych



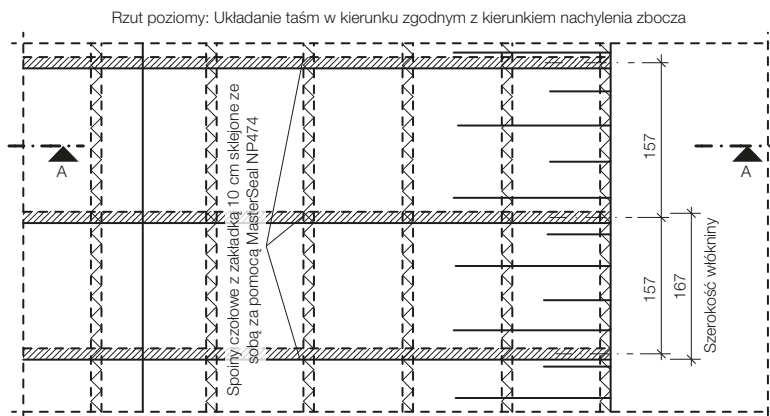
- Przy takim usytuowaniu pasów włókniny należy wykonać dodatkowo, poprzecznie do kierunku rozkładania pasów włókniny, klejenie jej do konstrukcji betonowej materiałem MasterSeal NP 474 rozkładanym za pomocą pacy stalowej lub szpachelki w pasach szerokości ok. 10 cm i osiowym rozstawie tych pasów klejenia na co 120 cm, jak na rysunku poniżej.

Mocowania jako złącza klejone w formie pasów szerokości 10 cm z trwale elastycznego materiału MasterSeal NP 474 w obszarze spoin czołowych



Spoiny czołowe z zakładką 10 cm sklejone ze sobą trwale elastycznym materiałem MasterSeal NP 474

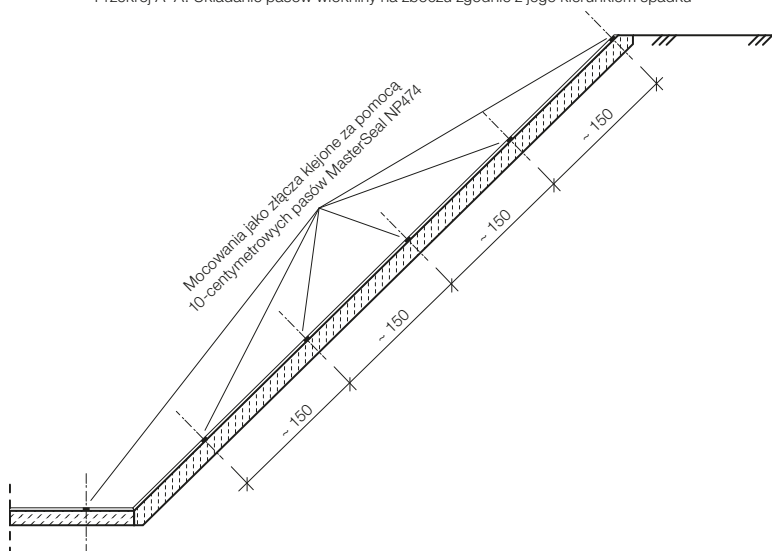
- Układanie pasów włókniny w kierunku zgodnym z kierunkiem nachylenia zbocza wykonuje się łatwiej, ponieważ zamiast rozciągać w poprzek zbocza pas włókniny, w tym układzie po prostu rozwijamy kolejne pasy z góry do dołu i dodatkowo poręczne linie klejenia analogicznie będą teraz występowały na zboczu prostopadle do kierunku jego nachylenia w odstępach 150 cm, tak samo jak na poziomej płaszczyźnie dna.
- Przy układaniu włókniny na powierzchniach ścian pionowych, rozstaw pasów klejenia w kierunku poziomym (przy układaniu włókniny pasami w kierunku pionowym) powinien wynosić 120 cm.



Mocowania liniowe jako złącza klejone poprzecznie do spoin czołowych

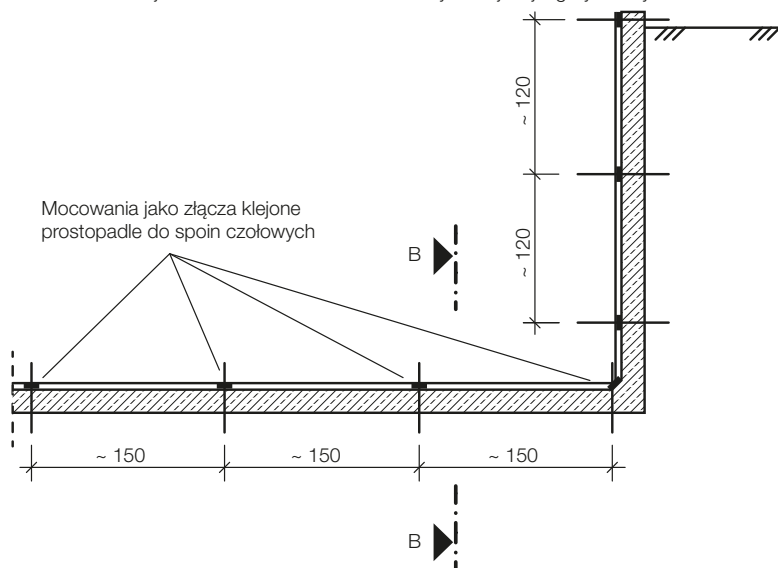
W każdym przypadku włókninę mocujemy przez klejenie pasami dwukierunkowo lub całopowierzchniowo.

Przekrój A-A: Układanie pasów włókniny na zboczu zgodnie z jego kierunkiem spadku



- Jeżeli ściany brzegowe są płaszczyznami pionowymi, to mocowanie klejowe poprzeczne do spoin czołowych na ścianach wykonujemy w odstępach 120 cm, a na dnie w odstępach 150 cm.

Przekrój A-A: Schemat układania włókniny rozwijanej z góry ściany do dołu



Ułożenie i mocowanie flizeliny technicznej jako podkładu pod powłokę polimocznikową przez przyklejenie z pełnym przesączeniem żywicą gruntującą:

- W przypadku małej ilości ubytków na powierzchni podkładu betonowego lub niskiej porowatości można zamiast grubej włókniny zastosować flizelinę techniczną o gramaturze 35 g/m².
- Flizelina tworzy wystarczający podkład (podparcie) pod nakładaną natryskowo powłokę polimocznikową. Trzeba w tym przypadku zadbać o pełne nasączenie flizeliny żywicą w celu wyeliminowania efektu „kraterowania” i perforacji powłoki polimocznikowej. Pojawia się on wówczas, kiedy podczas aplikacji polimocznika w wyniku działania wysokiej temperatury (75°C) wydobywa się z porów flizeliny rozszerzające się powietrze.
- Flizelina techniczna o gramaturze 35 g/m² to materiał bardzo delikatny (rozchodzący się w palcach) i należy go mocować do konstrukcji betonowej za pomocą żywicy gruntującej całościowo.
- W związku z możliwością wchłaniania przez podkład betonowy żywicy, podkład ten przed ułożeniem flizeliny należy zagruntować.
- Następnie, nakładając drugą warstwę żywicy, należy od razu na nią położyć flizelinę i docisnąć ją nasączonym żywicą wałkiem.
- Ze względu na to, że rozważane konstrukcje znajdują się w zdecydowanej większości na otwartej przestrzeni, często wilgotność betonu jest zbyt wysoka w stosunku do wymagań, jakie są stawiane przy zastosowaniu epoksydowych żywic gruntujących.
- Żywice gruntujące na bazie epoksydu stosowane w systemie z powłokami polimocznikowymi, jako że nie tworzą wystarczająco dobrego wiązania chemicznego z żywicą polimocznikową, dodatkowo wymagają dużej (rozwiniętej) powierzchni przyczepności mechanicznej. Osiąga się ją poprzez zasypywanie świeżo rozłożonej żywicy gruntującej piaskiem kwarcowym, co zwiększa czynną powierzchnię kontaktową i przyczepność mechaniczną przez zakotwienie się żywicy w uszorstnionej strukturze podłoża. Jednak w przypadku flizeliny stosowanie zasypu z piasku kwarcowego może łatwo spowodować jej uszkodzenia.
- W tym przypadku najlepszym rozwiązaniem jest zastosowanie gruntującej żywicy polimocznikowej **MasterSeal P 770**. Jest ona tolerancyjna na wilgoć i nie wymaga zasypywania piaskiem kwarcowym, ponieważ wytwarza z aplikowanym na gorąco polimocznikiem **MasterSeal M 689** bardzo silne wiązanie chemiczne.
- Przy stosowaniu żywicy gruntującej **MasterSeal P 770** nie ma konieczności badania wilgotności resztkowej w konstrukcji betonowej, wystarczy optyczna ocena jej wilgotności. Jednak na betonowej powierzchni nie powinna znajdować się woda i beton nie powinien być nadmierne zawilgocony, co np. objawia się poprzez widoczne ciemne, błyszczące mokre plamy.

- Po wklejeniu flizeliny należy całą koronę ścian po zewnętrznym obrysie tacy z wywiniciem na zewnętrzną powierzchnię tej ściany na wymiar równy grubości ściany wokół zbiornika (tacy) przygotować mechanicznie przez szlifowanie, w razie konieczności (wysokiej porowatości betonu) wyspachlować żywicą gruntującą **MasterSeal P 770** z dodatkiem zagęstnika **MasterTop Tix 9** i następnego dnia zagruntować szczelnie, rozkładając za pomocą wałka dodatkową ilość żywicy **MasterSeal P 770**.

- Przy nanoszeniu powłoki polimocznikowej na tak przygotowaną konstrukcję należy zadbać, aby natrysk powłoki przechodził w sposób ciągły z powierzchni flizeliny na powierzchnię betonu, okalając całą koronę ścian i zachodząc w dół na zewnętrzną powierzchnię minimum na wymiar równy połowie grubości tej ściany.

Uszczelnienie przejść rurowych przez ściany:

- W przypadku rury wychodzącej ze ściany zbiornika należy zewnętrzną ściankę rury stalowej wyczyścić mechanicznie obrotową szczotką drucianą na długości ok. 60 cm do stanu Sa 2½.

- Wyczyszczoną powierzchnię stalową zagruntować dwukrotnie epoksydowym gruntem z inhibitorem korozji **MasterSeal P 681**, drugą warstwę należy zasypać piaskiem kwarcowym gr. 0,2–0,5 mm.

- Układaną pasami włókninę wywinąć na powierzchnię zagruntowanej rury i przymocować ją obejmą z nierdzewnej stali, zaciskając ją na włókninie wokół zagruntowanej rury.

- Zagruntowaną powierzchnię wraz z zaciśniętą na rurze obejmą pokryć powłoką polimocznikową **MasterSeal M689**, wytwarzając natryskiem ciągły płaszcz izolacji przechodzący z rury na płaszczyznę włókniny i dalej na powierzchnię włókniny mocowanej do powierzchni podkładu konstrukcji.

Natrysk powłoki polimocznikowej **MasterSeal M 689**

Membrana polimocznikowa powstaje w wyniku reakcji chemicznej dwóch płynnych komponentów łączących się bezpośrednio w pistolecie natryskowym. Oba składniki, tj. poliamina oraz poliizocyanian, dostarczane są pneumatycznie do miejsca wbudowania węzami ciśnieniowymi w osłonie termicznej, na maks. odległość 120 m. Komponenty dostarczane są w beczkach i po wymieszaniu w dyszach pistoletu w stosunku objętościowym 100:100 nanoszone są w postaci aerozolu na podłoże.

Przed natryskiem należy:

- Ustawić parawany zabezpieczające przed przypadkowym zanieczyszczeniem obiektów sąsiednich.
- Usunąć z otoczenia wszystkie pojazdy i inne objekty ruchome.

Natrysk membrany polimocznikowej wykonywany jest bezpośrednio na budowie, bez przerw i połączeń technologicznych oraz elementów mocujących, kłopotliwych przy wykonywaniu izolacji z prefabrykowanych arkuszy lub rolek.

Natrysk powłoki polimocznikowej **MasterSeal M 689** należy wykonać przy zachowaniu następujących warunków:

- suche podłoże,
- optymalna temperatura otoczenia podczas natrysku 5–35°C,
- temperatura składników przeznaczonych do przetwarzania przez reaktor nie może być mniejsza niż 25°C, a samo przetwarzanie powinno odbywać się w temperaturze ok. 75°C ustawionej na komputerze reaktora,
- ciśnienie robocze 180–200 barów,
- wymagana temperatura podłoża – minimum o 3°C powyżej temperatury punktu rosy,
- wilgotność względna powietrza nie większa niż 90%.

Wytwarzanie membrany odbywa się metodą natrysku hydrodynamicznego. Proces natrysku polega na równomiernym nakładaniu wachlarza aerozolu na przygotowane wcześniej i zagruntowane podłoże, przy zużyciu 2,2–2,5 kg/m², co daje średnią grubość powłoki 2 mm. Membranę nanosi się z odległości ok. 1 m w kierunku prostopadłym do podłoża. Jest to warunek istotny prawidłowego rozkładu warstwy równomiernej i gładkiej powłoki polimocznikowej na dachu.

Natryskiwany materiał po wymieszaniu w dyszy pistoletu reaguje bardzo szybko (żeluje) – w ciągu 6 sekund, po 30 sekundach jest powierzchniowo suchy i odporny na deszcz, a po półgodzinie osiąga wytrzymałość dopuszczającą do ruchu pieszych.

UWAGI

- Wykonując powłoki polimocznikowe na podkładzie z geowłókniny, bezwzględnie należy organizować pracę zespołu w taki sposób, aby cała powierzchnia podłoża, która w danym dniu zostanie wyłożona

włókniną, była pokryta warstwą polimocznika. W przeciwnym przypadku osiadająca rosa może przez noc zawilgocić wełnę, uniemożliwiając następnego dnia natrysk polimocznika.

- W związku ze specyficzną strukturą podłoża z włókniny należy kalkulować nieco większe zużycie polimocznika (2,5–3,0 kg/m²) niż w przypadku aplikacji na podłoże betonowe, a samą aplikację natryskową wykonać w dwóch etapach. W pierwszym etapie natrysku należy zastosować mniejszą średnicę dyszy niż ma to miejsce w przypadku standardowej aplikacji na powierzchnie betonowe, czego celem jest wykonanie cienkiego filmu o gładkiej powierzchni. Zalecenie to jest podyktowane możliwym wystąpieniem zjawiska unoszenia się pojedynczych włókien lub ich grup pod wpływem skurczu w strukturze włókniny. Dlatego po wykonaniu pierwszego natrysku należy skontrolować pokrytą powierzchnię i usunąć przez ścięcie nożem miejscowo uniesione ponad powłokę włókna. Po tym zabiegu można wykonać docelową warstwę natrysku powłoki. Obie warstwy powinny być wykonane w ciągu jednego dnia.
- Prace należy wykonywać i prowadzić odcinkami, pozwalającymi zakończyć je na danym odcinku przed zachodem słońca. Należy uwzględnić usytuowanie w terenie i usytuowanie geograficzne w taki sposób, aby na koniec dnia prowadzić pracę w części, gdzie słońce świeci najdłużej, gdyż w zacienionej części może nastąpić kondensacja pary wodnej. Podobnie rano, prace natryskowe należy zaczynać od części nasłonecznionej, zwykle lepiej osuszonej.
- Podczas natrysku polimocznika włóknina pod wpływem wysokiej temperatury ulega znacznemu skurczowi. Z tego powodu w przypadku obiektów o rozbudowanej geometrii aplikację należy dzielić na dwa etapy. W pierwszym etapie wykonuje się powierzchnię dna, w drugim (nie szybciej niż po 24 godzinach) natrysk na powierzchnie pionowe lub ukośne. Pozwoli to na uniknięcie niekorzystnego efektu od skurczu na podłożu i na ścianach bocznych, którego skutkiem jest „rozprostowanie” powłoki w narożnikach.

Roboty porządkowe:

- Roboty porządkowe należy prowadzić w miarę możliwości na bieżąco – w sposób niekolidujący z harmonogramem i kolejnością prac.
- Odpady powinny być składowane w wyznaczonych miejscach, a następnie wywożone.
- Podczas prowadzenia prac porządkowych należy zwrócić szczególną uwagę na elementy obiektów mogące ulec uszkodzeniu (osprzęt instalacyjny, urządzenia, dodatkowe wyposażenia pomieszczeń, elementy stałej zabudowy, stolarka okienna i drzwiowa, szyby itp.).

Zgłoszenie do odbioru robót:

Zgłoszenie wykonanych prac do odbioru powinno następować po wykonaniu wodochronnej izolacji natryskowej. Po zakończeniu prac porządkowych należy przygotować pisemne zgłoszenie prac do odbioru.

Uwaga:

Wszystkie prace muszą być wykonane przez wyspecjalizowane i doświadczone ekipy, posiadające odpowiednie wysokociśnieniowe agregaty natryskowe. Pracownicy muszą być przeszkoleni pod względem BHP, zaopatrzeni w maski i okulary ochronne, rękawice nieprzemakalne oraz kombinizon z kapturem. Wykonawca powinien posiadać aktualny Certyfikat Autoryzacji dostawcy technologii i potwierdzający cykliczne szkolenia praktyczne i wykazać referencje wykonanych dotychczas prac w danej technologii w ilości co najmniej 10 tys. m².

7.17. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie chemoodpornej powłoki polimocznikowej zabezpieczającej nasypowe wanny przechwytyjące pod zbiornikami na substancje chemiczne aplikowanej na włókninę

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco wodoszczelnej i chemoodpornej polimocznikowej izolacji na powierzchni awaryjnej tacy

przechwytyjącej, wykonanej w formie zagłębienia w gruncie i nasypu gruntowego na obwodzie tacy, na połączonej i przymocowanej do podłoża gruntowego włókninie polipropylenowej, jako zabezpieczenie przed przenikaniem do wód gruntowych szkodliwych substancji chemicznych.

Celem prac jest wykonanie szczelnej i chemoodpornej powłoki polimocznikowej na powierzchni awaryjnej tacy przechwytyjącej wykonanej w formie zagłębienia w gruncie i nasypu gruntowego na obwodzie tacy, na połączonej i przymocowanej do podłoża gruntowego włókninie polipropylenowej, jako zabezpieczenie przed przenikaniem do wód gruntowych szkodliwych substancji chemicznych.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian awaryjnej tacy przechwytyjącej wykonanej w formie wykopu w gruncie, lub nasypów gruntowych wokół tej tacy po wyłożeniu ich połączonej i przymocowaną włókniną eliminuje wszystkie nieszczelności zbiornika (tacy), tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną i szczelną powłokę izolacji zbiornika, która zabezpiecza przed przedostawaniem się szkodliwych substancji do wód gruntowych.

Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne lub włókninę polipropylenową.

Ze względu na natryskowy sposób aplikacji powłoka może być wykonana w zbiorniku o dowolnym kształcie wraz z urządzeniami towarzyszącymi. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody słodkiej, stonej, kwaśnej i na silną agresję chemiczną. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwia kompensację naprężeń powstających w wyniku osiadania czy wypierania gruntu. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania/rozmarzania i nie zmienia (nie traci) parametrów technicznych i właściwości użytkowych pod wpływem działania promieniowania UV.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.26.2.3.

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.17.1	RYS.	Przekrój: polimocznik (wanna w gruncie)-MasterSeal M 689, geowłóknina	PDF DWG
7.17.2	RYS.	Przekrój: polimocznik (wanna w gruncie)-MasterSeal M 689, geowłóknina – mocowanie	PDF DWG
7.17.3	RYS.	Przekrój: polimocznik (wanna w gruncie)-MasterSeal M 689, geowłóknina – wał	PDF DWG

7.18. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie chemoodpornej powłoki polimocznikowej zabezpieczającej żelbetowe tace rozładunkowe cystern kolejowych

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco polimocznikowej chemoodpornej i szczelnej izolacji tacy rozładunkowej cystern kolejowych.

Celem prac jest wykonanie szczelnej i chemoodpornej powłoki polimocznikowej wewnątrz tacy rozładunkowej cystern kolejowych jako zabezpieczenie przed przedostawaniem się szkodliwych substancji do wód gruntowych i ochrona betonowej konstrukcji tacy przed agresją chemiczną.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian żelbetowej tacy rozładunkowej cystern eliminuje wszystkie nieszczelności tacy, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia dna ze ścianami tacy. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną powłokę izolacji wodoszczelnej, która zabezpiecza

żelbetową konstrukcję tacy przed niekorzystnymi skutkami oddziaływania ekspozycji środowiskowej. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych. Szczelna powłoka wewnątrz tacy rozładunkowej zabezpiecza ponadto przed przedostawianiem się szkodliwych substancji chemicznych do wód gruntowych.

Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne.

Ze względu na natryskowy sposób aplikacji powłoka może być wykonana na powierzchni tacy o dowolnym kształcie wraz z urządzeniami towarzyszącymi. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody i odporna na silną agresję chemiczną. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwi kompensację naprężeń występujących na konstrukcji tacy w wyniku rozszerzalności termicznej, osiadania czy wypierania gruntu. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania/rozmarzania i nie zmienia swoich parametrów technicznych (właściwości użytkowych) pod wpływem promieniowania UV.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.8.2.

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.18.1	rys.	Przekrój: polimocznik (taca rozładunkowa)-MasterSeal M 689, kanał żelbetowy – na zewnątrz	PDF DWG
7.18.2	rys.	Przekrój: polimocznik (taca rozładunkowa)-MasterSeal M 689, wyoblenie narożnika wewnątrz	PDF DWG
7.18.3	rys.	Przekrój: polimocznik (taca rozładunkowa)-MasterSeal M 689, dylatacja zwykła	PDF DWG
7.18.4	rys.	Przekrój: polimocznik (taca rozładunkowa)-MasterSeal M 689, dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.18.5	rys.	Przekrój: polimocznik (taca rozładunkowa)-MasterSeal M 689, dylatacja z szeroką taśmą	PDF DWG
7.18.6	rys.	Przekrój: polimocznik (taca rozładunkowa)-MasterSeal M 689, wpust w posadzce	PDF DWG

7.19. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej żelbetowe tace obornikowe

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco polimocznikowej chemoodpornej i szczelnej izolacji tacy obornikowej.

Celem prac jest wykonanie szczelnej i chemoodpornej powłoki polimocznikowej wewnątrz tacy obornikowej jako zabezpieczenie przed przedostawianiem się szkodliwych substancji do wód gruntowych i ochrona betonowej konstrukcji tacy przed agresją chemiczną i mikrobiologiczną.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian żelbetowej tacy obornikowej eliminuje wszystkie nieszczelności tacy, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia dna ze ścianami tacy. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną powłokę izolacji wodoszczelnej, która zabezpiecza żelbetową konstrukcję tacy przed niekorzystnymi skutkami oddziaływania ekspozycji środowiskowej. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej i mikrobiologicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych. Szczelna powłoka wewnątrz tacy obornikowej zabezpiecza ponadto przed przedostawianiem się szkodliwych substancji chemicznych do wód gruntowych.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.8.2.

Numerы rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.19.1	RYS.	Przekrój: polimocznik (taca obornikowa)-MasterSeal M 689, kanał żelbetowy – na zewnątrz	PDF DWG
7.19.2	RYS.	Przekrój: polimocznik (taca obornikowa)-MasterSeal M 689, wyoblenie narożnikowe – wewnątrz	PDF DWG
7.19.3	RYS.	Przekrój: polimocznik (taca obornikowa)-MasterSeal M 689, dylatacja zwykła	PDF DWG
7.19.4	RYS.	Przekrój: polimocznik (taca obornikowa)-MasterSeal M 689, dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.19.5	RYS.	Przekrój: polimocznik (taca obornikowa)-MasterSeal M 689, dylatacja z szeroką taśmą	PDF DWG
7.19.6	RYS.	Przekrój: polimocznik (taca obornikowa)-MasterSeal M 689, rura stalowa	PDF DWG
7.19.7	RYS.	Przekrój: polimocznik (taca obornikowa)-MasterSeal M 689, wpust w posadzce	PDF DWG

7.20. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej żelbetowe zbiorniki na płynną gnojownicę

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco polimocznikowej chemoodpornej i wodoszczelnej izolacji zbiornika na płynną gnojownicę.

Celem prac jest wykonanie szczelnej i chemoodpornej powłoki polimocznikowej wewnątrz zbiornika na płynną gnojownicę jako zabezpieczenie przed przedostawaniem się szkodliwych substancji do wód gruntowych i ochrona betonowej konstrukcji zbiornika przed agresją chemiczną i mikrobiologiczną.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian żelbetowego zbiornika na płynną gnojownicę eliminuje wszystkie nieszczelności zbiornika, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia dna ze ścianami zbiornika. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną powłokę izolacji wodoszczelnej, która zabezpiecza żelbetową konstrukcję zbiornika przed niekorzystnymi skutkami oddziaływania ekspozycji środowiskowej. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej i mikrobiologicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych. Szczelna powłoka wewnątrz zbiornika na płynną gnojownicę zabezpiecza ponadto przed przedostawaniem się szkodliwych substancji chemicznych do wód gruntowych.

Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne.

Ze względu na natryskowy sposób aplikacji powłoka może być wykonana na powierzchni zbiornika o dowolnym kształcie wraz z urządzeniami towarzyszącymi. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody i odporna na silną agresję chemiczną. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwi kompensację naprężeń występujących w konstrukcji zbiornika w wyniku rozszerzalności termicznej, osiadania czy wypierania gruntu. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania/rozmarzania i nie zmienia swoich parametrów technicznych (właściwości użytkowych) pod wpływem promieniowania UV.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.8.2.

7.20.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (płynna gnojowica)-MasterSeal M 689, kanał żelbetowy – na zewnątrz	PDF DWG
7.20.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (płynna gnojowica)-MasterSeal M 689, wyoblenie narożnikowe – wewnątrz	PDF DWG
7.20.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (płynna gnojowica)-MasterSeal M 689, dylatacja zwykła	PDF DWG
7.20.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (płynna gnojowica)-MasterSeal M 689, dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.20.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (płynna gnojowica)-MasterSeal M 689, dylatacja z szeroką taśmą	PDF DWG
7.20.6 RYS.	Przekrój: polimocznik (płynna gnojowica)-MasterSeal M 689, rura stalowa	PDF DWG
7.20.7 RYS.	Przekrój: polimocznik (płynna gnojowica)-MasterSeal M 689, wpust w posadzce	PDF DWG

7.21. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej żelbetowe tace, zbiorniki lub cysterny do produkcji kiszonek

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco polimocznikowej chemoodpornej i szczelnej izolacji komory fermentacyjnej do produkcji kiszonek.

Celem prac jest wykonanie szczelnej i chemoodpornej powłoki polimocznikowej wewnątrz komory fermentacyjnej do produkcji kiszonek, jako zabezpieczenie przed przedostawaniem się szkodliwych substancji do wód gruntowych i ochrona betonowej konstrukcji zbiornika przed agresją chemiczną i mikrobiologiczną.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian żelbetowej komory fermentacyjnej do produkcji kiszonek eliminuje wszystkie nieszczelności zbiornika, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia dna ze ścianami zbiornika. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną powłokę izolacji wodoszczelnej, która zabezpiecza żelbetową konstrukcję zbiornika przed niekorzystnymi skutkami oddziaływania ekspozycji środowiskowej. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej i mikrobiologicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych. Szczelna powłoka wewnątrz zbiornika do produkcji kiszonek zabezpiecza ponadto przed przedostawaniem się szkodliwych substancji chemicznych do wód gruntowych.

Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne.

Ze względu na natryskowy sposób aplikacji powłoka może być wykonana na powierzchni zbiornika o dowolnym kształcie wraz z urządzeniami towarzyszącymi. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody i odporna na silną agresję chemiczną. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwia kompensację naprężeń występujących w konstrukcji zbiornika w wyniku rozszerzalności termicznej, osiadania czy wypierania gruntu. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania/rozmarzania i nie zmienia swoich parametrów technicznych (właściwości użytkowych) pod wpływem promieniowania UV.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.8.2.

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.21.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik na kiszonki)- MasterSeal M 689 , kanał żelbetowy – na zewnątrz	PDF DWG
7.21.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik na kiszonki)- MasterSeal M 689 , wyoblenie narożnikowe – wewnątrz	PDF DWG
7.21.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik na kiszonki)- MasterSeal M 689 , dylatacja zwykła	PDF DWG
7.21.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik na kiszonki)- MasterSeal M 689 , dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.21.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik na kiszonki)- MasterSeal M 689 , dylatacja z szeroką taśmą	PDF DWG
7.21.6 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik na kiszonki)- MasterSeal M 689 , rura stalowa	PDF DWG
7.21.7 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik na kiszonki)- MasterSeal M 689 , wpust w posadzce	PDF DWG

7.22. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej żelbetowe komory fermentacyjne do produkcji biogazu

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco polimocznikowej chemoodpornej i szczelnej izolacji komory fermentacyjnej do produkcji biogazu.

Celem prac jest wykonanie szczelnej i chemoodpornej powłoki polimocznikowej wewnątrz komory fermentacyjnej do produkcji biogazu, jako zabezpieczenie przed przedostawaniem się szkodliwych substancji do wód gruntowych i ochrona betonowej konstrukcji zbiornika przed agresją chemiczną i mikrobiologiczną.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian żelbetowej komory fermentacyjnej do produkcji biogazu eliminuje wszystkie nieszczelności zbiornika, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia dna ze ścianami zbiornika. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną powłokę izolacji wodoszczelnej i gazoszczelnej, która zabezpiecza żelbetową konstrukcję zbiornika przed niekorzystnymi skutkami oddziaływania ekspozycji środowiskowej. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej i mikrobiologicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych. Szczelna powłoka wewnątrz zbiornika do produkcji biogazu zabezpiecza ponadto przed przedostawaniem się szkodliwych substancji chemicznych do wód gruntowych i zabezpiecza ściany przed stratami gazu w wyniku przenikanie przez betonowe ściany.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.8.2.

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.22.1 RYS.	Przekrój: Polimocznik (żelbet. zbiornik bio gaz)- MasterSeal M 689 , rura stalowa – boczna	PDF DWG
7.22.2 RYS.	Przekrój: Polimocznik (żelbet. zbiornik bio gaz)- MasterSeal M 689 , rura PCV – boczna	PDF DWG
7.22.3 RYS.	Przekrój: Polimocznik (żelbet. zbiornik bio gaz)- MasterSeal M 689 , wyoblenie narożnikowe – wewnątrz	PDF DWG
7.22.4 RYS.	Przekrój: Polimocznik (żelbet. zbiornik bio gaz)- MasterSeal M 689 , dylatacja zwykła	PDF DWG
7.22.5 RYS.	Przekrój: Polimocznik (żelbet. zbiornik bio gaz)- MasterSeal M 689 , dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.22.6 RYS.	Przekrój: Polimocznik (żelbet. zbiornik bio gaz)- MasterSeal M 689 , dylatacja z szeroką taśmą	PDF DWG
7.22.7 RYS.	Przekrój: Polimocznik (żelbet. zbiornik bio gaz)- MasterSeal M 689 , kanał żelbetowy – na zewnątrz	PDF DWG

7.23. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki zabezpieczającej betonowe komory do kompostowania odpadów lub biomasy

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco polimocznikowej chemoodpornej i szczelnej izolacji zbiornika do kompostowania biomasy.

Celem prac jest wykonanie szczelnej i chemoodpornej powłoki polimocznikowej wewnątrz zbiornika do kompostowania biomasy, jako zabezpieczenie przed przedostawaniem się szkodliwych substancji do wód gruntowych i ochrona betonowej konstrukcji zbiornika przed agresją chemiczną i mikrobiologiczną.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian żelbetowego zbiornika do kompostowania biomasy eliminuje wszystkie nieszczelności zbiornika, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia dna ze ścianami zbiornika. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną powłokę izolacji wodoodpornej, która zabezpiecza żelbetową konstrukcję zbiornika przed niekorzystnymi skutkami oddziaływania ekspozycji środowiskowej. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej i mikrobiologicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych. Szczelna powłoka wewnątrz zbiornika do kompostowania biomasy zabezpiecza ponadto przed przedostawaniem się szkodliwych substancji chemicznych do wód gruntowych.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.8.2.

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.23.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik na kompost)-MasterSeal M 689, kanał żelbetowy – na zewnątrz	PDF DWG
7.23.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik na kompost)-MasterSeal M 689, wyoblenie narożnikowe – wewnątrz	PDF DWG
7.23.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik na kompost)-MasterSeal M 689, dylatacja zwykła	PDF DWG
7.23.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik na kompost)-MasterSeal M 689, dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.23.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik na kompost)-MasterSeal M 689, dylatacja z szeroką taśmą	PDF DWG
7.23.6 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik na kompost)-MasterSeal M 689, rura stalowa	PDF DWG
7.23.7 RYS.	Przekrój: polimocznik (zbiornik na kompost)-MasterSeal M 689, wpust w posadzce	PDF DWG

7.24. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie wodoszczelnej, polimocznikowej okładziny zabezpieczającej w betonowych nieckach basenów kąpielowych

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania i naprawy podłoża, zabezpieczenia dylatacji, uszczelnienia rys i wykonanie metodą natrysku na gorąco alifatycznej, polimocznikowej wewnętrznej izolacji wodoszczelnej żelbetowej niecki zewnętrznego basenu kąpielowego.

UWAGA: Ze względu na wymaganą stabilność kolorystyczną powłoki należy zastosować polimocznik alifatyczny [MasterSeal M 699](http://masterseal-m699.master-builders-solutions.pl).

Celem prac jest wykonanie wodoszczelnej powłoki z alifatycznego polimocznika wewnątrz żelbetowej niecki basenu zewnętrznego jako zabezpieczenie przed utratą wody z basenu przez nieszczelności i ochrona betonowej konstrukcji niecki przed agresją chemiczną chlorowanej wody.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchni dna i ścian żelbetowego zbiornika eliminuje wszystkie nieszczelności zbiornika, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia dna ze ścianami zbiornika, lampek i perlatorów w dnie niecki. Poprzez natrysk polimocznika na przygotowane i zagruntowane powierzchnie niecki uzyskujemy jednorodną powłokę izolacji wodoszczelnej, która zabezpiecza żelbetową konstrukcję niecki basenowej przed wnikaniem w nią chlorowanej wody i niekorzystnymi skutkami oddziaływania ekspozycji środowiskowej. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej), a także uniemożliwia przebieg procesów uszkodzeń mrozowych. Szczelna powłoka wewnątrz niecki basenowej zabezpiecza ponadto przed utratą wody w wyniku przenikania przez ściany i dno niecki basenowej, jej antypoślizgowa struktura zapewnia bezpieczeństwo użytkowników i przy doborze odpowiedniego koloru nadaje basenowi walory estetyczne.

Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- płytki ceramiczne
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne.

Powłokę można wykonać jako ciągły płaszczyz izolacji bez względu na kształt zbiornika wraz z detalami. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwi kompensację naprężeń występujących na konstrukcji zbiornika niecki basenowej w wyniku rozszerzalności termicznej, osiadania czy wypierania gruntu. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania i rozmrażania i nie zmienia koloru ani parametrów technicznych (właściwości użytkowych) pod wpływem promieniowania UV z nasłonecznienia.

■ 7.24.1. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej

Niniejsza Specyfikacja Techniczna dla Przedmiotowego Obiektu jest stosowana jako dokument wykonawczy przy zaleceniu, wykonaniu i odbiorze robót wymienionych w rozdziale 7.24.2. Wymagania Specyfikacji Technicznej należy rozumieć i stosować w powiązaniu z niżej wymienionymi szczegółowymi specyfikacjami technicznymi. Na ogólny zakres Specyfikacji Technicznej składają się czynności:

- Oczyszczenie miejsca prac z zanieczyszczeń.
- Usunięcie tymczasowych zabezpieczeń rys i dylatacji.
- Przygotowanie podłoża pod powłokę polimocznikową.
- Iniekcje rys konstrukcji żelbetowej.
- Naprawy konstrukcji żelbetowej powierzchni ścian i dna basenu.
- Zabezpieczenie dylatacji konstrukcyjnych w ścianach i dnie basenu.
- Zabezpieczenie dylatacji skurczowych przed podciąganiem wody.
- Uszczelnienie przejść rurowych przez ściany.
- Wykonanie wyobłęd (zaokrągłeń) narożników poziomych i pionowych między ścianami a dnem basenu.
- Wykonanie na powierzchni ścian i dna basenu warstwy „buforowej”, odcinającej wilgoć.
- Aplikacja alifatycznej powłoki polimocznikowej.

■ 7.24.2. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru prac natryskowych powłoki polimocznikowej jako wodochronnej izolacji wnętrza żelbetowej niecki basenowej wraz z pracami przygotowawczymi:

Przygotowanie i oczyszczenie podłoża:

- Z wnętrza basenu należy usunąć wszystkie luźne i źle związane elementy oraz trwałe zanieczyszczenia i zabrudzenia podłoża.
- Usunięcie tymczasowych zabezpieczeń rys i dylatacji.
- Demontaż lub zabezpieczenie poręczy, drabinek i innych elementów.
- Przygotowanie powierzchni przez hydromonitoring.
- Po wstępnym przygotowaniu podłoża należy zbadać jego wytrzymałość na rozciąganie (odrywanie) metodą „Pull-Off”, która zgodnie z normą EN PN 1504-2 na powierzchniach betonowych bez obciążeń mechanicznych jest określona dla powłok elastycznych jako $\geq 0,8$ MPa.

Naprawy konstrukcji betonowej – wewnętrznych i zewnętrznych powierzchni ścian zbiornika:

- Przed natryskiem należy wykonać naprawy wszystkich pęknięć i ubytków w podłożu.
- W przypadku ujawnienia uszkodzeń lub elementów wymagających działań zaradczych nieprzewidzianych niniejszą specyfikacją i zapisami w zleceniu/umowie należy uzgodnić z nadzorem prace dodatkowe w formie protokołu konieczności.
- Wszystkie ubytki i miejsca wymagające odtworzenia substancji konstrukcji żelbetowej ścian zbiornika obrysować prostymi figurami geometrycznymi, obejmującymi całe te pola, w kształcie np.: kwadratu, prostokąta lub trapezu.
- Wykonać nacięcia o minimalnej głębokości 10 mm wzdłuż wcześniej wykonanych obrysów (nie naciąć prętów zbrojeniowych!).
- Z pól przeznaczonych do napraw usunąć powierzchniowo beton na głębokość co najmniej 10 mm.
- Usunąć beton pod odkrytymi prętami zbrojeniowymi, pogłębiając wykucie w miejscu ich występowania, aby zapewnić prześwit wielkości ok. 20 mm między powierzchnią betonu a prętami, co odpowiada sześciokrotnej średnicy kruszywa w zaprawie naprawczej klasy R4.
- Oczyszczyć pręty zbrojenia z rdzy; przygotowanie zgodnie z wymaganiami ISO 8501-1/ISO 12944-4 klasa Sa 2½.
- Zabezpieczyć pręty zbrojeniowe przed korozją przez dwukrotne naniesienie gruntu szepnego z funkcją inhibitora korozji [MasterEmaco P 5000 AP](#) za pomocą pędzla.
- Namoczyć naprawianą powierzchnię do stanu trwale matowo-wilgotnego (stan, kiedy struktura betonu jest nasycona i nie „wchłania” wody).
- Tak przygotowane miejsca ubytków uzupełnić siarczano-odpornym materiałem [MasterEmaco S 5400](#), tiksotropową zaprawą naprawczą klasy R4.
- Wygładzić powierzchnie naprawianych miejsc.
- Przy naprawach konstrukcji żelbetowej zewnętrznych powierzchni ścian basenu wszystkie naprawiane miejsca wyszpachlować zaprawą do napraw kosmetycznych [MasterEmaco N 5100 FC](#).
- Tak naprawioną powierzchnię zewnętrznych ścian basenu zabezpieczyć przed karbonatyzacją akrylową, elastyczną powłoką malarską [MasterProtect 330 EL](#).

Iniekcje rys:

- Rysy (z przesiąkaniem wody) znajdujące się w dnie i ścianach basenu w strefie poniżej poziomu wód gruntowych wypełnić metodą iniekcji ciśnieniowej materiałem do iniekcji kurtynowych [MasterInject 1325](#). Jest to trójskładnikowa, szybko twardniejąca żywica iniekcyjna o niskiej lepkości, na bazie akrylu. Wykorzystywana jest do iniekcji betonu i konstrukcji murowanych pod niskim ciśnieniem w celu trwałego uszczelnienia rys (doskonała wytrzymałość na wydłużenie) oraz do iniekcji kurtynowej.
- Do montowania pakerów i zasklepienia powierzchniowego rys przed rozpoczęciem wstrzykiwania iniektu należy zastosować produkt [MasterFlow 920 AN](#).
- Zinventaryzować pozostałe rysy w żelbetowej konstrukcji basenu, dzieląc rysy na poszczególne kategorie (F, D, S) zgodnie z normą PN-EN 1504-5.
- Wykonać iniekcje rys zgodnie z poniższymi wskazówkami:
 - Iniekt typu „D” – do niekonstrukcyjnych napraw polegających na ciągliwym wypełnieniu rys:
Wyroby iniekcyjne do elastycznego wypełniania rys, pustek i szczelin w betonie („D”) są to elastyczne wyroby, które mogą dostosowywać się do kolejnych odkształceń. Iniekcja typu „D” za

pomocą produktów na bazie poliuretanów jest wykorzystywana w przypadku, gdy wymagane jest elastyczne uszczelnienie rys w ramach naprawy niekonstrukcyjnej.

Rysy kategorii „D” zainiekować [MasterInject 1330](#) – dwuskładnikową, elastyczną żywicą iniekcyjną o niskiej lepkości na bazie poliuretanu, utwardzalną w warunkach zarówno suchych, jak i wilgotnych, tworzącą wodoszczelne i elastyczne połączenie.

- Iniekt typu „F” – do konstrukcyjnych napraw polegających na wypełnieniu rys przenoszących obciążenia: Iniekcja typu „F” za pomocą produktów na bazie żywicy epoksydowej jest wykorzystywana tam, gdzie występują wymagania dla napraw konstrukcyjnych w istniejących projektach ogólnobudowlanych, aby wzmocnić konstrukcje betonowe dzięki wypełnieniu przenoszącemu obciążenia. Przywraca ona integralność konstrukcji spękanych elementów, takich jak kolumny, belki i płyty, oraz zapewnia ciągle przenoszenie obciążeń przez wypełnioną rysę.

Rysy kategorii „F” zainiekować [MasterInject 1380](#) – dwuskładnikową, szybko wiążącą żywicą iniekcyjną o niskiej lepkości, na bazie żywicy epoksydowej, wykorzystywaną do iniekcji pod niskim i wysokim ciśnieniem, a także do wypełniania mokrych rys w warunkach podwodnych.

- Iniekt typu „S” – samodopasowujące się wypełnienie (pęczniące) do tamowania wycieków wody z rys lub iniekcji kurtynowych.

Wyroby iniekcyjne dopasowujące się przez pęcznienie do wypełniania rys, pustek i szczelin w betonie („S”) są to wyroby na bazie poliuretanów lub akryli, które w stanie utwardzonym mogą wielokrotnie pęcznić na skutek adsorpcji wody, przy czym woda jest wiązana przez składnik wyrobu iniekcyjnego. Produkt iniekcyjny typu „S” stosuje się zazwyczaj do wstępnej iniekcji rys z wyciekami wody (nawet pod ciśnieniem hydrostatycznym) celem zatrzymania wycieku wody, a następnie z zastosowaniem produktów na bazie poliuretanów lub żywic epoksydowych w celu trwałego uszczelnienia rys.

Rysy kategorii „S” zainiekować [MasterInject 1325](#) – dwuskładnikową, szybko zwiększającą objętość (pęczniącą) żywicą iniekcyjną, na bazie poliuretanu, zatrzymującą napływ wody w rysach zawierających wodę, a następnie wypełnić pęknięcia iniektem typu „F” lub „D”.

Zabezpieczenie dylatacji konstrukcyjnych w ścianach i dnie basenu:

- Należy usunąć pozostałości dotychczasowych zabezpieczeń, tj. kleje, zaprawy, taśmy dylatacyjne itp., a następnie wyrównać powierzchnię ścian wzdłuż dylatacji przez szlifowanie na szerokość ok. 30 cm osiowo, ewentualne ubytki uzupełnić i wygładzić zaprawą naprawczą klasy R4 [MasterEmaco S 5400](#) lub [MasterSeal P 385 \(A, B, 2x D\)](#).
- Usunąć wypełnienie z wnętrza dylatacji na głębokość 10 cm.
- W razie napływania wody z dylatacji nawiercić skośnie otwory na pakery w ścianie i zastopować przecieki przez iniekcję w głąb dylatacji szybko pęczniącą żywicą poliuretanową [MasterInject 1325](#).
- Wcisnąć w głąb dylatacji walek z pianki polietylenowej (sznur dylatacyjny) [MasterSeal 920](#).
- Wypełnić całą szerokość bruzdy dylatacyjnej na 3 cm jej głębokości pęczniącym pod wpływem wilgoci jednokomponentowym prepolimerem [MasterSeal 912](#).
- Zablockować pęczniący prepolimer drugim sznurem dylatacyjnym [MasterSeal 920](#).
- Wypełnić objętość szczeliny dylatacyjnej jednokomponentowym kitem dylatacyjnym na bazie poliuretanu [MasterSeal NP 474](#).
- Nakleić wzdłuż osi dylatacji taśmę uszczelniającą [MasterSeal 930/933](#) szerokości 20 cm i grubości 2 mm.

Zabezpieczenie dylatacji skurczowych przed podciąganiem wody:

Dylatacje skurczowe należy opróżnić i wyczyścić do szerokości 4–5 mm na głębokość ok. 5 cm, zablokować przez włożenie w bruzdę sznura dylatacyjnego [MasterSeal 920](#) z pianki polietylenowej, wtłoczyć pęczniący pod wpływem wilgoci jednokomponentowy prepolimer [MasterSeal 912](#) w postaci pasty, zablokować drugim sznurem dylatacyjnym [MasterSeal 920](#) celem umożliwienia ukierunkowanego rozprężania, a następnie pozostałą przestrzeń bruzdy wypełnić jednokomponentowym kitem do dylatacji [MasterSeal NP 474](#).

Uszczelnienie przejść rurowych przez ściany:

- Należy usunąć dotychczasowe zabezpieczenia z taśm.
- Wykuć bruzdę w betonie wokół rur na szerokość ok. 3 cm i głębokość ok. 8 cm.
- Wyczyścić i odkurzyć bruzdę.
- Wtłoczyć w bruzdę materiał – jednokomponentowy prepolimer pęczniący w kontakcie z wilgocią [MasterSeal 912](#), wypełniając ok. 3-centymetrowej głębokości bruzdy.

- Pozostałą głębokość bruzdy wypełnić („zablokować”) szybko wiążącym i lekko pęczniejącym podczas wiązania materiałem cementowym [MasterSeal 590](#).
- Wewnętrzna ściankę rury stalowej (w przypadku rury zakończonej równo z licem ściany) wyczyścić mechanicznie obrotową szczotką drucianą na głębokość ok. 30 cm do stanu Sa 2½.
- Wyczyszczoną powierzchnię stalową zagruntować dwukrotnie epoksydowym gruntem z inhibitorem korozji [MasterSeal P 681](#), drugą warstwę należy zasypać piaskiem kwarcowym gr. 0,2–0,5 mm.
- Zagruntowaną powierzchnię pokryć powłoką polimocznikową [MasterSeal M 699](#), podczas nanoszenia powłoki na ścianę zachowując ciągłość płaszcza izolacji.
- Zewnętrzna ściankę rury stalowej (w przypadku rury wychodzącej ze ściany) wyczyścić mechanicznie obrotową szczotką drucianą na długość ok. 30 cm do stanu Sa 2½.
- Wyczyszczoną powierzchnię stalową zagruntować dwukrotnie epoksydowym gruntem z inhibitorem korozji [MasterSeal P 681](#), drugą warstwę należy zasypać piaskiem kwarcowym gr. 0,2–0,5 mm.
- Wokoło rury na styku z powierzchnią ściany wykonać fasetkę (zaokrąglenie) w narożniku z jednokomponentowego poliuretanu [MasterSeal NP 474](#) o promieniu wyoblenia 2 cm.
- Zagruntowaną powierzchnię pokryć powłoką polimocznikową [MasterSeal M 699](#), podczas nanoszenia powłoki na ścianę zachowując ciągłość płaszcza izolacji na odcinku długości ok. 30 cm, licząc od ściany.
- Na świeżo naniesioną powłokę polimocznikową na rurze stalowej założyć obejmę do rur wykonaną ze stali nierdzewnej w taki sposób, by była ona cofnięta od krawędzi kończącej wywinięcie powłoki polimocznikowej ze ściany na rurę w kierunku ściany o ok. 3 cm i po zaciśnięciu obejmy ponownie nanieść natryskiem warstwę polimocznika, zakrywając obejmę i łącząc tę dodatkową warstwę polimocznika po obu stronach obejmy. Czynność tę należy wykonać w odstępie czasu pomiędzy nanoszeniem obu warstw polimocznika nie większym niż jedna godzina.

Wykonanie na powierzchni ścian i dna zbiornika warstwy „buforowej” odcinającej wilgoć:

Wykonanie metodą natryskową na powierzchni ścian i dna zbiornika warstwy (średniej grubości 5 mm i nie mniej niż 3 mm) z materiału epoksydowo-cementowego [MasterSeal P 385 \(A, B, 2x D\)](#) celem zapewnienia warstwy buforowej dla wilgoci konstrukcji betonowej. Materiał po nałożeniu na powierzchnię wyglądać pacą stalową.

Wykonanie wyoblen (zaokrągleń w narożnikach pionowych między ścianami i w narożnikach poziomych między dnem i ścianami):

W narożnikach pionowych między ścianami i poziomymi między dnem zbiornika i jego ścianami należy wykonać fasetki zaokrąglone o wklęsłym łuku i promieniu ok. 2,5–3,0 cm z materiału epoksydowo-cementowego [MasterSeal P 385 \(A, B, 2x D\)](#) celem zablokowania podciągania wody pomiędzy elementami konstrukcji i zapewnienia ciągłej grubości warstwy powłoki polimocznikowej podczas jej wykonywania metodą natryskową.

Gruntowanie powierzchni przed aplikacją powłoki polimocznikowej:

Doszczelnienie warstwy buforowej [MasterSeal P 385](#) żywicą epoksydową [MasterTop P 622](#), lub [MasterSeal P 770](#) w ilości ok. 0,30 kg/m². Świeżo nałożoną żywicę należy obsypać piaskiem suszonym, kwarcowym o frakcji 0,2–0,5 mm w ilości ok. 1 kg/m². Opcjonalnie warstwę buforową można doszczelnić żywicą [MasterTop P 615](#) lub [MasterSeal P 770](#) i wtedy nie ma konieczności zasypu piaskiem kwarcowym.

Natrysk alifatycznej powłoki polimocznikowej [MasterSeal M 699](#)

Alifatyczna membrana polimocznikowa powstaje w wyniku reakcji chemicznej dwóch płynnych komponentów łączących się bezpośrednio w pistolecie natryskowym. Oba składniki, tj. poliamina oraz polizocyanian, dostarczane są pneumatycznie do miejsca wbudowania węzami ciśnieniowymi w osłonie termicznej, na maks. odległość 120 m. Komponenty dostarczane są w beczkach i po wymieszaniu w dyszach pistoletu w stosunku objętościowym 100:100 nanoszone są w postaci aerozolu na podłoże.

Przed natryskiem należy:

- Osłonić folią wszystkie pobliskie elementy przyległych budynków, które nie będą pokryte polimocznikiem.
- Ustawić parawany zabezpieczające przed przypadkowym zanieczyszczeniem obiektów sąsiednich (w przypadku basenów zewnętrznych/otwartych).
- Usunąć z otoczenia wszystkie pojazdy i inne obiekty ruchome (w przypadku basenów zewnętrznych, otwartych).

Natrysk alifatycznej membrany polimocznikowej wykonywany jest bezpośrednio na budowie, bez przerw i połączeń technologicznych oraz elementów mocujących, kłopotliwych przy wykonywaniu izolacji z prefabrykowanych arkuszy lub rolek.

Natrysk powłoki polimocznikowej [MasterSeal M 699](#) należy przeprowadzać przy zachowaniu następujących warunków:

- suche podłoże,
- optymalna temperatura otoczenia podczas natrysku 5–35°C,
- temperatura składników przeznaczonych do przetwarzania przez reaktor nie mniejsza niż 25°C, a samo tworzenie powłoki w reaktorze powinno odbywać się w temperaturze ok. 75°C (ustawionej na komputerze reaktora),
- ciśnienie robocze powinno wynosić 180–200 barów,
- temperatura podłoża powinna być co najmniej o 3°C wyższa niż temperatura punktu rosy,
- wilgotność względna powietrza nie powinna być wyższa niż 90%.

Wytwarzanie membrany odbywa się metodą natrysku hydrodynamicznego. Proces natrysku polega na równomiernym nakładaniu wachlarza sprayu na przygotowane wcześniej i zagruntowane podłoże, przy średnim zużyciu 2,2–2,5 kg/m², co daje średnią grubość powłoki 2 mm. Membranę nanosi się z odległości ok. 1 m w kierunku prostopadłym do podłoża, jest to warunek istotny prawidłowego rozkładu warstwy równomiernej i gładkiej powłoki polimocznikowej na podkładzie.

Bezpośrednio po wystygnięciu wykonanej gładkiej warstwy powłoki na powierzchni betonu należy na tej powierzchni wykonać drugi etap nanoszenia antypoślizgowej powłoki techniką „Over Spray” celem nadania powierzchni odpowiedniej struktury antypoślizgowej. Nową warstwę należy wykonać przy użyciu tego samego materiału polimocznikowego [MasterSeal M 699](#) bez żadnych dodatkowych wypełniaczy czy dodatków. Czynność tę należy wykonać w nieprzekraczalnym czasie dwóch godzin od wykonania głównej warstwy powłoki.

W przypadku przekroczenia tego ograniczonego czasu między nanoszeniem kolejnych warstw należy powierzchnię głównej powłoki polimocznikowej pokryć gruntem szczepnym [MasterSeal P 691](#) celem zwiększenia adhezji pomiędzy warstwami.

Natryskiwany materiał po wymieszaniu w dyszy pistoletu reaguje bardzo szybko – żeluje w ciągu 6 sekund, po 30 sekundach jest dotykowo suchy i odporny na deszcz, a po półgodzinie osiąga wytrzymałość pozwalającą na ruch pieszych.

Czarne lub żółte linie wyznaczające poszczególne tory pływakie na dnie basenu należy wykonać z tego samego materiału polimocznikowego [MasterSeal M 699](#) techniką natryskową.

- Jeżeli wykonywanie linii odbywa się tego samego dnia co natrysk powłoki głównej, to nie wymaga ona żadnego szczególnego przygotowania ani gruntowania.
- Jeżeli odstęp czasu jest większy niż 24 godziny, to powierzchnię powłoki polimocznikowej przed nałożeniem na nią kolejnej warstwy należy przeszlifować, odtłuścić, przecierając czystą szmatką nasączoną acetonem, i po odparowaniu acetonu zagruntować jednkomponentowym materiałem [MasterSeal P 691](#).
- Brzegi linii powinny być wyznaczone przez oklejenie taśmą z podkładką dystansową, a powłoka pomiędzy liniami zakryta folią.

Roboty porządkowe:

- Roboty porządkowe należy prowadzić w miarę możliwości na bieżąco – w sposób niekolidujący z harmonogramem i kolejnością prac.
- Odpady powinny być składowane w wyznaczonych miejscach, a następnie wywożone.
- Podczas prowadzenia prac porządkowych należy zwrócić szczególną uwagę na elementy budynku mogące ulec uszkodzeniu (osprzęt instalacyjny, urządzenia, wyposażenie pomieszczeń, zabudowy, stolarka i szyby itp.).

Zgłoszenie do odbioru robót:

Zgłoszenie wykonanych prac do odbioru powinno następować:

- Po wykonaniu wodochronnej izolacji natryskowej.
- Po ponownym zamontowaniu zdemontowanych w czasie prac pomostów, drabinek czy konstrukcji wsporczych.

Po zakończeniu prac porządkowych należy przygotować pisemne zgłoszenie prac do odbioru.

Uwaga:

Wszystkie prace muszą być wykonane przez wyspecjalizowane i doświadczone ekipy, posiadające odpowiednie wysokociśnieniowe agregaty natryskowe. Pracownicy muszą być przeszkoleni pod względem BHP, zaopatrzeni w maski i okulary ochronne, rękawice nieprzemakalne oraz kombinizon z kapturem. Wykonawca powinien posiadać aktualny Certyfikat Autoryzacji dostawcy technologii i potwierdzający cykliczne szkolenia praktyczne i wykazać referencje wykonanych dotychczas prac w danej technologii w ilości min. 5 tys. m².

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.24.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (niecka basenu kąpielowego)- MasterSeal M 689 , plaża – przelew	PDF DWG
7.24.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (niecka basenu kąpielowego)- MasterSeal M 689 , wyoblenie narożnikowe – wewnątrz	PDF DWG
7.24.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (niecka basenu kąpielowego)- MasterSeal M 689 , dylatacja zwykła	PDF DWG
7.24.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (niecka basenu kąpielowego)- MasterSeal M 689 , dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.24.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (niecka basenu kąpielowego)- MasterSeal M 689 , dylatacja z szeroką taśmą	PDF DWG
7.24.6 RYS.	Przekrój: polimocznik (niecka basenu kąpielowego)- MasterSeal M 689 , rura stalowa – boczna	PDF DWG
7.24.7 RYS.	Przekrój: polimocznik (niecka basenu kąpielowego)- MasterSeal M 689 , wpust w posadzce	PDF DWG
7.24.8 RYS.	Przekrój: polimocznik (niecka basenu kąpielowego)- MasterSeal M 689 , lampa – posadzka	PDF DWG
7.24.9 RYS.	Przekrój: polimocznik (basen kąpielowy – płytki)- MasterSeal M 689 , dysza perlatora – posadzka	PDF DWG

7.25. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie wodoszczelnej polimocznikowej powłoki w żelbetowych zbiornikach hodowlanych

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.8.2.

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.25.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (żelbet. zbiornik hodowlany)- MasterSeal M 689 , rura stalowa – boczna	PDF DWG
7.25.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (żelbet. zbiornik hodowlany)- MasterSeal M 689 , rura PCV – boczna	PDF DWG
7.25.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (żelbet. zbiornik hodowlany)- MasterSeal M 689 , wyoblenie narożnikowe – wewnątrz	PDF DWG
7.25.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (żelbet. zbiornik hodowlany)- MasterSeal M 689 , dylatacja zwykła	PDF DWG
7.25.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (żelbet. zbiornik hodowlany)- MasterSeal M 689 , dylatacja z blokadą – sznur	PDF DWG
7.25.6 RYS.	Przekrój: polimocznik (żelbet. zbiornik hodowlany)- MasterSeal M 689 , dylatacja z szeroką taśmą	PDF DWG
7.25.7 RYS.	Przekrój: polimocznik (żelbet. zbiornik hodowlany)- MasterSeal M 689 , kanał żelbetowy – zewnątrz	PDF DWG

7.26. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki wodoszczelnej wewnątrz zbiornika retencyjnego na włókninie ułożonej w wykopie gruntowym

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco polimocznikowej wewnętrznej izolacji wodoszczelnej zbiornika retencyjnego w formie wykopu w gruncie. Celem prac jest wykonanie wodoszczelnej powłoki polimocznikowej wewnątrz zbiornika retencyjnego w formie wykopu w gruncie.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian zbiornika retencyjnego w formie wykopu w gruncie po wyłożeniu ich połączoną i przymocowaną włókniną eliminuje wszystkie nieszczelności zbiornika, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną i szczelną powłokę izolacji zbiornika, która zabezpiecza przed utratą wody przez przepuszczalność gruntu.

Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne lub włókninę polipropylenową.

Ze względu na natryskowy sposób aplikacji powłoka może być wykonana w zbiorniku o dowolnym kształcie wraz z urządzeniami towarzyszącymi. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody słodkiej, stonej i kwaśnej. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwia kompensację naprężeń występujących w obrębie zbiornika w wyniku osiadania czy wypierania gruntu. Izolacja ta nie rozkłada się i nie zmienia (nie traci) parametrów technicznych (właściwości użytkowych), jest odporna na cykle zamarzania i rozmarzania.

■ 7.26.1. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej

Niniejsza Specyfikacja Techniczna dla Przedmiotowego Obiektu jest stosowana jako dokument wykonawczy przy zaleceniu, wykonaniu i odbiorze robót wymienionych w punkcie 7.26.2.3. Wymagania Specyfikacji Technicznej należy rozumieć i stosować w powiązaniu z niżej wymienionymi szczegółowymi specyfikacjami technicznymi. W ogólny zakres Specyfikacji Technicznej wchodzi czynności:

- Oczyszczenie podłoża gruntowego z kamieni i innych twardych i ostrych przedmiotów.
- Stabilizacja gruntu za pomocą cementu.
- Ułożenie i mocowanie włókniny polipropylenowej.
- Doszczelnienie przejść rurowych przez ściany.
- Wykonanie wodoszczelnej powłoki polimocznikowej.

■ 7.26.2. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru prac natryskowych powłoki polimocznikowej jako wodochronnej izolacji wnętrza zbiornika retencyjnego w formie wykopu w gruncie wyłożonym włókniną polipropylenową wraz z pracami przygotowawczymi.

Przygotowanie i oczyszczenie podłoża:

- Z wnętrza zbiornika należy usunąć wszystkie kamienie, elementy betonowe, stalowe lub żelazne, korzenie i inne ostre i twarde przedmioty.

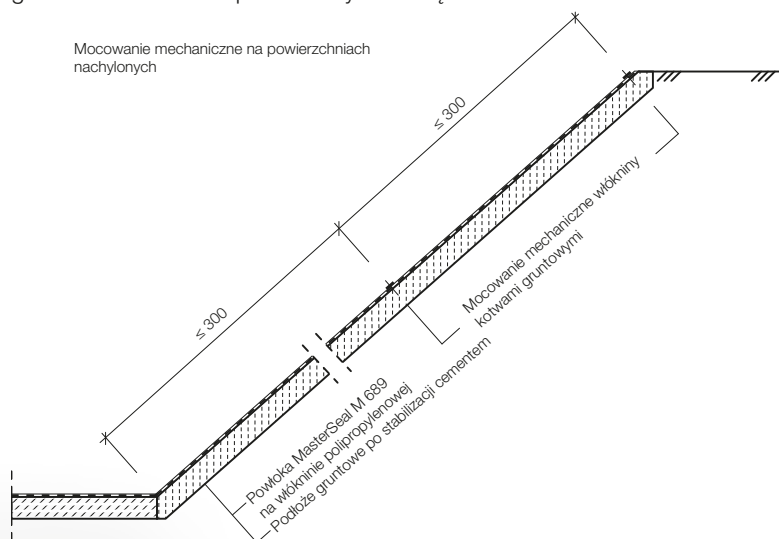
Stabilizacja gruntu:

- Grunt rodzimy należy ustabilizować za pomocą cementu w grubości warstw ok. 10–20 cm powierzchni poziomej i od 20 do 30 cm na powierzchniach skośnych – im większy spadek, tym większa grubość.
- Stabilizacja gruntu cementem polega na wymieszaniu i zagęszczeniu warstwy gruntu z odpowiednią ilością cementu i wody.

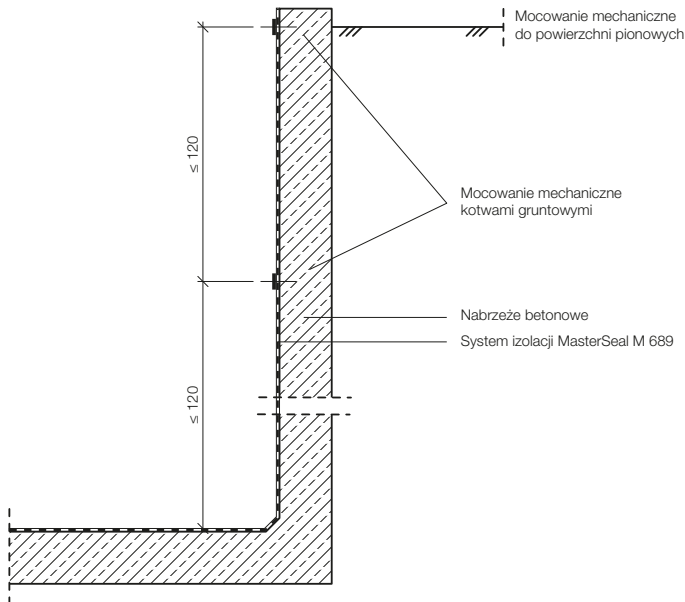
- Ilość dodawanego cementu niezbędna do uzyskania odpowiednich właściwości podłoża zależy od uziarnienia gruntu i jego porowatości, lecz jego ilość nie powinna przekraczać 4–6% w stosunku do masy suchego gruntu.
- Wymieszanie cementu z gruntem można wykonać za pomocą glebogryzarki lub frezarek gruntowych używanych do stabilizowania gruntu przy budowie dróg.
- Usunięcie wydobytych na powierzchnię kamieni i innych twardych i kanciastych przedmiotów podczas mieszania gruntu z cementem przez bronowanie.
- Kontrola wzrokowa jakości oczyszczenia powierzchni wykopu przez przejście ludzi w odstępie nie większym niż 3 m i ręczne pozбиieranie przedmiotów mogących stwarzać zagrożenie przecięcia lub przebicia izolacji.
- Zagęszczanie gruntu zmieszanego z cementem przez wałowanie.
- Pielęgnacja wymieszanego gruntu z cementem przez polewanie wodą.

Ułożenie i mocowanie włókniny polipropylenowej:

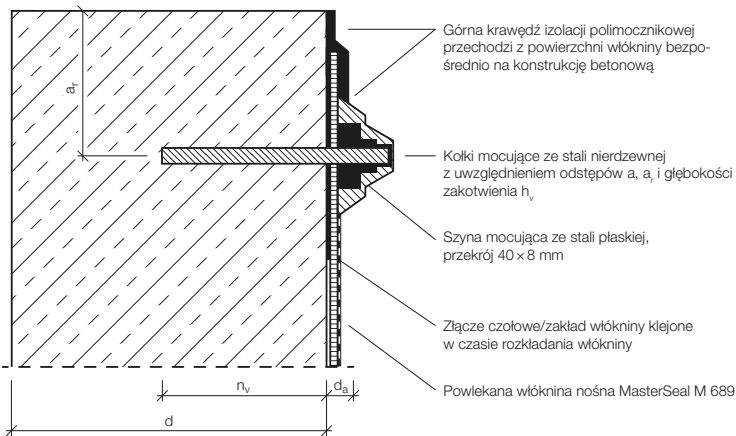
- Ze względu na właściwość absorpcji wilgoci przez włókninę z atmosfery należy rozkładać na gruncie maksymalnie taką jej dużą powierzchnię, aby w maksymalnym przedziale czasu 24 godziny pokryć ją w całości powłoką polimocznikową.
- Pasy włókniny należy układać bez naprężeń, z minimalnym zakładem 10 cm.
- Spód włókniny w obszarze zakładów (spoin czołowych) na całej szerokości 10 cm należy pokryć materiałem jednokomponentowym [MasterSeal NP 474](#).
- Wierzch włókniny w obszarze zakładów (spoin czołowych) po złożeniu z klejem [MasterSeal NP 474](#) docisnąć wałkiem metalowym lub ze sztucznego tworzywa.
- Aby zapobiec zsuwaniu się oraz marszczeniu na powierzchniach pionowych i nachylonych, pasy włókniny należy mocować przez gruntowe kotwy mechaniczne.
- Pasy włókniny na powierzchniach skośnych należy układać w kierunku spadku, zgodnie z kierunkiem nachylenia zbocza z góry do dołu.
- Przy powierzchniach skośnych, gdy pasy włókniny są układane w kierunku spadku, odcinkowa odległość linii kołkowania powinna być nie większa niż 3 m.



- W przypadku pionowych powierzchni brzegowych, które zaleca się wykonywać (ze względu na siłę naporu gruntu) w formie betonowych ścian oporowych, należy zagęścić kotwienie mechaniczne do rozstawu 120 cm.



- Wzdłuż poziomej linii górnej krawędzi mocowania mechanicznego włókniny należy stosować dociskowe listwy z płaskowników stalowych (40×8 mm) usytuowanych w kierunku poprzecznym do nachylenia zbocza i analogicznie poziomo na powierzchni pionowej.



a – osiowy odstęp między kołkami maks. 100 cm

a_v – odstęp między krawędzią górną = $\frac{1}{2} d$

h_v – głębokość zakotwienia = $\frac{1}{2} d$

d – min. grubość elementów konstrukcyjnych

d_s – grubość elementów dodatkowych

h_s – wys. wyłożenia, przy $h_s > 1,20$ m przyporządkować liniowe mocowanie pośrednie bez listwy dociskowej,

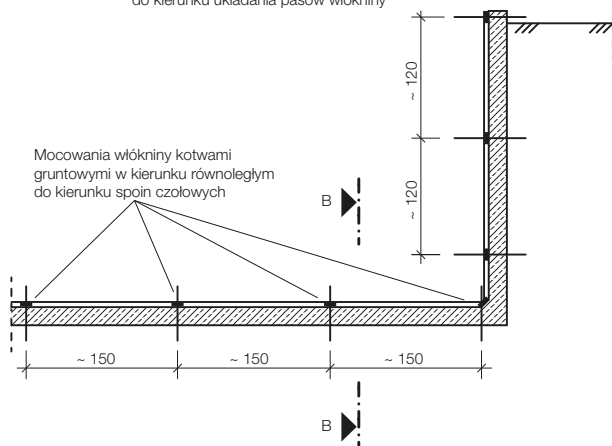
a w zamian z okrągłymi płaskimi podkładkami o zewnętrznej średnicy 5 cm. Mocowanie to należy sytuować

w sklejonych połączeniach czołowych/zakładach włókniny

- Do mocowania dociskowych płaskowników powinny być stosowane kołki mocujące ze stali nierdzewnej.
- Przed zamontowaniem górnej krawędzi włókniny na ścianach przez kotwienie szyną dociskową ze stali płaskiej należy całą koronę tej ściany z wywinięciem na zewnętrzną powierzchnię tej ściany na wymiar równy grubości ściany wokół zbiornika (tacy) przygotować mechanicznie przez szlifowanie, w razie konieczności (wysokiej porowatości betonu) wyszpachlować żywicą gruntującą **MasterSeal P 770** z dodatkiem zagęstnika **MasterTop Tix 9** i następnego dnia szczelnie zagruntować, rozkładając za pomocą wałka dodatkową ilość żywicy **MasterSeal P 770**.

- Całą powierzchnię włókniny wystającą powyżej górnej szyny dociskowej przykleić za pomocą kleju MasterSeal NP 474 do powierzchni ściany. Istotne jest, aby w tych miejscach zwrócić szczególną uwagę na prawidłowy docisk włókniny do ściany posmarowanej klejem, by w efekcie na całej powierzchni przylegała do betonu.
- Przy nanoszeniu powłoki polimocznikowej na tak przygotowaną konstrukcję należy zadbać, aby natrysk powłoki przechodził w sposób ciągły z powierzchni włókniny na powierzchnię betonu, okalając całą koronę ścian i zachodząc w dół na zewnętrzną powierzchnię minimum na wymiar równy połowie grubości tej ściany.
- Włókninę ułożoną na poziomej powierzchni dna zbiornika retencyjnego/hodowlanego przed wykonaniem natrysku polimocznika należy również przymocować do podłoża za pomocą kotwów gruntowych w regularnej siatce 150 × 150 cm, zabezpieczając ją przed przemieszczaniem w trakcie natrysku. Należy mieć jednak na uwadze, że włóknina nie powinna być naprężona, gdyż podczas aplikacji materiału polimocznikowego jego wysoka temperatura może powodować skurcz włókniny i samoczynnie ulegnie ona naprężeniu.

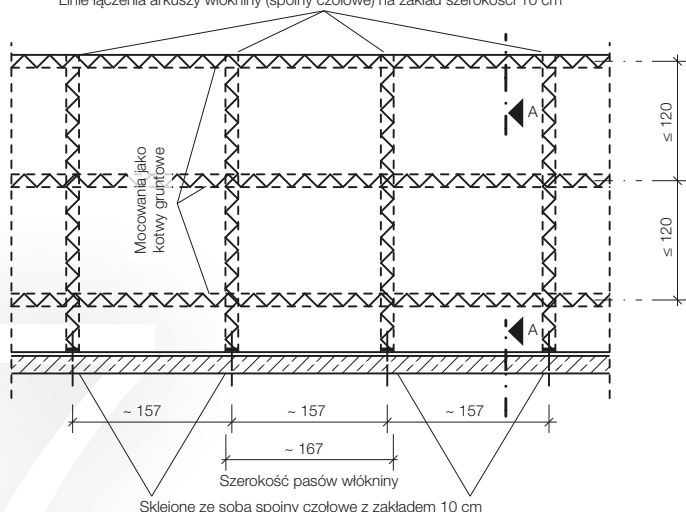
Przekrój A-A: Schemat mocowania włókniny poprzecznie do kierunku układania pasów włókniny



- Kotwy należy wykonywać w siatce przez zakłady spoin czołowych włókniny.

Przekrój B-B: Schemat mocowania włókniny w siatce krzyżowania się spoin czołowych i prostopadłych linii kotwów w rozstawie od 120 do 150 cm

Linie łączenia arkuszy włókniny (spoiny czołowe) na zakład szerokości 10 cm



- Powłokę izolacji po natrysku w obrębie kotew należy docisnąć do podłoża za pomocą okrągłej stalowej podkładki o średnicy 10 cm nałożonej na kotew i dociśnięcie jej dwoma nakrętkami skontrolowanymi wzajemnie.
- Po zaciśnięciu (skontrolowaniu) nakrętek należy odciąć szlifierką kątową gwintowaną kotew tuż ponad górną nakrętką i za pomocą przecinaka przyłożonego prostopadłe do stalowej kotwy, uderzając w niego ciężkim młotkiem, uniemożliwić odkręcenie nakrętki przez zniekształcenie gwintu.
- Każdy detal kotwy gruntowej należy ponownie pokryć warstwą powłoki polimocznikowej punktowo, łącząc ją wokół kotwy z wcześniej wykonaną powłoką izolacji w tym samym dniu, w którym została wykonana główna powłoka tej izolacji polimocznikowej.

Uszczelnienie przejść rurowych przez ściany:

- Zewnętrzną ściankę rury stalowej (w przypadku rury wychodzącej ze ściany lub skarpy nabrzeża zbiornika) wyczyścić mechanicznie obrotową szczotką drucianą na długości ok. 60 cm do stanu Sa 2½.
- Wyczyszczoną powierzchnię stalową zagruntować dwukrotnie epoksydowym gruntem z inhibitorem korozji [MasterSeal P 681](#), drugą warstwę należy zasypać piaskiem kwarcowym gr. 0,2–0,5 mm.
- Układaną pasami włókninę wywinąć na powierzchnię zagruntowanej rury i przymocować ją obejmą ze stali nierdzewnej, zaciskając ją na włókninie wokół zagruntowanej rury.
- Zagruntowaną powierzchnię pokryć powłoką polimocznikową [MasterSeal M 689](#) wraz z włókniną i zaciśniętą obejmą, wyciągając natryskiem ciągly płaszcz izolacji z rury na płaszczyznę włókniny przechodzącą na powierzchnię stabilizowanego podłoża gruntowego.

Natrysk powłoki polimocznikowej [MasterSeal M 689](#)

- Natrysk powłoki polimocznikowej [MasterSeal M 689](#) przy zachowaniu warunków:
 - optymalna temperatura otoczenia podczas natrysku 5–35°C,
 - temperatura składników przeznaczonych do przetwarzania przez reaktor nie mniejsza niż 25°C, a samo przetwarzanie powinno odbywać się w temperaturze ok. 75°C ustawionej na komputerze reaktora,
 - ciśnienie robocze 180–200 barów,
 - temperatura podłoża min. o 3°C powyżej temperatury punktu rosy,
 - wilgotność względna powietrza nie więcej niż 90%,
 - suche podłoże.

Dodatkowo przed natryskiem należy:

- Ustawić parawany zabezpieczające przed przypadkowym zanieczyszczeniem obiektów sąsiednich.
- Usunąć z otoczenia wszystkie pojazdy i inne obiekty ruchome.
- Natrysk membrany polimocznikowej wykonywany jest bezpośrednio na budowie, bez przerw i połączeń technologicznych.
- Membrana polimocznikowa powstaje w wyniku reakcji chemicznej dwóch płynnych komponentów łączących się bezpośrednio w pistolecie natryskowym. Oba składniki, tj. poliamina oraz poliizocyanian, dostarczane są pneumatycznie do miejsca wbudowania, węzami ciśnieniowymi w osłonie termicznej, na maks. odległość 120 m. Komponenty dostarczane są w beczkach i po wymieszaniu w dyszach pistoletu w stosunku objętościowym 100:100 nanoszone są w postaci sprayu na podłoże.
- Wytwarzanie membrany odbywa się metodą natrysku hydrodynamicznego. Proces natrysku polega na równomiernym nakładaniu wachlarza sprayu na przygotowane wcześniej i zagruntowane podłoże, przy średnim zużyciu 2,5–3,0 kg/m², co daje średnią grubość powłoki 2,5 mm. Membranę nanosi się z odległości ok. 1,00 m w kierunku prostopadłym do podłoża, jest to warunek istotny prawidłowego rozkładu warstwy równomiernej i gładkiej powłoki polimocznikowej na podkładzie.
- Natryskiwany materiał po wymieszaniu w dyszy pistoletu reaguje bardzo szybko – żeluje w ciągu 6 sekund, po 30 sekundach jest dotykowo suchy i odporny na deszcz, a po półgodzinie osiąga gotowość do ruchu pieszczego.

UWAGI

- Wykonując powłoki polimocznikowe na podkładzie z geowłókniny, bezwzględnie należy organizować pracę zespołu w taki sposób, aby cała powierzchnia podłoża, która w danym dniu zostanie wyłożona włókniną, była pokryta warstwą polimocznika. W przeciwnym razie osiadająca rosa może przez noc zawilgoć wełnę, uniemożliwiając następnego dnia natrysk polimocznika.

- W związku ze specyficzną strukturą podłoża z włókniny należy kalkulować nieco większe zużycie polimocznika (2,5–3,0 kg/m²) niż w przypadku aplikacji na podłoże betonowe, a samą aplikację natryskową wykonać w dwóch etapach. W pierwszym etapie natrysku należy zastosować mniejszą średnicę dyszy niż ma to miejsce w przypadku standardowej aplikacji na powierzchnie betonowe, czego celem jest wykonanie cienkiego filmu o gładkiej powierzchni. Zalecenie to jest podyktowane możliwym wystąpieniem zjawiska unoszenia się pojedynczych włókien lub ich grup pod wpływem skurczu w strukturze włókniny. Dlatego po wykonaniu pierwszego natrysku należy skontrolować pokrytą powierzchnię i usunąć przez ścięcie nożem miejscowo uniesione ponad powłokę włókna. Po tym zabiegu można wykonać docelową warstwę natrysku powłoki. Obie warstwy powinny być wykonane w ciągu jednego dnia.
- Prace należy wykonywać i prowadzić odcinkami, pozwalającymi zakończyć je na danym odcinku przed zachodem słońca. Należy uwzględnić usytuowanie w terenie i usytuowanie geograficzne w taki sposób, aby na koniec dnia prowadzić pracę w części, gdzie słońce świeci najdłużej, gdyż w zacienionej części może nastąpić kondensacja pary wodnej. Podobnie rano, prace natryskowe należy zaczynać od części nasłonecznionej, zwykle lepiej osuszonej.
- Podczas natrysku polimocznika włóknina pod wpływem wysokiej temperatury ulega znacznemu skurczowi. Z tego powodu w przypadku obiektów o rozbudowanej geometrii aplikację należy dzielić na dwa etapy. W pierwszym etapie wykonuje się powierzchnię dna, w drugim (nie szybciej niż po 24 godzinach) natrysk na powierzchnie pionowe lub ukośne. Pozwoli to na uniknięcie niekorzystnego efektu od skurczu na podłożu i na ścianach bocznych, którego skutkiem jest „rozprostowanie” powłoki w narożnikach.

Roboty porządkowe:

- Roboty porządkowe należy prowadzić w miarę możliwości na bieżąco – w sposób niekolidujący z harmonogramem i kolejnością prac.
- Odpady powinny być składowane w wyznaczonych miejscach, a następnie wywożone.
- Podczas prowadzenia prac porządkowych należy zwrócić szczególną uwagę na elementy budynku mogące ulec uszkodzeniu (osprzęt instalacyjny, urządzenia techniczne itp.).

Zgłoszenie do odbioru robót:

Zgłoszenie wykonanych prac do odbioru powinno następować:

- Po wykonaniu wodochronnej izolacji natryskowej.
- Po ponownym zamontowaniu zdemontowanych w czasie prac pomostów, drabinek czy konstrukcji wsporczych, jeżeli takowe były.

Po zakończeniu prac porządkowych należy przygotować pisemne zgłoszenie prac do odbioru.

Uwaga:

Wszystkie prace muszą być wykonane przez wyspecjalizowane ekipy, posiadające odpowiednie wysokociśnieniowe agregaty natryskowe. Pracownicy muszą być przeszkoleni pod względem BHP (zaopatrzeni w maski i okulary ochronne, rękawice nieprzemakalne oraz kombinezon z kapturem). Wykonawca powinien posiadać aktualny certyfikat autoryzacji dostawcy technologii i potwierdzający cykliczne szkolenia praktyczne. Ponadto powinien posiadać referencje wykonanych dotychczas prac w danej technologii w ilości min. 10 tys. m².

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.26.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (wykop gruntowy do hodowli ryb)-MasterSeal M 689, geowłóknina	PDF DWG
7.26.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (wykop gruntowy do hodowli ryb)-MasterSeal M 689, geowłóknina – mocowanie	PDF DWG
7.26.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (wykop gruntowy do hodowli ryb)-MasterSeal M 689, geowłóknina – wał	PDF DWG
7.26.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (wykop gruntowy do hodowli ryb)-MasterSeal M 689, geowłóknina – rura stalowa	PDF DWG
7.26.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (wykop gruntowy do hodowli ryb)-MasterSeal M 689, geowłóknina – rura PCV	PDF DWG

7.27. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej powłoki wodoszczelnej wewnątrz zbiornika do hodowli ryb na włókninie ułożonej w wykopie gruntowym

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco polimocznikowej wewnętrznej izolacji wodoszczelnej zbiornika stawu hodowlanego w formie wykopu w gruncie.

Celem prac jest wykonanie wodoszczelnej powłoki polimocznikowej wewnątrz stawu hodowlanego w formie wykopu w gruncie wyłożonym włókniną techniczną.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie dna i ścian zbiornika stawu hodowlanego w formie wykopu w gruncie po wyłożeniu go połączoną i przymocowaną włókniną eliminuje wszystkie nieszczelności zbiornika, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną i szczelną powłokę izolacji zbiornika, która zabezpiecza przed utratą wody przez przepuszczalność gruntu.

Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne lub włókninę polipropylenową.

Ze względu na natryskowy sposób aplikacji powłoka może być wykonana w zbiorniku o dowolnym kształcie wraz z urządzeniami towarzyszącymi. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody słodkiej, słonej i kwaśnej. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwia kompensację naprężeń występujących w obrębie zbiornika w wyniku osiadania czy wypierania gruntu. Izolacja ta nie rozkłada się i nie zmienia (nie traci) parametrów technicznych (właściwości użytkowych), jest odporna na cykle zamarzania i rozmrażania.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.26.2.3.

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.27.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (wykop gruntowy do hodowli ryb)-MasterSeal M 689, geowłóknina	PDF DWG
7.27.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (wykop gruntowy do hodowli ryb)-MasterSeal M 689, geowłóknina – mocowanie	PDF DWG
7.27.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (wykop gruntowy do hodowli ryb)-MasterSeal M 689, geowłóknina – wał	PDF DWG
7.27.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (wykop gruntowy do hodowli ryb)-MasterSeal M 689, geowłóknina – rura stalowa	PDF DWG
7.27.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (wykop gruntowy do hodowli ryb)-MasterSeal M 689, geowłóknina – rura PCV	PDF DWG

7.28.A. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej jezdnej, wodoszczelnej powłoki antypoślizgowej na betonowej płycie dennej parkingu wielostanowiskowego

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco wodoszczelnej polimocznikowej nawierzchni-izolacji na betonowej płycie dennej parkingu wielostanowiskowego.

Celem prac jest wykonanie wodoszczelnej posadzki polimocznikowej na powierzchni betonowej płyty dennej parkingu wielostanowiskowego.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnię płyty parkingowej eliminuje wszystkie nieszczelności stropu, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza nawierzchnio-izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia posadzki ze ścianami lub słupami. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną i szczelną powłokę izolacji płyty parkingowej, która zabezpiecza ją całkowicie przed oddziaływaniem środowiska według klasy ekspozycji środowiskowej XD3, tj. korozji chlorkowej przez działanie soli odladzających. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych.

Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne.

Powłokę, dzięki natryskowej technice aplikacji, można wykonać bez względu na kształt płyty parkingowej wraz z różnymi detalami. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody, soli i substancji chemicznych ropopochodnych. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwia kompensację naprężeń występujących na konstrukcji płyty parkingowej w wyniku rozszerzalności termicznej i przesklepianie rys powstających w podłożu od obciążeń statycznych i dynamicznych. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania i rozmrażania.

■ 7.28.A.1. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej

Niniejsza Specyfikacja Techniczna dla Przedmiotowego Obiektu jest stosowana jako dokument wykonawczy przy zaleceniu, wykonaniu i odbiorze robót wymienionych w punkcie 7.28.2.3. Wymagania Specyfikacji Technicznej należy rozumieć i stosować w powiązaniu z niżej wymienionymi szczegółowymi specyfikacjami technicznymi. W ogólny zakres Specyfikacji Technicznej wchodzi następujące czynności:

- Oczyszczenie miejsca prac.
- Demontaż odbojów, oznakowań i progów zwalniających.
- Przygotowanie podłoża pod powłokę polimocznikową.
- Stabilizacja klawiszujących płyt betonowych.
- Iniekcje rys płyty parkingowej.
- Naprawy konstrukcji żelbetowej.
- Zatrzymanie procesu występującej korozji chlorkowej.
- Zabezpieczenie dylatacji konstrukcyjnych w płycie parkingowej stykającej się z gruntem przed podciąganiem wody od gruntu.
- Wypełnienie dylatacji skurczowych i zabezpieczenie ich przed podciąganiem wody płyty parkingowej stykającej się z gruntem.
- Uszczelnienie odwodnień punktowych.
- Uszczelnienie odwodnień liniowych.

- Uszczelnienie przejść instalacyjnych (spusty rurowe itp.) przez strop parkingu.
- Wykonanie wyoblen (zaokrąglenie) narożników poziomych między powierzchnią posadzki a ścianami lub słupami.
- Wykonanie antypoślizgowej powłoki polimocznikowej.
- Naprawy dolnej konstrukcji żelbetowego stropu nad kondygnacją parkingową.
- Zabezpieczenie dolnej konstrukcji żelbetowego stropu nad kondygnacją parkingową przed karbonatyzacją.

■ 7.28.A.2. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru prac natryskowych przy aplikacji antypoślizgowej powłoki polimocznikowej jako wodoszczelnej i chemoodpornej nawierzchnio-izolacji jezdnej na płycie dennej parkingu wielostanowiskowego wraz z pracami przygotowawczymi:

Przygotowanie i oczyszczenie podłoża:

- Oczyszczenie obszaru prac z cieczy i luźnych ciał stałych pochodzących z eksploatacji lub naturalnych naleciałości.
- Demontaż wszelkich elementów stalowych, jak wsporniki, schody, balustrady i oznakowania, odboje, progi zwalniające itd. Jeżeli zaistnieje taka konieczność, to powyższe elementy należy: oczyścić, zabezpieczyć antykorozyjnie i pomalować.
- Przygotowanie podłoża betonowego przez śrutowanie, a trudno dostępne miejsca w narożnikach między ścianami i między posadzką i ścianami/słupami przez szlifowanie ręczną szlifierką z tarczą diamentową.
- Po przygotowaniu podłoża należy zbadać jego wytrzymałość na rozciąganie (odrywanie) metodą „Pull Off”, które zgodnie z normą EN PN 1504-2 na powierzchniach betonowych obciążonych mechanicznie dla powłok elastycznych jest określone jako $\geq 1,5$ MPa.

Ustabilizowanie klawiszujących płyt nadbetonu:

- Klawiszujące płyty nadbetonu z powodu uniesienia w strefie dylatacji należy ustabilizować przez (podbicie) iniekcją ciśnieniową mineralnym materiałem na bazie mikrocementów, np. [MasterRoc MP 650](#).

Naprawy konstrukcji betonowej płyty parkingowej:

- Wokół wszystkich ubytków i miejsc wymagających odtworzenia substancji konstrukcji żelbetowej płyty parkingowej obrysować proste figury geometryczne, obejmujące całe te pola, w kształcie kwadratu, prostokąta lub trapezu.
- Wykonać nacięcia o minimalnej głębokości 10 mm wzdłuż wcześniej wykonanych obrysów.
- Z pól przeznaczonych do napraw usunąć powierzchniowo beton na minimalną głębokość 10 mm.
- Usunąć beton pod odkrytymi prętami zbrojeniowymi, pogłębiając wykucie w miejscu ich występowania, aby zapewnić prześwit pomiędzy powierzchnią betonu a prętami wielkości ok. 20 mm, co odpowiada sześciokrotnej wielkości kruszywa w zaprawie naprawczej klasy R4.
- Oczyszczyć pręty zbrojenia z rdzy; przygotowanie zgodnie z wymaganiami klasy Sa 2½.
- Zabezpieczyć pręty zbrojeniowe przed rdzewieniem przez dwukrotne naniesienie gruntu szcpego z funkcją inhibitora korozji [MasterEmaco P 5000 AP](#); aplikacja za pomocą pędzla.
- Namoczyć naprawianą powierzchnię do stanu trwale matowo-wilgotnego (stan, kiedy struktura betonu jest nasycona i nie „wchłania” już wody).
- Tak przygotowane miejsca ubytków uzupełnić rozplynną zaprawą naprawczą klasy R4, stosując materiał [MasterEmaco T 1200 PG](#) na powierzchniach poziomych i [MasterEmaco T 1110 Tix](#) na powierzchniach nachylonych (w spadku).
- Wygładzić powierzchnie naprawianych miejsc.

Zatrzymanie procesu występującej korozji chlorkowej:

- Na powierzchnię z zauważalnymi rdzawymi wykwitami na powierzchni płyty parkingowej powstałymi w wyniku korozji chlorkowej należy zastosować środek, który spowoduje oddziaływanie:
 - ochronę przed jonami chlorkowymi,
 - wzrost oporu elektrycznego,
 - wzmocnienie warstwy pasywacyjnej otuliny betonu na powierzchni stali,
 - powstrzymanie reakcji katodowych i anodowych.

- W tym celu należy zastosować jednoskładnikowy, organofunkcjonalny inhibitor korozji na bazie silanu [MasterProtect 8500 CL](#). Produkt ten aplikowany jest za pomocą rozpylacza niskociśnieniowego w dwóch warstwach po 300 ml/m² na każdą warstwę i całkowicie wnika w strukturę betonu, nie powodując przy tym żadnych przeszkód przed aplikacją powłok z żywic reaktywnych, nie pogarszając ich przyczepności do zabezpieczonego podłoża betonowego.

Iniekcje rys:

- Rysy (z przesiąkaniem wody) znajdujące się w strefie parkingu zlokalizowanego na płycie fundamentowej poniżej poziomu wód gruntowych wypełnić przez iniekcję ciśnieniową materiałem do iniekcji kurtynowych [MasterInject 1325](#), która w stanie utwardzonym może wielokrotnie pęcznieć na skutek adsorpcji wody, przy czym woda jest wiązana przez składnik wyrobu iniekcyjnego. Stosowana jest do iniekcji betonu i konstrukcji murowanych pod niskim ciśnieniem w celu trwałego uszczelnienia rys (o doskonałej wytrzymałości na wydłużenie) oraz do iniekcji kurtynowej.
- Do montowania pakerów i zasklepiania powierzchniowego rys przed rozpoczęciem wstrzykiwania iniektu należy zastosować produkt [MasterFlow 920 AN](#).
- Rysy w płytach kondygnacji na gruncie suchym, bez ryzyka podciągania wody od gruntu, wypełnić przez iniekcję ciśnieniową materiałem iniekcyjnym kategorii D [MasterInject 1330](#) – dwuskładnikowa, elastyczna żywica iniekcyjna o niskiej lepkości na bazie poliuretanu, która zapewnia konstrukcji elastyczność podczas postępujących w niej dalszych odkształceń, tworząca wodoszczelne i elastyczne połączenie.

Zabezpieczenie dylatacji konstrukcyjnych w płycie parkingowej bezpośrednio stykającej się z gruntem przed podciąganiem/przenikaniem wody od gruntu:

- Usunąć istniejące profile dylatacyjne i pozostałości po naklejanych taśmach zabezpieczających.
- Wyrównać powierzchnię betonu wzdłuż dylatacji przez szlifowanie na szerokość ok. 30 cm osiowo, dostosowując wzdłużne przegłębienie w powierzchni betonu do szerokości i głębokości zgodnie z wymiarami przewidzianych do montażu profili dylatacyjnych, ewentualne ubytki uzupełnić i wygładzić zaprawą naprawczą klasy R4 [MasterEmaco T 1200 PG](#) lub [MasterEmaco T 1100 Tix](#).
- Usunąć wypełnienie z wnętrza dylatacji na głębokość 10 cm.
- W razie miejscowego napływania wody z dylatacji zatamować aktywny przeciek szybko wiążącym i pęczniącym materiałem [MasterSeal 590](#), lub przez iniekcję ciśnieniową materiałem do iniekcji kurtynowych [MasterInject 1325](#).
- Wcisnąć w głąb dylatacji wałek z pianki polietylenowej (sznur dylatacyjny) [MasterSeal 920](#).
- Wypełnić całą szerokość bruzdy dylatacyjnej na 3 cm jej głębokości pęczniącym pod wpływem wilgoci jednokomponentowym prepolimerem [MasterSeal 912](#).
- Zablockowanie pęczniącego prepolimeru drugim sznurem dylatacyjnym [MasterSeal 920](#) celem umożliwienia ukierunkowanego rozprężania pęczniącego prepolimeru.
- Wypełnienie pozostałej głębokości szczeliny jednokomponentowym kitem dylatacyjnym na bazie poliuretanu [MasterSeal NP 474](#) do wysokości ok. 3 cm poniżej górnej krawędzi betonu.
- Naklejenie wzdłuż osi dylatacji taśm uszczelniających [MasterSeal 930/933](#) szerokości 20 cm i grubości 1 mm, pozostawiając w szerokości szczeliny dylatacyjnej nadmiar taśmy w formie omegi wklęsłej.
- Zamontować profile dylatacyjne zgodnie z instrukcją dostawcy.

Wypełnienie dylatacji skurczowych i zabezpieczenie przed podciąganiem wody w płycie parkingowej bezpośrednio stykającej się z gruntem:

- Dylatację skurczową podciągającą wilgoć od spodu należy wyczyścić w pełnej szerokości i na głębokość ok. 5 cm, zablockować przez włożenie w bruzdę sznura dylatacyjnego [MasterSeal 920](#) z pianki polietylenowej, wtłoczenie pęczniącego pod wpływem wilgoci jednokomponentowego prepolimeru [MasterSeal 912](#) w postaci pasty na głębokość szczeliny ok. 2 cm.
- Zablockować drugim sznurem dylatacyjnym [MasterSeal 920](#) celem umożliwienia ukierunkowanego rozprężania pęczniącego prepolimeru i pozostałą przestrzeń bruzdy wypełnić jednokomponentowym kitem do dylatacji [MasterSeal NP 474](#) w proporcjach wymiarów szerokości do głębokości ok. 10:6.
- W razie miejscowego napływania wody z dylatacji podczas prowadzenia prac zatamować aktywny przeciek przez iniekcję ciśnieniową poliuretanową żywicą do iniekcji [MasterInject 1325](#).

Uszczelnienie przejść rurowych i innych instalacji przez płytę betonową na gruncie:

- Usunąć ewentualne dotychczasowe zabezpieczenia.

- Wyrównać przez szlifowanie betonową powierzchnię płyty parkingowej wokół rury.
- Ewentualne ubytki uzupełnić i wygładzić zaprawą naprawczą klasy R4 [MasterEmaco T 1200 PG](#) lub [MasterEmaco T 1100 Tix](#).
- Wyczyścić powierzchnię rury przez szlifowanie na wysokość 10–15 cm.
- Wykuć bruzdę w betonie wokół rur na szerokość ok. 3 cm i głębokość ok. 8 cm.
- Zagruntować powierzchnię betonu zgodnie z opisem w akapicie poniżej (**Gruntowanie powierzchni przed aplikacją powłoki polimocznikowej**).
- Wyczyszczoną powierzchnię rury ze stali czarnej pokryć materiałem gruntującym z inhibitorem korozji [MasterSeal P 681](#) (dwukrotnie z zasypem drugiej warstwy gruntu piaskiem kwarcowym), rury ze stali nierdzewnej lub ocynkowanej materiałem [MasterSeal P 684](#), a rury powlekaną, malowaną proszkowo lub z PCV materiałem [MasterSeal P 691](#) (przy stosowaniu poszczególnych żywic gruntujących należy przestrzegać okresów czasowych pomiędzy nakładaniem kolejnych warstw zgodnie z danymi w instrukcjach stosowania tych preparatów).
- Wyczyścić i odkurzyć wykonaną w betonie bruzdę wokół rury.
- Wtłoczyć w bruzdę materiał jednokomponentowy prepolimer pęczniejący w kontakcie z wilgocią [MasterSeal 912](#), wypełniając ok. 3 cm głębokości bruzdy.
- Zablokowanie pęczniejącego prepolimeru sznurem dylatacyjnym z pianki polietylenowej [MasterSeal 920](#) celem umożliwienia ukierunkowanego rozprężania pęczniejącego prepolimeru.
- Wypełnienie pozostałej głębokości szczeliny jednokomponentowym kitem dylatacyjnym na bazie poliuretanu [MasterSeal NP 474](#) wraz z uformowaniem fasetki wokół rury o promieniu wyoblenia 2–3 cm.
- Zabezpieczyć przed zabrudzeniem odcinek rury powyżej powierzchni przeznaczonej do pokrycia powłoką polimocznikową.
- Podczas wykonywania natrysku nawierzchni polimocznikowej na powierzchni płyty parkingowej wywinąć ciągły płaszcz powłoki na rurę do zagruntowanej wysokości.

Uszczelnienie odwodnień punktowych:

- Wpusty odwodnienia punktowego wykonane z żeliwa z masywnym rusztem powinny zostać pokryte powłoką polimocznikową w formie ciągłego płaszcza izolacji przechodzącego z powierzchni posadzki poprzez kielich wpustu, aż do samej rury spustowej.
- Po wyjęciu rusztu należy wyczyścić szczotką drucianą żeliwną obudowę i wnętrze wpustu.
- Wyczyszczoną powierzchnię żeliwa lub stali czarnej pokryć materiałem gruntującym z inhibitorem korozji [MasterSeal P 681](#) (dwukrotnie z zasypem drugiej warstwy gruntu piaskiem kwarcowym frakcji 0,3–0,8 mm).
- Wokół wpustu, na połączeniu z płytą betonową naciąć bruzdę szerokości ok. 4 mm i głębokości 5–6 mm, włożyć w nią wałek z pianki polietylenowej [MasterSeal 920](#) i wypełnić ją trwale elastycznym materiałem do wypełniania dylatacji [MasterSeal NP 474](#) w proporcjach wymiarów szerokości do głębokości ok. 10:6.
- Tak przygotowany wpust pokryć powłoką polimocznikową przy układaniu głównej warstwy nawierzchni parkingowej metodą natryskową.
- Przy wpustach wykonanych z tworzyw sztucznych pokrywy wpustów są ściśle dopasowane do kielicha i nie ma możliwości nałożenia na nią powłoki polimocznikowej we wnętrzu kielicha wpustu.
- W takim przypadku należy powłokę polimocznikową wykonać jako ciągłą od powierzchni posadzki przez kołnierz wpustu, aż do krawędzi pokrywy wpustu.
- Gdy nie ma możliwości wykonania zakładu powłoki polimocznikowej z uwagi na brak poziomej płaszczyzny kołnierza wpustu należy wpusty wymienić na systemowe wpusty parkingowe, np. firmy Kessel.
- Osadzając wymieniane wpusty, należy je zakotwić za pomocą precyzyjnej trójskładnikowej, epoksydowej zaprawy do podlewania [MasterFlow 648](#).
- Powierzchnię poziomą kołnierza wpustu przygotować przez szlifowanie i zagruntować preparatem [MasterSeal P 691](#).
- Tak przygotowany wpust pokryć powłoką polimocznikową podczas układania głównej warstwy nawierzchni metodą natryskową.

Uszczelnienie odwodnień liniowych:

- Należy wyciąć i usunąć pas nadbetonu osiowo względem montowanego odwodnienia liniowego o szerokości 30 cm.

- Pasy o szerokości 15 cm powierzchni posadzki betonowej po obu stronach wyciętego betonu wyszlifować na grubość 2–3 mm.
- Tak przygotowaną powierzchnię betonu zagruntować żywicą epoksydową [MasterTop P 622](#).
- Doszczelnić styk połączenia warstwy nadbetonu z konstrukcyjną płytą żelbetową stropu lub w przypadku stropu docieplonego całą strefę styroduru pod warstwą nadbetonu jednokomponentowym kitem dylatacyjnym [MasterSeal NP 474](#).
- Zabezpieczyć pasy posadzki betonowej bezpośrednio przylegające do zagruntowanej powierzchni o szerokości 3 m wzdłuż i po obu stronach planowanego usytuowania koryt odwodnienia liniowego.
- Całą zagruntowaną powierzchnię utworzonego koryta w betonie (poziome i pionowe płaszczyzny) pokryć przez natrysk powłoką polimocznikową do uzyskania pełnej ciągłości i szczelności izolacji.
- W uszczelnionym kanale osadzić i wypoziomować koryta odwodnienia liniowego na szybko wiążącym materiale mineralnym do osadzania krawężników i ramek włazów do studzienek [MasterEmaco T 1100 Tix](#).
- Na obu zaizolowanych pionowych płaszczyznach kanału z osadzonym odwodnieniem liniowym przy mocować za pomocą przylepnej taśmy dwustronnej piankową wkładkę do dylatacji obwodowych grubości 5 mm na pełną wysokość kanału.
- Wypełnić kanały z osadzonymi i wypoziomowanymi korytami odwodnienia liniowego precyzyjną, niekurczliwą, trzykomponentową płynną zaprawą epoksydową do podlewek [MasterFlow 648](#) do wyrównania poziomu z górną krawędzią powierzchni posadzki betonowej.
- Z wytworzonych dylatacji po obu stronach odwodnienia liniowego usunąć piankę dylatacyjną na głębokość ok. 10 mm.
- W szczeliny włożyć wałek z pianki polietylenowej [MasterSeal 920](#) i wypełnić jednokomponentowym trwale elastycznym materiałem poliuretanowym [MasterSeal NP 474](#) ich górną część.
- Powstałe w ten sposób pasy posadzki betonowej pokrytej polimocznikiem po obu stronach odwodnienia należy oczyścić przez szlifowanie i zagruntować preparatem [MasterSeal P 691](#).
- Stwardniałą powierzchnię zaprawy do podlewek [MasterFlow 648](#) wokół odwodnienia przeszlifować i zagruntować żywicą epoksydową [MasterTop P 622](#) i zasypać piaskiem kwarcowym frakcji 0,3–0,8 mm.
- Na tak przygotowane podłoże nanieść natryskiem nawierzchnię polimocznikową, wykonując ciągłą powłokę od powierzchni posadzki poprzez dylatacje skurczowe, aż do samej krawędzi koryta odwodnieniowego.

Wykonanie wyoblen (zaokrągleń w narożnikach na styku powierzchni poziomej posadzki i pionowej ścian i słupów):

- Wyrównać przez szlifowanie betonową powierzchnię płyty parkingowej i pasa powierzchni elementów pionowych na wysokość 10–15 cm.
- Ewentualne ubytki uzupełnić i wygładzić zaprawą naprawczą klasy R2 [MasterEmaco N 5100](#) lub [MasterSeal P 385 \(A, B, 2x D\)](#).
- Zagruntować przygotowaną powierzchnię żywicą epoksydową [MasterTop P 622](#),
- W strefie posadzki oddylatowanej od ściany dylatacją obwodową należy wyczyścić szczelinę w pełnej szerokości i na głębokość ok. 5 cm, zablokować przez włożenie w bruzdę sznura dylatacyjnego [MasterSeal 920](#) z pianki polietylenowej, wtłoczenie pęczniącego pod wpływem wilgoci jednokomponentowego prepolimeru [MasterSeal 912](#) w postaci pasty na głębokość szczeliny ok. 2 cm.
- Zablokować drugim sznurem dylatacyjnym [MasterSeal 920](#) celem umożliwienia ukierunkowanego rozprężania pęczniącego prepolimeru i pozostałą przestrzeń bruzdy wypełnić jednokomponentowym kitem do dylatacji [MasterSeal NP 474](#) w proporcjach wymiarów szerokości do głębokości ok. 10:6.
- Na styku powierzchni poziomej i pionowej należy wykonać fasetkę z jednokomponentowego, trwale elastycznego materiału poliuretanowego [MasterSeal NP 474](#) o promieniu wyoblenia ok. 3 cm.
- Zabezpieczyć powierzchnie pionowych elementów przed zabrudzeniem podczas nakładania metodą natryskową powłoki polimocznikowej powyżej wysokości cokołu.
- Podczas wykonywania natrysku nawierzchni polimocznikowej na powierzchni płyty parkingowej wywinąć ciągły płaszcz powłoki poprzez fasetkę na płaszczyzny pionowe do zagruntowanej wysokości.

Gruntowanie powierzchni przed aplikacją powłoki polimocznikowej:

- Powierzchnię betonową należy zagruntować za pomocą żywicy epoksydowej [MasterTop P 622](#). Nakładać w dwóch warstwach w ilości ok. 0,30 kg/m² na każdą warstwę, a następnie zasypać drugą warstwę piaskiem suszonym kwarcowym frakcji 0,3–0,8 mm w ilości ok. 1 kg/m².

Natrysk powłoki polimocznikowej [MasterSeal M 689](#)

- Natrysk powłoki polimocznikowej [MasterSeal M 689](#) należy przeprowadzić przy zachowaniu warunków:

- optymalna temperatura otoczenia podczas natrysku 5–35°C,
- temperatura składników przeznaczonych do przetwarzania przez reaktor nie mniejsza niż 25°C, a samo przetwarzanie powinno odbywać się w temperaturze ok. 75°C ustawionej na komputerze reaktora,
- ciśnienie robocze 180–200 barów,
- temperatura podłoża min. o 3°C powyżej temperatury punktu rosy,
- wilgotność względna powietrza nie więcej niż 90%,
- suche podłoże.

Dodatkowo przed natryskiem należy:

- Ochronić folią wszystkie elementy, które nie będą pokryte polimocznikiem, jak instalacje, stolarkę drzwiową i okienną,
- Ustawić parawany zabezpieczające przed przypadkowym zanieczyszczeniem obiektów sąsiednich (jeżeli prace są prowadzone tylko w jednej strefie czynnego parkingu).
- Membrana polimocznikowa powstaje w wyniku reakcji chemicznej dwóch płynnych komponentów łączących się bezpośrednio w pistolecie natryskowym. Oba składniki, tj. poliamina oraz poliizocyanian, dostarczane są pneumatycznie do miejsca wbudowania, węzami ciśnieniowymi w osłonie termicznej, na maks. odległość 120 m. Komponenty dostarczane są w beczkach i po wymieszaniu w dyszach pistoletu w stosunku objętościowym 100:100 nanoszone są w postaci sprayu na podłoże.
- Wytwarzanie membrany odbywa się metodą natrysku hydrodynamicznego. Proces natrysku polega na równomiernym nakładaniu wachlarza sprayu na przygotowane wcześniej i zagruntowane podłoże, w warstwach grubości ok. 2,5 mm łącznie z „Oversprayem”. Membranę nanosi się z odległości ok. 1 metra w kierunku prostopadłym do podłoża, jest to warunek istotny prawidłowego rozkładu warstwy równomiernej i gładkiej powłoki polimocznikowej na podłożu.
- Bezpośrednio po wystygnięciu wykonanej gładkiej warstwy powłoki na powierzchni betonu należy na tej powierzchni wykonać drugi etap nanoszenia antypoślizgowej powłoki techniką „Over Spray” celem nadania powierzchni odpowiedniej struktury antypoślizgowej. Nową warstwę należy wykonać przy użyciu tego samego materiału polimocznikowego bez żadnych dodatkowych wypełniaczy czy dodatków. Czynność tę należy wykonać w nieprzekraczalnym czasie dwóch godzin od wykonania głównej warstwy powłoki.
- W przypadku przekroczenia tego ograniczonego czasu między nanoszenia kolejnych warstw, należy powierzchnię głównej powłoki polimocznikowej przed natryskiem pokryć gruntem szepnym [MasterSeal P 691](#) celem zwiększenia adhezji pomiędzy warstwami.
- Natryskiwany materiał po wymieszaniu w dyszy pistoletu reaguje bardzo szybko – żeluje w ciągu 6 sekund, po 30 sekundach jest dotykowo suchy i odporny na deszcz, a po półgodzinie osiąga gotowość do ruchu pieszych.
- Po wykonaniu antypoślizgowej nawierzchni z żywicy polimocznikowej [MasterSeal M 689](#) należy ją zabezpieczyć przed zmianą koloru w wyniku promieniowania UV (jeżeli jest to wymagane) materiałem poliasparginowym [MasterSeal TC 681](#), rozkładając go na powierzchni za pomocą miękkiej rakli gumowej w ilości ok. 0,4 kg/m².

Naprawy dolnej konstrukcji żelbetowego stropu nad kondygnacją parkingu i zabezpieczenie przed karbonatyzacją:

- Wokół wszystkich ubytków i miejsc wymagających odtworzenia konstrukcji żelbetowej stropu narysować proste figury geometryczne w kształcie kwadratu, prostokąta lub trapezu, obejmujące całe pola uszkodzonej powierzchni.
- Wykonać nacięcia o minimalnej głębokości 10 mm wzdłuż wykonanych linii obrysów.
- Usunąć powierzchniowo na minimalną głębokość 10 mm beton wewnątrz obrysowanych pól przeznaczonych do napraw.

- Usunąć beton pod odkrytymi prętami zbrojeniowymi, pogłębiając wykucie w miejscu odkrytych prętów, aby zapewnić prześwit pod prętami wielkości ok. 20 mm, co odpowiada sześciokrotnej wielkości kruszywa w zaprawie naprawczej klasy R4.
- Oczyszczyć pręty zbrojenia z rdzy; przygotowanie zgodnie z wymaganiami ISO 8501-1 / ISO 12944-4 klasa Sa 2½.
- Zabezpieczyć pręty zbrojeniowe przed rdzewieniem przez dwukrotne naniesienie gruntu szczepnego z funkcją inhibitora korozji **MasterEmaco P 5000 AP** za pomocą pędzla.
- Namoczyć naprawianą powierzchnię do stanu trwale matowo-wilgotnego (stan, kiedy struktura betonu jest nasycona i nie wchłania już więcej wody).
- Tak przygotowane miejsca ubytków uzupełnić materiałem **MasterEmaco S 5400**, tiksotropową zaprawą naprawczą klasy R4.
- Wygładzić powierzchnię naprawianych miejsc.
- Powierzchnię sufitową nierówną lub porowatą stropu parkingowego wyszpachlować zaprawą do napraw kosmetycznych **MasterEmaco N 5100 FC**.
- Tak naprawioną powierzchnię stropu zabezpieczyć przed karbonatyzacją akrylową – elastyczną powłoką malarską **MasterProtect 330 EL**.

Roboty porządkowe:

- Roboty porządkowe należy prowadzić w miarę na bieżąco – w sposób niekolidujący z harmonogramem i kolejnością prac.
- Odpady powinny być składowane w wyznaczonych miejscach, a następnie wywożone.
- Podczas prowadzenia prac porządkowych należy zwrócić szczególną uwagę na elementy budynku mogące ulec uszkodzeniu (osprzęt instalacyjny, urządzenia, wyposażenie pomieszczeń, zabudowy, stolarka i szyby itp.).

Zgłoszenie do odbioru robót:

Zgłoszenie wykonanych prac do odbioru powinno nastąpić:

- Po wykonaniu wodochronnej izolacji natryskowej.
- Po ponownym zamontowaniu zdemontowanych w czasie prac pomostów, drabinek czy konstrukcji wsporczych.
- Po zakończeniu prac porządkowych.

Należy przygotować pisemne zgłoszenie prac do odbioru.

Uwaga:

Wszystkie prace muszą być wykonane przez wyspecjalizowane i doświadczone ekipy, posiadające odpowiednie, wysokociśnieniowe agregaty natryskowe. Pracownicy muszą być przeszkoleni pod względem BHP, zaopatrzeni w maski i okulary ochronne, rękawice nieprzemakalne oraz kombinizon z kapturem. Wykonawca powinien posiadać aktualny Certyfikat Autoryzacji dostawcy technologii i potwierdzający cykliczne szkolenia praktyczne i wykazać referencje wykonanych dotychczas prac w danej technologii w ilości min. 10 tys. m².

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.28.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , dylatacja konstrukcyjna	PDF DWG
7.28.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , lampa parkingowa	PDF DWG
7.28.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , dylatacja skurczowa – cięta	PDF DWG
7.28.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , wyoblenie przy oddylatowanej posadzce – MasterSeal NP 474	PDF DWG
7.28.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , wyoblenie przy oddylatowanej posadzce – MasterSeal 930/933	PDF DWG
7.28.6 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , wpust parkingowy	PDF DWG
7.28.7 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , ściana attykowa – pod obróbkę	PDF DWG
7.28.8 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , ściana attykowa – na obróbkę	PDF DWG

7.28.B. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej jezdnej, wodoszczelnej powłoki antypoślizgowej na betonowej płycie dennej parkingu wielostanowiskowego w ramach wymiany zużytej posadzki żywicznej

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco wodoszczelnej polimocznikowej nawierzchni-izolacji na betonowej płycie dennej parkingu wielostanowiskowego w ramach wymiany posadzki żywicznej.

Celem prac jest wykonanie wodoszczelnej posadzki polimocznikowej na powierzchni betonowej płyty dennej parkingu wielostanowiskowego.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnię płyty parkingowej eliminuje wszystkie nieszczelności stropu, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza nawierzchnio-izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia posadzki ze ścianami lub słupami. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną i szczelną powłokę izolacji płyty parkingowej, która zabezpiecza ją całkowicie przed oddziaływaniem środowiska według klasy ekspozycji środowiskowej XD3, tj. korozji chlorkowej przez działanie soli odladzających. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych.

Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne.

Powłokę, dzięki natryskowej technice aplikacji, można wykonać bez względu na kształt płyty parkingowej wraz z różnymi detalami. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody, soli i substancji chemicznych ropopochodnych. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwi kompensację naprężeń występujących na konstrukcji płyty parkingowej w wyniku rozszerzalności termicznej i przeskliwanie rys powstających w podłożu od obciążeń statycznych i dynamicznych. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania i rozmarzania.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.28.A.2, uwzględniając różnicę w podpunkcie:

Przygotowanie i oczyszczenie podłoża:

- Oczyszczenie obszaru prac z cieczy i luźnych ciał stałych pochodzących z eksploatacji lub naturalnych naleciałości.
- Demontaż wszelkich elementów stalowych, jak wsporniki, schody, balustrady i oznakowania, odboje, progi zwalniające itd. Jeżeli zaistnieje taka konieczność, to powyższe elementy należy: oczyścić, zabezpieczyć antykorozyjnie i pomalować.
- Przygotowanie podłoża betonowego przez frezowanie, a następnie szlifowanie planetarne, trudno dostępne miejsca w narożnikach między ścianami i między posadzką i ścianami/słupami przez szlifowanie ręczną szlifierką z tarczą diamentową.
- Po przygotowaniu podłoża należy zbadać jego wytrzymałość na rozciąganie (odrywanie) metodą „Pull Off”, które zgodnie z normą EN PN 1504-2 na powierzchniach betonowych obciążonych mechanicznie dla powłok elastycznych jest określone jako $\geq 1,5$ MPa.

Gruntowanie powierzchni przed aplikacją powłoki polimocznikowej:

- Powierzchnię betonową po frezowaniu należy wygładzić, nakładając na nią grunto-szpachlę (szpachlę drapaną) z żywicy epoksydowej [MasterTop P 622](#) zmieszanej z suchym ognio- i kwaso-odpornym piaskiem kwarcowym w stosunku 1:1 w ilości ok. 0,6–0,8 kg szpachli na 1 m² przy użyciu pacy stalowej.

- Wyrównaną powierzchnię zagruntować za pomocą żywicy epoksydowej [MasterTop P 622](#) w ilości ok. 0,30 kg/m² i zasypać świeżo rozłożoną żywicę suszonym piaskiem kwarcowym frakcji 0,3–0,8 mm w ilości ok. 1 kg/m².

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.28.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , dylatacja konstrukcyjna	PDF DWG
7.28.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , lampa parkingowa	PDF DWG
7.28.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , dylatacja skurczowa – cięta	PDF DWG
7.28.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , wyoblenie przy oddylatowanej posadzce – MasterSeal NP 474	PDF DWG
7.28.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , wyoblenie przy oddylatowanej posadzce – MasterSeal 930/933	PDF DWG
7.28.6 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , wpust parkingowy	PDF DWG
7.28.7 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , ściana attykowa – pod obróbkę	PDF DWG
7.28.8 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , ściana attykowa – na obróbkę	PDF DWG

7.28.C. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej jezdnej, wodoszczelnej powłoki antypoślizgowej na betonowej płycie kondygnacji pośredniej parkingu wielostanowiskowego

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco wodoszczelnej polimocznikowej nawierzchni-izolacji na betonowej płycie pośredniej kondygnacji parkingu wielostanowiskowego.

Celem prac jest wykonanie wodoszczelnej posadzki polimocznikowej na powierzchni betonowej płyty pośredniej kondygnacji parkingu wielostanowiskowego.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchni płyty parkingowej eliminuje wszystkie nieszczelności stropu, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza nawierzchnio-izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia posadzki ze ścianami lub słupami, uniemożliwiając wnikanie wody w płytę betonową i przeciekanie na kondygnację poniżej. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną i szczelną powłokę izolacji płyty parkingowej, która zabezpiecza ją całkowicie przed oddziaływaniem środowiska według klasy ekspozycji środowiskowej XD3, tj. korozji chlorkowej przez działanie soli odładzających. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych.

Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne.

Powłokę, dzięki natryskowej technice aplikacji można wykonać bez względu na kształt płyty parkingowej wraz z różnymi detalami. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody, soli i substancji chemicznych ropopochodnych. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwia kompensację naprężeń występujących na konstrukcji płyty parkingowej w wyniku rozszerzalności termicznej i przesklepianie rys powstających w podłożu od obciążeń statycznych i dynamicznych. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania i rozmrażania.

■ 7.28.C.1. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej

Niniejsza Specyfikacja Techniczna dla Przedmiotowego Obiektu jest stosowana jako dokument wykonawczy przy zaleceniu, wykonaniu i odbiorze robót wymienionych w punkcie 2.3. Wymagania Specyfikacji Technicznej należy rozumieć i stosować w powiązaniu z niżej wymienionymi szczegółowymi specyfikacjami technicznymi. W ogólny zakres Specyfikacji Technicznej wchodzić czynności:

- Oczyszczenie miejsca prac.
- Demontaż odbojów, oznakowań i progów zwalniających.
- Przygotowanie podłoża pod powłokę polimocznikową.
- Stabilizacja klawiszujących płyt betonowych.
- Iniekcje rys płyty parkingowej.
- Naprawy konstrukcji żelbetowej.
- Zatrzymanie procesu występującej korozji chlorkowej.
- Zabezpieczenie dylatacji konstrukcyjnych.
- Wypełnienie dylatacji skurczowych.
- Uszczelnienie odwodnień punktowych.
- Uszczelnienie odwodnień liniowych.
- Uszczelnienie przejść instalacyjnych (spusty rurowe itp.) przez strop parkingu.
- Wykonanie wyoblen (zaokrąglenie) narożników poziomych między powierzchnią posadzki a ścianami lub słupami.
- Wykonanie antypoślizgowej powłoki polimocznikowej.
- Naprawy dolnej konstrukcji żelbetowego stropu nad kondygnacją parkingową.
- Zabezpieczenie dolnej konstrukcji żelbetowego stropu nad kondygnacją parkingową przed karbonatyzacją.

■ 7.28.C.2. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru prac natryskowych przy aplikacji antypoślizgowej powłoki polimocznikowej jako wodoszczelnej i chemoodpornej nawierzchnio-izolacji jezdnej na płycie pośredniej kondygnacji parkingu wielostanowiskowego wraz z pracami przygotowawczymi:

Przygotowanie i oczyszczenie podłoża:

- Oczyszczenie obszaru prac z cieczy i luźnych ciał stałych pochodzących z eksploatacji lub naturalnych naleciałości.
- Demontaż wszelkich elementów stalowych, jak wsporniki, schody, balustrady i oznakowania, odboje, progi zwalniające itd. Jeżeli zaistnieje taka konieczność, to powyższe elementy należy: oczyścić, zabezpieczyć antykorozyjnie i pomalować.
- Przygotowanie podłoża betonowego przez śrutowanie, a trudno dostępne miejsca w narożnikach między ścianami i między posadzką i ścianami/słupami przez szlifowanie ręczną szlifierką z tarczą diamentową.
- Po przygotowaniu podłoża należy zbadać jego wytrzymałość na rozciąganie (odrywanie) metodą „Pull Off”, które zgodnie z normą EN PN 1504-2 na powierzchniach betonowych obciążonych mechanicznie dla powłok elastycznych jest określone jako $\geq 1,5$ MPa.

Ustabilizowanie klawiszujących płyt nadbetonu:

- Klawiszujące płyty nadbetonu z powodu uniesienia w strefie dylatacji należy ustabilizować przez (podbicie) iniekcją ciśnieniową mineralnym materiałem na bazie mikrocementów, np. [MasterRoc MP 650](#).

Naprawy konstrukcji betonowe – płyty parkingowej:

- Wokół wszystkich ubytków i miejsc wymagających odtworzenia substancji konstrukcji żelbetowej płyty parkingowej obrysować proste figury geometryczne, obejmujące całe te pola, w kształcie kwadratu, prostokąta lub trapezu.
- Wykonać nacięcia o minimalnej głębokości 10 mm wzdłuż wcześniej wykonanych obrysów.
- Z pól przeznaczonych do napraw usunąć powierzchniowo beton na minimalną głębokość 10 mm.
- Usunąć beton pod odkrytymi prętami zbrojeniowymi, pogłębiając wykucie w miejscu ich występowania, aby zapewnić prześwit pomiędzy powierzchnią betonu a prętami wielkości ok. 20 mm, co odpowiada sześciokrotnej wielkości kruszywa w zaprawie naprawczej klasy R4.

- Oczyszczyć pręty zbrojenia z rdzy; przygotowanie zgodnie z wymaganiami klasy Sa 2½.
- Zabezpieczyć pręty zbrojeniowe przed rdzewieniem przez dwukrotne naniesienie gruntu szcpego z funkcją inhibitora korozji **MasterEmaco P 5000 AP**, aplikacja za pomocą pędzla.
- Namoczyć naprawianą powierzchnię do stanu trwale matowo-wilgotnego (stan, kiedy struktura betonu jest nasycona i nie „wchłania” już wody).
- Tak przygotowane miejsca ubytków uzupełnić rozplywną zaprawą naprawczą klasy R4, stosując materiał **MasterEmaco T 1200 PG** na powierzchniach poziomych i **MasterEmaco T 1110 Tix** na powierzchniach nachylonych (w spadku).
- Wygładzić powierzchnie naprawianych miejsc.

Zatrzymanie procesu występującej korozji chlorkowej:

- Na powierzchnię z zauważalnymi rdzawymi wykwitami na płycie parkingowej powstałymi w wyniku korozji chlorkowej należy zastosować środek, który spowoduje oddziaływanie:
 - ochronę przed jonami chlorkowymi,
 - wzrost oporu elektrycznego,
 - wzmocnienie warstwy pasywacyjnej otuliny betonu na powierzchni stali,
 - powstrzymanie reakcji katodowych i anodowych.
- W tym celu należy zastosować jednoskładnikowy, organofunkcyjny inhibitor korozji na bazie silanu **MasterProtect 8500 CL**. Produkt ten aplikowany jest za pomocą rozpylacza niskociśnieniowego w dwóch warstwach po 300 ml/m² na każdą warstwę i całkowicie wnika w strukturę betonu, nie powodując przy tym żadnych przeszkód przed aplikacją powłok z żywic reaktywnych i nie pogarszając ich przyczepności do zabezpieczonego podłoża betonowego.

Iniekcje rys:

- Do montowania pakerów i zasklepiania powierzchniowego rys przed rozpoczęciem wstrzykiwania iniektu należy zastosować produkt **MasterFlow 920 AN**.
- Rysy w płytach kondygnacji pośredniej wypełnić przez iniekcję ciśnieniową materiałem iniekcyjnym kategorii D **MasterInject 1330** – dwuskładnikowa, elastyczna żywica iniekcyjna o niskiej lepkości na bazie poliuretanu, która zapewnia konstrukcji elastyczność podczas postępujących w niej dalszych odkształceń, tworząca wodoszczelne i elastyczne połączenie.

Zabezpieczenie dylatacji konstrukcyjnych w stropach pośrednich:

- Usunąć istniejące profile dylatacyjne i pozostałości po naklejanych taśmach zabezpieczających.
- Wyrównać powierzchnię betonu wzdłuż dylatacji przez szlifowanie na szerokość ok. 30 cm osiowo, dostosowując wzdłużne przegłębienie w powierzchni betonu do szerokości i głębokości zgodnie z wymiarami przewidzianych do montażu profili dylatacyjnych.
- Ewentualne ubytki uzupełnić i wygładzić zaprawą naprawczą klasy R4 **MasterEmaco T 1200 PG** lub **MasterEmaco T 1100 Tix**.
- Usunąć wypełnienie z wnętrza dylatacji na głębokość 3 cm.
- Naklejenie wzdłuż osi dylatacji taśm uszczelniających **MasterSeal 930/933** szerokości 20 cm i grubości 1 mm, pozostawiając w szerokości szczeliny dylatacyjnej nadmiar taśmy w formie omegi wklęsłej.
- Zamontować zgodnie z instrukcją dostawcy profile dylatacyjne ze stali nierdzewnej i wkładką uszczelniającą ze spawalnego EPDM. Stalowa konstrukcja profilu dylatacyjnego musi posiadać na styku z płaszczyzną posadzki betonowej minimum 20 mm szerokości poziomej płaszczyzny stalowej, umożliwiającej szczelne połączenie powłoki polimocznikowej przechodzącej z płaszczyzny posadzki betonowej na profil dylatacyjny.

Wypełnienie dylatacji skurczowych:

- Dylatację skurczowe należy wyczyścić, zablokować przez włożenie w bruzdę sznura dylatacyjnego **MasterSeal 920** z pianki polietylenowej i pozostałą przestrzeń bruzdy wypełnić jednokomponentowym kitem do dylatacji **MasterSeal NP 474** w proporcjach wymiarów szerokości do głębokości ok. 10:6.

Uszczelnienie przejść rurowych i innych instalacji przez płytę betonową:

- Usunąć ewentualne dotychczasowe zabezpieczenia.
- Wyrównać przez szlifowanie betonową powierzchnię płyty parkingowej wokół rury.
- Ewentualne ubytki uzupełnić i wygładzić zaprawą naprawczą klasy R4 **MasterEmaco T 1200 PG** lub **MasterEmaco T 1100 Tix**.
- Wyczyścić powierzchnię rury przez szlifowanie na wysokość 10–15 cm.

- Zagruntować powierzchnię betonu zgodnie z opisem w akapicie poniżej (**Gruntowanie powierzchni przed aplikacją powłoki polimocznikowej**).
- Wyczyszczoną powierzchnię rury ze stali czarnej pokryć materiałem gruntującym z inhibitorem korozji [MasterSeal P 681](#) (dwukrotnie z zasypem drugiej warstwy gruntu piaskiem kwarcowym), rury ze stali nierdzewnej lub ocynkowanej materiałem [MasterSeal P 684](#), a rury powlekanej, malowanej proszkowo lub z PCV materiałem [MasterSeal P 691](#) (przy stosowaniu poszczególnych żywic gruntujących należy przestrzegać okresów czasowych pomiędzy nakładaniem kolejnych warstw zgodnie z danymi w instrukcjach stosowania tych preparatów).
- Na styku rury z powierzchnią betonu wykonać wokół połączenia fasetkę z jednokomponentowego, trwale elastycznego materiału poliuretanowego [MasterSeal NP 474](#) o promieniu wyoblenia 2–3 cm.
- Zabezpieczyć przed zabrudzeniem odcinek rury powyżej powierzchni przeznaczonej do pokrycia powłoką polimocznikową.
- Podczas wykonywania natrysku nawierzchni polimocznikowej na powierzchni płyty parkingowej wywinąć ciągną płaszcz powłoki na rurę do zagruntowanej wysokości.

Uszczelnienie odwodnień punktowych:

- Wpusty odwodnienia punktowego wykonane z żeliwa z masywnym rusztem powinny zostać pokryte powłoką polimocznikową w formie ciągłego płaszcza izolacji przechodzącego z powierzchni posadzki poprzez kielich wpustu, aż do samej rury spustowej.
- Po wyjęciu rusztu należy wyczyścić szczotką drucianą żeliwną obudowę i wewnątrz wpustu.
- Wyczyszczoną powierzchnię żeliwa lub stali czarnej pokryć materiałem gruntującym z inhibitorem korozji [MasterSeal P 681](#) (dwukrotnie z zasypem drugiej warstwy gruntu piaskiem kwarcowym frakcji 0,3–0,8 mm).
- Wokół wpustu, na połączeniu z płytą betonową naciąć bruzdę szerokości ok. 4 mm i głębokości 5–6 mm, włożyć w nią walek z pianki polietylenowej [MasterSeal 920](#) i wypełnić ją trwale elastycznym materiałem do wypełniania dylatacji [MasterSeal NP 474](#) w proporcjach wymiarów szerokości do głębokości ok. 10:6.
- Tak przygotowany wpust pokryć powłoką polimocznikową przy układaniu głównej warstwy nawierzchni parkingowej metodą natryskową.
- Przy wpustach wykonanych z tworzyw sztucznych pokrywy wpustów są ściśle dopasowane do kielicha i nie ma możliwości nałożenia na nią powłoki polimocznikowej we wnętrzu kielicha wpustu.
- W takim przypadku należy powłokę polimocznikową wykonać jako ciągłą od powierzchni posadzki przez kołnierz wpustu, aż do krawędzi pokrywy wpustu.
- Gdy nie ma możliwości wykonania zakładu powłoki polimocznikowej z uwagi na brak poziomej płaszczyzny kołnierza wpustu, należy wpusty wymienić na systemowe wpusty parkingowe, np. firmy Kessel.
- Osadzając wymieniane wpusty, należy je zakotwić za pomocą precyzyjnej trójskładnikowej, epoksydowej zaprawy do podlewania [MasterFlow 648](#).
- Powierzchnię poziomą kołnierza wpustu przygotować przez szlifowanie i zagruntować preparatem [MasterSeal P 691](#).
- Tak przygotowany wpust pokryć powłoką polimocznikową podczas układania głównej warstwy nawierzchni metodą natryskową.

Uszczelnienie odwodnień liniowych:

- Należy wyciąć i usunąć pas nadbetonu osiowo względem montowanego odwodnienia liniowego o szerokości 30 cm.
- Pasy o szerokości 15 cm powierzchni posadzki betonowej po obu stronach wyciętego betonu wyszlifować na grubość 2–3 mm.
- Tak przygotowaną powierzchnię betonu zagruntować żywicą epoksydową [MasterTop P 622](#), lub [MasterSeal P 770](#).
- Doszczelnić styk połączenia warstwy nadbetonu z konstrukcyjną płytą żelbetową stropu lub w przypadku stropu docieplonego całą strefę styroduru pod warstwą nadbetonu jednokomponentowym kitem dylatacyjnym [MasterSeal NP 474](#).
- Zabezpieczyć pasy posadzki betonowej bezpośrednio przylegające do zagruntowanej powierzchni o szerokości 3 m wzdłuż i po obu stronach planowanego usytuowania koryta odwodnienia liniowego.
- Całą zagruntowaną powierzchnię utworzonego koryta w betonie (poziome i pionowe płaszczyzny) pokryć przez natrysk powłoką polimocznikową do uzyskania pełnej ciągłości i szczelności izolacji.

- W uszczelnionym kanale osadzić i wypoziomować koryta odwodnienia liniowego na szybko wiążącym materiale mineralnym do osadzania krawężników i ramek włazów do studzienek [MasterEmaco T 1100 Tix](#).
- Na obu zaizolowanych pionowych płaszczyznach kanału z osadzonym odwodnieniem liniowym przy mocować za pomocą przylepnej taśmy dwustronnej piankową wkładkę do dylatacji obwodowych grubości 5 mm na pełną wysokość kanału.
- Wypełnić kanały z osadzonymi i wypoziomowanymi korytami odwodnienia liniowego precyzyjną, niekurczliwą, trzykomponentową płynną zaprawą epoksydową do podlewek [MasterFlow 648](#) do wyrównania poziomu z górną krawędzią powierzchni posadzki betonowej.
- Z wytworzonych dylatacji po obu stronach odwodnienia liniowego usunąć piankę dylatacyjną na głębokość ok. 10 mm.
- W szczeliny włożyć wałek z pianki polietylenowej [MasterSeal 920](#) i wypełnić jednokomponentowym trwale elastycznym materiałem poliuretanowym [MasterSeal NP 474](#) ich górną część.
- Powstałe w ten sposób pasy posadzki betonowej pokrytej polimocznikiem po obu stronach odwodnienia należy oczyścić przez szlifowanie i zagruntować preparatem [MasterSeal P 691](#).
- Stwardniałą powierzchnię zaprawy do podlewek [MasterFlow 648](#) wokół odwodnienia przeszlifować i zagruntować żywicą epoksydową [MasterTop P 622](#), lub [MasterSeal P 770](#) i zasypać piaskiem kwarcowym frakcji 0,3–0,8 mm.
- Na tak przygotowane podłoże nanieść natryskiem nawierzchnię polimocznikową, wykonując ciągłą powłokę od powierzchni posadzki poprzez dylatacje skurczowe, aż do samej krawędzi koryta odwodnieniowego.

Wykonanie wyoblen (zaokrągleń w narożnikach na styku powierzchni poziomej posadzki i pionowej ścian i słupów):

- Wyrównać przez szlifowanie betonową powierzchnię płyty parkingowej i pasa powierzchni elementów pionowych na wysokość 10–15 cm.
- Ewentualne ubytki uzupełnić i wygładzić zaprawą naprawczą klasy R2 [MasterEmaco N 5100](#) lub [MasterSeal P 385 \(A, B, 2x D\)](#).
- Zagruntować przygotowaną powierzchnię żywicą epoksydową [MasterTop P 622](#), lub [MasterSeal P 770](#).
- Na styku powierzchni poziomej i pionowej należy wykonać fasetkę z jednokomponentowego, trwale elastycznego materiału poliuretanowego [MasterSeal NP 474](#) o promieniu wyoblenia ok. 3 cm.
- Zabezpieczyć powierzchnie pionowych elementów przed zabrudzeniem podczas nakładania metodą natryskową powłoki polimocznikowej powyżej wysokości cokołu.
- Podczas wykonywania natrysku nawierzchni polimocznikowej na powierzchni płyty parkingowej wywinąć ciągły płaszcz powłoki poprzez fasetkę na płaszczyzny pionowe do zagruntowanej wysokości.

Gruntowanie powierzchni przed aplikacją powłoki polimocznikowej:

- Powierzchnię betonową należy zagruntować za pomocą żywicy epoksydowej [MasterTop P 622](#), lub [MasterSeal P 770](#). Nakładać w dwóch warstwach w ilości ok. 0,30 kg/m² na każdą warstwę, a następnie zasypać drugą warstwę piaskiem suchym kwarcowym frakcji 0,3–0,8 mm w ilości ok. 1 kg/m².

Natrysk powłoki polimocznikowej [MasterSeal M 689](#)

- Natrysk powłoki polimocznikowej [MasterSeal M 689](#) należy przeprowadzić przy zachowaniu warunków:
 - optymalna temperatura otoczenia podczas natrysku 5–35°C,
 - temperatura składników przeznaczonych do przetwarzania przez reaktor nie mniejsza niż 25°C, a samo przetwarzanie powinno odbywać się w temperaturze ok. 75°C ustawionej na komputerze reaktora,
 - ciśnienie robocze 180–200 barów,
 - temperatura podłoża min. o 3°C powyżej temperatury punktu rosy,
 - wilgotność względna powietrza nie więcej niż 90%,
 - suche podłoże.

Dodatkowo przed natryskiem należy:

- Ochronić folią wszystkie elementy, które nie będą pokryte polimocznikiem, jak instalacje, stolarkę drzwiową i okienną.
- Ustawić parawany zabezpieczające przed przypadkowym zanieczyszczeniem obiektów sąsiednich (jeżeli prace są prowadzone tylko w jednej strefie czynnego parkingu).
- Membrana polimocznikowa powstaje w wyniku reakcji chemicznej dwóch płynnych komponentów łączących się bezpośrednio w pistolecie natryskowym. Oba składniki, tj. poliamina oraz poliizocyanian, dostarczane są pneumatycznie do miejsca wbudowania, węzami ciśnieniowymi w osłonie termicznej, na maks. odległość 120 m. Komponenty dostarczane są w beczkach i po wymieszaniu w dyszach pistoletu w stosunku objętościowym 100:100 nanoszone są w postaci sprayu na podłoże.
- Wytwarzanie membrany odbywa się metodą natrysku hydrodynamicznego. Proces natrysku polega na równomiernym nakładaniu wachlarza sprayu na przygotowane wcześniej i zagrunтовane podłoże, w warstwach grubości ok. 2,5 mm łącznie z „Oversprayem”. Membranę nanosi się z odległości ok. 1 metra w kierunku prostopadłym do podłoża, jest to warunek istotny prawidłowego rozkładu warstwy równomiernej i gładkiej powłoki polimocznikowej na podłożu.
- Bezpośrednio po wystygnięciu wykonanej gładkiej warstwy powłoki na powierzchni betonu należy na tej powierzchni wykonać drugi etap nanoszenia antypoślizgowej powłoki techniką „Over Spray” celem nadania powierzchni odpowiedniej struktury antypoślizgowej. Nową warstwę wykonać należy przy użyciu tego samego materiału polimocznikowego bez żadnych dodatkowych wypełniaczy czy dodatków. Czynność tę należy wykonać w nieprzekraczalnym czasie dwóch godzin od wykonania głównej warstwy powłoki.
- W przypadku przekroczenia tego ograniczonego czasu między nanoszeniem kolejnych warstw, należy powierzchnię głównej powłoki polimocznikowej przed natryskiem pokryć gruntem szepnym [MasterSeal P 691](#) celem zwiększenia adhezji pomiędzy warstwami.
- Natryskiwany materiał po wymieszaniu w dyszy pistoletu reaguje bardzo szybko – żeluje w ciągu 6 sekund, po 30 sekundach jest dotykowo suchy i odporny na deszcz, a po półgodzinie osiąga gotowość do ruchu pieszych.
- Po wykonaniu antypoślizgowej nawierzchni z żywicy polimocznikowej [MasterSeal M 689](#) należy ją zabezpieczyć przed zmianą koloru w wyniku promieniowania UV (jeżeli jest to wymagane) materiałem poliasparginowym [MasterSeal TC 681](#), rozkładając go na powierzchni za pomocą miękkiej rakli gumowej w ilości ok. 0,4 kg/m².

Naprawy dolnej konstrukcji żelbetowego stropu nad kondygnacją parkingu i zabezpieczenie przed karbonatyzacją:

- Wokół wszystkich ubytków i miejsc wymagających odtworzenia konstrukcji żelbetowej stropu narysować proste figury geometryczne w kształcie kwadratu, prostokąta lub trapezu, obejmujące całe pola uszkodzonej powierzchni.
- Wykonać nacięcia o minimalnej głębokości 10 mm wzdłuż wykonanych linii obrysów.
- Usunąć powierzchnioowo na minimalną głębokość 10 mm beton wewnątrz obrysowanych pól przeznaczonych do napraw.
- Usunąć beton pod odkrytymi prętami zbrojeniowymi, pogłębiając wykucie w miejscu odkrytych prętów, aby zapewnić prześwit pod prętami wielkości ok. 20 mm, co odpowiada sześciokrotnej wielkości kruszywa w zaprawie naprawczej klasy R4.
- Oczyszczyć pręty zbrojenia z rdzy; przygotowanie zgodnie z wymaganiami ISO 8501-1 / ISO 12944-4 klasa Sa 2½.
- Zabezpieczyć pręty zbrojenioowe przed rdzewieniem przez dwukrotne naniesienie gruntu szepnego z funkcją inhibitora korozji [MasterEmaco P 5000 AP](#) za pomocą pędzla.
- Namoczyć naprawianą powierzchnię do stanu trwale matowo-wilgotnego (stan, kiedy struktura betonu jest nasycona i nie wchłania już więcej wody).
- Tak przygotowane miejsca ubytków uzupełnić materiałem [MasterEmaco S 5400](#), tiksotropową zaprawą naprawczą klasy R4.
- Wygładzić powierzchnie naprawianych miejsc.
- Powierzchnię sufitową nierówną lub porowatą stropu parkingowego wyszpachlować zaprawą do napraw kosmetycznych [MasterEmaco N 5100 FC](#).
- Tak naprawioną powierzchnię stropu zabezpieczyć przed karbonatyzacją akrylową, elastyczną powłoką malarską [MasterProtect 330 EL](#).

Roboty porządkowe:

- Roboty porządkowe należy prowadzić w miarę na bieżąco – w sposób niekolidujący z harmonogramem i kolejnością prac.
- Odpady powinny być składowane w wyznaczonych miejscach, a następnie wywożone.
- Podczas prowadzenia prac porządkowych należy zwrócić szczególną uwagę na elementy budynku mogące ulec uszkodzeniu (osprzęt instalacyjny, urządzenia, wyposażenie pomieszczeń, zabudowy, stolarka i szyby itp.).

Zgłoszenie do odbioru robót:

Zgłoszenie wykonanych prac do odbioru powinno nastąpić:

- Po wykonaniu wodochronnej izolacji natryskowej.
- Po ponownym zamontowaniu zdemontowanych w czasie prac pomostów, drabinek czy konstrukcji wsporczych.
- Po zakończeniu prac porządkowych.

Należy przygotować pisemne zgłoszenie prac do odbioru.

Uwaga:

Wszystkie prace muszą być wykonane przez wyspecjalizowane i doświadczone ekipy, posiadające odpowiednie, wysokociśnieniowe agregaty natryskowe. Pracownicy muszą być przeszkoleni pod względem BHP, zaopatrzeni w maski i okulary ochronne, rękawice nieprzemakalne oraz kombinezon z kapturem. Wykonawca powinien posiadać aktualny Certyfikat Autoryzacji dostawy technologii, potwierdzający cykliczne szkolenia praktyczne, i wykazać referencje wykonanych dotychczas prac w danej technologii w ilości min. 10 tys. m².

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.28.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)-MasterSeal M 689, dylatacja konstrukcyjna	PDF DWG
7.28.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)-MasterSeal M 689, lampa parkingowa	PDF DWG
7.28.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)-MasterSeal M 689, dylatacja skurczowa – cięta	PDF DWG
7.28.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)-MasterSeal M 689, wyoblenie przy oddylatowanej posadzce – MasterSeal NP 474	PDF DWG
7.28.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)-MasterSeal M 689, wyoblenie przy oddylatowanej posadzce – MasterSeal 930/933	PDF DWG
7.28.6 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)-MasterSeal M 689, wpust parkingowy	PDF DWG
7.28.7 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)-MasterSeal M 689, ściana atykowa – pod obróbkę	PDF DWG
7.28.8 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)-MasterSeal M 689, ściana atykowa – na obróbkę	PDF DWG

7.28.D. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej jezdnej, wodoszczelnej powłoki antypoślizgowej na betonowej płycie kondygnacji pośredniej parkingu wielostanowiskowego w ramach wymiany zużytej posadzki żywicznej

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco wodoszczelnej polimocznikowej nawierzchni-izolacji na betonowej płycie pośredniej kondygnacji parkingu wielostanowiskowego w ramach wymiany posadzki żywicznej.

Celem prac jest wykonanie wodoszczelnej posadzki polimocznikowej na powierzchni betonowej płyty pośredniej kondygnacji parkingu wielostanowiskowego w ramach wymiany posadzki żywicznej.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnię płyty parkingowej eliminuje wszystkie nieszczelności stropu, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza nawierzchnio-izolacji, nawet

w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia posadzki ze ścianami lub słupami, uniemożliwiając wnikanie wody w płytę betonową i przeciekanie na kondygnację poniżej. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną i szczelną powłokę izolacji płyty parkingowej, która zabezpiecza ją całkowicie przed oddziaływaniem środowiska według klasy ekspozycji środowiskowej XD3, tj. korozji chlorkowej przed działaniem soli odładowanych. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych.

Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne.

Powłokę, dzięki natryskowej technice aplikacji, można wykonać bez względu na kształt płyty parkingowej wraz z różnymi detalami. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody, soli i substancji chemicznych ropopochodnych. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwia kompensację naprężeń występujących na konstrukcji płyty parkingowej w wyniku rozszerzalności termicznej i przeskliwanie rys powstających w podłożu od obciążań statycznych i dynamicznych. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania i rozmrażania.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.28.C.2, uwzględniając różnicę w podpunkcie:

Przygotowanie i oczyszczenie podłoża:

- Oczyszczenie obszaru prac z cieczy i luźnych ciał stałych pochodzących z eksploatacji lub naturalnych naleciałości.
- Demontaż wszelkich elementów stalowych, jak wsporniki, schody, balustrady i oznakowania, odboje, progi zwalniające itd. Jeżeli zaistnieje taka konieczność, to powyższe elementy należy: oczyścić, zabezpieczyć antykorozyjnie i pomalować.
- Przygotowanie podłoża betonowego przez frezowanie, a następnie szlifowanie planetarne, trudno dostępne miejsca w narożnikach między ścianami i między posadzką i ścianami/słupami przez szlifowanie ręczną szlifierką z tarczą diamentową.
- Po przygotowaniu podłoża należy zbadać jego wytrzymałość na rozciąganie (odrywanie) metodą „Pull Off”, które zgodnie z normą EN PN 1504-2 na powierzchniach betonowych obciążonych mechanicznie dla powłok elastycznych jest określone jako $\geq 1,5$ MPa.

Gruntowanie powierzchni przed aplikacją powłoki polimocznikowej:

- Powierzchnię betonową po frezowaniu należy wygładzić, nakładając na nią grunto-szpachlę (szpachlę drapaną) z żywicy epoksydowej **MasterTop P 622** zmieszanej z suchym ogniowo-piaskiem kwarcowym w stosunku 1:1 w ilości ok. 0,6–0,8 kg szpachli na 1 m² przy użyciu pacy stalowej.
- Wyrównaną powierzchnię zagruntować za pomocą żywicy epoksydowej **MasterTop P 622** w ilości ok. 0,30 kg/m² i zasypać świeżo rozłożoną żywicę suchym piaskiem kwarcowym frakcji 0,3–0,8 mm w ilości ok. 1 kg/m².

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.28.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , dylatacja konstrukcyjna	PDF DWG
7.28.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , lampa parkingowa	PDF DWG
7.28.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , dylatacja skurczowa – cięta	PDF DWG
7.28.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , wyoblenie przy oddylatowanej posadzce – MasterSeal NP 474	PDF DWG
7.28.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , wyoblenie przy oddylatowanej posadzce – MasterSeal 930/933	PDF DWG
7.28.6 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , wpust parkingowy	PDF DWG
7.28.7 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , ściana attykowa – pod obróbkę	PDF DWG
7.28.8 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , ściana attykowa – na obróbkę	PDF DWG

7.28.E. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej jezdnej, wodoszczelnej powłoki antypoślizgowej na betonowej płycie otwartej kondygnacji dachowej parkingu wielostanowiskowego

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco wodoszczelnej polimocznikowej nawierzchni-izolacji na betonowej płycie dachowej kondygnacji parkingu wielostanowiskowego.

Celem prac jest wykonanie wodoszczelnej posadzki polimocznikowej na powierzchni betonowej płyty dachowej kondygnacji parkingu wielostanowiskowego.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnie płyty parkingowej eliminuje wszystkie nieszczelności stropu, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza nawierzchnio-izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia posadzki ze ścianami lub słupami, uniemożliwiając wnikanie wody w płytę betonową i przeciekanie na kondygnację poniżej. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną i szczelną powłokę izolacji płyty parkingowej, która zabezpiecza ją całkowicie przed oddziaływaniem środowiska według klasy ekspozycji środowiskowej XD3, tj. korozji chlorkowej przez działanie soli odładzających. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych.

Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne.

Powłokę, dzięki natryskowej technice aplikacji, można wykonać bez względu na kształt płyty parkingowej wraz z różnymi detalami. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody, soli i substancji chemicznych ropopochodnych. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwi kompensację naprężeń występujących na konstrukcji płyty parkingowej w wyniku rozszerzalności termicznej i przeskliwanie rys powstających w podłożu od obciążeń statycznych i dynamicznych. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania i rozmrażania.

■ 7.28.E.1. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej

Niniejsza Specyfikacja Techniczna dla Przedmiotowego Obiektu jest stosowana jako dokument wykonawczy przy zaleceniu, wykonaniu i odbiorze robót wymienionych w punkcie 2.3. Wymagania Specyfikacji Technicznej należy rozumieć i stosować w powiązaniu z niżej wymienionymi szczegółowymi specyfikacjami technicznymi. W ogólny zakres Specyfikacji Technicznej wchodzić czynności:

- Oczyszczenie miejsca prac.
- Demontaż odbojów, oznakowań i progów zwalniających.
- Przygotowanie podłoża pod powłokę polimocznikową.
- Stabilizacja klawiszujących płyt betonowych.
- Iniekcje rys płyty parkingowej.
- Naprawy konstrukcji żelbetowej.
- Zatrzymanie procesu występującej korozji chlorkowej.
- Zabezpieczenie dylatacji konstrukcyjnych.
- Wypełnienie dylatacji skurczowych.
- Uszczelnienie odwodnień punktowych.
- Uszczelnienie odwodnień liniowych.
- Uszczelnienie przejść instalacyjnych (spusty rurowe itp.) przez strop parkingu.

- Wykonanie wyoblen (zaokrąglenie) narożników poziomych między powierzchnią posadzki a ścianami, attykami lub słupami.
- Wykonanie antypoślizgowej powłoki polimocznikowej.

■ 7.28.E.2. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru prac natryskowych przy aplikacji antypoślizgowej powłoki polimocznikowej jako wodoszczelnej i chemoodpornej nawierzchnio-izolacji jezdnej na płycie dachowej kondygnacji parkingu wielostanowiskowego wraz z pracami przygotowawczymi:

Przygotowanie i oczyszczenie podłoża:

- Oczyszczenie obszaru prac z cieczy i luźnych ciał stałych pochodzących z eksploatacji lub naturalnych naleciałości.
- Demontaż wszelkich elementów stalowych, jak wsporniki, schody, balustrady i oznakowania, odboje, progi zwalniające itd. Jeżeli zaistnieje taka konieczność, to powyższe elementy należy: oczyścić, zabezpieczyć antykorozyjnie i pomalować.
- Przygotowanie podłoża betonowego przez śrutowanie, a trudno dostępne miejsca w narożnikach między ścianami i między posadzką i ścianami/słupami przez szlifowanie ręczną szlifierką z tarczą diamentową.
- Po przygotowaniu podłoża należy zbadać jego wytrzymałość na rozciąganie (odrywanie) metodą „Pull Off”, które zgodnie z normą EN PN 1504-2 na powierzchniach betonowych obciążonych mechanicznie dla powłok elastycznych jest określone jako $\geq 1,5$ MPa.

Ustabilizowanie klawiszujących płyt nadbetonu:

- Klawiszujące płyty nadbetonu z powodu uniesienia w strefie dylatacji należy ustabilizować przez (podbicie) iniekcją ciśnieniową mineralnym materiałem na bazie mikrocementów, np. [MasterRoc MP 650](#).

Naprawy konstrukcji betonowej – płyty parkingowej:

- Wokół wszystkich ubytków i miejsc wymagających odtworzenia substancji konstrukcji żelbetowej płyty parkingowej obrysować proste figury geometryczne, obejmujące całe pola, w kształcie kwadratu, prostokąta lub trapezu.
- Wykonać nacięcia o minimalnej głębokości 10 mm wzdłuż wcześniej wykonanych obrysów.
- Z pól przeznaczonych do napraw usunąć powierzchniowo beton na minimalną głębokość 10 mm.
- Usunąć beton pod odkrytymi prętami zbrojeniowymi, pogłębiając wykucie w miejscu ich występowania, aby zapewnić prześwit pomiędzy powierzchnią betonu a prętami wielkości ok. 20 mm, co odpowiada sześciokrotnej wielkości kruszywa w zaprawie naprawczej klasy R4.
- Oczyścić pręty zbrojenia z rdzy; przygotowanie zgodnie z wymaganiami klasy Sa 2½.
- Zabezpieczyć pręty zbrojeniowe przed rdzewieniem przez dwukrotne naniesienie gruntu szepnego z funkcją inhibitora korozji [MasterEmaco P 5000 AP](#), aplikacja za pomocą pędzla.
- Namoczyć naprawianą powierzchnię do stanu trwale matowo-wilgotnego (stan, kiedy struktura betonu jest nasycona i nie wchłania już wody).
- Tak przygotowane miejsca ubytków uzupełnić rozplynną zaprawą naprawczą klasy R4, stosując materiał [MasterEmaco T 1200 PG](#) na powierzchniach poziomych i [MasterEmaco T 1110 Tix](#) na powierzchniach nachylonych (w spadku).
- Wygładzić powierzchnię naprawianych miejsc.

Zatrzymanie procesu występującej korozji chlorkowej:

- Na powierzchnię z zauważalnymi rdzawymi wykwitami na płycie parkingowej powstałymi w wyniku korozji chlorkowej należy zastosować środek, który spowoduje oddziaływanie:
 - ochronę przed jonami chlorkowymi,
 - wzrost oporu elektrycznego,
 - wzmocnienie warstwy pasywacyjnej otuliny betonu na powierzchni stali,
 - powstrzymanie reakcji katodowych i anodowych.
- W tym celu należy zastosować jednoskładnikowy, organofunkcyjny inhibitor korozji na bazie silanu [MasterProtect 8500 CL](#). Produkt ten aplikowany jest za pomocą rozpylacza niskociśnieniowego w dwóch warstwach po 300 ml/m² na każdą warstwę i całkowicie wnika w strukturę betonu, nie powodując przy tym żadnych przeszkód przed aplikacją powłok z żywic reaktywnych i nie pogarszając ich przyczepności do zabezpieczonego podłoża betonowego.

Iniekcje rys:

- Do montowania pakerów i zasklepiania powierzchniowego rys przed rozpoczęciem wstrzykiwania iniektu należy zastosować produkt [MasterFlow 920 AN](#).
- Rysy w płytach kondygnacji dachowej wypełnić przez iniekcję ciśnieniową materiałem iniekcyjnym kategorii D [MasterInject 1330](#) – dwuskładnikowa, elastyczna żywica iniekcyjna o niskiej lepkości na bazie poliuretanu, która zapewnia konstrukcji elastyczność podczas postępujących w niej dalszych odkształceń, tworząc wodoszczelne i elastyczne połączenie.

Zabezpieczenie dylatacji konstrukcyjnych:

- Usunąć istniejące profile dylatacyjne i pozostałości po naklejanych taśmach zabezpieczających.
- Wyrównać powierzchnię betonu wzdłuż dylatacji przez szlifowanie na szerokość ok. 30 cm osiowo, dostosowując wzdłużne przegłębienie w powierzchni betonu do szerokości i głębokości zgodnie z wymiarami przewidzianych do montażu profili dylatacyjnych.
- Ewentualne ubytki uzupełnić i wygładzić zaprawą naprawczą klasy R4 [MasterEmaco T 1200 PG](#) lub [MasterEmaco T 1100 Tix](#).
- Usunąć wypełnienie z wnętrza dylatacji na głębokość 3 cm.
- Naklejenie wzdłuż osi dylatacji taśm uszczelniających [MasterSeal 930/933](#) szerokości 20 cm i grubości 1 mm, pozostawiając w szerokości szczeliny dylatacyjnej nadmiar taśmy w formie omegi wklęsłej.
- Zamontować zgodnie z instrukcją dostawcy profile dylatacyjne ze stali nierdzewnej i z wkładką uszczelniającą ze spawalnego EPDM. Stalowa konstrukcja profilu dylatacyjnego musi posiadać na styku z płaszczyzną posadzki betonowej minimum 20 mm szerokości poziomej płaszczyzny stalowej, umożliwiającej szczelne połączenia powłoki polimocznikowej przechodzącej z płaszczyzny posadzki betonowej na profil dylatacyjny.

Wypełnienie dylatacji skurczowych:

- Dylatację skurczową należy wyczyścić, zablokować przez włożenie w bruzdę sznura dylatacyjnego [MasterSeal 920](#) z pianki polietylenowej i pozostałą przestrzeń bruzdy wypełnić jednokomponentowym kitem do dylatacji [MasterSeal NP 474](#) w proporcjach wymiarów szerokości do głębokości ok. 10:6.

Uszczelnienie przejść rurowych i innych instalacji przez płytę betonową:

- Usunąć ewentualne dotychczasowe zabezpieczenia.
- Wyrównać przez szlifowanie betonową powierzchnię płyty parkingowej wokół rury.
- Ewentualne ubytki uzupełnić i wygładzić zaprawą naprawczą klasy R4 [MasterEmaco T 1200 PG](#) lub [MasterEmaco T 1100 Tix](#).
- Wyczyścić powierzchnię rury przez szlifowanie na wysokość 30 cm zgodnie z normą wysokości zalegania śniegu.
- Zagruntować powierzchnię betonu zgodnie z opisem w akapicie poniżej (**Gruntowanie powierzchni przed aplikacją powłoki polimocznikowej**).
- Wyczyszczoną powierzchnię rury ze stali czarnej pokryć materiałem gruntującym z inhibitorem korozji [MasterSeal P 681](#) (dwukrotnie z zasypem drugiej warstwy gruntu piaskiem kwarcowym, rury ze stali nierdzewnej lub ocynkowanej materiałem [MasterSeal P 684](#)), a rury powlekaną, malowaną proszkowo lub z PCV materiałem [MasterSeal P 691](#) (przy stosowaniu poszczególnych żywic gruntujących należy przestrzegać okresów czasowych pomiędzy nakładaniem kolejnych warstw zgodnie z danymi w instrukcjach stosowania tych preparatów).
- Na styku rury z powierzchnią betonu wykonać wokół połączenia fasetkę z jednokomponentowego, trwale elastycznego materiału poliuretanowego [MasterSeal NP 474](#) o promieniu wyoblenia 2–3 cm.
- Zabezpieczyć przed zabrudzeniem odcinek rury powyżej powierzchni przeznaczony do pokrycia powłoką polimocznikową.
- Podczas wykonywania natrysku nawierzchni polimocznikowej na powierzchni płyty parkingowej wywinąć ciągły płaszcz powłoki na rurę do zagruntowanej wysokości.

Uszczelnienie odwodnień punktowych:

- Wpusty odwodnienia punktowego wykonane z żeliwa z masywnym rusztem powinny zostać pokryte powłoką polimocznikową w formie ciągłego płaszcza izolacji przechodzącego z powierzchni posadzki poprzez kielich wpustu, aż do samej rury spustowej.
- Po wyjęciu rusztu należy wyczyścić szczotką drucianą żeliwną obudowę i wewnątrz wpustu.

- Wyczyszczoną powierzchnię żeliwa lub stali czarnej pokryć materiałem gruntującym z inhibitorem korozji [MasterSeal P 681](#) (dwukrotnie z zasypem drugiej warstwy gruntu piaskiem kwarcowym frakcji 0,3–0,8 mm).
- Wokół wpustu, na połączeniu z płytą betonową naciąć bruzdę szerokości ok. 4 mm i głębokości 5–6 mm, włożyć w nią wałek z pianki polietylenowej [MasterSeal 920](#) i wypełnić ją trwale elastycznym materiałem do wypełniania dylatacji [MasterSeal NP 474](#) w proporcjach wymiarów szerokości do głębokości ok. 10:6.
- Tak przygotowany wpust pokryć powłoką polimocznikową przy układaniu głównej warstwy nawierzchni parkingowej metodą natryskową.
- Przy wpustach wykonanych z tworzyw sztucznych pokrywy wpustów są ściśle dopasowane do kielicha i nie ma możliwości nałożenia na nią powłoki polimocznikowej we wnętrzu kielicha wpustu.
- W takim przypadku należy powłokę polimocznikową wykonać jako ciągłą od powierzchni posadzki przez kołnierz wpustu, aż do krawędzi pokrywy wpustu.
- Gdy nie ma możliwości wykonania zakładu powłoki polimocznikowej z uwagi na brak poziomej płaszczyzny kołnierza wpustu, należy wpusty wymienić na systemowe wpusty parkingowe, np. firmy Kessel.
- Osadzając wymieniane wpusty, należy je zakotwić za pomocą precyzyjnej trójskładnikowej, epoksydowej zaprawy do podlewania [MasterFlow 648](#).
- Powierzchnię poziomą kołnierza wpustu przygotować przez szlifowanie i zagruntować preparatem [MasterSeal P 691](#).
- Tak przygotowany wpust pokryć powłoką polimocznikową podczas układania głównej warstwy nawierzchni metodą natryskową.

Uszczelnienie odwodnień liniowych:

- Należy wyciąć i usunąć pas nadbetonu osiowo względem montowanego odwodnienia liniowego o szerokości 30 cm.
- Pasy o szerokości 15 cm powierzchni posadzki betonowej po obu stronach wyciętego betonu wyszlifować na grubość 2–3 mm.
- Tak przygotowaną powierzchnię betonu zagruntować żywicą epoksydową [MasterTop P 622](#), lub [MasterSeal P 770](#).
- Doszczelnić styk połączenia warstwy nadbetonu z konstrukcyjną płytą żelbetową stropu lub w przypadku stropu docieplonego całą strefę styroduru pod warstwą nadbetonu jednokomponentowym kitem dylatacyjnym [MasterSeal NP 474](#).
- Zabezpieczyć pasy posadzki betonowej bezpośrednio przylegające do zagruntowanej powierzchni o szerokości 3 m wzdłuż i po obu stronach planowanego usytuowania koryt odwodnienia liniowego.
- Całą zagruntowaną powierzchnię utworzonego koryta w betonie (poziome i pionowe płaszczyzny) pokryć przez natrysk powłoką polimocznikową do uzyskania pełnej ciągłości i szczelności izolacji.
- W uszczelnionym kanale osadzić i wypoziomować koryta odwodnienia liniowego na szybko wiążącym materiale mineralnym do osadzania krawężników i ramek włączów do studzienek [MasterEmaco T 1100 Tix](#).
- Na obu zaizolowanych pionowych płaszczyznach kanału z osadzonym odwodnieniem liniowym przymocować za pomocą przylepnej taśmy dwustronnej piankową wkładkę do dylatacji obwodowych grubości 5 mm na pełną wysokość kanału.
- Wypełnić kanały z osadzonymi i wypoziomowanymi korytami odwodnienia liniowego precyzyjną, niekurczliwą, trzykomponentową płynną zaprawą epoksydową do podlewek [MasterFlow 648](#) do wyrównania poziomu z górną krawędzią powierzchni posadzki betonowej.
- Z wytworzonych dylatacji po obu stronach odwodnienia liniowego usunąć piankę dylatacyjną na głębokość ok. 10 mm.
- W szczeliny włożyć wałek z pianki polietylenowej [MasterSeal 920](#) i wypełnić jednokomponentowym trwale elastycznym materiałem poliuretanowym [MasterSeal NP 474](#) ich górną część.
- Powstałe w ten sposób pasy posadzki betonowej pokrytej polimocznikiem po obu stronach odwodnienia należy oczyścić przez szlifowanie i zagruntować preparatem [MasterSeal P 691](#).
- Stwardniałą powierzchnię zaprawy do podlewek [MasterFlow 648](#) wokół odwodnienia przeszlifować i zagruntować żywicą epoksydową [MasterTop P 622](#), lub [MasterSeal P 770](#) i zasypać piaskiem kwarcowym frakcji 0,3–0,8 mm.

- Na tak przygotowane podłoże nanieść natryskiem nawierzchnię polimocznikową, wykonując ciągłą powłokę od powierzchni posadzki poprzez dylatacje skurczowe, aż do samej krawędzi koryta odwodnieniowego.

Wykonanie wyobleń (zaokrążeń w narożnikach na styku powierzchni poziomej posadzki i pionowej ścian i słupów):

- Wyrównać przez szlifowanie betonową powierzchnię płyty parkingowej i pasa powierzchni elementów pionowych na wysokość 30 cm zgodnie z normą wysokości zalegania śniegu.
- Ewentualne ubytki uzupełnić i wygładzić zaprawą naprawczą klasy R2 MasterEmaco N 5100 lub MasterSeal P 385 (A, B, 2x D).
- Zagruntować przygotowaną powierzchnię żywicą epoksydową MasterTop P 622, lub MasterSeal P 770.
- Na styku powierzchni poziomej i pionowej należy wykonać fasetkę z jednokomponentowego, trwale elastycznego materiału poliuretanowego MasterSeal NP 474 o promieniu wyoblenia ok. 3 cm.
- Zabezpieczyć powierzchnie pionowych elementów przed zabrudzeniem podczas nakładania metodą natryskową powłoki polimocznikowej powyżej wysokości cokołu.
- Podczas wykonywania natrysku nawierzchni polimocznikowej na powierzchni płyty parkingowej wywinąć ciągly płaszcz powłoki poprzez fasetkę na płaszczyzny pionowe do zagruntowanej wysokości.

Gruntowanie powierzchni przed aplikacją powłoki polimocznikowej:

- Powierzchnię betonową należy zagruntować za pomocą żywicy epoksydowej MasterTop P 622. Nakładać w dwóch warstwach w ilości ok. 0,30 kg/m² na każdą warstwę, a następnie zasypać drugą warstwę piaskiem suszonym kwarcowym frakcji 0,3–0,8 mm w ilości ok. 1 kg/m².

Natrysk powłoki polimocznikowej MasterSeal M 689

- Natrysk powłoki polimocznikowej MasterSeal M 689 należy przeprowadzić przy zachowaniu warunków:
 - optymalna temperatura otoczenia podczas natrysku 5–35°C,
 - natrysk prowadzić jedynie w czasie pogody bezwietrznej i suchej (prędkość wiatru < 2,5 m/s),
 - temperatura składników przeznaczonych do przetwarzania przez reaktor nie mniejsza niż 25°C, a samo przetwarzanie powinno odbywać się w temperaturze ok. 75°C ustawionej na komputerze reaktora,
 - ciśnienie robocze 180–200 barów,
 - temperatura podłoża min. o 3°C powyżej temperatury punktu rosy,
 - wilgotność względna powietrza nie więcej niż 90%,
 - suche podłoże.

Dodatkowo przed natryskiem należy:

- Oślonić folią wszystkie elementy, które nie będą pokryte polimocznikiem, jak instalacje, stolarkę drzwiową i okienną.
- Ustawić parawany zabezpieczające przed przypadkowym zanieczyszczeniem obiektów sąsiednich.
- Usunąć z otoczenia wszystkie pojazdy i inne obiekty ruchome.
- Membrana polimocznikowa powstaje w wyniku reakcji chemicznej dwóch płynnych komponentów łączących się bezpośrednio w pistolecie natryskowym. Oba składniki, tj. poliamina oraz poliizocyanian, dostarczane są pneumatycznie do miejsca wbudowania, węzami ciśnieniowymi w osłonie termicznej, na maks. odległość 120 m. Komponenty dostarczane są w beczkach i po wymieszaniu w dyszach pistoletu w stosunku objętościowym 100:100 nanoszone są w postaci sprayu na podłoże.
- Wytwarzanie membrany odbywa się metodą natrysku hydrodynamicznego. Proces natrysku polega na równomiernym nakładaniu wachlarza sprayu na przygotowane wcześniej i zagruntowane podłoże, w warstwach grubości ok. 2,5 mm łącznie z „Oversprayem”. Membranę nanosi się z odległości ok. 1 metra w kierunku prostopadłym do podłoża, jest to warunek istotny prawidłowego rozkładu warstwy równomiernej i gładkiej powłoki polimocznikowej na podłożu.
- Bezpośrednio po wystygnięciu wykonanej gładkiej warstwy powłoki na powierzchni betonu należy na tej powierzchni wykonać drugi etap nanoszenia antypoślizgowej powłoki techniką „Over Spray” celem nadania powierzchni odpowiedniej struktury antypoślizgowej. Nową warstwę należy wykonać przy użyciu tego samego materiału polimocznikowego bez żadnych dodatkowych wypełniaczy

czy dodatków. Czynność tę należy wykonać w nieprzekraczalnym czasie dwóch godzin od wykonania głównej warstwy powłoki.

- W przypadku przekroczenia tego ograniczonego czasu między nanoszeniem kolejnych warstw, należy powierzchnię głównej powłoki polimocznikowej przed natryskiem pokryć gruntem szepnym **MasterSeal P 691** celem zwiększenia adhezji pomiędzy warstwami.
- Natryskiwany materiał po wymieszaniu w dyszy pistoletu reaguje bardzo szybko – żeluje w ciągu 6 sekund, po 30 sekundach jest dotykowo suchy i odporny na deszcz, a po półgodzinie osiąga gotowość do ruchu pieszych.
- Po wykonaniu antypoślizgowej nawierzchni z żywicy polimocznikowej **MasterSeal M 689** należy ją zabezpieczyć przed zmianą koloru w wyniku promieniowania UV (jeżeli jest to wymagane) materiałem poliasparginowym **MasterSeal TC 681**, rozkładając go na powierzchni za pomocą miękkiej rakli gumowej w ilości ok. 0,4 kg/m².

Roboty porządkowe:

- Roboty porządkowe należy prowadzić w miarę na bieżąco – w sposób niekolidujący z harmonogramem i kolejnością prac.
- Odpady powinny być składowane w wyznaczonych miejscach, a następnie wywożone.
- Podczas prowadzenia prac porządkowych należy zwrócić szczególną uwagę na elementy budynku mogące ulec uszkodzeniu (osprzęt instalacyjny, urządzenia, wyposażenie pomieszczeń, zabudowy, stolarka i szyby itp.).

Zgłoszenie do odbioru robót:

- Zgłoszenie wykonanych prac do odbioru powinno nastąpić:
 - Po wykonaniu wodochronnej izolacji natryskowej.
 - Po ponownym zamontowaniu zdemontowanych w czasie prac pomostów, drabinek czy konstrukcji wsporczych.
 - Po zakończeniu prac porządkowych.

Należy przygotować pisemne zgłoszenie prac do odbioru.

Uwaga:

Wszystkie prace muszą być wykonane przez wyspecjalizowane i doświadczony ekipy, posiadające odpowiednie, wysokociśnieniowe agregaty natryskowe. Pracownicy muszą być przeszkoleni pod względem BHP, zaopatrzeni w maski i okulary ochronne, rękawice nieprzemakalne oraz kombinezon z kapturem. Wykonawca powinien posiadać aktualny Certyfikat Autoryzacji dostawcy technologii i potwierdzający cykliczne szkolenia praktyczne i wykazać referencje wykonanych dotychczas prac w danej technologii w ilości min. 10 tys. m².

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.28.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (plyta parkingu)- MasterSeal M 689 , dylatacja konstrukcyjna	PDF DWG
7.28.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (plyta parkingu)- MasterSeal M 689 , lampa parkingowa	PDF DWG
7.28.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (plyta parkingu)- MasterSeal M 689 , dylatacja skurczowa – cięta	PDF DWG
7.28.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (plyta parkingu)- MasterSeal M 689 , wyoblenie przy oddylatowanej posadzce – MasterSeal NP 474	PDF DWG
7.28.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (plyta parkingu)- MasterSeal M 689 , wyoblenie przy oddylatowanej posadzce – MasterSeal 930/933	PDF DWG
7.28.6 RYS.	Przekrój: polimocznik (plyta parkingu)- MasterSeal M 689 , wpust parkingowy	PDF DWG
7.28.7 RYS.	Przekrój: polimocznik (plyta parkingu)- MasterSeal M 689 , ściana attykowa – pod obróbkę	PDF DWG
7.28.8 RYS.	Przekrój: polimocznik (plyta parkingu)- MasterSeal M 689 , ściana attykowa – na obróbkę	PDF DWG

7.28.F. Przedmiot Specyfikacji Technicznej – Wykonanie polimocznikowej jezdnej, wodoszczelnej powłoki antypoślizgowej na betonowej płycie otwartej kondygnacji dachowej parkingu wielostanowiskowego w ramach wymiany zużytej posadzki żywicznej

(do pobrania z masterseal-m689.master-builders-solutions.pl)

Przedmiotem Specyfikacji Technicznej „Część ogólna” są ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych, w tym przygotowania podłoża i wykonania metodą natrysku na gorąco wodoszczelnej polimocznikowej nawierzchni-izolacji na betonowej płycie pośredniej kondygnacji parkingu wielostanowiskowego w ramach wymiany posadzki żywicznej.

Celem prac jest wykonanie wodoszczelnej posadzki polimocznikowej na powierzchni betonowej płyty pośredniej kondygnacji parkingu wielostanowiskowego w ramach wymiany posadzki żywicznej.

Natrysk membrany polimocznikowej na powierzchnię płyty parkingowej eliminuje wszystkie nieszczelności stropu, tworząc w ten sposób szczelną wannę ciągłego płaszcza nawierzchnio-izolacji, nawet w przypadku skomplikowanych detali, np. przejść rurowych, dylatacji i połączenia posadzki ze ścianami lub słupami, uniemożliwiając wnikanie wody w płytę betonową i przeciekanie na kondygnację poniżej. Poprzez natrysk uzyskujemy jednorodną i szczelną powłokę izolacji płyty parkingowej, która zabezpiecza ją całkowicie przed oddziaływaniem środowiska według klasy ekspozycji środowiskowej XD3, tj. korozji chlorkowej przez działanie soli odładzających. Utrzymując suchą strukturę betonu, powłoka polimocznikowa blokuje procesy korozji zarówno betonu, jak i stali zbrojeniowej (zwłaszcza korozji chemicznej), a także procesy uszkodzeń mrozowych.

Powłokę polimocznikową można nakładać na wszystkie suche, oczyszczone i zagruntowane podłoża typu (patrz przygotowanie podłoża z odpowiednimi Kartami Technicznymi produktów):

- beton i zaprawy cementowe,
- stal czarna i żeliwo,
- metale szlachetne i nieżelazne,
- PCV, GRP, EPDM i stare powłoki żywiczne.

Powłokę, dzięki natryskowej technice aplikacji, można wykonać bez względu na kształt płyty parkingowej wraz z różnymi detalami. Powłoka polimocznikowa jest odporna na stałe działanie wody, soli i substancji chemicznych ropopochodnych. Izolacja polimocznikowa jest całkowicie szczelna i nienasiąkliwa, a dodatkowo bardzo elastyczna, co umożliwi kompensację naprężeń występujących na konstrukcji płyty parkingowej w wyniku rozszerzalności termicznej i przesklepianie rys powstających w podłożu od obciążeń statycznych i dynamicznych. Izolacja ta nie rozkłada się i jest odporna na cykle zamarzania i rozmarzania.

Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Zob. rozdz. 7.28.E.2.3, uwzględniając różnicę w podpunkcie:

Przygotowanie i oczyszczenie podłoża:

- Oczyszczenie obszaru prac z cieczy i luźnych ciał stałych pochodzących z eksploatacji lub naturalnych naleciałości.
- Demontaż wszelkich elementów stalowych, jak wsporniki, schody, balustrady i oznakowania, odboje, progi zwalniające itd. Jeżeli zaistnieje taka konieczność, to powyższe elementy należy: oczyścić, zabezpieczyć antykorozyjnie i pomalować.
- Przygotowanie podłoża betonowego przez frezowanie, a następnie szlifowanie planetarne, trudno dostępne miejsca w narożnikach między ścianami i między posadzką i ścianami/słupami przez szlifowanie ręczną szlifierką z tarczą diamentową.
- Po przygotowaniu podłoża należy zbadać jego wytrzymałość na rozciąganie (odrywanie) metodą „Pull Off”, które zgodnie z normą EN PN 1504-2 na powierzchniach betonowych obciążonych mechanicznie dla powłok elastycznych jest określone jako $\geq 1,5$ MPa.

Gruntowanie powierzchni przed aplikacją powłoki polimocznikowej:

- Powierzchnię betonową po frezowaniu należy wygładzić, nakładając na nią grunto-szpachlę (szpachlę drapaną) z żywicy epoksydowej [MasterTop P 622](#) zmieszanej z suszonym ogniwo piaskiem kwarcowym w stosunku 1:1 w ilości ok. 0,6–0,8 kg szpachli na 1 m² przy użyciu pacy stalowej.
- Wyrównaną powierzchnię zagruntować za pomocą żywicy epoksydowej [MasterTop P 622](#) w ilości ok. 0,30 kg/m² i zasypać świeżo rozłożoną żywicę suszonym piaskiem kwarcowym frakcji 0,3–0,8 mm w ilości ok. 1 kg/m².

Numery rysunków detali połączeń elementów do pobrania ze strony: masterseal-m689.master-builders-solutions.pl

7.28.1 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , dylatacja konstrukcyjna	PDF DWG
7.28.2 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , lampa parkingowa	PDF DWG
7.28.3 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , dylatacja skurczowa – cięta	PDF DWG
7.28.4 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , wyoblenie przy oddylatowanej posadzce – MasterSeal NP 474	PDF DWG
7.28.5 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , wyoblenie przy oddylatowanej posadzce – MasterSeal 930/933	PDF DWG
7.28.6 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , wpust parkingowy	PDF DWG
7.28.7 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , ściana attykowa – pod obróbkę	PDF DWG
7.28.8 RYS.	Przekrój: polimocznik (płyta parkingu)- MasterSeal M 689 , ściana attykowa – na obróbkę	PDF DWG

8. Instrukcje użytkownika

8.1. Ogólne uwagi dotyczące czyszczenia powłok

W zależności od sposobu użytkowania, pory roku, rodzaju zabrudzeń, ewentualnej intensywności ruchu kołowego i częstotliwości czyszczenia powłok polimocznikowych każdy użytkownik powinien na podstawie informacji zawartych w tych rozdziałach opracować indywidualny program czyszczenia.

W wielu przypadkach zastosowania powłok polimocznikowych można w bardzo dużym stopniu ułatwić czyszczenie w trakcie eksploatacji, stosując odpowiednią impregnację. Zdecydowanie najtrwałszym sposobem wykonania tej impregnacji jest naniesienie cienkiej warstwy (np. przez rozproszanie wałkiem malarskim) lakieru poliasparginowego **MasterSeal TC 681** w wersji barwionej lub bezbarwnej **TC 682**. Produkt ten powoduje, iż wszelkie zabrudzenia lekko przylegają do powłoki, a więc usunięcie ich jest łatwe, zajmuje mniej czasu i mniej środków finansowych. Sposób ten jest szczególnie polecany do impregnacji powłok polimocznikowych wykonywanych na parkingach lub w innych miejscach obciążonych ruchem kołowym.

Czyszczenie podstawowe

Wyszorować czerwoną wkładką (padem) z użyciem roztworu środka do czyszczenia na mokro. Zmyć czystą wodą i dokładnie odkurzyć na mokro, usuwając zabrudzenie rozpuszczone w wodzie. Pozostawić do dokładnego wyschnięcia. Produkt: TASKI Jontec 300, 1–3%. W dalszej kolejności następują kolejne etapy czyszczenia przedstawione w tab. 8.1.

Tabela 8.1. Etapy czyszczenia powłok z polimocznika

Czyszczenie wstępne		Czyszczenie standardowe		Czyszczenie pośrednie		Czyszczenie zasadnicze	
Metoda	Produkt	Metoda	Produkt	Metoda	Produkt	Metoda	Produkt
Powlekanie <i>Urządzenie do malowania</i>	Jontec- -Matt -Luna -Resitol [s] 100%	Zmywanie na wilgotno lamello/flortex	SprintGlass / MagicMop [s] 100%	Czyszczenie i powłoka uzupełniająca Pad niebieski Czyszczenie przy użyciu aerozolu Pad czerwony	Jontec-Forward [s] 5% Jontec-Spray Jontec-Stripo [s] 100%	Szorowanie na mokro oraz odkurzenie na mokro Pad niebieski	Jontec-Futur [s] 10%
Czyszczenie przy użyciu aerozolu Vollspray Pad czerwony	Jontec-Spray Jontec-Restore [s] 100%	Zmywanie na wilgotno lamello/flortex Czyszczenie przy użyciu aerozolu Teilspray Pad czerwony	SprintGlass / MagicMop [s] 100% Jontec-Spray Jontec-Restore [s] 100%	Czyszczenie przy użyciu aerozolu Vollspray Pad czerwony lub niebieski	Jontec-Spray Jontec-Stripo [s] 100%	Szorowanie na mokro oraz odkurzenie na mokro Pad niebieski	Jontec-Futur [s] 10%
Zmywanie na mokro/ Zmywanie pielęgnacyjne <i>System MOP</i>	Jontec-Tensol [s] 10–20% Jontec-Extra [s] 2–4%	Zmywanie na wilgotno lamello/flortex Zmywanie na mokro <i>Metoda bezpośrednia</i> <i>System MOP</i> Odkurzenie szorujące Pad czerwony lub kontaktowy	SprintGlass / MagicMop [s] 100% Jontec-Tensol [s] 0,5–1% lub Jontec-Extra [s] 1–2% Jontec-Combi [s] 0,5–1,5%	Zmywanie na mokro <i>Metoda pośrednia</i> <i>System MOP</i> Odkurzenie szorujące <i>Metoda pośrednia</i> Pad czerwony lub kontaktowy	Jontec 300 [s] 0,5–3,0% Jontec 300 [s] 0,5–3,0%	Szorowanie na mokro oraz odkurzenie na mokro Pad niebieski	Jontec-Futur [s] 10%

W przypadku zabrudzeń bardziej opornych do usunięcia proponuje się zastosować technikę czyszczenia na mokro wysokociśnieniowymi urządzeniami. Wszelkiego rodzaju zbiorniki, cysterny, baseny, dachy, tace awaryjne (przechwytyjące) i posadzki o małej powierzchni można doczyścić ręczną myjką wysokociśnieniową.

Posadzki o dużej powierzchni, jak garaże, wymagają zastosowania bardziej wydajnych urządzeń do czyszczenia wysokociśnieniowego powierzchni płaskich. Urządzenia tego typu działają na zasadzie obrotowego bębna z kilkoma dyszami rotacyjnymi ustawionymi pod kątem ostrym w stosunku do czyszczonej powierzchni, z ciśnieniem roboczym do 500 barów. Urządzenie porusza się na kołach i zbiera całą wodę roboczą, dając bardzo dobry efekt czyszczenia nawet bardzo opornych rodzajów zabrudzeń. Więcej informacji o sposobie działania tego urządzenia wraz z filmikami demonstracyjnymi można znaleźć pod adresem: <http://www.falch.com/products/accessories/surface-cleaning/z0000359.html>

8.2. System izolacji wodoszczelnej MasterSeal 6689 do zbiorników na ciecze

■ 8.2.1. Informacje ogólne

Wymogi dotyczące ochrony systemu powłok MASTERSEAL 6689

Podobnie jak dla zdecydowanej większości materiałów, także w przypadku systemu powłok MasterSeal 6689 należy przestrzegać ogólnych norm użytkowania. Do takich należą: unikanie dynamicznego kontaktu z ostrymi narzędziami, ze stężonymi i żrącymi środkami czyszczącymi, otwartym ogniem (np. z palnika), ściernych środków i technik czyszczenia itp. Zaleca się również, aby unikać sytuacji, w których po zabrudzonej żwirem czy piaskiem powierzchni dna zbiornika odbywa się intensywny ruch kołowy, gdyż będzie to prowadzić do stopniowego ścierania powłoki izolacyjnej w zbiorniku.

Regularne czyszczenie i konserwacja

Powłoki izolacyjne powinny być okresowo oczyszczane. Im zanieczyszczenia krócej zalegają na powłoce, tym łatwiej są usuwalne. Jak uczy doświadczenie, na skutek długotrwałych zaniedbań w oczyszczaniu powłoki można ją tylko do pewnego stopnia oczyścić z trwale związanych z podłożem zanieczyszczeń, zwłaszcza przy oddziaływaniu na powłokę związków chemicznych o właściwościach barwiących. Regularne, wykonywane od początku profesjonalne mechaniczne czyszczenie na mokro pozwala ograniczyć tendencję do brudzenia się. Stosowane w tym celu urządzenia czyszczące powinny także zapewniać zbieranie płynów czyszczących. Podczas czyszczenia z wykorzystaniem takich urządzeń podłoże musi być dostępne na całej powierzchni. Optymalnie dobrane oraz regularnie przeprowadzane prace czyszczące przyczyniają się do utrzymania wysokiej estetyki i jakości powłok oraz zapewniają lepszą ochronę podłoża. Daje się to zauważyć już na pierwszy rzut oka po czystym, a tym samym i bardziej atrakcyjnym wyglądzie. Ponadto zapewnia to bezpieczeństwo użytkowania, zwłaszcza w zimnych i mokrych porach roku. Dzięki regularnym kontrolom stanu powłok przez personel techniczny możliwe jest odpowiednio wczesne rozpoznanie ewentualnych usterek oraz podjęcie profilaktycznych prac naprawczych.

■ 8.2.2. Zalecenia dotyczące prac czyszczących

Częstotliwość prac czyszczących

Intensywność oraz częstotliwość przeprowadzania prac czyszczących są w bardzo dużym stopniu zależne od intensywności eksploatacji, pory roku oraz usytuowania danej powłoki w konstrukcji obiektu. O konieczności sprzątania i czyszczenia powłok MasterSeal M 689 codziennie, co tydzień, co miesiąc czy nawet raz do roku decydują uwarunkowania lokalne, które są zróżnicowane dla każdego obiektu indywidualnie. Przygotowanie optymalnego planu prac czyszczących możliwe jest dopiero po zgromadzeniu stosownych danych empirycznych.

Zasadnicze zalecenia dotyczące czyszczenia

Należy unikać długotrwałego oddziaływania środków czyszczących w stężonej postaci. W przeciwnym wypadku może dojść do zmatowienia powierzchni, co prowadzi do zwiększonej przyczepności brudu oraz przebarwień. Intensywne czyszczenie na sucho przy użyciu twardych wirujących szczotek może w przypadku częstego stosowania przyczynić się do skrócenia okresu użytkowania powłoki. W razie zaistnienia takiej potrzeby zaleca się przeprowadzenie próbnego czyszczenia w mało widocznym

miejscu. Z uwagi na zróżnicowane wymogi i warunki poszczególnych obiektów zaleca się przeprowadzenie indywidualnych testów i kontroli zastosowanych maszyn, metod oraz środków chemicznych pod względem ich przydatności.

Bardzo dobre efekty czyszczenia przynosi używanie myjki wysokociśnieniowej, jednak przy stosowaniu takiego urządzenia należy przestrzegać następujących wytycznych:

- maksymalne ciśnienie 130 barów,
- wydajność nie większa niż 10 litrów na minutę,
- minimalny odstęp dyszy myjki od czyszczonej powierzchni 15 cm,
- minimalna prędkość przesuwu dyszy to 30 cm na sekundę.

■ 8.2.3. Wskazówki dotyczące konserwacji i pielęgnacji

Powłoki polimocznikowe nie wymagają specjalnych zabiegów pielęgnacyjnych. Należy jednak w zależności od możliwości opróżniania zbiornika ustalić stały harmonogram przeglądów powłoki (np. raz lub dwa razy w roku) celem oceny wizualnej stanu technicznego i zidentyfikowania w możliwie wczesnej fazie ewentualnych uszkodzeń powłoki oraz zgłoszenia potrzeby przeprowadzenia naprawy.

W przypadku konieczności odkażania lub neutralizowania wody w zbiorniku wyłożonym polimocznikową powłoką [MasterSeal M 689](#) (np. w zbiornikach wody pitnej) należy zachować szczególną ostrożność podczas dozowania chloru lub innych tego typu środków chemicznych. Przed podaniem ich do zbiornika należy je wstępnie rozcieńczyć czystą wodą, a wlewając do zbiornika, należy robić to w taki sposób, aby ciecz trafiała do wody, a nie bezpośrednio na powłokę na ścianie czy dnie zbiornika.

8.3. System wodochronnych membran dachowych MasterSeal Roof M 2689

■ 8.3.1. Instrukcja użytkowania i czyszczenia

Informacje ogólne:

Zasadniczo izolacja dachowa wykonana z membrany polimocznikowej MasterSeal Roof 2689 nie wymaga specjalnych zabiegów w zakresie zachowania jej właściwości użytkowych.

Optymalnie dobrane oraz regularnie przeprowadzane prace czyszczące przyczyniają się do utrzymania dobrej jakości powłoki oraz zapewniają lepszą ochronę dachu. Daje się to zauważyć już na pierwszy rzut oka po czystym, a tym samym i bardziej atrakcyjnym wyglądzie. Ponadto zapewnia to bezpieczeństwo użytkowania zwłaszcza w zimnych i mokrych porach roku (w przypadku zalegających, gnijących liści jest duże ryzyko poślizgu i upadku). Dzięki regularnym kontrolom stanu powłoki przez personel techniczny możliwe jest odpowiednio wczesne rozpoznanie ewentualnych usterek membrany oraz podjęcie profilaktycznych prac naprawczych. Należy przy tym poświęcić szczególną uwagę czyszczeniu krutek ściekowych oraz rynien – udrożnieniu odpływów. Dotyczy to także zawieszanych rynien stalowych U. Ponadto w rynnach może gromadzić się muł przyczyniający się do rozwoju grzybów.

Zgodnie z ustawą z 7.07.1994 (Prawo Budowlane, Rozdział 1 Art. 62, pkt 1) właściciel budynku powinien dokonywać okresowych kontroli stanu technicznego elementów budynku, w tym również pokrycia dachowego i systemu odwodnienia dachu, a zauważone usterki – usuwać.

Membrany dachowe na bazie żywicy syntetycznej bazują zasadniczo na żywicach elastycznych i mostkujących rysy. Typowym miejscem zastosowania dla takich produktów są przede wszystkim powierzchnie w spadkach i w stanie mokrym istnieje na nich ryzyko poślizgnięcia. Dlatego zaleca się unikać chodzenia po dachu w czasie opadów, jeżeli nie jest to konieczne. Mimo powyższego niebezpieczeństwa nie praktykuje się wykonywania szorstkiej antypoślizgowej struktury membran dachowych, ponieważ gładka powierzchnia ułatwia splukiwanie z powierzchni dachu osiadających zabrudzeń w czasie opadów deszczu. Takie antypoślizgowe struktury zasadniczo zaleca się wykonać na dołściach do komiń, anten lub instalacji solarnej.

Wszelkie prace na dachu powinny być wykonywane tylko przez osoby mające odpowiednie przeszkolenie BHP oraz zaświadczenie lekarskie pozwalające na prace na wysokości powyżej 3 m.

Dla osób postronnych możliwość wejścia na dach powinna być ograniczona z wyjątkiem osób uprawnionych do obsługi urządzeń dachowych oraz kontroli szczelności pokrycia.

Każdorazowo wejście na dach powinno być odnotowane z podaniem nazwiska wchodzącej osoby na dach, firmy, jaką dana osoba reprezentuje, i celu wchodzenia na dach z parafowaniem przez osobę wchodzącą na dach, potwierdzającym odbycie instruktażu o sposobie zachowania ostrożności podczas przebywania na dachu i po zapoznanie się z niniejszą instrukcją.

Okresowe kontrole izolacji dachu:

Zgodnie z ustawą z dn. 7.07.1994 Prawo Budowlane art. 62, pkt 1.1a, właściciel obiektu lub jego zarządca obowiązany jest do przeprowadzania okresowych kontroli elementów budynku, w tym także pokrycia dachowego, przynajmniej jeden raz w roku, a zauważone usterki usunąć. Z dodatkowym rozszerzeniem w **pkt 1.3) art. 62 Prawa Budowlanego:** mówiącym o „kontrolach okresowych w zakresie, o którym mowa w pkt 1, **co najmniej dwa razy w roku**, w terminach do 31 maja oraz do 30 listopada, w przypadku budynków o powierzchni zabudowy **przekraczającej 2000 m²** oraz **innych obiektów budowlanych o powierzchni dachu przekraczającej 1000 m²**”; osoba dokonująca kontroli jest obowiązana bezzwłocznie pisemnie zawiadomić właściwy organ o przeprowadzonej kontroli.

Okresowe kontrole pokrycia dachowego (wg Europejskiej Organizacji ds. Aprobat – ETAG 006 pkt 7.4) powinny polegać na:

- Ocenie czystości wpustów dachowych i filtrów przy wpustach.
- Ocenie ilości zalegających kamieni, gałęzi i liści oraz innych zanieczyszczeń.
- Kontroli szczelności membrany przy wszystkich elementach przechodzących przez połąkę dachu.
- Ocenie stopnia rozwoju ewentualnych porostów organicznych i wegetacji roślin.
- Sprawdzeniu czystości rynien lub koryt odwadniających.
- Sprawdzeniu stanu zabezpieczeń antykorozyjnych obróbek blacharskich.

Po każdej kontroli powinien powstać protokół koniecznych czynności i napraw zgodnie z zaleceniami producenta systemu izolacji w zakresie ww. aspektów z wyznaczoną datą ich wykonania, a wykonanie ich powinno zostać potwierdzone podpisami członków komisji kontrolnej.

Program okresowych kontroli powinien składać się z:

Program kontroli ma na celu wykrywanie i rejestrowanie jakichkolwiek mniejszych uszkodzeń lub szkód w odpowiednim czasie. Mniejsze uszkodzenia mogą być naprawione natychmiast.

Jeżeli w celu zapobieżenia dalszemu rozdarciu membrany konieczna będzie natychmiastowa naprawa, należy zasięgnąć porady eksperta ds. membran w celu znalezienia najlepszego i najszybszego rozwiązania problemu.

- Letnia kontrola wizualna
- Okresowa kontrola półroczna
- Nieplanowana kontrola

Letnia kontrola wizualna

Kontrola wizualna membrany może być przeprowadzona przez pracowników technicznych zatrudnionych przez inwestora lub zarządcy, ponieważ ten rodzaj kontroli nie wymaga obecności ekspertów ds. membrany.

Ta kontrola powinna być przeprowadzana pomiędzy półrocznymi kontrolami, najlepiej w lecie. Jej przeprowadzanie jest konieczne w celu wykrycia uszkodzeń i zanieczyszczeń membrany, zanim staną się one poważnym problemem.

Podczas letniej kontroli wizualnej należy zwrócić uwagę na:

- małe przecięcia lub otwory, gdy obserwujemy membranę w dobrych warunkach pogodowych,
- jakiegokolwiek zniekształcenie powierzchni membrany i większe fałdy wskazujące na możliwość uszkodzenia lub zawilgocenia izolacji termicznej lub uszkodzenia konstrukcji dachu.

Protokół kontroli musi być wypełniony dla każdego pojedynczego elementu dachu, jeżeli zostanie wykryte jakiegokolwiek znaczące uszkodzenie. **Uszkodzenia muszą zostać udokumentowane oraz sfotografowane.**

Okresowa kontrola półroczna

Ta kontrola powinna być przeprowadzana dwa razy w roku przez Komisję powołaną przez inwestora/ zarządcę (w okresie gwarancyjnym wykonawcę izolacji dachu). Sugeruje się, aby kontrola była przeprowadzona po okresie zimowym i w okresie jesiennym przed pierwszymi przymrozkami i opadami śniegu w celu zapewnienia, iż wszystkie elementy dachu są w dobrym stanie oraz zachowały szczelność.

Podczas okresowej kontroli półrocznej należy zwrócić uwagę na:

- małe przecięcia lub otwory, gdy obserwujemy membranę w dobrych warunkach pogodowych,
- jakiegokolwiek zniekształcenie powierzchni membrany i większe fałdy wskazujące na możliwość uszkodzenia lub zawilgocenia izolacji termicznej lub uszkodzenia konstrukcji dachu,
- sprawdzenie powierzchni membrany w celu znalezienia zarysowań, miejsc startych lub uszkodzeń. Uszkodzenia tego rodzaju normalnie można zauważyć po smugach brudu, ponieważ brud przykleja się do starej powierzchni,
- sprawdzenie, czy na powierzchniach membran nie zalegają śmieci, zanieczyszczenia lub elementy, które mogą powodować ocieranie o powierzchnię membrany,
- oczyszczenie wpustów dachowych i filtrów przy wpustach,
- usunięciu kamieni, gałęzi i liści oraz innych zanieczyszczeń,
- kontroli szczelności membrany przy wszystkich elementach przechodzących przez połąć dachu,
- usunięciu porostów organicznych, np. rozwijających się roślin,
- sprawdzenie i oczyszczeniu rynien lub koryt odwadniających,
- sprawdzenie stanu zabezpieczeń antykorozyjnych obróbek blacharskich.

Celem kontroli jest:

- identyfikacja czynników zagrażającym integralności strukturalnej elementów,
- upewnienie się, że okresowa konserwacja została przeprowadzana w sposób satysfakcjonujący i w odpowiednim czasie,
- usunięcie wszelkich odpadków lub elementów mogących ocierać o brzeży lub powierzchnię membrany.

W celu przeprowadzenia opisanych półrocznych kontroli, udostępnione muszą zostać wszystkie drogi dostępu, tak aby możliwe było przeprowadzenie kontroli wizualnej z bliska.

Każdorazowo przed rozpoczęciem sezonu zimowego i po jego zakończeniu powinien nastąpić komisyjny przegląd izolacji dachu, z którego sporządzony zostanie protokół.

Protokoły przeprowadzonej kontroli muszą dokumentować stan każdego skontrolowanego elementu dachu. Uszkodzenia powinny być udokumentowane i sfotografowane w sposób umożliwiający obserwację porównawczą w przeszłości.

W przypadku stwierdzenia uszkodzeń mechanicznych izolacji dachu wymagających naprawy lub uzupełnienia należy je przeprowadzać przy użyciu tego samego materiału. W okresie gwarancyjnym wszystkie niezbędne prace zostaną przeprowadzone przez wykonawcę izolacji dachu.

Stwierdzenie samowolnego i niezgodnego z technologią dokonywania napraw uszkodzeń izolacji dachu powstałych w wyniku niezgodnego postępowania z instrukcją użytkowania oraz niewłaściwą konserwacją dachu lub montażu dodatkowych urządzeń na dachu, uszkodzeń mechanicznych powstałych na skutek zdarzeń losowych lub działania osób trzecich może skutkować utratą gwarancji.

Nieplanowana kontrola:

Nieplanowane kontrole nie są częścią normalnego programu kontroli stanu technicznego czy przeprowadzonej konserwacji, lecz powinny mieć miejsce w przypadku, gdy membrana została narażona na jakiegokolwiek rodzaju ciężkie warunki atmosferyczne (jak wichura, gradobicie itd.), lub po jakimkolwiek innym wydarzeniu, które potencjalnie mogło wyrządzić szkody, np. pokaz sztucznych ogni w okolicy, przeprowadzenie innych prac na obszarze sąsiadującym z membraną lub nieuprawnione wejście potencjalnych wandalii, po którym należy przeprowadzić dokładną kontrolę i inspekcję izolacji dachu.

Jakiegokolwiek uszkodzenia lub niepokojące kwestie powinny być udokumentowane, sfotografowane i opisane w protokole koniecznych do wykonania czynności i napraw zgodnie z zaleceniem producenta systemu izolacji w wyznaczonym terminie, a wykonanie ich potwierdzone podpisami członków komisji kontrolnej.

Podstawowe zasady eksploatacji dachu pokrytego polimocznikową membraną MasterSeal Roof 2689:

Zabrania się prowadzenia na dachu wszelkich prac mogących naruszyć jego izolację, a w szczególności:

- kładzenia bezpośrednio na pokryciu dachu i pozostawiania na nim ostrych narzędzi i przedmiotów (np. elektrod, gwoździ, nitów itp.) mogących uszkodzić izolację,
- ustawiania bezpośrednio na membranie drabin i rusztowań,
- kładzenia bezpośrednio na pokryciu dachu ciężkich przedmiotów (np. dachowych urządzeń technicznych lub ich elementów, konstrukcji reklam itp.),
- kładzenia na pokryciu dachu gorących przedmiotów,
- toczenia po izolacji z membrany polimocznikowej beczek lub wózków na wąskich kołach z ostrymi krawędziami; używanie wózków na dachu (np. podczas remontów dachowych urządzeń technicznych) dopuszcza się jedynie po wykonaniu tymczasowych (na czas prowadzenia ww. prac) tras komunikacyjnych zabezpieczających, np. z płyt OSB,
- przesuwania po membranie polimocznikowej bez zabezpieczeń jakichkolwiek przedmiotów lub urządzeń, a zwłaszcza takich, które posiadają ostre krawędzie,
- pozostawiania na pokryciu dachu lekkich przedmiotów z ostrymi krawędziami (np. kawałki blach), które porwane przez wiatr mogą uszkadzać izolację,
- pozostawiania na dachu przedmiotów soczewkowych (np. butelek szklanych), które skupiając promienie słoneczne, mogą wytopić otwory w izolacji,
- prowadzenia prac ślusarskich i spawalniczych na pokryciu dachowym; prowadzenie tego typu prac możliwe jest jedynie po wykonaniu zabezpieczeń z płyty OSB, przy czym zabezpieczona powierzchnia musi być większa o min. 2 metry w każdą stronę od obszaru prowadzonych prac,
- rozlewania na pokryciu dachu cieczy zawierających żrące substancje chemiczne.

Błędy eksploatacji prowadzące do utraty szczelności izolacji dachu z polimocznikowej membrany MasterSeal Roof 2689:

- zaniedbania w zakresie czyszczenia wpustów dachowych i filtrów przy wpustach,
- pozostawianie zalegające na powierzchni dachu kamienie, gałęzie, liście oraz inne zanieczyszczenia,
- zmiana funkcji pomieszczeń bezpośrednio pod dachem (np. zamiana pomieszczenia magazynowego na pralnię),
- akty wandalizmu, dostęp na dach przez osoby postronne,
- brak okresowych kontroli pokrycia dachowego i usuwania drobnych usterek,
- prowadzenie prac (np. odśnieżania) w temperaturze poniżej -20°C ,
- pozostawianie porostów roślinnych,
- ustawianie bezpośrednio na membranie drabin lub rusztowań,
- kładzenie bezpośrednio na pokryciu dachu i pozostawianie na nim ostrych narzędzi i przedmiotów (np. elektrod, gwoździ, nitów itp.),
- kładzenie bezpośrednio na pokryciu dachu ciężkich przedmiotów (np. dachowych urządzeń technicznych lub ich elementów, konstrukcji reklam itp.),
- kładzenie na pokryciu dachu gorących przedmiotów,
- przetaczanie po izolacji z membrany polimocznikowej beczek lub wózków na wąskich kołach z ostrymi krawędziami; używanie wózków na dachu (np. podczas remontów dachowych urządzeń technicznych) bez wykonania tymczasowych (na czas prowadzenia ww. prac) tras komunikacyjnych zabezpieczających, np. z płyt OSB,
- przesuwanie po membranie polimocznikowej bez zabezpieczeń jakichkolwiek przedmiotów lub urządzeń, a zwłaszcza takich, które posiadają ostre krawędzie,
- pozostawianie na pokryciu dachu lekkich przedmiotów z ostrymi krawędziami (np. kawałki blach), które porwane przez wiatr mogą uszkadzać izolację,
- pozostawianie na dachu przedmiotów soczewkowych (np. butelek szklanych), które skupiając promienie słoneczne, mogą wytopić otwory w izolacji,
- prowadzenie prac ślusarskich i spawalniczych na pokryciu dachowym bez wykonania zabezpieczeń z płyty OSB większych min. o 2 metry w każdą stronę od obszaru prowadzonych prac,
- rozlewanie na pokryciu dachu cieczy zawierających żrące substancje chemiczne.

Zalecenia dotyczące prac czyszczących:

■ Częstotliwość prac czyszczących

Intensywność oraz częstotliwość przeprowadzania prac czyszczących jest w bardzo dużym stopniu zależna od ilości emitowanych do atmosfery pyłów i innych lotnych zabrudzeń z okolicy, pory roku, ilości i wysokości drzew i spadających na dach liści. O konieczności sprzątania i czyszczenia co tydzień, co miesiąc czy też nawet raz do roku decydują uwarunkowania lokalne, które są zróżnicowane dla każdego obiektu niezależnie. Przygotowanie optymalnego planu prac czyszczących możliwe jest dopiero po zgromadzeniu stosownych danych empirycznych.

■ Pielęgnacja i czyszczenie w okresie letnim

W okresie letnim dachy zabrudzane dużymi ilościami osadów można splukać wodą, choć praktykuje się to raczej rzadko, bo powłoki polimocznikowe bez zabrudzeń trudno usuwalnych są czyszczone w stopniu wystarczającym na bieżąco przez deszcze. W przypadku zabrudzeń trudnych do usunięcia można zastosować mycie ciśnieniowe z dodatkiem do myjki ciśnieniowej detergentu odtłuszczającego i wyższą temperaturę wody, a także szorowanie na mokro szczotkami włosianymi, ryżowymi lub szmatami.

Generalnie używanie myjki wysokociśnieniowej przynosi bardzo dobre rezultaty, jednak przy stosowaniu takiego urządzenia należy przestrzegać wytycznych:

- maksymalne ciśnienie 130 barów,
- wydajność nie większa niż 10 litrów na minutę,
- minimalny odstęp dyszy myjki od czyszczonej powierzchni 15 cm,
- minimalna prędkość przesuwu dyszy to 30 cm na sekundę.

Jednak w strefach o umiarkowanym i niskim natężeniu osiadania zabrudzeń w postaci pyłów nie trzeba przeprowadzać żadnych prac czyszczących, pozwalając jedynie, by padający deszcz odkurzył powierzchnię.

Przed rozpoczęciem czyszczenia wodą należy usunąć z dachu wszelkie niezabezpieczone połączenia elektryczne.

■ Pielęgnacja i czyszczenie w okresie jesiennym

W okresie jesiennym należy zwrócić szczególną uwagę na usuwanie spadających liści – zarówno z powierzchni dachu, jak również z rynien i spustów – na przykład zdmuchując je sprężonym powietrzem.

■ Pielęgnacja i czyszczenie w okresie zimowym

W okresie zimowym membrany dachowe narażone są na oddziaływanie szczególnie skrajnych obciążeń mechanicznych wynikających z dużego zakresu rozszerzalności termicznej konstrukcji dachu. Nie wolno w okresie panowania ujemnych temperatur stosować czynnika myjącego o wysokiej temperaturze. Do roztopiania śniegu można oczywiście stosować sole odlodzeniowe, lecz należy przy tym pamiętać, że stosowanie soli w celu rozmrożenia śniegu naraża na korozję stalowe elementy konstrukcyjne i stosowanie jej w przypadku takiego zagrożenia jest wysoce niepożądane.

■ Odśnieżanie

W przypadku odśnieżania dachów nie wolno stosować maszynowych urządzeń.

Śnieg należy usuwać ręcznie za pomocą łopat do śniegu, wykonanych z drewna lub też z tworzywa sztucznego. Zabrania się używania łopat o ostrych krawędziach, w szczególności stalowych. Kategoriecznie zabronione jest odkuwanie ewentualnych oblodzeń narzędziami metalowymi.

Zasadniczo zaleca się, by co roku po okresie zimowym przeprowadzać kompletne czyszczenie za pomocą wysokociśnieniowych urządzeń czyszczących przy użyciu zimnej wody. Należy przy tym unikać punktowych obciążeń. W celu usunięcia silniejszych osadów brudu zaleca się dodać do wody środka MasterTop CLN 50.

Odśnieżanie dachu powinno być wykonywane w sposób wykluczający przymrowanie śniegu oraz tworzenie tzw. worków śnieżnych. Dopuszczalne jest np. przenoszenie śniegu na płachtach.

Dla obciążenia śniegiem parametry dopuszczalne dla powłoki śniegu znajdującego się na dachu i budynku są następujące:

grubość powłoki: – 25 cm dla I strefy obciążenia śniegiem.

Dla wiat parametry dopuszczalne dla powłoki śniegu są następujące:

grubość powłoki: – 30 cm dla I strefy obciążenia śniegiem.

Średni ciężar właściwy śniegu nie może przekraczać 245 kg/m^3 lub obciążenie nie może przekraczać 72 kg/m^2 , niezależnie od rodzaju dachu. Nie wolno dopuścić do przekroczenia grubości warstwy śniegu lub obciążenia na m^2 . W przypadku osiągnięcia tych wartości śnieg należy niezwłocznie usunąć.

Dla daszków zewnętrznych przy budynkach nie dopuszcza się gromadzenia śniegu w postaci worków śnieżnych.

Obciążenia przyjęto wg poniższych norm:

- obciążenie śniegiem wg PN-80/B-02010 – I strefa,
- obciążenie śniegiem wg PN-EN80/B-02010:2005 I strefa,
- obciążenie wiatrem wg PN-77/B-02011 – I strefa,
- obciążenia stałe wg PN-82/B-02001,
- obciążenia użytkowe wg PN-82/B-02003.

Obciążenie skupione dachu (np. pracownik z kompletem narzędzi) nie może przekroczyć $1,5 \text{ kN}$.

■ Zasadnicze zalecenia dotyczące czyszczenia

Należy unikać długotrwałego oddziaływania środków czyszczących w stężonej postaci. W przeciwnym wypadku może dojść do zmatowienia powierzchni, co prowadzi do zwiększonej przyczepności brudu oraz przebarwień. Intensywne czyszczenie na sucho przy użyciu twardych wirujących szczotek może w przypadku częstego stosowania przyczynić się do skrócenia okresu użytkowania membrany. W razie zaistnienia takiej potrzeby zaleca się przeprowadzenie próbnego czyszczenia w mało widocznym miejscu. Z uwagi na zróżnicowane wymogi i warunki poszczególnych obiektów zaleca się przeprowadzenie indywidualnych testów i kontroli zastosowanych metod oraz środków chemicznych pod względem ich przydatności.

8.4. Powłoka parkingowa MasterSeal Traffic 6689

■ 8.4.1. Informacje ogólne

Wymogi dotyczące posadzek parkingowych wykonanych w technologii MasterSeal Traffic 2689

Posadzki parkingowe narażone są zazwyczaj na bardzo silne obciążenia. Muszą one zapewnić ochronę struktury betonu przed szkodliwymi czynnikami, jak woda, chlorki, materiały pędne, oleje czy kwasy akumulatorowe. Oznacza to, że muszą być odporne na oddziaływanie wszystkich tych czynników jednocześnie. Obciążenia wynikające z naprzemiennego zamrażania i rozmrażania pod wpływem soli do zwalczania gołodzi stawiają przy tym szczególnie wysokie wymagania. Intensywny ruch kołowy pojazdów samochodowych powoduje duże obciążenie mechaniczne posadzek parkingowych oraz naraża je na ścieranie. Wysoka odporność na ścieranie stanowi więc kolejny wymóg. W okresie zimowym zdarza się często, że w celu zapewnienia właściwości antypoślizgowych na zaśnieżonych i oblodzonych powierzchniach posadzki posypywane są żwirkiem lub piaskiem. Taka posypka naraża posadzkę parkingową na szczególnie intensywne ścieranie i uszkodzenia mechaniczne. Ponadto posadzki parkingowe muszą spełniać wysokie wymogi w zakresie estetyki oraz trwałości.

Regularne czyszczenie i konserwacja

Jak uczy doświadczenie, antypoślizgową posadzkę parkingową można tylko do pewnego stopnia oczyścić z trwale związanych z podłożem zanieczyszczeń (ślady opon itd.). Tylko regularne stosowanie od początku profesjonalnego mechanicznego czyszczenia na mokro pozwala ograniczyć tę tendencję do brudzenia się. Wykorzystywane w tym celu urządzenia czyszczące powinny także zapewniać zbieranie płynów czyszczących. Podczas czyszczenia z wykorzystaniem takich urządzeń posadzki muszą być dostępne na całej powierzchni (bez parkujących samochodów). Optymalnie dobrane oraz regularnie przeprowadzane prace czyszczące przyczyniają się do utrzymania wysokiej jakości, estetyki i dobrego stanu technicznego posadzek oraz zapewniają lepszą ochronę podłoża. Daje się to zauważyć już na pierwszy rzut oka po czystym, a tym samym bardziej atrakcyjnym wyglądzie. Ponadto zapewnia to bezpieczeństwo użytkowania, zwłaszcza w zimnych i mokrych porach roku. Dzięki regularnym kontrolom stanu posadzek przez personel techniczny możliwe jest odpowiednio wczesne rozpoznanie ewentualnych usterek posadzek oraz podjęcie profilaktycznych prac naprawczych. Szczególną uwagę

należy przy tym poświęcić na czyszczenie podłogowych krutek ściekowych oraz rynien przy parkingach na kondygnacjach dachowych. Dotyczy to także zawieszanych rynien stalowych U. Ponadto w rynnach może gromadzić się muł, przyczyniający się do zatykania odpływu wody i rozwoju grzybów. Wybarwienie powłoki ma istotne znaczenie dla subiektywnej oceny stopnia zabrudzenia.

Zastosowanie błony pielęgnacyjnej (np. akrylowej) pozwala ograniczyć zabrudzenia, przyleganie zabrudzeń do powierzchni oraz nakłady na czyszczenie. Poprzez zamknięcie najdrobniejszych nawet rys na powierzchni, błona pielęgnacyjna zapewnia ochronę posadzki, nadaje jej szczególną trwałość i pomaga zachować dobre właściwości estetyczne przez długi czas, przyczyniając się tym samym do wydłużenia okresu jej użytkowania.

W wielu przypadkach zastosowania powłok polimocznikowych można w bardzo dużym stopniu ułatwić czyszczenie w trakcie eksploatacji, stosując odpowiednią impregnację. Zdecydowanie najtrwalszym sposobem wykonania tej impregnacji jest wykonanie cienkiej warstwy (np. przez rozprowadzenie wałkiem malarskim) lakieru poliasparginowego **MasterSeal TC 681** w wersji barwionej lub bezbarwnej **TC 682**. Produkt ten powoduje, iż wszelkie zabrudzenia lekko przylegają do powłoki, a więc usunięcie ich jest łatwe, zajmuje mniej czasu i pochłania mniej środków finansowych.

■ 8.4.2. Zalecenia dotyczące prac czyszczących

Częstotliwość prac czyszczących

Intensywność oraz częstotliwość przeprowadzania prac czyszczących jest w bardzo dużym stopniu zależna od intensywności eksploatacji, pory roku oraz usytuowania danej posadzki parkingowej w budynku. O częstotliwości czyszczenia posadzek decydują uwarunkowania lokalne, które są różnicowane dla każdego obiektu indywidualnie. Przygotowanie optymalnego planu prac czyszczących możliwe jest dopiero po zdobyciu pewnego doświadczenia.

Pielęgnacja i czyszczenie posadzek parkingowych w okresie zimowym

W okresie zimowym posadzki parkingowe narażone są na oddziaływanie szczególnie skrajnych obciążeń zarówno ze strony czynników chemicznych, jak i naturalnych. Zawarte w soli do zwalczania gołedzi chlorki mogą osiągać w wolno stojących kałużach wysokie stężenia. Pod ich wpływem może dojść do zmatowienia powierzchni. Żwir i piasek pod obciążeniem kołami intensywnie oddziałują mechanicznie na powierzchnię powłoki. W okresach obniżonych temperatur obciążenie to jest jeszcze intensywniejsze.

Ze względu na szczególnie duże narażenie na ścieranie i zarysowania zaleca się, aby nie stosować w obiektach parkingowych materiału do posypywania w postaci piasku lub żwiru. Również nanoszony z zewnątrz żwir należy regularnie usuwać. Rozważne posypywanie solą wewnątrz obiektu parkingowego nie szkodzi zasadniczo posadzkom odpornym na działanie chlorków, dlatego też powinno być preferowane zamiast posypywania posadzek żwirkiem lub piaskiem. Stosując sól, należy jednak także uwzględnić elementy konstrukcyjne, które mogą być narażone na korozję. Zaleca się także, aby korzystać z narzędzi „miękkich”, wykonanych z tworzyw sztucznych.

Odśnieżanie

W przypadku odśnieżania posadzki górnych niezadaszonych kondygnacji parkingowego za pomocą maszynowych urządzeń do odśnieżania należy używać małego traktora ogrodowego do 300 kg, wyposażonego w pług zabezpieczony od spodu w kołnierze gumowe. Nie należy stosować pługów na gąsienicach, które mogą uszkodzić powłokę mechanicznie.

Przy mniejszych opadach można usuwać śnieg ręcznie, za pomocą łopaty do śniegu wykonanych z drewna lub z tworzywa sztucznego.

Zasadniczo zaleca się, aby co roku po okresie zimowym przeprowadzać kompletne czyszczenie posadzek parkingowych. Należy przy tym najpierw usunąć wszelki materiał, jaki został naniesiony na posadzki w okresie zimowym, aby zapobiec zwiększonemu narażeniu na ścieranie oraz tworzeniu się spiętrzeń wody w rynnach i odpływach. Następnie spłukać osady soli z konstrukcji stalowych oraz posadzki za pomocą wysokociśnieniowych urządzeń czyszczących przy użyciu zimnej wody. Należy przy tym unikać punktowych obciążeń. W celu usunięcia silniejszych osadów brudu można dodać do wody dostępnego w handlu środka czyszczącego.

Wjazdy, rampy i ślimaki

Strefy te są z natury rzeczy (położenie oraz silnie skanalizowany ruch) narażone w największym stopniu na ścieranie. W celu zapewnienia trwałości bez obniżania standardów bezpieczeństwa należy miejsca te oczyszczać z większych zabrudzeń w sposób regularny oraz z dużą częstotliwością.

Zasadnicze zalecenia dotyczące czyszczenia

Należy unikać długotrwałego oddziaływania środków czyszczących w stężonej postaci, szczególnie w przypadku posadzek elastycznych. W przeciwnym razie może dojść do zmatowienia powierzchni, co prowadzi do zwiększonej przyczepności brudu oraz przebarwień i odcisków opon. Intensywne czyszczenie na sucho przy użyciu twardych wirujących szczotek może w przypadku częstego stosowania przyczynić się do skrócenia okresu użytkowania posadzki. W razie zaistnienia takiej potrzeby zaleca się przeprowadzenie próbnego czyszczenia w mało widocznym miejscu. Z uwagi na zróżnicowane wymogi i warunki poszczególnych obiektów zaleca się przeprowadzenie indywidualnych testów i kontroli zastosowanych maszyn, metod oraz środków chemicznych pod względem ich przydatności.

■ 8.4.3. Wskazówki dotyczące konserwacji i pielęgnacji

- Zasadniczo zaleca się wszystkim właścicielom oraz użytkownikom garaży parkingowych wielokondygnacyjnych, aby przeprowadzanie prac z zakresu konserwacji i pielęgnacji posadzek kondygnacji parkingu zlecać specjalistycznym firmom zewnętrznym.
- Odciski gumy do żucia należy usuwać wyłącznie za pomocą metody oblodzenia. Jednak ze względu na sztywnienie powłok elastycznych (niebezpieczeństwo utraty elastyczności posadzki na bazie żywicy syntetycznej pod wpływem szoku termicznego, na czas zmrożenia) z metody tej należy korzystać w sposób powściągliwy.
- Śladów po wycieku elektrolitu nie można usunąć (występują trwałe żółte przebarwienia).
- Należy regularnie usuwać ślady po oleju napędowym, olejach, płynie hamulcowym. W przeciwnym wypadku może dojść, wskutek dłuższego oddziaływania na posadzkę, do powstania plam lub przebarwień powłoki.
- Zamarzanie powierzchni stanowi problem krytyczny i może wystąpić nawet w przypadku posadzek parkingowych posypanych solą. Należy wówczas wyłączyć tymczasowo (dopóki będzie istniała taka potrzeba) daną powierzchnię parkingową z eksploatacji. Dotyczy to zwłaszcza niezadaszonych ramp, podjazdów i ślimaków oraz górnych niezadaszonych kondygnacji parkingu.
- Zasadniczo nie należy wjeżdżać pojazdami gaśnicowymi na kondygnacje parkingu (okres zimowy). Jeśli już jednak dojdzie do takiej sytuacji, należy skontrolować powierzchnię, czy nie wystąpiły żadne oznaki uszkodzenia mechanicznego. Uszkodzenia tego typu można bez problemu naprawić, utrudnia to jednak w okresie wykonywania napraw eksploatację obiektu.
- W przypadku stosowania pojazdów i urządzeń do sprzątania – powłoki mostkujące rysy wymagają większej uwagi aniżeli sztywne powłoki na bazie żywicy epoksydowej. Należy jednak pamiętać, że w wyniku niewłaściwego przeprowadzenia prac czyszczących może dojść do uszkodzenia także sztywnych powłok. Usuwanie uszkodzeń posadzek w systemach mostkujących rysy jest pracochłonne. Dlatego ważne jest, aby zarządca lub też właściciel parkingu opracował jasne i zrozumiałe wytyczne dla zewnętrznych firm porządkujących odnośnie do dopuszczalnych metod wykonywania tych prac, a także co do ograniczonej prędkości ruchu dla użytkowników w ich trakcie.

9. Przykłady realizacji referencyjnych

Investor	Rodzaj projektu	Lokalizacja	Powierzchnia [m ²]	Rok realizacji
ZOO Wrocław	Zbiorniki betonowe Afrykarium-Oceanarium	Wrocław	22000	2013/2014
Agrotex	Zbiornik betonowy na ścieki przemysłowe	Łososina Dolna	400	2014
Instytut Zootechniki	Biogazownia	Odrzechowa k. Sanoka	350	2014
PKN Orlen	Tace przechwytyjące	Płock	23000	2013/2016
Huta Miedzi	Tace przechwytyjące	Legnica	1000	2013
C.H. Renoma	Nawierzchnia parkingowa	Wrocław	3000	2013
Akwa – Stacja Uzdatniania Wody	Zbiornik betonowy na wodę pitną	Sięstrzeczowice	4500	2014
MPWiK Wrocław	Dach zbiornika wody pitnej	Wrocław	5500	2013
MPWiK Lubin	Oczyszczalnia ścieków	Lubin	250	2013
Pasaż Grunwaldzki	Parking wielopoziomowy w CH	Wrocław	44000	2014/2015
Stora Enso	Zbiornik betonowy na ścieki przemysłowe	Ostrołęka	660	2014
Aquapark	Dach	Polkowice	1500	2014
Lodowisko	Izolacja ciężka	Leszno	1200	2015
Grupa AZOTY	Magazyn saletrzaku	Kędzierzyn-Koźle	4500	2015
Elektrownia EDF	Zbiorniki na wodę przemysłową	Rybnik	2700	2015
Global Colors Polska	Dach	Kędzierzyn-Koźle	800	2015
Galeriowiec	Izolacja ciągów komunikacyjnych	Wrocław	1500	2015
Aquanet SA	Oczyszczalnia ścieków	Poznań	1200	2014
NGK	Dach	Gliwice	12000	2013/2014
Kopalnia Pniówek	Rząpie podszymbia	Jastrzębie-Zdrój	400	2014
Galeria Turzyn	Dach	Szczecin	1000	2016
Basen	Basen kąpielowy	Dąbrowa Górnicza	1000	2016
Bombardier	Dach	Wrocław	1000	2016
Basen	Basen kąpielowy	Węglowice	1000	2016
Dom.Mody.Klif	Parking	Warszawa	3500	2015
Jerozolimka Biznes Park	Parking	Warszawa	800	2015
Atrium Tower	Parking	Warszawa	2500	2015
Bogatynie	Basen kąpielowy	Bogatynia	1000	2016

9.1. Dom Handlowy RENOMA – parking, Wrocław

Głównym powodem aplikacji nawierzchnio-izolacji Polimocznikowej [MasterSeal M 689](#) na dachowej kondygnacji parkingu Domu Handlowego RENOMA we Wrocławiu było wyeliminowanie przecieków wody przez liczne zarysowania, połączenia płaszczyzny poziomej z pionowymi i w miejscach montażu podkonstrukcji i latarni oledem uniemożliwienia transportu w głąb konstrukcji stropu chlorków z rozpuszczonej w wodzie soli odleżeniowej.



Bardzo kłopotliwymi detalami były również żeliwne odwodnienia punktowe, które na każdym parkingu wielopoziomowym stanowią problem polegający na rozszczelnianiu się w linii styku kielicha z posadzką betonową wokół niego i przenikaniu części wody spływającej z powierzchni posadzki między wpust a okalający go beton. Właśnie na tym polega przewaga technologii [MasterSeal M 689](#) nad innymi typami powłok czy posadzek żywicznych, że daje możliwość wyeliminowania tych krytycznych szczegółów. Dzięki szerokiemu wyborowi kompatybilnych żywic gruntujących z grupy MasterSeal i MasterTop uzyskuje wysoką przyczepność praktycznie do każdego rodzaju podłoża, dzięki błyskawicznemu procesowi wiązaniu podczas natrysku, co umożliwia wykonanie powłoki jednakowej grubości na podłożu o skomplikowanym kształcie i wskutek wysokiej sprężystości jest zdolna mostkować rysy powstające na połączeniu elementów z różnego materiału w wyniku różnej rozszerzalności termicznej.

Właśnie te zalety zostały wykorzystane między innymi w przypadku izolowania w obrębie żeliwnych wpustów.



Cała powierzchnia parkingu została wykonana w formie jednej szczelnej wanny z wywinięciem na wszystkie pionowe elementy od jednej attyki do drugiej na przeciwległym końcu parkingu.



Prace wykonywała firma ARPOX w 2013 roku, powierzchnia parkingu to 3000,00 m².

9.2. Centrum Handlowo-Rozrywkowe „Pasaż Grunwaldzki” – parking, Wrocław

Mimo, iż parking Centrum Handlowego Pasaż Grunwaldzki we Wrocławiu jest wewnątrz budynku, problematyka związana z wodą przeciekającą przez różnego rodzaju detale nie ominęła tego obiektu. Generalnie na powierzchniach parkingów wewnętrznych projektowane jest mniej wpustów i często pomija się kwestie spadków posadzek. Jednak praktyka okazuje się różnić z teorią w okresach zimowych, kiedy zaczyna roztopiać się śnieg wwieziony do wewnątrz na nadkolach samochodów i powoli penetruje stropy przez z pozoru szczelne dylatacje, przy przejściach instalacji przez stropy i na styku posadzki ze ścianami czy słupami. Problemem jest właśnie powolny proces topnienia śniegu i długotrwałe utrzymywanie się nadmiaru wody. Zjawisko przesączania się wody przez takie elementy nie występuje np. przy krótkotrwałych opadach deszczu nawet na otwartych kondygnacjach, w sytuacjach gdy woda deszczowa spływa i powierzchnia wysycha. W związku z tym również w tym przypadku potrzebna była technologia, która pozwoli uzyskać ciągły płaszcz izolacji odpornej na ruch kołowy, przechodzącej przez wszystkie detale z wywinięciem powłoki na ściany i słupy, których w przypadku tak dużego parkingu jest bardzo wiele.



Przy aplikacji użyto dwóch kolorów Polimocznika [MasterSeal M 689](#) celem wyznaczenia organizacji ruchu.



Prace związane z realizacją tego zadania prowadził Pan Andrzej Juszcak z Firmy ELIN w latach 2014–2015, a zadanie składało się z czterech kondygnacji po 11 000,00 m² każda. Razem zostało w tym projekcie wbudowane 44 000,00 m² technologii [MasterSeal M 689](#).

9.3. Afrykanarium-Oceanarium, Wrocław

To kompleks zbiorników wodnych o sumarycznej objętości 15 mln litrów wody i kilkadziesiąt tysięcy zwierząt będących przedstawicielami ponad 200 gatunków. Te najbardziej znane i rozpoznawane to rekiny, kotiki, pingwiny, 20 tysięcy ryb rafy koralowej, moreny, manaty karaibskie, płaszczki, krokodyle, żółwie czy hipopotamy.

Afrykarium wybudowane we Wrocławiu to jeden z najbardziej wymagających projektów ze względu na złożoność aspektów, które były brane pod uwagę przy wyborze technologii do wodoszczelnego zabezpieczenia basenów, zbiorników i pomieszczeń dla całego szeregu ryb, gadów i ssaków wodnych, które przez swoje nadzwyczajne gabaryty, sposoby zachowania i cechy w szczególności i bardzo nietypowe dla budownictwa cywilnego i przemysłowego sposób obciążają powierzchnie betonowe zabezpieczone tymi powłokami.



Cechy, właściwości użytkowe i możliwości aplikacji, jakie były wymagane przy realizacji tego projektu, wykluczały zastosowanie klasycznego rozwiązania powłokowego z żywic płynnych i laminatów. Powłoki zastosowane do zabezpieczenia i uszczelnienia tego obiektu muszą z jednej strony wykazywać się wysoką sprężystością, ponieważ posadowienie tak wielkich zbiorników tuż przy rzece Odrze już podczas budowy, jeszcze przed napełnieniem i dociążeniem ich wodą, narażało konstrukcję na duże odkształcenia w wyniku sił wyporu, co przy zastosowaniu sztywnych powłok epoksydowych lub laminatów skutkowałoby powstawaniem w nich rys i spękań. Równolegle obok elastyczności i rozciągliwości powłoki tu zastosowane muszą wykazywać bardzo wysoką wytrzymałość mechaniczną, choćby ze względu na nietypowe obciążenia z ruchu specyficznych pieszych, użytkujących na co dzień te pomieszczenia.



Ze względu na olbrzymie ilości zarówno dużych drapieżników, jak i drobnych ryb koralowych i bezkręgowców, które są bardzo delikatne i wymagające w zakresie utrzymania idealnych warunków klimatycznych i higienicznych, materiał do wykonania powłok wodoszczelnych pod względem fizjologicznym musi spełniać bardzo rygorystyczne normy związane z zawartością lotnych związków organicznych, weryfikowanych w badaniach laboratoryjnych migracji substancji niebezpiecznych do środowiska wodnego, i posiadać Atest PZH do kontaktu z wodą pitną.



Ze względu na ograniczony termin realizacji całego projektu i jego rozmiary zostało postawione technologiczne wymaganie szybkiej aplikacji. Również pod tym względem żadna inna technologia nie mogła się równać z natryskowymi powłokami **MasterSeal M 689**, których jedno urządzenie do natrysku może wykonać nawet do 800 m² dziennie na pełną grubość systemu 2 mm, co przy stosowaniu klasycznych rozwiązań można uzyskać najszybciej w cztery dni robocze, budując grubość 2 mm z czterech oddzielnych warstw dzień po dniu.



Udostępnione przez: ELIN Andrzej Juszcak

Realizacja powłok ochronnych w tym przypadku wymagała układania ich zarówno na powierzchniach poziomych, pionowych, jak również sufitowych – nad głową od spodu przegrody, lecz najtrudniejsze elementy to przejścia powłoki z płaskiej powierzchni dna lub ściany zbiornika na przechodzącą przez tę przegrodę rurę instalacji filtrowania lub zasolenia wody. Ten aspekt również był brany pod uwagę przy wyborze systemu **MasterSeal**, ponieważ pokrycia powłoką powierzchni o tak złożonej geometrii nie można wykonać techniką ręczną z rozplwanych materiałów. Natryskowa technika aplikacji i błyskawiczny czas wiązania żywicy, co charakteryzuje nasze rozwiązanie, okazało się zaletą nie do przecenienia przy tej realizacji.



Udostępnione przez: ELIN Andrzej Juszcak



Prace związane z przygotowaniem podłoża i aplikacji powłok polimocznikowych **MasterSeal M 689** prowadziły we współpracy trzy firmy: REMAK Legnica, Firma ELIN i ARPOX. Wielkość powierzchni pokrytych w tym projekcie powłoką **MasterSeal M 689** w sumie to 23000,00 m², składających się z wielu zbiorników o nieregularnych kształtach.



9.4. Oczyszczalnia Ścieków, Września

Przez ostatnią dekadę ilość agresywnych substancji chemicznych zawartych w ściekach drastycznie wzrosła i dziś nie wytrzymują chemicznych obciążeń powłoki aplikowane przed laty. Wiele obiektów z sektora gospodarki wodnej wymaga dziś bardziej odpornych zabezpieczeń powłokowych i dlatego do realizacji tego zadania została wybrana natryskowa membrana ochronna [MasterSeal M 689](#).



Prace wykonywała firma DUKO Engineering w 2014 roku, a powierzchnia wykonanego zabezpieczenia to 2500,00 m². Po oczyszczeniu podłoża przez piaskowanie został odsłonięty prawdziwy stan podłoża betonowego, które jak zwykle przy takich renowacjach wymagało iniekcji, miejscowych napraw konstrukcyjnych i reprofilacji przez szpachlowanie całej powierzchni cementowymi materiałami naprawczymi.



Elementem, który poddawany jest największym obciążeniom mechanicznym w obrębie osadników oczyszczalni ścieków, są bieżnie od zgarniaczy i w tym miejscu najlepiej sprawdza się wzmocnienie z cementowo-metalicznej zaprawy naprawczej MasterEmaco T 1400 FR, które należy również pokryć powłoką polimocznikową.



9.5. Dom Mody Klif – parking, Warszawa

Prace przeprowadzone na dachowej kondygnacji parkingu przy Domu Mody KLIF w Warszawie to więcej niż renowacja posadzek. Powierzchnia tego parkingu to ok. 3500,00 m², aplikację natryskowej powłoki wykonała Firma ELIN w 2015 roku, a prace te zostały wykonane w trosce o zapewnienie jak najdłuższej trwałości konstrukcji parkingu.



Udostępnione przez: ELIN Andrzej Juszczak

Dlatego zanim został wykonany natrysk nawierzchnio-izolacji z polimocznikowego materiału [MasterSeal M 689](#), wykonano cały szereg prac celem ochrony konstrukcji przed oddziaływaniem na nią ekspozycji środowiskowej. Po obróbce mechanicznej górnej powierzchni płyty parkingowej przez śrutowanie wykonano lokalne naprawy uszkodzeń mrozowych szybkosprawną zaprawą cementową [MasterEmaco T 1200 PG](#). Następnie na całej powierzchni stropu został dwukrotnie ułożony głęboko penetrujący (do 5 cm w głąb betonu) silanowy impregnat hydrofobizujący z inhibitorem korozji celem zahamowania korozji chlorkowej, której obecność zdradzały rdzawe przebarwienia na powierzchni betonu.



Udostępnione przez: ELIN Andrzej Juszczak

Niezależnie od prowadzenia prac na górnej powierzchni stropu równolegle został oczyszczony, miejscowo poszpachlowany i pokryty elastyczną powłoką akrylową strop parkingu od spodu celem zabezpieczenia go przed karbonatyzacją w wyniku wnikania dwutlenku węgla ze spalin samochodowych. W tym przypadku został zastosowany materiał [MasterProtect 330 EL](#) ze względu na jego wysoki poziom oporu dyfuzyjnego, hamujący wnikanie szkodliwych gazów i wysoką zdolność przekrywalności rys powstających w konstrukcji betonowej. Jako ostatnie prace wykonano natrysk [MasterSeal-a M 689](#), wykańczając powierzchnię antypoślizgową strukturą przy zastosowaniu techniki aplikacji Overspray i całą powierzchnię pokryto lakierem poliasparginowym [MasterSeal TC 681](#) celem zabezpieczenia przed zmianą koloru powłoki polimocznikowej pod wpływem promieniowania UV i ułatwienie czyszczenia, ponieważ lakier poliasparginowy [MasterSeal TC 681](#) sprawia, że pokryta nim powierzchnia jest wyjątkowo oporna na przyleganie brudu.



Udostępnione przez: ELIN Andrzej Juszczak

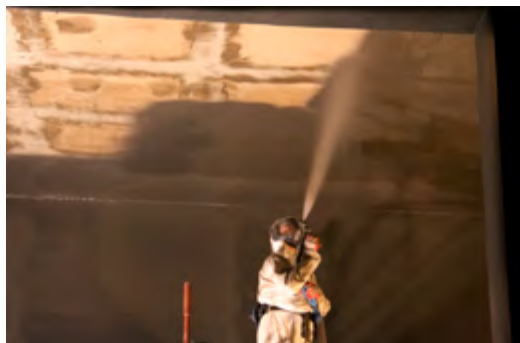
9.6. Zbiornik Wody Pitnej, Siestrzechowice

Jednym z głównych celów zastosowania uszczelniającej powłoki polimocznikowej w tym zadaniu było doszczelnienie oraz zabezpieczenie powierzchni betonowych zbiorników na wodę, które do momentu aplikacji wykazywały pewne nieszczelności.

Prace renowacji 5000 m² wykonała firma DUKO Engineering w 2014 roku. Powłoka polimocznikowa [MasterSeal M 689](#) w znacznym stopniu wydłuża okres eksploatacji zbiorników na wodę. Dzięki wysokiej odporności chemicznej i pełnej szczelności nie ulega rozkładowi. Dzięki temu eliminujemy bardzo kosztowne i uciążliwe naprawy powierzchni betonu wewnątrz zbiorników oraz wykluczamy i eliminujemy ich nieszczelności na długi czas.



Udostępnione przez: DUKO ENGINEERING



W celu przygotowania podłoża zbiornika do aplikacji zastosowano mechaniczną obróbkę. Wewnętrzna powierzchnia w zbiornikach została zagruntowana materiałem UCRETE Primer SC – podkład odporny na wilgoć. Po 24 godzinach na zagruntowanej powierzchni betonu wykonano natrysk polimocznikowej powłoki [MasterSeal M 689](#) grubości ok. 2,00 mm w jednej warstwie.

[MasterSeal M 689](#), jako trwale elastyczna i wysoce odporna chemicznie powłoka z dopuszczeniem do stosowania w kontakcie z wodą pitną (Atest PZH), w pełni zabezpiecza betonową konstrukcję przed degradacją i korozją, dodatkowo uszczelniając jej ściany i jednocześnie jakość wody przeznaczonej do spożycia.



Udostępnione przez: DUKO ENGINEERING

9.7. Basen kąpielowy, Węglowice



Udostępnione przez: PPHU SUPERBAU

Przy realizacji projektu basenowego w Węglowicach została zastosowana ALIFATYCZNA powłoka polimocznikowa [MasterSeal M 699](#).

Innowacyjną i nowoczesną technologią stosowaną w basenach kąpielowych (zarówno wewnętrznych, jak i zewnętrznych) są natryskowe systemy polimocznikowe. Sama technika natrysku zapewnia jedyną w swoim rodzaju ciągłą powłokę, na którą nie ma wpływu kształt basenu, geometria podłoża czy rodzaje załamania płaszczyzn. Materiał w ciekłej postaci podczas natrysku idealnie dopasowuje się do kształtu powierzchni, na którą osiada, i niemal natychmiast zastyga (w 6 sekund) zarówno na powierzchni izolowanej konstrukcji, jak i wokół wszystkich detali armatury. Należy jednak pamiętać, że elementy z materiałów innych niż beton (jak np. rury stalowe, elementy ze stali nierdzewnej czy PVC) wymagają zastosowania przed natryskiem odpowiedniego promotora adhezji.



Udostępnione przez: PPHU SUPERBAU

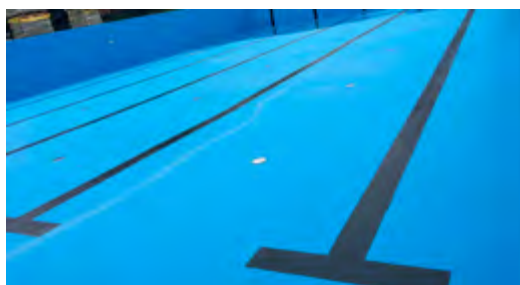


Przy basenach kąpielowych prócz aspektów technicznych, jak wodoszczelność, odporność chemiczna, rozciągliwość i zdolność przesklepiania rys, bardzo ważnym aspektem jest estetyka i trwałość kolorystyczna. Należy więc pamiętać przy wyborze odpowiedniego materiału do zastosowania, że polimoczniki aromatyczne podlegają zmianie koloru pod wpływem promieniowania UV (nasłonecznienia), więc projektując basen z niekąką zabezpieczoną w technologii polimocznika aromatycznego, należy wziąć pod uwagę i zaakceptować utratę walorów estetycznych.

Dlatego firma SuperBau z Lipia koło Częstochowy, która realizowała ten projekt, wybrała technologię [MasterSeal M 699](#).

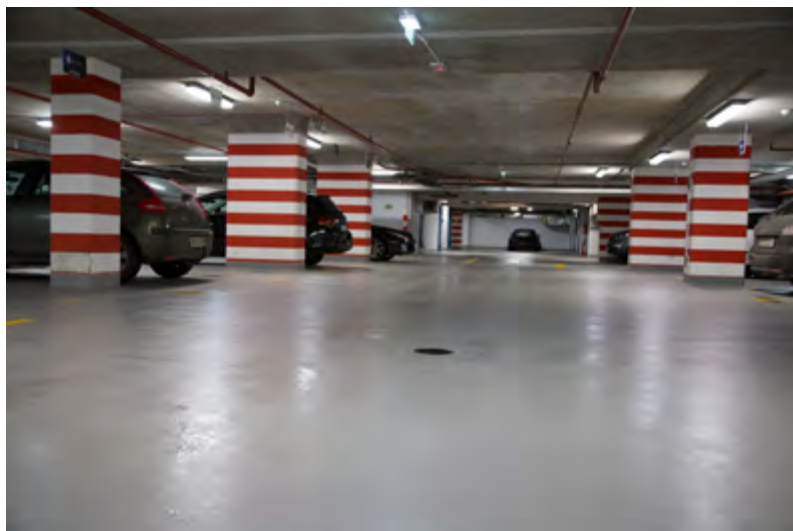


Udostępnione przez: PPHU SUPERBAU



9.8. Atrium Tower – parking, Warszawa

Renowację posadzek w parkingu budynku Atrium Tower w Warszawie wykonywała w 2015 roku Firma ELIN, a przebieg tych prac obejmował usunięcie istniejących, zużytych i spękanych posadzek epoksydowych przez frezowanie, ustabilizowanie klawiszujących płyt nadbetonu, wymianę odwodnienia, wyrównanie powierzchni po frezowaniu przez szpachlowanie, ułożenie techniką natryskową nawierzchnio-izolacji polimocznikowej **MasterSeal M 689**.



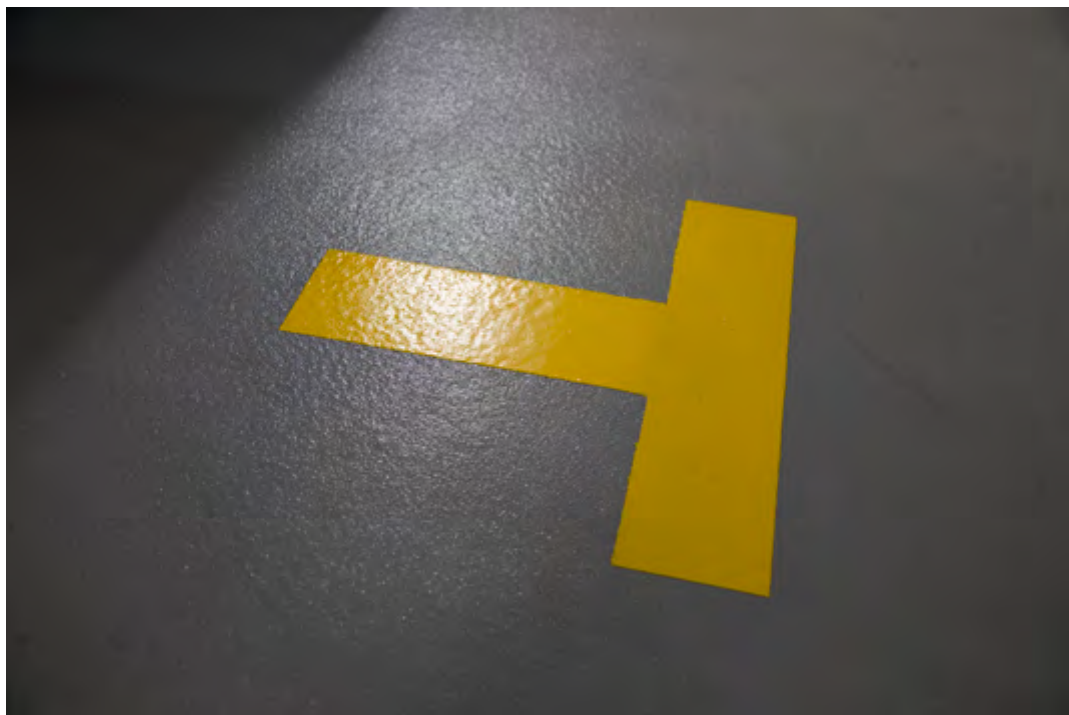
Remont obejmował dwie kondygnacje i jego celem między innymi było wyeliminowanie przeciekania wody przez strop na kondygnację poniżej. Dlatego do tego zadania została wybrana technologia **MasterSeal M 689**, ponieważ to co ją odróżnia wśród innych systemów parkingowych, to możliwość wykonania szczelnej wanny z ciągłej, elastycznej i wyjątkowo wytrzymałej powłoki wywiniętej na wszystkich krawędziach kończących jej płaszczyznę na przyległe pionowe powierzchnie.



Pan Andrzej Juszcak z Firmy ELIN, wykorzystując możliwość specyficznej, natryskowej techniki aplikacji i przyczepności materiału **MasterSeal M 689** do różnego rodzaju podłoży, wykonał ciągłą powłokę przechodzącą z powierzchni posadzki poprzez obudowę wpustów aż do samej rury spustowej, nie pozostawiając żadnej możliwości przeciekania wody na połączeniu wpustów z posadzką betonową.



Struktura wierzchnia posadzi została wykończona techniką Overspray, dzięki czemu powierzchnia jest antypoślizgowa.



9.9. Stalowa wieża ciśnień – woda pitna, Słupca

Stalowy zbiornik wieżowy, potocznie zwany wieżą ciśnień, powstał w latach 90. XX wieku, by zapewnić stabilne ciśnienie wody w mieście Słupca (woj. Wielkopolskie). Obiekt ten podlega pod Miejski Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Słupcy, którego historia, w różnych formach prawnych, sięga lat 60. XX wieku. Zbiornik ten posiada pojemność 700,00 m³ i usytuowany jest w północnej części miasta, w okolicach największego w Słupcy osiedla mieszkaniowego – Osiedla Niepodległości. Od czasu zakończenia budowy zbiornika wieżowego, czyli od 1993 roku, skończyły się problemy z niedoborami wody w okresach szczytowych zapotrzebowań.

Dla wielu mieszkańców Słupcy wieża ciśnień jest również punktem orientacyjnym, sięgając prawie 38,00 m, jest widoczna praktycznie z każdego miejsca w mieście.

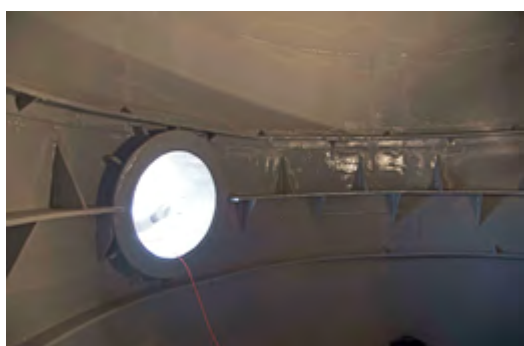
W 2016 roku Miejski Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Słupcy podjął decyzję o renowacji wewnętrznej powierzchni zbiornika wieżowego. Powierzchnia ta jest kluczowa ze względu na jej styczność z wodą pitną przeznaczoną dla miasta. Zorganizowano przetarg, w którym szczegółowo określono zadania dla przyszłego wykonawcy robót – wyspecyfikowano:

1. strumieniowo-ściernie czyszczenie powierzchni płaszcza zbiornika, w tym elementów stalowych wyposażenia zbiornika, włazów, drabiny itp. (cała wewnętrzna powierzchnia zbiornika) w celu usunięcia wszelkich istniejących powłok z obrabianej powierzchni stalowej według normy PN-EN ISO 8501-1 do stopnia Sa 2½;
2. usunięcie ścierniwa ze zbiornika;
3. wykonanie warstwy gruntującej (warstwa szepna), a następnie wykonanie metodą natryskową nawierzchnio-izolacji ze 100% materiału polimocznikowego w zbiorniku wieżowym w Słupcy. Nałożona warstwa z polimocznika powinna mieć grubość od 2 do 2,5 mm. Każda warstwa powinna mieć Atest higieniczny PZH. Dopuszczono zabezpieczenie mniejszych wewnętrznych elementów zbiornika – drabiny lub innych drobnych elementów – materiałem na bazie poliuretanu (warstwa również powinna posiadać Atest higieniczny PZH);
4. płukanie i dezynfekcja zbiornika;
5. badanie bakteriologiczne wody.

Inwestor również wymagał co najmniej 6-letniej gwarancji na wykonane roboty renowacyjne.

Tęgo nietatwego zadania, ze względu na prawie 38,0-metrową wysokość zbiornika wieżowego, podjęła się firm DUKO Engineering z Poznania, która od 2007 roku zajmuje się kompleksową realizacją inwestycji z zakresu inżynierii środowiska. Firm DUKO Engineering przy renowacji zastosowała sprawdzone systemy polimocznikowe oferowane pod marką Master Builders Solutions.

Firma DUKO Engineering rozpoczęła prace od montażu rusztowania wewnątrz wieży ciśnień – było to spore wyzwanie ze względu na specyficzne wymiary budowli. Następnie wewnątrz wieży zostało odpowiednio przygotowane poprzez wypłukanie. Do gruntowania zbiornika firma DUKO Engineering użyła specjalnego gruntu [MasterSeal P 684](#). Po przygotowaniu podłoża nastąpiła natryskowa aplikacja 100% polimocznika [MasterSeal M 689](#), który oprócz wysokiej odporności chemicznej jest materiałem o wysokiej elastyczności, dzięki czemu posiada zarówno najwyższą statyczną zdolność przesklepiania rys (klasa A5 wg EN 1062-7 (A) – szerokość pęknięcia: 2,5 mm), jak i najwyższą dynamiczną zdolność przesklepiania rys (klasa B4.2 wg EN 1062-7 (B) – szerokość pęknięcia: 0,2–0,5 mm, przy 20000 cykli i częstotliwości 1 Hz). Dzięki natryskowej aplikacji materiał nie posiada żadnych połączeń i tworzy jednolitą i szczelną powłokę. Do zaizolowania drabiny oraz innych drobnych elementów zastosowano materiał na bazie poliuretanu MasterSeal M 808, który to został zaaplikowany ręcznie. Wszystkie zastosowane materiały posiadają aktualne atesty PZH z przeznaczeniem do stosowania w zbiornikach wody pitnej. Po aplikacji membrany polimocznikowej oraz zdemontowaniu rusztowania zbiornik został wypłukany i zdezynfekowany, po czym wykonano badania bakteriologiczne wody, które wypadły bez żadnych zastrzeżeń. Całościowe zadanie zostało wykonane w okresie od początku grudnia 2016 do końca stycznia 2017 roku.



10. Słownik pojęć

Ciśnienie hydrostatyczne – ciśnienie w cieczy znajdującej się w polu grawitacyjnym. Wartość ciśnienia hydrostatycznego nie zależy od wielkości i kształtu zbiornika, zależy wyłącznie od głębokości. Ciśnienie to określa wzór:

$$p_h = \rho gh,$$

gdzie:

ρ – gęstość cieczy [kg/m^3],

g – przyspieszenie ziemskie (grawitacyjne) [m/s^2],

h – wysokość słupa cieczy [m].

Ciśnienie dyfuzyjne – ciśnienie powstające w wyniku paroszczelnego zamknięcia w podłożu nadmiernej ilości wilgoci, która zwiększa swoją objętość przy wzroście temperatury.

Deformacja filtracyjna – procesy deformacyjne spowodowane mechanicznym oddziaływaniem przepływającej wody gruntowej. Głównym czynnikiem tych deformacji jest ciśnienie hydrodynamiczne, czyli ciśnienie, jakie wywiera filtrująca woda na ziarna i cząstki szkieletu gruntowego. Ciśnienie to, pokonując opór tarcia wody o grunt, przenosi się z wody na szkielet gruntowy.

Rodzaj, wielkość i dynamika tych deformacji zależy z jednej strony od wielkości i kierunku działającego ciśnienia, a z drugiej od budowy masywu gruntowego oraz rodzaju gruntu i jego właściwości strukturalno-teksturalnych.

Do najważniejszych deformacji filtracyjnych należy zaliczyć: sufozję, upłynnienie, wyparcie gruntu oraz przebicie hydrauliczne.

Deklaracja Właściwości Użytkowych – deklaracja producenta materiałów spełniania wymogów norm zharmonizowanych odnośnie do właściwości tych materiałów w wyniku Systemu Oceny i Weryfikacji Stałości Właściwości Użytkowych.

Epoksydowy materiał – materiał powstający w wyniku reakcji chemicznej w połączeniu żywicy epoksydowej i aminy jako utwardzacza.

Filtracja gruntu – zdolność mas ziemnych do przepuszczania wody. Stopień przepuszczalności gruntu określany jest jako **współczynnik przepuszczalności gruntu**, który zależy od rodzaju gruntu, wielkości jego uziarnienia, struktury i porowatości gruntu i temperatury.

Grawitacja – w przypadku ciśnienia hydrostatycznego – wywołuje zmianę ciśnienia w zależności od głębokości – im niżej, tym większe ciśnienie. Jest ono skutkiem nacisku (ciężaru) ze strony słupa płynu położonego nad danym punktem – im wyższy słup, tym większy nacisk. Np. na Ziemi ciśnienie w wodzie (ciśnienie hydrostatyczne) zwiększa się co 10 m o jedną atmosferę techniczną.

Grнты wysadzinowe

■ Grupa A – grнты niewysadzinowe:

– Hkb < 1,0 m,

– Bezpieczne w każdych warunkach wodno-gruntowych i klimatycznych,

– Zawartość cząstek o średnicy mniejszej niż 0,05 mm wynosi poniżej 20%,

– Mniej niż 3% zawartość cząstek o średnicy poniżej 0,02 mm,

– Czyste żwiry, pospoliki i piaski (grube).

■ Grupa B – grнты mało wysadzinowe:

– Hkb < 1,3 m.

– Grнты zawierające 20–30% cząstek mniejszych niż 0,05 mm oraz 3–10% cząstek mniejszych niż 0,02 mm.

– Piaski (bardzo drobne), piaski pylaste i próchniczne.

■ Grupa C – grнты wysadzinowe:

– Hkb > 1,3 m,

- Grunty zawierające powyżej 30% cząstek mniejszych niż 0,05 mm i więcej niż 10% cząstek mniejszych niż 0,02 mm,
- Wszystkie grunty spoiste i namuły organiczne.

Hybryda poliuretanowo-polimocznikowa – materiał powstający w wyniku reakcji chemicznej w połączeniu aminy, polioliu i izocyjanianu, wymagającej katalizatora, aby zapoczątkować reakcję (funkcję katalizatora spełnia w takim układzie najczęściej amina).

Impregnacja

Impregnacja (I) – obróbka betonu zmniejszająca porowatość powierzchni oraz zapewniająca jej wzmocnienie.



Impregnacja hydrofobizująca (H) – obróbka betonu zapewniająca utworzenie powierzchni hydrofobowej.



Karbaminiany – grupa organicznych związków chemicznych – soli i estrów kwasu karbaminowego lub N-podstawionych kwasów karbaminowych. Zewnętrznym objawem są najczęściej białawe odbarwienia na powłoce żywicy, powstające w wyniku oddziaływania wody (wilgoci) podczas trwania procesu reakcji chemicznej wiązania żywicy z powodu niewłaściwego zabezpieczenia materiału powłokowego po aplikacji (niewłaściwe warunki otoczenia).

Karbonatyzacja betonu – korozja węglanowa zachodząca w wyniku oddziaływania dwutlenku węgla zawartego w powietrzu lub w wodzie i przebiegająca w dwóch etapach. W pierwszym etapie dwutlenek węgla wchodzi w reakcję z zawartym w stwardniałym zaczynie cementowym betonu wodorotlenkiem wapniowym, powodując krystalizowanie się powstającego węglanu wapnia. Powstający węglan wapnia jako związek trudno rozpuszczalny stopniowo obniża alkaliczność betonu. W wyniku dalszego reagowania dwutlenku węgla i węglanu wapnia jako produkt drugiego etapu procesu powstaje wodorowęglan wapnia, czyli kwaśny i łatwo rozpuszczalny w wodzie związek chemiczny. Wodorowęglan wapnia zostaje wypłukiwany ze struktury betonu, prowadząc do wzrostu jego porowatości i utraty jego wytrzymałości.

Na szybkość zachodzenia procesu karbonatyzacji wpływają: szczelność betonu, stopień zawilgocenia, zawartość CO_2 w powietrzu i temperatura otoczenia.

Kawitacja – według Polskiej Normy kawitacja jest zjawiskiem wywołanym zmiennym polem ciśnień cieczy, polegającym na tworzeniu się, powiększaniu i zanikaniu pęcherzyków lub innych obszarów zamkniętych (kawern) zawierających parę danej cieczy, gaz lub mieszaninę parowo-gazową. Jest to zespół zjawisk, w którym następuje zamiana wody w bąble pary wodnej, spowodowana miejscowym zmniejszeniem ciśnienia lub zwiększeniem temperatury, oraz implozja (odwrotność eksplozji), czyli zapadanie, kurczenie się tych bąbli, powodujące wytworzenie niszczącej fali uderzeniowej. Lokalne zmiany ciśnienia przekraczają ciśnienie płynu kilkaset razy i mogą powodować niszczenie dowolnego materiału.

Kelvin – miara temperatury. Skala identyczna z klasyfikacją w stopniach Celsjusza. Zero na skali jest to zero absolutne o temperaturze ok. -273°C . Punktem wyjścia dla skali Kelvina nie jest temperatura zamarzania wody. Różnice temperatur wyrażane są przeważnie w kelwinach (K).

Klasy ekspozycji

	Brak zagrożenia agresją środowiska lub zagrożenia korozją X0	Korozja spowodowana karbonatyzacją				Korozja spowodowana chlorkami						Agresywne oddziaływanie zamrażania/rozmarzania				Agresja chemiczna			
		XC 1	XC 2	XC 3	XC 4	Woda morska			Chlorki nie-pochodzące z wody morskiej			XF 1	XF 2	XF 3	XF 4	XA 1	XA 2	XA 3	
Maks. wskaźnik wodno-cementowy	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Min. klasa wytrzymałości	C12/16	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	
Min. zawartość cementu (kg/m ³)	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360	
Min. zawartość powietrza (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0a	4,0a	4,0a	-	-	-	
Inne wymagania													Kruszywo według normy EN 126200 o odpowiedniej odporności na cykle zamrażania i rozmrażania				Cement odporny na działanie siarczanów		

Klasa ekspozycji XD3 – odpowiada przypadkowi, gdy beton zawierający zbrojenie lub inne elementy metalowe jest narażony na kontakt z wodą zawierającą chlorki pochodzące z innych źródeł niż woda morska, w tym sole odladzające.

Klasy odporności chemicznej – klasyfikacja materiałów powłokowych pod względem odporności chemicznej określana na podstawie normy EN 13529, dzielącej je na klasy związane z utratą twardości Shore'a w danym czasie.

- **Klasa I**, gdy twardość materiału w skali Shore'a ulega zmniejszeniu o mniej niż 50% po 3 dniach oddziaływania bez ciśnienia.
- **Klasa II**, gdy twardość materiału w skali Shore'a ulega zmniejszeniu o mniej niż 50% po 28 dniach oddziaływania bez ciśnienia.
- **Klasa III**, gdy twardość materiału w skali Shore'a ulega zmniejszeniu o mniej niż 50% po 28 dniach oddziaływania z ciśnieniem.

Kolmatacja filtrów lub drenaży – zjawisko przeciwstawne sufozji, polega na osadzaniu się w porach gruntu cząstek lub ziaren na skutek zmniejszenia się spadku hydraulicznego lub związanej z nim prędkości przepływu wody podziemnej w gruncie.

Kolmatacja – osadzanie się w przestrzeni porowej ośrodka porowatego drobnych cząstek stałych unoszonych przez przepływający płyn.

Kolmatacja związana jest z blokowaniem przewężeń kanałów porowych przez cząstki stałe adwekcyjnie unoszone przez poruszający się płyn.

Przykładem procesu kolmatacji jest stopniowe zatykanie się filtrów porowatych (np. sączki, samochodowy filtr powietrza) przez drobne cząstki stałe zawarte w filtrowanym płynie (Wikipedia).

Korozja betonu – proces niszczenia, degradacji betonu w wyniku oddziaływania czynników środowiska. Warunki środowiskowe, jakie wywołują korozję betonu i stali zbrojeniowej, zostały opisane w normie PN EN 206-1 jako klasy ekspozycji.

Materiały 1K-, 2K-, ..., nK – skrót oznaczający materiały jedno-, dwu- lub wielokomponentowe.

Minimalna temperatura otoczenia – minimalna temperatura podczas aplikacji materiału w budynku i w środowisku (temperatura powietrza), której należy przestrzegać. Konkretnie informacje na ten temat podane są w odpowiednich kartach danych produktów.

Maksymalna wilgotność – skrót, oznacza maksymalną wilgotność względną powietrza lub maksymalną wilgotność podkładu (powinno to być doszczegółowione), jaką dany materiał będzie tolerował, tzn. wartość graniczną wilgotności, której przekroczenie zakłóci przebieg reakcji chemicznej, w wyniku czego gotowy materiał nie osiągnie deklarowanych właściwości użytkowych.

Wilgotność względna jest niemianowana i zawiera się w przedziale od 0 do 1, często wyrażana jest w procentach ($100\% = 1$). Wilgotność względna równa 0 oznacza powietrze suche, a równa 1 oznacza powietrze całkowicie nasycone parą wodną. Przy wilgotności względnej równej 1 oziębienie powietrza daje początek skraplaniu pary wodnej.

Przy określaniu wilgotności materiału całkowicie suchego próbka betonu lub jastrychu poddawana jest suszeniu w suszarce szafkowej (105°C dla jastrychu cementowego, 40°C dla jastrychu anhydrytowego) aż do uzyskania stałości wagi.

Na podstawie różnicy wagi między wilgotną i suchą próbką jastrychu obliczany jest procentowy udział wilgoci.

Dla zgodnych z normą jastrychów cementowych obowiązuje zasada, że wilgotność materiału całkowicie suchego powinna być ok. 1,5% wyższa od wilgotności zmierzonej metodą CM.

Wilgotność resztkowa to wilgotność rzeczywista próbki jastrychu w chwili przeprowadzania pomiaru. Wilgotność resztkowa odpowiada wilgotności równowagi, jeśli wilgotność i temperatura otoczenia jastrychu pozostają niezmiennie przez dłuższy okres.

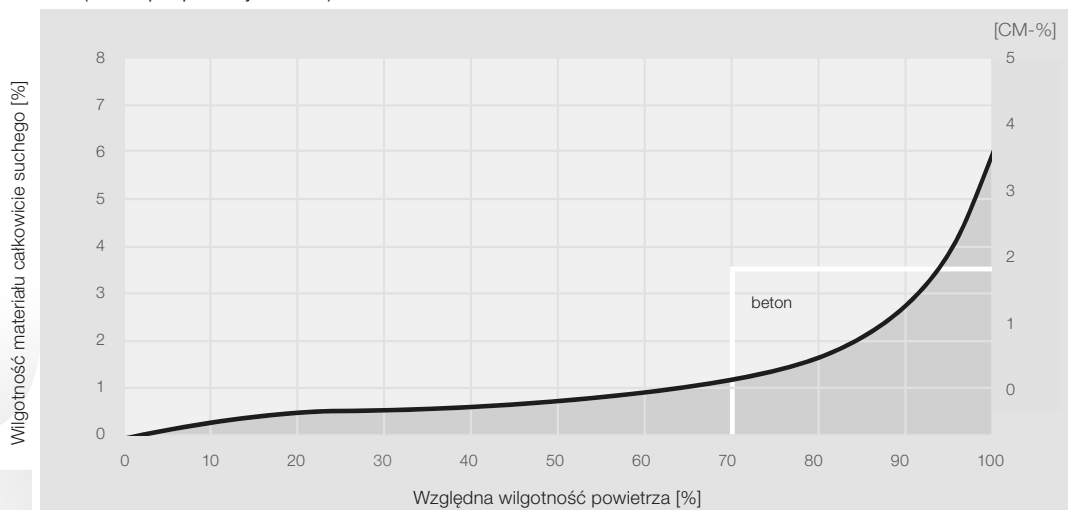
Terminem izotermy sorpcji określane jest graficzne przedstawienie wilgotności resztkowej w zależności od względnej wilgotności powietrza otoczenia dla zdefiniowanej temperatury.

Przy znajomości parametru wilgotności szczątkowej można za pomocą izotermy sorpcji natychmiast określić, czy dany jastrych oddaje jeszcze wilgoć do otoczenia, czy też ją chłonie.

Z czasem dla materiału ustala się wilgotność równowagi w zależności od względnej wilgotności powietrza. Graficzne przedstawienie tej zależności dla określonej temperatury określa się terminem izoterm sorpcji. Izotermy sorpcji wymagają ustalenia doświadczalnego poprzez określenie wilgotności równowagi przy różnej względnej wilgotności powietrza. Dla betonu (linia w kolorze czarnym) dostępne są odpowiednie dane w stosownej literaturze.

Im wyższa jest względna wilgotność powietrza w pomieszczeniu, tym wyższa jest wynikowa wilgotność równowagi w betonie.

W ten sposób np. przy ponad 90% względnej wilgotności powietrza w betonie z czasem ustala się wilgotność równowagi na poziomie 3,7% materiału całkowicie suchego (skala po lewej stronie) lub 2,0 CM-% (skala po prawej stronie).



Bez obniżenia wilgotności względnej w pomieszczeniu nie obniży się wilgotności resztkowej w betonie poniżej tego poziomu. Mowa jest tu jednak o betonach dojrzałych, beton w fazie dojrzewania

i wysychania nadmiaru wody w wilgotności względnej powyżej 90% nie osiągnie tak niskiego poziomu wilgoci resztkowej bez specjalnych zabiegów wietrzenia, nagrzewania lub osuszania.

Urządzenia bądź przyrządy do wykonywania pomiaru wilgotności resztkowej to wilgotnościomierze:

Wilgotnościomierz dotykowy elektroniczny – urządzenie do badania wilgotności resztkowej podłoża na zasadzie badania rezystencji, czyli przepływu prądu elektrycznego pomiędzy elektrodami, które podczas badania dotykają badanego podłoża. Im większa wilgotność badanego betonu, tym bardziej przewodzi prąd, pokazując wyższy wynik wilgotności na skali. Urządzenie to jest łatwe w użyciu, samo badanie jest nieniszczące i przebiega bardzo szybko, momentalnie pokazując wynik na skali. Jednak dokładność takiego badania jest obarczona błędami w sytuacji badania betonu zbrojonego rozproszonym włóknem stalowym, jak również przy badaniu powierzchni betonu przy wysokiej wilgotności powietrza, która wpływa na powierzchniową przewodność zwilżonej powierzchni betonu. Bardziej miarodajną metodą badania wilgotności resztkowej jest badanie za pomocą urządzenia CM.

Wilgotnościomierz karbidowy CM – precyzyjne urządzenie do badania wilgotności resztkowej w podłożach betonowych i jastrychach. Procedura badania wygląda następująco. Wykuwamy ok. 1–2 cm warstwy z powierzchni betonu w określonym miejscu badania i dokładnie usuwamy, odmiatamy powstały w ten sposób urobek, który ze względu na możliwe zawilgocenie powierzchniowe nie jest brany pod uwagę podczas wykonywania badania. Ponownie kujemy beton spod usuniętej powierzchni i pobieramy próbkę urobku do badania. Precyzyjnie odważona próbka betonu zostaje rozdrobniona i razem z ampulką karbidową i kulkami stalowymi umieszczona w pojemniku ciśnieniowym ze stali. Po zamknięciu pojemnik zostaje poddany wstrząsom, co prowadzi do stłuczenia ampulki ze szkła i zmieszania próbki betonu z karbidem. Karbid wchodzi w reakcję z wilgocią z badanej próbki betonu, wytwarzając gaz acetylenowy, wskutek czego w zależności od ilości wilgotności resztkowej betonu następuje wzrost ciśnienia w pojemniku. Za pomocą skalibrowanego manometru można następnie odczytać wilgotność resztkową na skali w jednostkach CM-%.

Mikrobiologiczne uszkodzenia betonu – niszczenie betonu pod wpływem czynników biologicznych, występują głównie wskutek czynników chemicznych pochodzących z metabolizmu bakterii.

Nakładanie powłok (C) – obróbka mająca na celu utworzenie ciągłej warstwy ochronnej na powierzchni betonu.

W tym przypadku jej grubość jest określana w zakresie od 0,1 do 5,0 mm.



Ponieważ metoda ta tworzy ciągłą warstwę powierzchniową, ten rodzaj obróbki jest także stosowany do tworzenia membran wodochronnych.

Niuton – międzynarodowa jednostka miary w fizyce, oznaczająca siłę (symbol N). Niuton jest to przeciętne przyspieszenie na poziomie morza $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, z jakim siła grawitacji ziemskiej oddziałuje na ciało o masie 102 g. (Nazwa jednostki pochodzi od nazwiska fizyka Izaaka Newtona).

Norma EN 1504 – norma europejska o pełnym tytule EN 1504: „Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych”, skierowana do wszystkich podmiotów zajmujących się naprawą betonu.

Norma EN 1504 obejmuje wszystkie aspekty procesu związanego z naprawą i/lub ochroną, łącznie z:

- definicjami i zasadami wykonywania napraw;
- wymogiem przeprowadzenia szczegółowej diagnostyki powodów pogorszenia się stanu elementów przed określeniem metody napraw;
- szczegółowym zrozumieniem potrzeb klienta;
- wymogami w zakresie parametrów użytkowych produktu oraz metod badawczych;

- zakładową kontrolą produkcji oraz oceną zgodności, obejmującą oznakowanie CE;
- metodami nakładania na placu budowy oraz kontrolą jakości prac.

Norma europejska EN 1504 składa się z 10 części, z których każda jest przedmiotem oddzielnego dokumentu.

Zapewnia ona źródło wiedzy dla inżynierów przygotowujących specyfikacje, wykonawców oraz producentów materiałów.

Część 2 normy EN 1504 zawiera specyfikacje dotyczące **produktów/systemów ochrony powierzchni betonu** w zakresie następujących elementów:

Odporność chemiczna – mówimy, że materiał X jest odporny chemicznie na substancję Y, jeżeli oddziaływanie substancji Y na materiał X pozostający z nim w kontakcie przez określony czas nie powoduje zmian konsystencji materiału Y, zmian optycznych, takich jak pęcherze czy obrzęki, i utraty twardości Shore'a w porównaniu z deklarowaną w karcie technicznej materiału X.

Odporność chemiczną podzielono na klasy.

Odporność na ścieranie – odporność na ścieranie to właściwość mechaniczna materiału, której miarą jest pomiar utraty wysokości lub ubytku masy na cm^2 powierzchni ścieranej próbki. Do oznaczania ścieralności używamy różnych aparatów, których dobór zależy od rodzaju materiału. Badaniu temu poddaje się materiały, które w okresie eksploatacji podlegają ścieraniu, np. podłogi lub nawierzchnie.

Osmoza – przechodzenie cieczy (np. wody) przez półprzepuszczalną membranę (np. powłokę) w przypadku jakichkolwiek różnych stężeń substancji rozpuszczalnej (np. cząsteczek soli, produktów korozji) po obu stronach membrany. Tutaj jest to przechodzenie cieczy w kierunku roztworu o wyższym stężeniu (który do pewnego stopnia zostanie rozcieńczony), którego rezultatem jest wzrost ciśnienia wewnętrznego (zwanego ciśnieniem osmotycznym) połączony z występowaniem wypełnionych wodą pęcherzy, np. pomiędzy podłożem a powłoką lub pomiędzy warstwami systemu powłokowego.

Over Spray – natrysk rozpylonej żywicy polimocznikowej, którego celem jest zapewnienie antypoślizgowej struktury powierzchni natryskowej powłoki polimocznikowej na kondygnacjach parkingowych lub w nieckach basenów kąpielowych po wykonaniu podstawowego natrysku warstwy żywicy w formie gładkiej powłoki, którą wykonuje się, prowadząc strumień natrysku prostopadle do podłoża, utrzymując stałą odległość dyszy pistoletu od tej powierzchni (ok. 1 metr) prostopadle do tej powierzchni.

Overspray należy wykonywać z większej odległości od podłoża na powierzchnię wystudzoną. W zależności od warunków otoczenia i nasilenia wiatru wykonujemy tę czynność znad głowy, pod kątem, a w niektórych przypadkach całkowicie w płaszczyźnie równoległej do aplikowanej powierzchni.



Prace wykończeniowe żywicą polimocznikową w technologii Overspray

W ten sposób rozpylona żywica zaczyna żelować w powietrzu i osiadając w postaci drobnego nakropienia, nie rozplywa się na płasko, tworząc strukturę antypoślizgową.



Poliuretan – materiał powstający w wyniku reakcji chemicznej w połączeniu pololu i izocyjanianu, wymagającej katalizatora, aby zapoczątkować reakcję.

Polimocznik – materiał powstający w wyniku reakcji chemicznej w połączeniu aminy i izocyjanianu, zachodzącej samoistnie po zmieszaniu, bez udziału katalizatora.

Pory powietrzne – niewielkie zagłębienia w powierzchniowej strukturze betonu o średnicy do kilku milimetrów (przeważnie wypełnione powietrzem), powstające w wyniku napowietrzenia struktury betonu podczas wlewania betonu do szalunków. Większość tych pustek na powierzchni betonowej pokryta jest rzadkim mleczkiem cementowym, najczęściej są one widoczne dopiero po mechanicznej obróbce powierzchni betonowej (np. piaskowaniu, szlifowaniu).

Promotor przyczepności (grunt szcpepy) – materiał stosowany przeważnie w bardzo cienkich warstwach w celu wytworzenia odpowiedniego wiązania pomiędzy różnymi materiałami lub powłokami.

Przebiecie hydrauliczne – zjawisko tworzenia się kanału (przewodu) w masie gruntowej, wypełnionego gruntem o naruszonej strukturze (w końcowej fazie zjawiska – zawiesiną), łączącego miejsca o wyższym i niższym ciśnieniu wody w porach. Na powierzchni terenu przebiecie hydrauliczne jest widoczne w postaci źródła. Zjawisko przebicia występuje przeważnie w gruntach mało spoistych podścielonych gruntami przepuszczalnymi.

Przyczepność/wytrzymałość na odrywanie – wzajemna podatność dwóch kolejnych warstw, np. powłoki do środka gruntującego lub środka gruntującego do podłoża.

Siłę przyczepności mierzy się specjalnym przyrządem do odrywania z określonymi stemplami badawczymi. W zgodności z ZTV-ING/RILI SIB 2001 i EN 1504-2 wartość ta powinna wynosić przeciętnie dla powłok elastycznych przynajmniej $1,5 \text{ N/mm}^2$ dla powierzchni odciążonych mechanicznie (np. z ruchu kołowego) i $0,8 \text{ N/mm}^2$ dla powierzchni bez obciążeń mechanicznych i odpowiednio więcej dla powłok sztywnych: $2,0 \text{ N/mm}^2$ dla powierzchni odciążonych mechanicznie (np. z ruchu kołowego) i $1,0 \text{ N/mm}^2$ dla powierzchni bez obciążeń mechanicznych.

Sole odladzające – środki odladzające głównie używane na drogach, w obszarach wiaduktów i parkingów wielokondygnacyjnych do topienia śniegu i lodu. Sole odladzające to chlorki, które mogą przenikać przez pory kapilarnie i spękania w strukturze betonu. Pozostałości soli (chlorki) w betonie mogą powodować uszkodzenia zbrojenia, a w efekcie jego korozję. W przypadku konieczności przeprowadzenia naprawy betonowych powierzchni zanieczyszczonych chlorkami należy deaktywizować działanie jonów chlorkowych głęboko penetrującym beton (5 cm) inhibitorem korozji w postaci impregnatu hydrofobizującego na bazie silanów (np. [MasterProtect 8500 CL](#)) lub usunąć zasoloną warstwę betonu całkowicie.

Sufozja – proces polegający na wynoszeniu (przemieszczeniu się lub wyniesieniu poza obręb gruntu) pod wpływem przepływającej (filtrującej) wody drobniejszych cząstek lub ziaren szkieletu mineralnego gruntu. W rezultacie sufozji dochodzi do powiększenia przestrzeni porowych, wzrasta współczynnik filtracji.

Materiał zostaje przemieszczony w inne miejsce lub wyniesiony poza obręb gruntu.

Zjawisko to prowadzi często do powstawania kawern lub kanałów w gruncie i przybiera cechy tzw. przebicia hydraulicznego.

Może się ona odbywać na drodze mechanicznego lub chemicznego oddziaływania wody podziemnej.

Sufozja mechaniczna – przemieszczenie drobniejszych cząstek i ziaren – odbywa się mechanicznie bez rozpuszczającego, chemicznego oddziaływania wody podziemnej.

Sufozja chemiczna następuje przez rozpuszczenie przez przepływającą wodę podziemną rozpuszczalnych cząstek i ziaren występujących między nierozpuszczalnymi w wodzie większymi ziarnami.

Szpachla drapana – zaprawa drobnodziarnista nakładana pacą stalową z wysokim dociskiem pod kątem ok. 60° nachylenia w stosunku do szpachlowanej płaszczyzny celem wypełnienia porów powietrznych w podłożu. Na powierzchniach pionowych w postaci tiksotropowej.

Ścieranie/zużycie ściernie – niszczenie wierzchniej warstwy współpracujących, poruszających się względem siebie części. Ubytek masy, objętości lub grubości materiału jest spowodowany oddziaływaniem cząstek materiału na skutek rysowania, mikroskrawania lub bruzdowania. (Mikroskrawanie to odrywanie nierówności, ubytek. Rysowanie to nieciągłości, pęknięcie wgłębne. Bruzdowanie to przemieszczenia materiału.)

Zużycie ściernie występuje najczęściej wtedy, gdy jest duża różnica twardości współpracujących części lub gdy między trącymi się powierzchniami znajdują się luźne lub utwardzone cząstki ścierniwa, lub występują nierówności twardszego materiału, które działają jak mikroostrza. Podobne właściwości skrawające mają utlenione produkty zużycia znajdujące się w obszarze tarcia.

Ścieranie ma miejsce również wszędzie tam, gdzie luźne ścierniwo przesuwają się po powierzchni ciała stałego.

Szybkość zużycia ściernego zależy od składu chemicznego, parametrów geometrycznych i twardości cząstek ścierniwa znajdujących się w strefie tarcia, jak również od wzajemnej prędkości trących się części.

Środek gruntujący – niskiej lepkości, przeważnie wolna od wypełniaczy epoksydowa żywica reaktywna (czasami żywica na bazie poliuretanów) stosowana do wytwarzania wiązań np. pomiędzy betonem a systemem powłokowym. Środki gruntujące zwykle posypuje się piaskiem kwarcowym. Głównym celem stosowania żywic gruntujących na powierzchniach betonowych jest doszczelnienie porów i mikrokapilarów w powierzchni, aby przy aplikacji głównej warstwy powłoki żywicznej uniemożliwić wydostawanie się i wznoszenie pęcherzyków powietrza powodujących kraterowanie, perforowanie powłoki, gdyż żywica gęstniejąc, w pewnym momencie nie jest już w stanie rozlewając się, wypełnić przestrzeń powstającą po pękającym pęcherzyku wznoszącego się powietrza.

Środek tiksotropowy – dodatek na bazie włókien polietylenowych o długości ok. 0,10–0,25 mm, mieszan z żywicami reaktywnymi w ilości od 0,5 do 4,0% w stosunku do ilości wagowej komponentu A żywicy w celu zagęszczenia do stopnia zapobiegającego spływaniu materiału podczas szpachlowania powierzchni pionowych.

Temperatura zeszklenia (TG) – temperatura, w której zachodzą największe zmiany w zdolności do odkształcenia plastycznego.

Temperatura punktu rosy – temperatura, w której przesiąknięte parą wodną powietrze, wchodząc w kontakt z zimnymi powierzchniami, powoduje zjawisko kondensacji i skraplania pary wodnej. Przykładowo kiedy ciepłe powietrze styka się z zimnymi powierzchniami betonowymi (zob. tabela punktów rosy).

Utwardzanie się żywicy – powstawanie przestrzennej struktury atomowej monomerów, sieci łańcuchów polimerowych i wiązań uniemożliwiających swobodne przemieszczanie się atomów (cząsteczek), zmieniając w ten sposób substancję ciekłą w ciało stałe.

Wyparcie gruntu – zjawisko polegające na przesunięciu pewnej objętości gruntu (często wraz z obciążającymi ją elementami ubezpieczeń). Wyparta masa powiększa swoją objętość i porowatość. Zjawisko wyparcia może występować nie tylko w kierunku pionowym do góry, lecz również poziomo w podłożu budowli piętrzących wodę, a niekiedy również w kierunku do dołu.

Wysadziny – wzrost objętości gruntu będący wynikiem dłuższego trwania ujemnej temperatury powietrza, kiedy granica przemarzania przesuwa się w dół. Ponad granicą przemarzania gruntu od powierzchni terenu tworzą się soczewki lodowe, które powiększają się wskutek podciągania wody od dołu. Nowe soczewki lodowe w sposób naturalny zwiększają wilgotność zamrożonego gruntu.

Bezpośrednio poniżej granicy przemarzania obserwuje się zmniejszenie wilgotności gruntu w porównaniu z wilgotnością gruntu przed przemarzaniem. Należy to tłumaczyć tym, że soczewki lodowe przyciągają molekuly wodne od dołu ze swojego najbliższego otoczenia. Przyciąganie molekul wodnych przez kryształy lodu następuje wskutek istnienia na ich powierzchni sił adsorpcji. Molekuly wody przyciągnięte do powierzchni soczewki lodowej uzupełniają siatkę krystaliczną lodu, po czym same przyciągają nowe molekuly wody z porów gruntu, co powoduje wzrost soczewek lodowych, a więc i wzrost objętości gruntu. Ten wzrost objętości uzewnętrznia się powstawaniem tzw. **wysadzin**, gdzie występują grunty szczególnie wrażliwe na przemarzanie (Wiłun 1982).

W wyniku tego zamarzania lód może wywołać ciśnienie ok. 50–200 kPa przy temperaturze $T = -22^{\circ}\text{C}$. Badania i obserwacje wykazują, że wysadziny mogą występować tylko wtedy, gdy (Wiłun 1982):

- mróz działa wystarczająco długo – ujemna temperatura powietrza,
- grunt podłoża jest wysadzinowy,
- zwierciadło wody gruntowej zalega dość płytko, grunt podłoża jest bardzo wilgotny.

Znak CE – znak zgodności z przepisami europejskimi dla niektórych produktów w związku z tym produktem. Poprzez umieszczenie znaku CE producent potwierdza, iż dany produkt jest zgodny ze stosowanymi dyrektywami europejskimi. Produkty stosowane zgodnie z dyrektywami WE muszą posiadać znak CE przed wypuszczeniem ich na rynek, do obrotu lub wdrożeniem do eksploatacji.

Żywica reaktywna – ciekła żywica utwardzająca się (wiążąca) w drodze reakcji chemicznej.

- [1] Ajdukiewicz A., *Beton a środowisko. Zasady projektowania konstrukcji betonowych z uwagi na trwałość*. XXV Konferencja Naukowo-Techniczna 24–27.05.2011, Międzyzdroje.
- [2] *Badania korozji zbrojenia i właściwości ochronnych betonu*, Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 2011.
- [3] Beton wg normy PN-EN 206-2 – Komentarz – praca zbiorowa pod kierunkiem prof. L. Czarnieckiego. Polski Cement Sp. z o.o., Kraków 2004.
- [4] „*Biogazownie – MasterSeal Sprawdzone systemy ochrony i uszczelnień zwiększające efektywność biogazowni*”. Broszura Master Builders Solutions.
- [5] Błaszczyński T., Iliski M., *Hydrofobizacja wgłębna – nowa strategia poprawy trwałości konstrukcji betonowych*, w: *Trwałe rozwiązania naprawcze w obiektach budowlanych*, ed. M. Kamiński, J. Jasiczak, W. Buczkowski, T. Błaszczyński, DWE, Wrocław 2010, 339–351.
- [6] Bochenek A., Prokopski G., *Badania odporności betonów na pękanie w wysokiej temperaturze*, Archiwum Inżynierii Łądowej tom XXX, Z. 4/1984, Politechnika Częstochowska, Częstochowa 1984.
- [7] Brandt A.M., *Cement based composites: Materials, mechanical properties and performance*, 2nd ed., Taylor & Francis Group, pp. 1–535, 2009.
- [8] Brandt A.M., *Zastosowanie doświadczalnej mechaniki zniszczenia do kompozytów o matrycach cementowych*, w: *Mechanika kompozytów betonopodobnych*, A.M. Brandt (red.), PAN. Ossolineum, Wrocław 1983, 449–501.
- [9] BS 2782: Part 3. Methods 320 A to 320 F. *Tensile strength, elongation and elastic modulus*. 1976.
- [10] Buczkowski W., *Zagrożenie awarią żelbetowego zbiornika prostopadłościennego*, w: *Materiały XII konferencji naukowo-technicznej pt. „Żelbetowe i sprężone zbiorniki na materiały sypkie i ciecze”*, Kraków 2003.
- [11] Buczkowski W., Mikołajczak H., *The application of finite difference method for static calculation of unusual, one-chamber rectangular tank*, Materials for 3rd Conference: Design and implementation technology of tanks [in Polish], Krakow 1985.
- [12] Buczkowski W., Szymczak-Graczyk A., *Influence of the bottom thickness on static works and stability of the pontoon made as a closed monolithic, reinforced concrete tank*, Chapter in the monograph: *Modeling of engineering structures and constructions* [in Polish], SGGW, Warsaw 2014.
- [13] Buczkowski W., *Thermal load of beams, plates and engineering structures* [in Polish], SGGW. Warsaw 2007.
- [14] Bunch-Nielson T., *SBS – modified roofing felt is the future*, Danish Roofing Pelt Information Council – TOR, Kopenhaga 1996.
- [15] Carette G.G., Painter K.E., Malhotra V.M. *Sustained High Temperature Effect on Concrete Made with Normal Portland Cement, Normal Portland Cement and Slag, or Normal Cement and Fly Ash*, Concrete International, Vol. 4, No. 7, July 1982, 41–51.
- [16] CODE OF GOOD PRACTICE for the Application of Polyurea Designed and Prepared by PDA Europe First Edition October 2014.
- [17] Coster M., Chermant J.-L., *Image analysis and mathematical morphology for civil engineering materials*, Cement and Concrete Composites, 23, 2001, 133–151.
- [18] Courard L., Nelis M., *Surface analysis of mineral substrates for repair works: roughness evaluation by profilometry and surfometry analysis*, Mag. Conc. Res. 2003; 55, 355–366.
- [19] Courard L., Degeimbre R., Darimont A., *Effects of sunshine/rain cycles on the behavior of repairing systems*, 2nd Int. RILEM Symposium ISAP'99, Dresden 1999.
- [20] Courard L., Garbacz A., Niewięgłowska-Mazurkiewicz A., Piotrowski T., *Inżynieria powierzchni betonu. Część 2. Wpływ obróbki na powstawanie rys*, Materiały Budowlane, 12 (2006), 8–11.
- [21] Courard L., Garbacz A., Piotrowski T., *Inżynieria powierzchni betonu. Część 3. Termodynamiczne uwarunkowania adhezji*, Materiały Budowlane, 2007, 2, 6–7.

- [22] Courard L., Perez F., Bissonnette B., Górka M., Garbacz A., *Two different techniques for the evaluation of concrete surface*, w: ICCRRR 2005 International Conference on Concrete Repair, Rehabilitation and Retrofitting, Cape Town, South Africa, 2005, 1015–1020.
- [23] Courard L., Schwall D., Garbacz A., Piotrowski T., *Effect of concrete substrate texture on the adhesion properties of PCC repair mortar*, Proc. of Inter. Symposium on Polymers in Concrete. ISPIC 2006, Guimaraes, Portugal (2–4 April 2006), 99–110.
- [24] Courard L., Bissonnette B., Belair N., *Effect of surface preparation techniques on the cohesion of superficial concrete: comparison between jack-hammering and water-jetting*, w: ICCRRR 2005 International Conference on Concrete Repair, Rehabilitation and Retrofitting, Cape Town, South Africa, 1027–1031 (2005).
- [25] Cusson D., Malivaganam N., *Durability of repair materials*. Concrete International, 3/1996.
- [26] Czarnecki L., *Uszkodzenia i naprawa betonu*. Inżynieria i Budownictwo (2002) 59–65.
- [27] Czarnecki L., Broniewski T., Henning O., *Chemia w budownictwie*, Wydawnictwo „Arkady”, Warszawa 1996.
- [28] Czarnecki L., Clifton J.R., Głodkowska W., *Problem of compatibility of polymer mortars and cement concrete system*, International Colloquium Materials and Restoration, Esslingen 1992, 964–971.
- [29] Czarnecki L., Głodkowska W., Piątek Z., *Compatibility of polymer and cement polymer composites with ordinary concrete under short-time load conditions*, Archives of Civil Engineering. XLIX, 1/2004, 133–150.
- [30] Czarnecki L., Łukowski P., *Naprawy i ochrona betonu zgodnie z PN-EN 1504*, „Materiały Budowlane”, nr 2/2009, s. 2–4.
- [31] Czarnecki L., Woyciechowski P., *Concrete carbonation as a limited process and its relevance to concrete cover thickness*, ACI Materials Journal, nr 109/2012, 275–282.
- [32] Datta J., Leszkowski K., *Badanie stabilności chemicznej prepolimerów eterouretanowych*, Politechnika Gdańska, Polimery Nr 2/2008.
- [33] *Determination of Fracture parameters of plain concrete using three-points bend tests*, R1LEM Draft Recommendations, TC 89 – FMT Fracture Mechanics of Concrete Test Methods: Materials and Structures, 23, 1990, 457–460.
- [34] Dembicki E., Tejchman J., *Wybrane zagadnienia fundamentowania budowli hydrotechnicznych*, Wyd. PWN, Warszawa 1981.
- [35] Dębska D., *Ochrona przed Korozją*, 4, 2013, 34–43.
- [36] *Diagnostyka i naprawa konstrukcji żelbetowych obciążonych statycznie*. Praca zbiorowa pod red. Kamińskiego M., Jasiczaka J., Buczkowskiego W., Błaszczczyńskiego T.: *Trwałość i skuteczność napraw obiektów budowlanych*. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2007.
- [37] Domone P., Illston J., *Construction Materials. Their nature and behavior*, Spon Press, London and New York 2010, 40, 532.
- [38] Drobiec Ł., Jasiński R., Piekarczyk A., *Diagnostyka konstrukcji żelbetowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010.
- [39] Dronszkowski R., *Computational Chemistry of Solid State Materials*, Wiley – VCH (2005).
- [40] Dyrektywa WE w sprawie zbliżenia ustaw i aktów wykonawczych państw członkowskich, dotyczących wyrobów budowlanych nr 89/1 06/EEC.
- [41] EN 1504-2:2004, *Products and systems for the protection and repair of concrete structures – Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity, Part 2: surface protection systems for concrete*, CEN Management Centre, Brussels 2004.
- [42] Fagerlund G., *Trwałość konstrukcji betonowych*, Warszawa 1997.
- [43] Garbacz A., Górka M., Courard L., *On the effect of concrete surface treatment on adhesion in repair systems*. Mag. Conc. Res. 2005, 57, 49–60.
- [44] Garbacz A., Courard L., Kostana K., *Characterization of concrete surface roughness and its relation to adhesion in repair systems*, Materials Characterization, 56, 2006, 281–289.

- [45] Garbacz A., *Korozja elementów żelbetowych ZMB-NDT*.
- [46] Garbacz A., *Znaczenie przygotowania powierzchni betonu dla zapewnienia skuteczności napraw*, Materiały Budowlane, Nr 9, 2013, 10–13.
- [47] Gawin D., Koniorczyk M., Pesavento F., *Modelling of hydro-thermo-mechanical phenomena in building materials*, Bull. Pol. Acad. Sci. Tech. Sci 2013 Vol. 61 Nr 1, 51–53.
- [48] Gerdes A., Wittmann F.H., *Hydrophobieren von Stahlbeton; Teil 2: Ausilhrung einer Hydrophobierung*, Int. J. Rest., 9, 117–138 (2003).
- [49] Gerdes A., Wittmann F.H., *Hydrophobieren von Stahlbeton; Teil1: Transport und chemische Reaktionen siliciumorganischer Verbindungen in der Betonrandzone*, Int. 1. Rest., 9, 41–64 (2003).
- [50] Gerdes A., Meier S., Wittmann F.H., *A New Application Technology for Water Repellent Surface Treatment*, w: F.H. Wittmann (ed.), *Water Repellent Treatment of Building Materials*, Proc. Of Hydrophobe II, 217–230 (1998).
- [51] Gerdes A., *Application of the Box Technology for Surface Impregnation*, w: P. Schwesinger, F.H. Wittmann (eds.), *Durable Reinforced Concrete Structures*, Aedificatio-Verlag, Freiburg i.B., 221–234, 1998.
- [52] Gerdes A., *Transport und chemische Reaktion siliciumorganischer Verbindungen in der Betonrandzone*, Building Materials Report No 15, Aedificatio Verlag, Freiburg i. B., 2001.
- [53] Gerdes A., Wittmann F.H., *Hydrophobieren von Stahlbeton, Teil 2: Ausführung einer Hydrophobierung – Voruntersuchung, Durchführung und Qualitätssicherung*, Int. Z. Bauinstandsetzen, 9, 117–138, 2003.
- [54] German J., *Podstawy mechaniki pękania. Skrypt dla studentów wyższych szkół technicznych*, Instytut Mechaniki Budowli, Wydział Inżynierii Łądowej. Politechnika Krakowska, Kraków 2005, 50.
- [55] Giergiczny Z., Małolepszy J., Szwabowski 1., Śliwiński J., *Cementy z dodatkami mineralnymi w technologii betonów nowej generacji*, Górażdże, Opole 2002.
- [56] Giergiczny Z., *Rola popiołów lotnych wapniowych i krzemionkowych w kształtowaniu właściwości współczesnych spoiw budowlanych i spoiw cementowych*, Monografia 325, Politechnika Krakowska 2006.
- [57] Gierszewska G., Romanowska M., *Analiza strategiczna przedsiębiorstwa*, PWE, Warszawa 2002.
- [58] Glinicki M.A., Litorowicz A., *Cyfrowa analiza rys w betonie wywołanych przez działanie termiczne*, XVIII Konferencja Naukowo Techniczna „Beton i prefabrykacja – Jadwisin 2002”, CEBET, Tom 1, 112–119.
- [59] Głodkowska W., *Crack resistance of protective coatings*, Archives of Civil Engineering, XLIX, No 1, 2003, 131–149.
- [60] Głodkowska W., Garbacz A., *Wielokryterialna analiza dobrej współpracy w doborze materiałów do napraw konstrukcji betonowych*, Materiały Budowlane, Nr 2, 2014, 2–6.
- [61] Głodkowska W., *Method of selection of coat properties for protection of reinforced concrete construction*, Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering, No 26, 2012, 118–126.
- [62] Głodkowska W., *Podstawy i metoda doboru kompozytów do napraw i ochrony betonu*, Seria: Monografie, Wyd. Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2003.
- [63] Głodkowska W., Staszewski M., *Weatherability of Coating Materials for Protection of Concrete*, Presentation: poster at E-MRS Fali Meeting 2005, See On-line Journal of E-MRS Fali Meeting, Warszawa 2005.
- [64] Głodkowska W., *Współpraca kompozytu polimerowego z betonem zwykłym (KP-BZ)*, XIV Międzynarodowe Sympozjum Naukowe Studentów i Młodych Pracowników Nauki, Zielona Góra 1992.
- [65] Golewski G.L., Sadowski T.S., *Rola kruszywa grubego w procesie destrukcji kompozytów betonowych poddanych obciążeniom doraźnym*, Wydawnictwo IZT Sp. z o.o., Lublin 2008.
- [66] Gołaś J., *Introduction to the theory of plates* [in Polish], Wyższa Szkoła Inżynierska w Opolu, Opole 1972.
- [67] Grabiec K., *Żelbetowe konstrukcje cienkościenne*, PWN, Warszawa 1999.

- [68] Gruener M., *Korożja i ochrona betonu*, Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 1983.
- [69] Halicka A., Franczak D., *Projektowanie zbiorników żelbetowych. Zbiorniki na materiały sypkie*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011.
- [70] Halicka A., Franczak D., *Projektowanie zbiorników żelbetowych. Zbiorniki na ciecz*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013.
- [71] Hoła J., *Naprężenia inicjujące i krytyczne a destrukcja naprężeniowa w betonie ściskanym*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000.
- [72] Hop T., *Betony modyfikowane polimerami*, Arkady, Warszawa 1976.
- [73] Hop T., *Betony polimerowe*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1992.
- [74] Hop T., Maćkowski R., *Odształcenia niektórych betonów polimerowych pod obciążeniem doraźnym i długotrwałym*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Budownictwo, Nr 31, Gliwice 1972.
- [75] [HTTPS://www.elektrophysik.com/products/pinhole-detection/porotest-7.html](https://www.elektrophysik.com/products/pinhole-detection/porotest-7.html)
- [76] Imhoff K., Imhoff K.R., *Kanalizacja miast i oczyszczanie ścieków. Poradnik*, Oficyna Wydawnicza Projprzem-EKO, Bydgoszcz 1996.
- [77] Instrukcja ITB nr 210 – *Instrukcja stosowania młotków Schmidta do nieniszczącej kontroli jakości betonu w konstrukcji*, Warszawa 1977.
- [78] Instrukcja ITB nr 453/2009, *Ochrona powierzchniowa betonu w warunkach agresji chemicznej*, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2009.
- [79] Instrukcja nr 277. Instrukcja określania składu stwardniałego betonu, ITB, Warszawa 1986.
- [80] Instrukcja nr 357. Instrukcja badania składu fazowego betonu, ITB, Warszawa 1998.
- [81] International Federation for Structural Concrete: *Externally Bonded FRP Reinforcement for RC structures* (Bulletin Fib. 14), 2001.
- [82] Iwanow A.M., Ałgazinow K.J., Martinec D.W., *Stroitelnyje konstrukcii z polimernych materialow*, Wyzsza Szkoła, Moskwa 1978.
- [83] Jamroży Z., *Beton i jego technologie*, PWN, Warszawa–Kraków 2000.
- [84] Jasiczak J., *Projektowanie i realizacja betonowych obiektów oczyszczalni ścieków w świetle norm PN-EN*, Materiały Budowlane, 12/2012, 7–10.
- [85] Kamiński M., Maj M., Ubysz A., *Method of repairing cracked walls of liquid tanks*, w: 7th International Conference on Inspection Appraisal Repairs & Maintenance of Buildings & Structures. Nottingham, UK, 11–13 September 2001. Vol. 1 / Eds Chris Page, s. 401–408.
- [86] Kamiński M., Persona M., Ubysz A., *Kontrola jakości*, w: *Podstawy projektowania konstrukcji żelbetowych według Eurokodu 2*. Praca zbiorowa pod red. M. Kamińskiego. Warszawa–Wrocław, Wydaw. Nauk. PWN, 1996, s. 297–326.
- [87] Kamiński M., Bywalski C., Michalski P., *Nośność na ścinanie belek wykonanych z fibrobetonu*, Materiały Budowlane 2014/6.
- [88] Kamiński M., Bywalski C., Kaźmierowski M., *Badania wytrzymałości na ściskanie betonów wysokowartościowych z dodatkiem włókien stalowych*, Materiały Budowlane 2015/6.
- [89] Kamiński M., Pawlak W., *Load capacity and stiffness of angular cross section reinforced concrete beams under torsion*. Archives of Civil and Mechanical Engineering, 2011, vol. 11, nr 4, s. 885–903.
- [90] Karta techniczna produktu [MasterSeal M 689](#).
- [91] Katayama T., *Materials Characterisation*, 53, 2004, 85–104.
- [92] Kączkowski Z., *Plates. Static calculations* [in Polish], Arkady, Warszawa 1968.
- [93] Kokowska J., *Badania pokrywania rys w podłożu betonowym przez powłoki polimerowe*, „Building Research Institute – Quarterly”, no 3 (151) 2009.
- [94] Kołodziński E., *Wprowadzenie do zarządzania bezpieczeństwem*, skrypt UWM w Olsztynie.
- [95] Kowalski R., *Wpływ wysokiej temperatury na cechy mechaniczne betonu*, Inżynieria i Budownictwo, Nr 10, 2010, 533–538.

- [96] Kurdowski W., *Wybrane zagadnienia z chemii betonu*, w: Problemy Naukowo-Badawcze Budownictwa, 55 Konferencja Naukowa KILiW PAN i KN PZITB, Kielce–Krynica 2009, s. 423–430.
- [97] Kurdowski W., *Chemia cementu i betonu*, Polski Cement, Kraków 2010.
- [98] Kwaśny J., Kowalski Z., Banach M., *Właściwości nawozowe gnojowicy w kontekście zawartości wybranych makro- i mikroelementów*, „Czasopismo Techniczne. Chemia”, nr 10/2011, s. 107–120.
- [99] Leszkowski K., *Synteza i właściwości jonowo przewodzących materiałów poliuretanowych*, Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Technologii Polimerów.
- [100] Madsen H.O., *Methods of structural safety*, Prentice Hall 1986.
- [101] Maj M., *Problems of Durability of Reinforced Concrete Walls Tanks, Chimneys Exposed for Chemically Active Environment*, SEMC 2016: The Sixth International Conference on Structural Engineering, Mechanics and Computation, 5–7 September 2016, Cape Town, South Africa.
- [102] Maj M., Ubysz A., *Wzmacnianie zarysowanych kominów żelbetowych użytkowanych w agresywnym środowisku chemicznym*, Materiały Budowlane 2015/6.
- [103] Maj M., Ubysz A., *Some remarks to exothermic processes during forming large scale concrete foundations*, SEMC 2016: The Sixth International Conference on Structural Engineering, Mechanics and Computation, 5–7 September 2016, Cape Town, South Africa.
- [104] Maj M., Rogoża A., Stachoń T., Ubysz A., *The durability of concrete structures in chemically aggressive environments*, w: Stroitel'stvo-formirovanie sredy žiznedeatel'nosti Moskva: NIU MGSU, 2016, s. 387–390.
- [105] Maj M., Stachoń T., Ubysz A., *Beton jako materiał konstrukcyjny w wysokiej temperaturze*, Materiały Budowlane, 2014, nr 6, s. 58–59.
- [106] Malvar L.J., *Durability of Composites in Reinforced Concrete. Durability of Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Composite for Construction*, Proceedings of the First International Conference on Durability of Composites, Sherbrook, QB, Canada, 1998, 361–372.
- [107] Marek A., *Pełna ochrona betonu*, Penetron Polska Sławomir Potiopa.
- [108] Marszałek M., Banach M., Kowalski Z., *Utylizacja gnojowicy na drodze fermentacji metanowej i tlenowej*, „Czasopismo Techniczne. Chemia”, nr 10/2011, s. 143–158.
- [109] Matthys S., *Structural behavior and design of concrete members strengthened with externally bonded FRP reinforcement*, Ghent, Belgium, Doctoral thesis, 2000.
- [110] Marszałek K., Nowak H., Śliwowski L., *Fizyka budowli*, Skrypt Politechniki Wrocławskiej 1986.
- [111] *Metodologia, badania polowe, badania laboratoryjne betonu i stali*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010.
- [112] Muller Th., Gerdes A., Wittmann F.H., *Untersuchungen zur Dauerhaftigkeit einer Hydrophobierung*, w: F.H. Wittmann (Hrsg.), *Werkstoffwissenschaften und Bauinstandsetzen*, expert-Verlag, Ehningen 1993, 476–493.
- [113] *Monitoring i diagnostyka budowli hydrotechnicznych*, cz. 2, Kledyński Z. Zakład Budownictwa Wodnego i Hydrauliki, Politechnika Warszawska.
- [114] Murzewski J., *Niezawodność konstrukcji inżynierskich*, Arkady, Warszawa 1989.
- [115] Molina F., Alonsa C., Andrade C., *Cover cracking as a function of bar corrosion: part 1 - experimental test*, Mater Struct 1993. 26, 453–464.
- [116] Neville A.M., *Właściwości betonu*, Polski Cement, Kraków 2012.
- [117] Noakowski P., Leszinski H., Breddermann M., Rost M., *Schlanke Hochbaudecken*, Beton- und Stahlbetonbau 103, H. 1, 2008, pp. 28–37.
- [118] Noakowski P.M., Harling A., Rost M., *Manual for the Design of Concrete Chimneys*, CICIND Autumn Meeting, Paris, October 2013.
- [119] Noakowski P.M., Harling A., Zdanowicz L., *Crack Width Prediction in EN 130840 Background, Method, Reliability, Appliance*, AMCM 2014, Wrocław, June 2014.
- [120] Noakowski P.M., Harling A., Michalak B., *Szczelność płyty fundamentowej pod maszynownię*, ENERGIA 2014, Karpacz 2014.

- [121] Noakowski P., Moncarz P., *Eurocode EN 13084, Crack Width Prediction*, ACI Spring Convention, Reno, March 2014.
- [122] Noakowski P., *Proper design of the r/c structures in terms of use of the realistic moments*, Central European Congress on Concrete Engineering, Wrocław 2013.
- [123] Ochelski S., *Metody doświadczalne mechaniki kompozytów konstrukcyjnych*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2004.
- [124] Oleszkiewicz T., Przymusiak T., *Zbiorniki podziemne żelbetowe*, Politechnika Poznańska, Wydział Architektury, Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Poznań 2006.
- [125] PB-TB-OI/2001. Odporność betonu na działanie soli odładzających.
- [126] PE-EN 1992-1-1:2008, Projektowanie konstrukcji z betonu – Część I-I: Reguły ogólne i reguły dla budynków,
- [127] Peukert S., *Cementy powszechnego użytku i specjalne*, Polski Cement Sp. z o.o., Kraków 2000.
- [128] Pilarska A., Pilarski K., *Parametry procesu kompostowania*, Technika Rolnicza, Ogrodnicza i Leśna, Nr 1/2009.
- [129] Piłat J., Radziszewski P., *Nawierzchnie asfaltowe*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2010.
- [130] Plum D., *Materials – what to specify*, Construction Maintenance and Repair, No 7–8, 1991.
- [131] PN-EN 1744-1:2000. Badania chemicznych właściwości kruszyw – Analiza chemiczna.
- [132] PN-EN 1504-5:2006. Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Część 5: Iniekcja betonu.
- [133] PN-70/B-12016. Wyroby ceramiki budowlanej. Badania techniczne.
- [134] PN-78/B-06714/38. Kruszywa mineralne. Badania – Oznaczanie rozpadu wapniowego.
- [135] PN-88/B-06250. *Beton zwykły*.
- [136] PN-B-02003: 1982. Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.
- [137] PN-B-03264:2002. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [138] PN-B-06265:2004. Krajowe uzupełnienia PN-EN 206-1:2003. Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [139] PN-EN 12390-2: 2011. Badania betonu. Część 2: Wykonywanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałościowych.
- [140] PN-EN 12620:2004. Kruszywa do betonu.
- [141] PN-EN 13036-1:2005. Cechy powierzchniowe nawierzchni drogowych i lotniskowych. Metody badań. Część 1: Pomiar głębokości makrotekstury metodą objętościową.
- [142] PN-EN 13529:2005. Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Metody badań. Odporność na silną agresję chemiczną.
- [143] PN-EN 13733. Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych.
- [144] PN-EN 1504-1:2006. Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych – Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności Część I: Definicje.
- [145] PN-EN 1504-2:2006, Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 2: Systemy ochrony powierzchniowej betonu.
- [146] PN-EN 1504-5:2006. Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 5: Iniekcja betonu.
- [147] PN-EN 1504-9:2010. Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 9: Ogólne zasady dotyczące stosowania wyrobów i systemów.
- [148] PN-EN 1542. Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Pomiar przyczepności przez odrywanie, 2000.

- [149] PN-EN 1766:2001. Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Metody badań. Betony wzorcowe do badań.
- [150] PN-EN 196. Metody badania cementu.
- [151] PN-EN 196-2. Metody badania cementu. Analiza chemiczna cementu.
- [152] PN-EN 196-21:1997. Metody badania cementu. Oznaczenie zawartości chlorków, dwutlenku węgla i alkaliów w cemencie.
- [153] PN-EN 197-1. Cement. Część 1. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
- [154] PN-EN 1990:2004. Eurokod. Podstawy projektowania konstrukcji.
- [155] PN-EN 1992-1-1:2005. Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu – Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- [156] PN-EN 206-1:2003. Beton – Część I: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [157] PN-EN ISO 14001_1998. Systemy zarządzania środowiskowego.
- [158] PN-EN ISO 4287:1999. Specyfikacje geometrii wyrobów. Struktura geometryczna powierzchni: metoda profilowa. Terminy, definicje i parametry struktury geometrycznej powierzchni.
- [159] PN-EN ISO 4624:2004. Farby i lakiery. Próba odrywania do oceny przyczepności.
- [160] PN-EN 1062-3:2008. Farby i lakiery. Wyroby lakierowe i systemy.
- [161] PN-EN ISO 4628-2:2005. Farby i lakiery. Ocena zniszczenia powłok. Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wygładzie. Część 2: Ocena stopnia spęcherzenia.
- [162] PN-EN ISO 4628-4:2005. Farby i lakiery. Ocena zniszczenia powłok. Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wygładzie. Część 4: Ocena stopnia spękania.
- [163] Poradnik ITB 479/2012, *Naprawa i ochrona konstrukcji żelbetowych*, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2012.
- [164] Praca zbiorowa, *Beton według normy PN-EN 206-1 – komentarz*, Polski Cement, Kraków 2005.
- [165] *Podstawy projektowania konstrukcji żelbetowych i sprężonych według Eurokodu 2*, Sekcja Konstrukcji Betonowych KILiW PAN: Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2006.
- [166] Prokopski G., *Analiza związku struktury z odpornością betonów na pękanie*, Seria monografie nr 14/1990, Politechnika Częstochowska, Częstochowa 1990.
- [167] Prokopski G., *Mechanika pękania betonów cementowych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2009.
- [168] Putlajev V., *Konstruktivnyje i chimiczeskije stojkije polimerbetony*. Strojizdat, Moskwa 1970.
- [169] Recho N., *Fracture Mechanics and Crack Growth*, John Wiley & Sons, ISTE Ltd. 2012, 91–92.
- [170] Rendchen K., *Beton w budowie oczyszczalni ścieków*, Polski Cement Sp. z o.o., Kraków 1998.
- [171] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 7 października 1997 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie (DzU 1997 nr 132, poz. 877).
- [172] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 14 stycznia 2004 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy czyszczeniu powierzchni, malowaniu natryskowym i natryskiwaniu cieplnym (Dz.U. 2004 nr 16, poz. 156).
- [173] Runkiewicz L., Poradnik ITB nr 468/2011, *Wzmocnienia konstrukcji żelbetowych*, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2011.
- [174] Rusch H., Jungwirth D., *Skurcz i pękanie w konstrukcjach betonowych*, Arkady, Warszawa 1979.
- [175] Sasse H.R., Stenner R., *Adhesion and the new series of European Standards on protection and repair of concrete structures*, 2nd Int. RILEM Symp. ISAP'99 "Adhesion between Polymers and Concrete", Dresden 1999, 485–494.
- [176] Schnell J., Kautsch R., Noakowski P., Breddermann M., *Verhalten von Hochbau-decken bei Zwangzugkrajien*, Beton- und Stahlbetonbau 100, H. 5, 2005, 406–415.

- [177] Seruga A., Szydłowski R., Zych M., *Ocena postępującego procesu zarysowania ścian cylindrycznych w monolitycznych zbiornikach żelbetowych*, Czasopismo Techniczne. Wyd. Politechniki Krakowskiej, z.1 – B/2008, ISSN 1897-628X.
- [178] Siewczyńska M., Jasiczak J., Kołodziej P., Nietopiel A., *The influence of aggregate on surface tensile strength of concrete substrate*, w: *Adhesion in Interfaces of Building Materials: a Multi-scale Approach* (ed. L. Czarniecki and A. Garbacz), Advances in Materials Science and Restoration AMSR No. 2, Aedificatio Publishers, 2007, 239–245.
- [179] Singh N., Vyas S., Pathak R.P., Sharma P., Mahure N.V., Gupta S.L., *Effect of Aggressive Chemical Environment on Durability of Green Concrete*, International Journal of Engineering and Innovative Technology, Volume 3, Issue 4, October 2013.
- [180] Skalmowski W., *Chemia materiałów budowlanych*, Arkady, Warszawa 1971.
- [181] Słowik M., Błazik-Borowa E., *Wpływ uziarnienia kruszywa na parametry pęknięcia betonu*, Monografia: Zagadnienia pęknięcia i skrawiania materiałów kruchych. Politechnika Lubelska, Lublin 2008, 6–18.
- [182] Stabryła A., *Zarządzanie strategiczne w teorii i praktyce firmy*, PWN, Warszawa 2005.
- [183] Stoppek-Langner K., *Untersuchungen zur Hydrophobierung von Festkörperoberflächen mit siliciumorganischen Steinschutzmitteln*, Dissertation, Westfälische Wilhelms – Universität Münster (1991).
- [184] Suchan M., *Wymagania techniczne dotyczące materiałów do napraw konstrukcji z betonu*, Materiały Budowlane, Nr 11, 1998.
- [185] Sytnik W.I., *Stroitelnyje konstrukcii z polimernych materialow*, Urożaj, Kijew 1988.
- [186] Szymczak-Graczyk A., *Floating platforms made of reinforced concrete closed rectangular tanks*, Doctoral thesis [in Polish], SGGW, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, 2014.
- [187] Ścigałło J., Demby M., *Ekspertyza naukowo-techniczna dotycząca oceny nośności istniejących zbiorników na wodę pod kątem wykorzystania ich na zbiorniki ppoż. na terenie lokomotywowni w Tłuszczu*, Poznań 2012.
- [188] Ściślewski Z., *Utrzymanie konstrukcji żelbetowych*, Seria: Monografie, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 1997.
- [189] Ściślewski Z., *Ochrona konstrukcji żelbetowych*, Arkady, Warszawa 1999.
- [190] Test-Raport z badań zgodności z Normą 1504-2 dla [MasterSeal M 689](#) przeprowadzonych przez notyfikowane laboratorium materiałów konstrukcyjnych (Elletipi s.r.l. Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 FERRARA).
- [191] Test-Raport z Wstępnego Badania Typu – zgodnie z Normą 1504-2 dla [MasterSeal M 689](#) przeprowadzonych przez laboratorium SGS.
- [192] *Trwałość materiałów stosowanych do napraw i ochrony betonu*, praca zbiorowa pod red. Kamińskiego M., Jasiczaka J., Buczkowskiego W., Błaszczczyńskiego T.: *Współczesne metody naprawcze w obiektach budowlanych*, DoWydEdu, Wrocław 2009, 33–47.
- [193] Ubysz J., Maj M., Ubysz A., *Nezametnyje dlâ zdorov'â opasnosti v stroitel'noj otrasli. W: Stroitel'stvoformirovanie srede žiznedeâtel'nosti*, Moskwa: NIU MGSU, 2016, s. 531–534.
- [194] Vivian S., Williams N., Rogers W., *Climate change risks in building – an introduction*, CIRIA C638, CIRIA, London 2005.
- [195] Wilde P., *Variation approach of finite differences in the theory of plate*, Materials for 1st Scientific Conference of Komitet Nauki PZITB and Komitet Inżynierii Łądowej PAN [in Polish], Krynica 1966.
- [196] Xiao J., Koning G., *Study on concrete at high temperature in China – an overview*, Fire Safety Journal, vol. 39, 2004, 89–103.
- [197] Young D., *Computational Chemistry: A Practical Guide for Applying Techniques to Real World Problems*, John Wiley & Sons (2001)
- [198] Zakowicz A., *Wymagania dla zbiorników na gnojówkę/gnojowicę*, „Budownictwo i Inżynieria Środowiska”, nr 1/2010, s. 327–334.

- [199] ZUAT-15/VI.05-1:2009. Wyroby do zabezpieczania powierzchni betonowych przed korozją. Cz. 1: Wyroby do wykonywania ciągłych izolacji chemoodpornych. Ciekłe żywice syntetyczne i kompozycje z żywic syntetycznych.
- [200] Zybura A., Jaśniok M., Jaśniok T., *Diagnostyka konstrukcji żelbetowych. Badania korozji zbrojenia i właściwości ochronnych betonu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011.
- [201] Zych M., *Analiza numeryczna zarysowania w dojrzewającym betonie ściany zbiornika żelbetowego*, Czasopismo techniczne, wyd. Politechnika Krakowska, z. 3-Ś.
- [202] Zych T., *Trwałość współczesnego betonu w ujęciu norm europejskich*, Architektura 108/2011, 317–326.

Strony internetowe:

- [203] www.anticorr.com.pl
- [204] www.elektrophysik.com/products/pinhole-detection/porotest-7.html
- [205] www.korbet.pl
- [206] www.merazet.pl
- [207] www.substech.com



Janusz Banera

Dyrektor Techniczno-Handlowy – Performance Flooring, Waterproofing, Repairs & Protect of Concrete Master Builders Solutions Polska Sp. z o.o. Specjalizuje się w zastosowaniu technologii posadzek żywicznych i powłok z żywic reaktywnych i cementowo-polimerowych w zakresie hydroizolacji, zabezpieczeń chemoodpornych i cementowo-polimerowych zapraw naprawczych do konstrukcji betonowych.

Od 2005 roku związany z Master Builders Solutions. Posiada wieloletnie doświadczenie zawodowe w zakresie planowania i realizacji inwestycji budowlanych zdobyte w Polsce oraz na kontraktach w Niemczech jako kierownik budowy (Uprawnienia Budowlane nr 200/DOŚ/05 w specjalności konstrukcyjno-budowlanej do kierowania robotami budowlanymi wydane przez Dolnośląską Okręgową Izbę Inżynierów Budownictwa we Wrocławiu).

W swojej pracy wspomaga inżynierów i inwestorów w planowaniu najbardziej odpowiedzialnych rozwiązań i zapewnia wsparcie na miejscu wykonania robót. Wśród ostatnich projektów wymienić można: Sky Tower, Stadion Narodowy, Afrykarium-Oceanarium, Narodowe Forum Muzyki. Będąc członkiem wielkiej międzynarodowej organizacji

Master Builders Solutions, swoją wiedzę specjalistyczną czerpie z doświadczeń zgromadzonych w ramach setek inwestycji budowlanych prowadzonych przez Master Builders Solutions na całym świecie.

Wiele lat doświadczeń oraz kompleksowa wiedza w zakresie zabezpieczeń wodochronnych pozwalają mu na oferowanie systemu produktów doskonale dopasowanych do indywidualnych potrzeb klientów, w tym spełniających najbardziej rygorystyczne normy.



dr inż. Marek Maj

Ukończył studia na Wydziale Budownictwa Lądowego Politechniki Wrocławskiej i Wodnego w 1979 roku.

Dwa lata później został zatrudniony w Katedrze Konstrukcji Betonowych Instytutu Budownictwa Politechniki Wrocławskiej, a tytuł doktora nauk technicznych otrzymał w roku 1983.

Jego zainteresowania naukowe to konstrukcje żelbetowe powłokowe i prętowe. W szczególności kominy, zbiorniki i silosy żelbetowe, sprzężone na materiały sypkie i ciecze.

Prace badawczo-doświadczone dr. inż. Marka Maja obejmują badania ośrodków sypkich, w tym kinematykę i stan naprężeń tychże ośrodków. Pracując w Zespole Silosowym w Instytucie Budownictwa, napisał wiele prac naukowych, artykułów, a także przeprowadził badania na kilkudziesięciu obiektach w skali modelowej, pół-technicznej i obiektach w skali naturalnej. Jest autorem systemu wzmocnień kilkudziesięciu baterii żelbetowych silosów.

Obecnie **zajmuje się niezawodnością konstrukcji żelbetowych**, budując teoretyczne modele stochastyczne. Jest współorganizatorem wielu konferencji naukowych z zakresu zbiorników żelbetowych, jest autorem i współautorem wielu grantów. W zakresie dydaktyki wyspecjalizował się w Konstrukcjach Wysokich i Konstrukcjach Specjalnych.



dr hab. inż. Andrzej Ubysz

Absolwent Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej. Od 1981 roku zatrudniony na stanowisku asystenta w Katedrze Mechaniki Konstrukcji Betonowych, a od 2009 na stanowisku profesora nadzwyczajnego w Katedrze Konstrukcji Betonowych.

Zainteresowania zawodowe to: mechanika konstrukcji betonowych, zagadnienia użytkowania konstrukcji przemysłowych, w szczególności w środowiskach agresywnych chemicznie, badania odkształceń konstrukcji. Autor lub współautor ponad 90 publikacji naukowych (w tym 4 pozycji o charakterze monografii) i 50 opracowań dla przemysłu, promotor 5 prac doktorskich i kierownik 2 grantów realizowanych dla Komitetu Badań Naukowych, stypendysta Institut für Werkstoffe im Bauwesen na Universität Stuttgart, gdzie pod kierunkiem prof. Rolfa Eligehausena uczestniczył m.in. we wstępnych przygotowaniach do redakcji europejskiej normy Eurocode 2.



POWŁOKI POLIMOCZNIKOWE W BUDOWNICTWIE

Specjaliści o książce:

Prof. dr hab. inż. Mieczysław Kamiński – Rzeczoznawca Budowlany



Opiniowana książka jest nieschematycznym ujęciem rozwiązań technicznych związanych z projektowaniem i wykonawstwem nowoczesnych powłok polimocznikowych w budownictwie. Jest wartościową pozycją w przedmiotowej dyscyplinie i stanowi obszerny zbiór wiedzy obejmującej zagadnienia związane z właściwościami materiałów, projektowaniem powłok izolacyjnych oraz technologią ich wykonania. Opracowanie zawiera także liczne przykłady zastosowań powłok polimocznikowych w budownictwie przemysłowym i w obiektach użyteczności publicznej. Przyswojeniu wiedzy służą umieszczone w obszarze marginesu definicje i wyjaśnienia, specyfikacje techniczne wykonania i odbioru oraz instrukcje użytkowania powłok izolacyjnych. Książka *Powłoki polimocznikowe w budownictwie* wzbudzi zainteresowanie wśród pracowników naukowych, projektantów, wykonawców i użytkowników tych powłok z uwagi na zawarty w niej szczegółowy zakres wiedzy technicznej i zawodowej.

Prof. dr hab. inż. Stanisław Lochyński



Do tej pory brakowało profesjonalnej publikacji dotyczącej nowoczesnej technologii natryskowej powłok polimocznikowych, co znacząco ograniczało ich zastosowanie. Z pomocą przyszedł Master Builders Solutions, wydając wartościową książkę na ten temat. Jej autorzy wykazali się doskonałą znajomością interdyscyplinarnego zagadnienia łączącego dwie nauki techniczne: technologię chemiczną i budownictwo. Opracowali dzieło, które można nazwać zarówno poradnikiem, jak i kompendium wiedzy teoretycznej oraz praktycznego stosowania powłok polimocznikowych w budownictwie. Nawet czytelnik, który ma jedynie podstawową wiedzę chemiczną, może sobie wyobrazić i zrozumieć, dlaczego tego typu materiał ma wysoką odporność, wytrzymałość oraz doskonałą przyczepność.

Master Builders Solutions Polska Sp. z o.o.
www.master-builders-solutions.com/pl

tel. +48 12 372 80 00
budownictwo@mbcc-group.com

masterseal-m689.master-builders-solutions.pl