



CYFROWA SZKOŁA
Wielkopolsk@ 2020



SAMORZĄD WOJEWÓDZTWA
WIELKOPOLSKIEGO



ODN

Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli
w Poznaniu



WALDEMAR RATAJCZAK
ALFRED STACH

PORADNIK DYDAKTYCZNY DLA NAUCZYCIELI
PROWADZĄCYCH ZAJĘCIA POZALEKCYJNE
W RAMACH PROJEKTU
CYFROWA SZKOŁA WIELKOPOLSK@ 2020

CYFROWA MAPA DORZECZA WARTY

EDYCJA DRUGA

POZNAŃ 2019

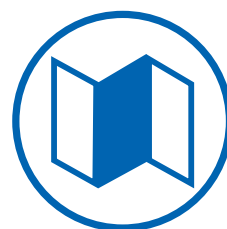


Fundusze
Europejskie
Program Regionalny

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



WALDEMAR RATAJCZAK
ALFRED STACH



PORADNIK DYDAKTYCZNY DLA NAUCZYCIELI
PROWADZĄCYCH ZAJĘCIA POZALEKCYJNE
W RAMACH PROJEKTU

CYFROWA SZKOŁA WIELKOPOLSK@ 2020

CYFROWA MAPA DORZECZA WARTY

EDYCJA DRUGA

TYTUŁ:

Poradnik dydaktyczny dla nauczycieli prowadzących zajęcia pozalekcyjne w ramach projektu „Cyfrowa Szkoła Wielkopolsk@ 2020” Cyfrowa Mapa Dorzecza Warty. Edycja druga

AUTOR:

prof. dr hab. Waldemar Ratajczak

WSPÓŁAUTORSTWO I REDAKCJA:

prof. UAM dr hab. Alfred Stach

© Copyright: Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli w Poznaniu

WYDAWCA:

Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli w Poznaniu

RECENZJA NAUKOWA:

prof. UAM dr hab. Andrzej Macias

KOREKTA:

Małgorzata Szewczyk, Karolina Chomicz

PROJEKT GRAFICZNY I SKŁAD:

Fundacja TRES

ISBN: 978-83-951548-7-4

Wydanie drugie, poprawione i uzupełnione

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020.

SPIS TREŚCI

PRZEDMOWY

Marzena Wodzińska _____ 5

Piotr Waśko _____ 7

Waldemar Łazuga _____ 8

ZESPÓŁ NAUKOWY PROJEKTU CYFROWA SZKOŁA WIELKOPOLSK@ 2020 _____ 11

INFORMACJE O PODPROJEKCIE CYFROWA MAPA DORZECZA WARTY (CMDW) _____ 13

Waldemar Ratajczak, Alfred Stach

1. Rola doradcy metodycznego w realizacji podprojektu _____ 15

2. Autorzy Poradnika _____ 18

3. Charakterystyka podprojektu Cyfrowa Mapa Dorzecza Warty (CMDW) _____ 19

4. Cele ogólne i szczegółowe podprojektu Cyfrowa Mapa Dorzecza Warty (CMDW) _____ 23

5. Harmonogram działań w zakresie realizacji programu podprojektu _____ 26

6. Sposoby osiągnięcia celów programu podprojektu _____ 30

PRZYKŁADOWE SCENARIUSZE PROJEKTÓW / DZIAŁAŃ / ZAJĘĆ

REALIZOWANYCH W PROGRAMIE PODPROJEKTU CMDW _____ 35

Waldemar Ratajczak, Alfred Stach

1. Zmienność czasowa i przestrzenna elementów pogody i analiza jej wpływu na funkcjonowanie przyrody i społeczeństw _____ 37

2. Kwaśne deszcze, ich geneza, zmienność sezonowa i zróżnicowanie przestrzenne _____ 66

3. Hałas w środowisku – źródła, zmienność w czasie i w przestrzeni oraz wpływ na jakość życia _____ 85

4. Ceny wybranych artykułów żywnościowych w mojej miejscowości oraz na obszarze dorzecza Warty _____ 137

5. Lokalizacja dzikich wysypisk _____ 144

6. Ile dwutlenku węgla (CO₂) wytwarza twoja rodzina poprzez zużycie energii elektrycznej? _____ 150

PROCEDURY EWALUACJI PROGRAMU PODPROJEKTU

CYFROWA MAPA DORZECZA WARTY (CMDW) _____ 163

Waldemar Ratajczak, Alfred Stach

1. Opis kompetencji uczniów przewidywanych jako efekty realizacji programu podprojektu _____ 165

2. Sposoby, metody i narzędzia ewaluacji _____ 166

ZAŁĄCZNIK – INSTRUKCJA OBSŁUGI URZĄDZENIA SENSEDISC _____ 172





Projekt pozakonkursowy Samorządu Województwa Wielkopolskiego *Cyfrowa Szkoła Wielkopolsk@ 2020*, realizowany przez Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli w Poznaniu, współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020, ma służyć podniesieniu kompetencji cyfrowych tysięcy uczniów i nauczycieli w całej Wielkopolsce dzięki swojemu wyjątkowemu charakterowi propagującemu korzystanie z technologii informatycznych w procesie dydaktycznym.

Projekt wspiera rozwój kompetencji kluczowych uczniów szkół podstawowych i ponadpodstawowych. Zadanie to realizowane jest poprzez zajęcia pozalekcyjne prowadzone w ramach podprojektów edukacyjnych nastawionych na naukę poprzez wykorzystanie nowoczesnych technologii. W tej przygodzie z innowacyjnymi metodami i narzędziami dydaktycznymi niezbędną pomocą dla nauczyciela jest publikacja przygotowana przez opiekuna naukowego podprojektu edukacyjnego. Znajdą w niej Państwo zasady pracy z uczniem, zgodnie z którymi osiągnięte zostają cele w rozwoju kompetencji kluczowych, w tym przede wszystkim dotyczące kompetencji informatycznych ucznia na każdym etapie edukacji zapisanych w przyjętej przez Komisję Europejską Strategii „Europa 2020” oraz ważnych dokumentach krajowych i regionalnych jak Strategia Rozwoju Województwa Wielkopolskiego do 2020 i Regionalna Strategia Innowacji dla Wielkopolski na lata 2015 – 2020. Niniejsza lektura przeprowadzi Państwa przez cały rok fascynującej pracy z uczniem z wykorzystaniem nowoczesnych technologii.

Bardzo serdecznie zapraszam Państwa do zapoznania się i częstego korzystania z *Poradnika*, nie tylko w czasie trwania projektu *Cyfrowa Szkoła Wielkopolsk@ 2020*, ale i po jego zakończeniu, gdyż stworzona w ramach projektu infrastruktura szerokopasmowego Internetu oraz specjalistyczny sprzęt wraz z technologią informatyczną pozostaną w szkołach i mam nadzieję będą wykorzystywane w kolejnych latach dla rozwoju wielkopolskiej młodzieży.

Marzena Wodzińska

Członek Zarządu Województwa Wielkopolskiego





Projekt *Cyfrowa Szkoła Wielkopolsk@ 2020* został zainspirowany doświadczeniami Samorządu Województwa Wielkopolskiego wynikającymi z wdrażania w poprzednim okresie programowania funduszy europejskich projektów pilotażowych: „eSzkoła – Moja Wielkopolska” oraz „eSzkoła Wielkopolska – Cyfrowa Dziecięca Encyklopedia Wielkopolan”. Właśnie te doświadczenia pozwoliły na sformułowanie celów nowego projektu realizowanego w ponad 600 szkołach województwa wielkopolskiego, jakim jest *Cyfrowa Szkoła Wielkopolsk@ 2020*.

Projekt zakłada współpracę z kadrą naukową Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, która odpowiedzialna jest za sformułowanie i opisanie celów dydaktycznych projektu i która będzie czuwała nad prawidłową realizacją zajęć pozalekcyjnych prowadzonych w wielkopolskich szkołach.

Wiele godzin przeznaczamy na proces szkolenia nauczycieli uczestniczących bezpośrednio w projekcie oraz tych, którzy mając do dyspozycji zbudowaną w ramach projektu infrastrukturę teleinformatyczną a także przekazany sprzęt, będą mogli wykorzystywać technologie informatyczne na zajęciach lekcyjnych wynikających z podstawy programowej.

Nowatorskie zajęcia zaproponowane przez opiekunów naukowych projektu skłoniły nas do zastosowania innowacyjnych rozwiązań technologicznych stworzonych w ramach naszego projektu, obejmujących cały budynek szkolny i umożliwiające posługiwanie się technologiami informatycznymi przez całą społeczność szkolną. Dostarczone laptopy, tablety oraz specjalistyczne urządzenia dydaktyczne przyczynią się do uatrakcyjnienia zajęć lekcyjnych i pozalekcyjnych, a efekty pracy całego zespołu: opiekunów naukowych, nauczycieli i uczniów będą widoczne w Internecie.

Mam nadzieję, że w najbliższych latach wszystkie szkoły Wielkopolski będą korzystały zarówno ze zgromadzonej przez nas wiedzy, jak i stworzonej w projekcie *Cyfrowa Szkoła Wielkopolsk@ 2020* regionalnej infrastruktury informatycznej.

Piotr Waśko

Dyrektor Projektu

Cyfrowa Szkoła Wielkopolsk@ 2020



Pod koniec ubiegłego wieku dostałem widokówkę z Berlina. Był na niej Albert Einstein z cytatem umieszczonym nad głową i podkreślonym czerwoną krechą: „**Nie trzeba świata koniecznie rozumieć. Trzeba tylko umieć się w nim znaleźć**”.

Nie wiadomo co trudniejsze. Bo ani na jedno, ani na drugie nie ma matematycznego wzoru.

Od lat 70. ubiegłego wieku rozmawiamy o kompetencjach kluczowych. Uniwersytet Viadrina we Frankfurcie nad Odrą uczynił z tego nawet rodzaj specjalności. Od pół wieku definiuje się i redefiniuje to pojęcie. Ale zasadniczo chodzi o to, aby zdobywane wykształcenie połączyć z odpowiednimi umiejętnościami praktycznymi (wbrew pozorom dotyczy to każdej dziedziny wiedzy), dodając do tego jeszcze wyrobienie (obycie) społeczne, pozwalające na swobodne poruszanie się we współczesnym świecie. A wszystko po to – powtórzmy to raz jeszcze – żeby „umieć się w nim znaleźć”.

Zakładano do niedawna, że dla osiągnięcia tego celu należy opanować siedem niezbędnych kompetencji zapisanych w dokumentach Rady Unii Europejskiej. W dwóch pierwszych punktach wymieniano umiejętność komunikowania się w języku ojczystym i w językach obcych; w pozostałych kompetencje naukowo-techniczne, informatyczne, umiejętność uczenia się, wspomniane kompetencje społeczne oraz świadomość i ekspresję kulturalną, by po pewnym czasie dołączyć do tego zestawu ósmą kompetencję – „inicjatywność i przedsiębiorczość”.

Inicjatywność i przedsiębiorczość mogą oczywiście wynikać z kilku innych kompetencji kluczowych (włącznie z niewyszczególnioną osobno kompetencją prawną). W istocie chodzi jednak o rozmaite zdolności adaptacyjne, zwiększające szanse na współczesnym rynku pracy, który w przeciwieństwie do liścia, charakteryzującego ubiegłowieczną strukturę zatrudnienia (gdzie kadry specjalistów były mniej liczne niż podstawowe i zawodowe), wyobrażany jest obecnie w formie grzyba (z rozbudowaną niepomiernie kadrą specjalistów i pomniejszoną kadrą pracowników podstawowych). Że – słowem – specjalistów potrzeba coraz więcej. A to oznacza rosnące zapotrzebowanie na inne, wyższe kompetencje – zarówno „twarde”, jak i „miękkie”. Fachowe, cyfrowe i społeczne. Niezbędne tak w pracy zawodowej, jak i poza nią. W stosunkach rodzinnych, sąsiedzkich i w codziennym życiu.

Otwarta pozostaje kwestia, na ile niektórych umiejętności można się wyuczyć. W jakim stopniu jest to możliwe? Bo np. kreatywność (pomysłowość) czy talent do innowacji (wynalazczość) nie są darem ojca ani matki. Nie zależą od miejsca urodzenia ani ukończonej szkoły. Ujawniają się nieraz niespodziewanie. Wybuchają nagle i pozostaną chyba na zawsze pewną tajemnicą.

Biografowie znają wiele takich przypadków. Prezydent międzywojennej Czechosłowacji i jeden z najwybitniejszych ludzi tamtej doby był synem analfabetów. Profesor Stanisław Pigoń urodził się w chacie feudalnego chłopca. Każdy doświadczony nauczyciel wie, że utalentowanych uczniów można znaleźć w niemal każdej szkole i w każdej klasie. Warto o tym pamiętać, gdy mowa jest o „wyrównywaniu” poziomów klas czy szkół.

Odkrywanie talentów i umiejętności wymaga od nas samych... talentu (umiejętności?) wyższego rzędu. Do tego cierpliwości i czasu. Niezbędne jest umiejętne zainteresowanie tym, co mamy do zaproponowania. Zapalenie uczniów do nowej szkolnej przygody, którą może stać się udział w projekcie **Cyfrowa Szkoła Wielkopolsk@ 2020** i w poszczególnych jego komponentach. I wspólne z nimi – i wszystkimi uczestnikami – jej przeżywanie.

Podprojektów jest sześć. Z pozoru niemal autonomicznych, w istocie silnie jednak ze sobą powiązanych. O każdym w osobnych *Poradnikach* znajdują Państwo szczegółowe informacje.

Ostatecznie większość dróg prowadzi do „autoedukacji”, która pozostaje prawdziwym wyzwaniem współczesności – jak to ujął zajmujący się tym od lat Dzierżymir Jankowski. Nie nauczymy bowiem niczego nikogo, kto by sam takiej potrzeby nie odczuł. „Wychowaniu do autoedukacji” na poziomie szkolnym podstawowym i ponadpodstawowym służyć ma między innymi „nauczanie wyprzedzające”, przewijające się w kilku podprojektach. A także rozmaite próby samodzielnych badań (np. śladami małych zwierząt dla licealistów czy pomiary czystości powietrza dla uczniów podstawówek). Ponadto uczniowie zdobędą informatyczne podstawy programowania, odkryją „krajobrazy kulturowe” swojej okolicy, wspólnie zbudują mapę dorzecza Warty, przeprowadzą kwerendy archiwalne i biblioteczne, poznają ciekawych ludzi, z którymi przeprowadzą wywiady, napiszą hasła do encyklopedii Wielkopolski. Będą mogli także wysłuchać „złotych wykładów” największych polskich (i nie tylko) autorytetów naukowych czy wziąć udział w rozgrywkach międzyszkolnych z kilku przedmiotów. Wszystkie te działania pozwolą na weryfikację opinii o niejednym uczestniku tych oświatowych zabaw. Dadzą nieoczekiwane spojrzenie na potencjał kryjący się w naszych uczniach. O tym jestem głęboko przekonany.

Jednocześnie każde z tych zajęć wprowadzi ucznia w świat cyfryzacji. Nauczy nowych technik i zaznajomi z możliwościami, jakie oferują nowe technologie. Chodzi wszak o to, żeby i w tym świecie „umieć się odnaleźć”.

W 2008 roku wybitny psycholog społeczny, prof. Zbigniew Pietrasini opublikował pracę *Ekspansja pięknych umysłów*, z podtytułem *Nowy renesans i ożywcza autokreacja*. Jest to prawdziwy manifest optymizmu, wiary w umysł, który wszystko zwycięży, i w „samosterowność” jednostki, prowadzącą do doskonałości. Po upływie dekady od ukazania się tej książki optymizmu jest już zdecydowanie mniej. Bliżej nam może dziś do „wspólnoty wirtualnej” (zastępującej i unicestwiającej kilka innych wspólnot) niż do wspólnoty „pięknych umysłów”. Bliżej do „pułapki algorytmu”, ze wszystkimi tego ograniczeniami, niż do „ożywczej autokreacji” świadomych siebie jednostek. Wyzwania wszak pozostają niezmiennie. W ostatecznym rachunku liczą się kompetencje kluczowe. Przystosowanie do życia w szybko zmieniającym się świecie. I to zadanie – miejmy nadzieję – nigdy nie ulegnie dewaloryzacji.

SERDECZNIE PAŃSTWA DO WSPÓŁPRACY ZAPRASZAM.

Waldemar Łazuga

Główny Ekspert ds. rozwoju kompetencji kluczowych





ZESPÓŁ NAUKOWY PROJEKTU CYFROWA SZKOŁA WIELKOPOLSK@ 2020

prof. **WALDEMAR ŁAZUGA**

Główny Ekspert ds. rozwoju kompetencji kluczowych



prof. **WALDEMAR RATAJCZAK**

Opiekun dydaktyczny podprojektu
Cyfrowa Mapa Dorzecza Warty



prof. UAM dr hab. **VIOLETTA JULKOWSKA**

Opiekun dydaktyczny podprojektu
Akademia Kształcenia Wyprzedzającego



dr **ANNA PIESIAK**

Opiekun dydaktyczny podprojektu
Cyfrowa Dziecięca Encyklopedia Wielkopolski



dr **MARIUSZ MENZ**

Opiekun dydaktyczny podprojektu
Klasy Akademickie



dr **SEBASTIAN PACZOS**

Opiekun dydaktyczny podprojektu
Ligi Przedmiotowe



dr **SŁAWOMIR HINC**

Opiekun dydaktyczny podprojektu
Uczniowskie Laboratoria Informatyczne



mgr **ROMAN DWULIT**

Opiekun dydaktyczny podprojektu
Uczniowskie Laboratoria Informatyczne



prof. UAM dr hab. **ALFRED STACH**

Współautor i redaktor poradnika
Cyfrowa Mapa Dorzecza Warty



dr hab. **ELIZA RYBSKA**

Współautorka i redaktorka poradnika
Klasy Akademickie



dr **KATARZYNA MOSKIEWICZ**

Współautorka i redaktorka poradnika
Akademia Kształcenia Wyprzedzającego



dr hab. **TOMASZ POLAK**

Współautor i redaktor poradnika
Ligi Przedmiotowe



mgr **BOGDAN ARASZKIEWICZ**

Współautor i redaktor poradnika
Ligi Przedmiotowe



mgr **ADAM BECH**

Współautor i redaktor poradnika
Cyfrowa Dziecięca Encyklopedia Wielkopolski

mgr **STEFANIA MISIAREK**

Specjalista ds. doradztwa metodycznego

mgr **GABRIELA WOJCIECHOWSKA**

Specjalista ds. doradztwa metodycznego

mgr **IWONA WYSOCKA**

Specjalista ds. podnoszenia kompetencji cyfrowych nauczycieli

mgr inż. **SARA KOLLMAN**

Ekspert ds. rozwoju kompetencji kluczowych

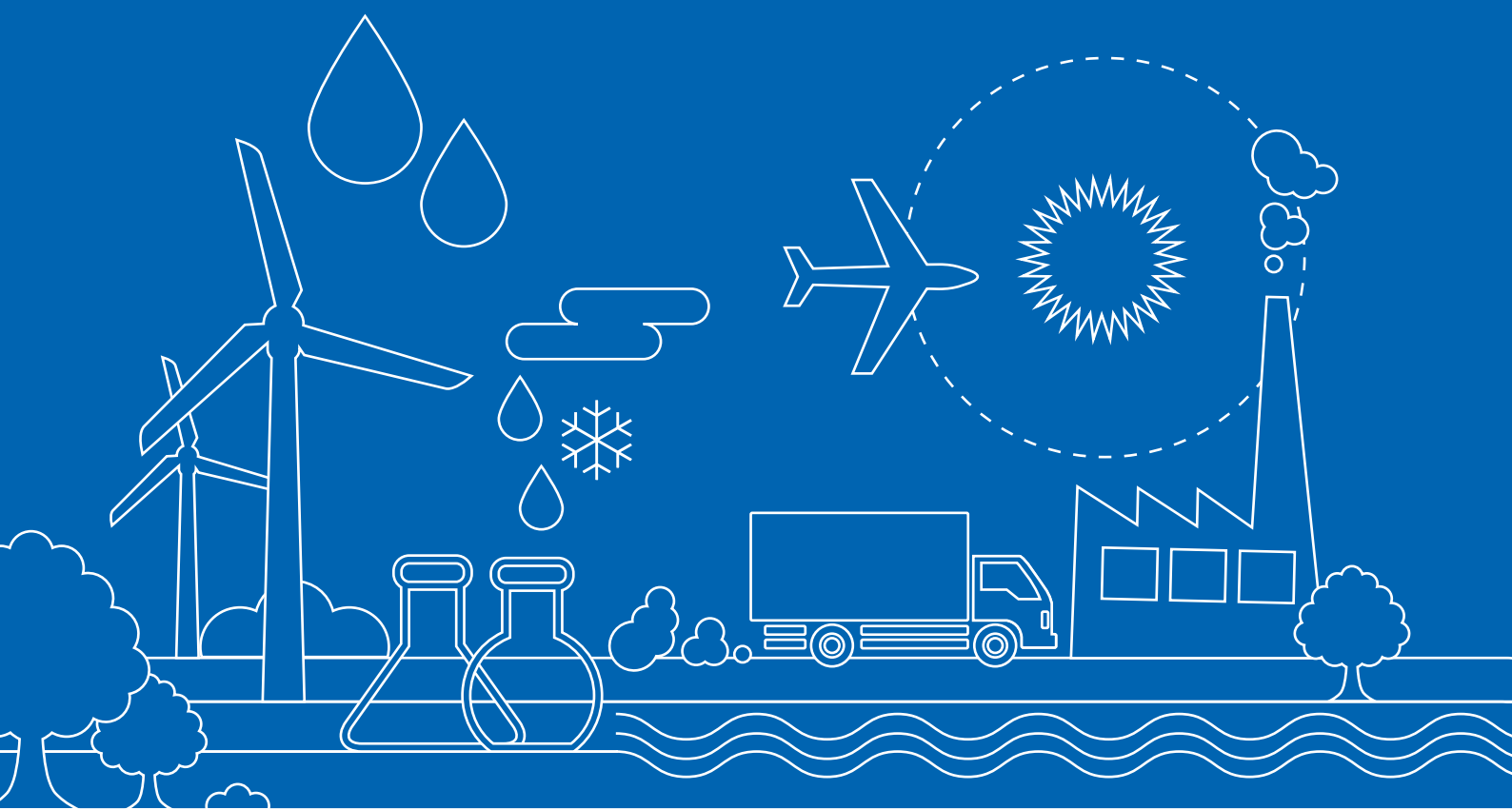




INFORMACJE O PODPROJEKCIE

CYFROWA MAPA
DORZECZA WARTY
(CMDW)

OPRACOWANIE: WALDEMAR RATAJCZAK / ALFRED STACH



1. ROLA DORADCY METODYCZNEGO W REALIZACJI PODPROJEKTU

Doradca metodyczny powołany w projekcie to specjalista ds. wsparcia nauczyciela – opiekun w działaniach związanych z wybranym podprojektem. Jego zadaniem jest towarzyszenie nauczycielowi w realizacji projektu, oferowanie swojej wiedzy i doświadczenia w prowadzeniu zajęć pozalekcyjnych. Wspólnie z nauczycielem opracowuje indywidualny plan współpracy ze szkołą, oparty na rozpoznaniu potrzeb metodycznych i merytorycznych. Aby mógł wykonywać swoje zadanie, buduje system komunikacji ze szkołą i nauczycielem, wykorzystując różne narzędzia technologii komunikacyjnej i kontakt osobisty. Zarówno nauczyciel, jak i doradca posiadają bogaty warsztat pracy, który dzięki wspólnemu działaniu będzie bardziej racjonalnie wykorzystany w realizacji założonego celu. Uzupełniająca się praca nauczyciela i doradcy ułatwi rozwiązywanie problemów i pokonywanie trudności, a także wprowadzanie nowatorskich pomysłów. Ukierunkowanie pracy w projekcie na wykorzystanie technologii cyfrowej będzie polem do działania i doskonalenia kompetencji uczniów. Doradca będzie na bieżąco informował dyrektora o etapie realizacji projektu w szkole.

15

Nauczyciel – opiekun ze strony doradcy może liczyć na:

- wsparcie w rozpoznaniu zasobów i potrzeb nauczyciela i uczniów i na tej podstawie pomoc w opracowaniu planu realizacji projektu;
- dostęp do warsztatu doradcy metodycznego i możliwość korzystania z niego;
- wspólne wypracowywanie narzędzi do monitorowania efektów pracy;
- wskazanie efektywnych metod motywowania uczniów do kreatywności, samodzielności w działaniu;
- konsultacje dotyczące wykorzystania metody projektu na zajęciach pozalekcyjnych zgodnie z wymaganiami metodologii;
- konstruktywną informację zwrotną dotyczącą realizowanych działań adekwatnie do założeń podprojektu;
- wskazówki w samodzielnym poszukiwaniu odpowiedzi na pojawiające się trudności;
- tworzenie ostatecznego kształtu produktu projektu;
- inspiracje do podejmowania działań innowacyjnych z zastosowaniem TI;
- wsparcie innych nauczycieli funkcjonujących w projekcie w rejonie działania doradcy;
- dostępność komunikacyjną doradcy.

1. AUTORZY PRZEWODNIKA – oczekiwane kompetencje i wymagane doświadczenie

- wiedza z zakresu nowych form edukacji szkolnej i pozaszkolnej (poświadczona np. ukończonymi dodatkowymi formami kształcenia w zakresie różnych typów edukacji);
- znajomość realiów funkcjonowania szkoły oraz pracy z uczniem w określonym przedziale wiekowym;
- kompetencje komunikacyjne;
- kompetencje potwierdzone publikacjami w obszarze dydaktyki ogólnej i dydaktyk szczegółowych (np. autorstwo książek, artykułów naukowych, materiałów pokonferencyjnych itp.);
- doświadczenie w zakresie projektowania i programowania edukacji (np. autorstwo programów nauczania, projektów edukacyjnych);
- doświadczenie w przygotowaniu materiałów dydaktycznych i podręczników szkolnych;
- doświadczenie w kierowaniu lub koordynowaniu zespołami zadanowymi w ramach projektów.

2. CHARAKTERYSTYKA PODPROJEKTU – krótki opis założeń realizowanego podprojektu

- Cyfrowa Dziecięca Encyklopedia Wielkopolski;
- Cyfrowa Mapa Dorzecza Warty;
- Ligi Przedmiotowe;
- Klasy Akademickie;
- Akademia Kształcenia Wyprzedzającego;
- Uczniowskie Laboratoria Informatyczne.

3. ADRESACI PODPROJEKTU

- zasady tworzenia zespołów uczniowskich (z uwzględnieniem poziomu kształcenia);
- optymalna liczba uczniów w zespole projektowym;
- przygotowanie nauczyciela – opiekuna do realizacji zadań podprojektu;
- kształcone umiejętności nauczyciela – opiekuna np.:
 - planowanie i organizowanie pracy projektowej w grupie uczniowskiej,
 - wykorzystanie metody projektów w kształceniu przedmiotowym i międzyprzedmiotowym,
 - posługiwanie się narzędziami TIK w procesie kształcenia,
 - stosowanie metod pobudzających aktywność, innowacyjność, kreatywność, współpracę uczniów,
 - prowadzenie z uczniami zajęć z zakresu programowania,
 - stosowanie metod ukierunkowanych na rozwój uczniowskich kompetencji informatycznych,
 - stosowanie zasad tworzenia map geograficznych,
 - stosowanie strategii kształcenia wyprzedzającego,
 - przygotowanie uczniów do aktywnego i autorefleksyjnego odbioru wykładów akademickich.

4. CELE OGÓLNE I SZCZEGÓŁOWE PROGRAMU PODPROJEKTU

- cele ogólne (określające zasadnicze idee podprojektu),
- cele szczegółowe (określające w ujęciu operacyjnym zakładane efekty działań).

5. HARMONOGRAM DZIAŁAŃ W ZAKRESIE REALIZACJI PROGRAMU PODPROJEKTU

- planowane 60 godzin lekcyjnych zajęć na rok – zgodnie z zapisem w projekcie,
- etapy realizacji zajęć metodą projektu,
- przykładowy(-e) harmonogram(-y) działań,
- sposób prezentacji efektów pracy zespołów projektowych.

6. SPOSOBY OSIĄGANIA CELÓW PROGRAMU PODPROJEKTU

- metody i formy pracy,
- środki niezbędne do wykonania zadań,
- sposoby monitorowania realizacji zadań,
- opis ryzyka,
- środki zapobiegawcze.

7. PRZYKŁADOWE SCENARIUSZE PROJEKTÓW / DZIAŁAŃ / ZAJĘĆ REALIZOWANYCH W PROGRAMIE PODPROJEKTU

- minimum to jeden scenariusz,
- scenariusze powinny uwzględniać wykorzystanie środków oraz narzędzi technologii informacyjnej.

8. PROCEDURY EWALUACJI PROGRAMU PODPROJEKTU

- opis kompetencji uczniów przewidywanych jako efekty realizacji programu podprojektu,
- sposoby, metody i narzędzia ewaluacji programu podprojektu,
- przykładowe arkusze ewaluacji projektów / działań / zadań realizowanych w ramach podprojektu.

2. AUTORZY PORADNIKA

Prof. dr hab. WALDEMAR RATAJCZAK



Profesor Waldemar Ratajczak jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu od 1973 roku. Jego specjalnością są zagadnienia metodologiczne z zakresu geografii społeczno-ekonomicznej oraz gospodarki przestrzennej. Jest autorem lub współautorem kilku metod stosowanych obecnie w nauce światowej – nie tylko z dziedziny nauk przestrzennych, ale także fizyki teoretycznej, chemii, archeologii, ekonomii, transportu, itd. Profesor Waldemar Ratajczak jest także uznanym ekspertem z dziedziny gospodarki przestrzennej. Był między innymi przewodniczącym Senackiego Zespołu ds. Nowego Podziału Terytorialnego Kraju oraz doradcą Wicepremiera i Gospodarki Rządu RP. Obecnie pełni funkcję Prezesa Stowarzyszenia Gospodarka Przestrzenna oraz Wiceprezesa Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk.

Jako dydaktyk prowadził wykłady kursowe na University of Gainesville (Floryda USA) oraz wykłady zamawiane między innymi na Göteborgs Universitet (Szwecja) oraz Algarve University (Portugalia). Wypromował także 6 doktorów, 285 magistrów oraz 160 licencjatów. Jego aktualne zainteresowania badawcze dotyczące zrównoważonego rozwoju współczesnych społeczeństw – ściśle nawiązują do problematyki projektu Cyfrowa Mapa Dorzecza Warty (CMDW).

Kontakt e-mailowy:  waldemar.ratajczak@odnpoznan.pl

Dr hab. ALFRED STACH, Prof. UAM



Pracownik Instytutu Geoekologii i Geoinformacji na Wydziale Nauk Geograficznych i Geologicznych UAM. Wykładowca akademicki z tytułem doktora habilitowanego, który swoją karierę zawodową rozpoczął w roku 1984, przechodząc kolejne stopnie od asystenta przez adiunkta do profesora UAM. Geograf fizyczny specjalizujący się w zastosowaniach statystyki, modelowania matematycznego i Geograficznych Systemów Informacyjnych do analiz i prognozowania zmian środowiska przyrodniczego w Polsce i w Arktyce (Spitsbergen). Doświadczony dydaktyk prowadzący wszystkie typy zajęć (ćwiczenia, laboratoria komputerowe, praktyki terenowe i wykłady akademickie) na studiach stacjonarnych, niestacjonarnych i podyplomowych. Między innymi przez dwa lata był wykładowcą na studiach podyplomowych dla nauczycieli przedmiotu „Przyroda”

w szkole podstawowej. Zajęcia dydaktyczne przez niego prowadzone obejmowały bardzo szeroki wachlarz przedmiotów od ogólnogeograficznych do specjalistycznych, a w tym między innymi: „Wstęp do geografii fizycznej”, „Geomorfologia dynamiczna”, „Geografia regionalna”, „Podstawy GIS”, „Modelowanie systemów przyrodniczych”, „Geostatystyka”, „Komputerowe wspomaganie procesów decyzyjnych”. Wykładał także w języku angielskim dla doktorantów studiujących na UAM. Wypromował 2 doktorów oraz ponad 20 magistrantów i absolwentów studiów podyplomowych. Kilkanaście razy wygłaszał wykłady popularnonaukowe głównie w trakcie cyklicznych imprez takich jak „Festiwal Nauki”, „Noc Naukowców”, „GIS-day”, ale także w kilku szkołach ponadpodstawowych na terenie województwa wielkopolskiego. Był uczestnikiem i kierownikiem ponad 10 projektów badawczych finansowanych przez Ministerstwo, Komitet Badań Naukowych i Narodowe Centrum Nauki. Brał czynny udział w ponad 50 konferencjach naukowych, polskich i międzynarodowych. Jest autorem lub współautorem ponad 180 publikacji naukowych w języku polskim i angielskim opublikowanych w latach 1985–2018. Są w nich 2 monografie (książki) autorskie i 2 współautorskie.

Kontakt e-mailowy:  alfred.stach@odnpoznan.pl

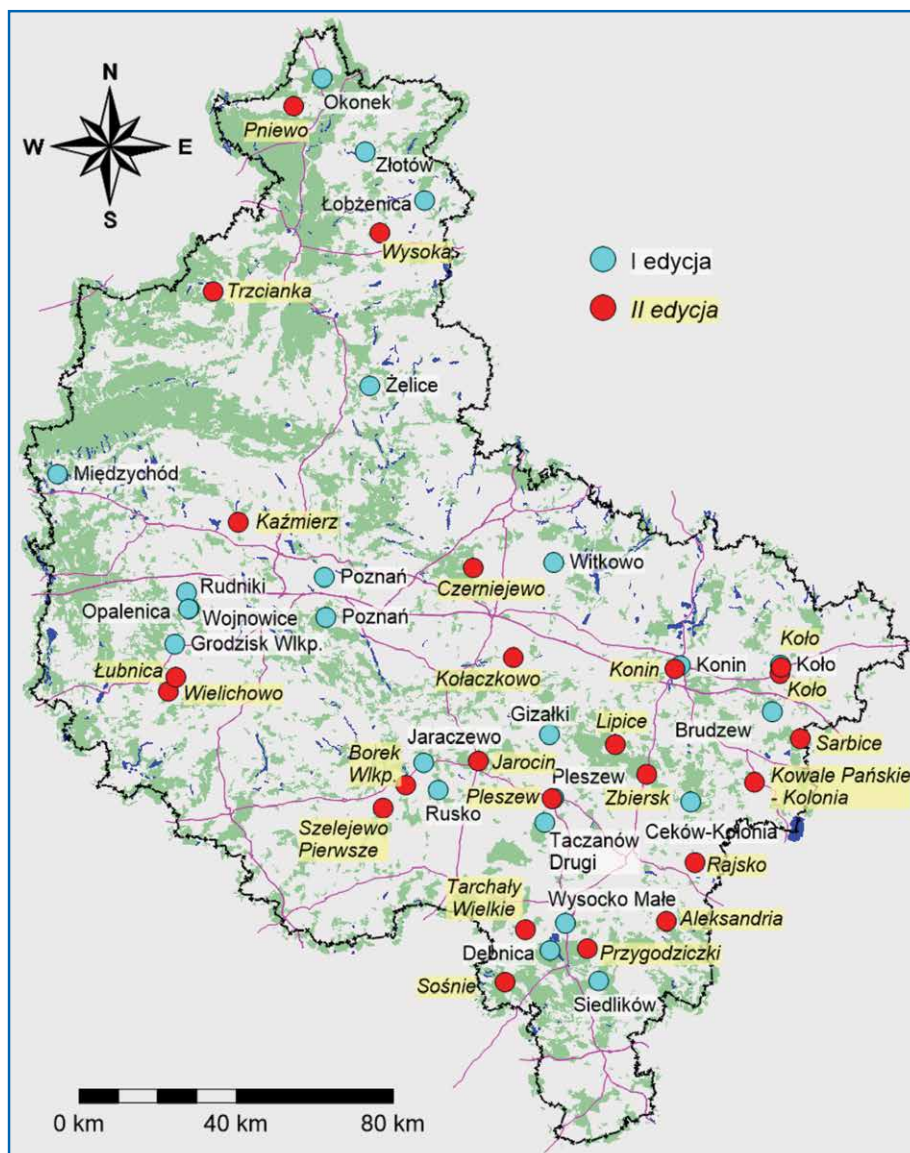
3. CHARAKTERYSTYKA PODPROJEKTU CYFROWA MAPA DORZECZA WARTY (CMDW)

Zasięg przestrzenny podprojektu Cyfrowa Mapa Dorzecza Warty obejmuje województwo wielkopolskie w jego aktualnych granicach. Przeważająca część tego województwa (87%) znajduje się w dorzeczu Warty (por. ryc. 1.) Pozostałe 13% powierzchni należy do dorzecza Odry.



Ryc. 1. Obszar realizacji podprojektu Cyfrowa Mapa Dorzecza Warty: 1 – dorzecze Warty z siecią głównych rzek, 2 – obszar województwa wielkopolskiego.

Do udziału w podprojekcie zgłosiło się i zostało zakwalifikowanych 21 szkół podstawowych oraz 3 gimnazja. Ich rozkład przestrzenny obrazuje ryc. 2. Ma on charakter zbliżony do losowego – stąd wyposażenie w nową infrastrukturę ICT – obejmuje całe dorzecze Warty, a nie tylko jego uprzywilejowane fragmenty.

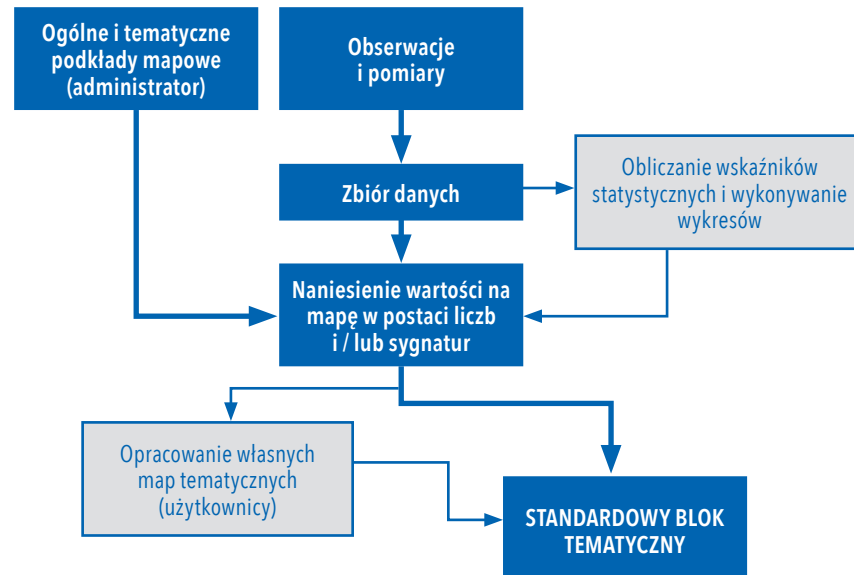


Ryc. 2. Lokalizacje szkół uczestniczących w pierwszej i drugiej edycji podprojektu Cyfrowa Mapa Dorzecza Warty oraz nazwy miejscowości, w których się znajdują. Na mapie zaznaczono granice województwa wielkopolskiego, sieć głównych dróg oraz powierzchnie większych lasów i jezior. Spis szkół znajduje się w Tab. 29 i 30. **(Uwaga!** Szkoły w Wojnowicach i Opalenicy (pierwsza edycja CMDW) są położone tak blisko siebie, że na mapie o tej skali są zaznaczone jedną kropką. Uwaga ta dotyczy wszystkich innych map na których zaznaczone jest położenie szkół.)

Podprojekt CMDW jest zorientowany na nauki przyrodnicze, społeczne oraz matematykę i ma sprzyjać budowaniu pogłębionych związków uczniów z „małą ojczyzną” (ryc. 4). Uczenie metodą dociekania naukowego ma służyć poznawaniu struktur i zależności w środowisku społeczno-przyrodniczym poprzez analizę relacji w czasie i przestrzeni. W ramach CMDW planowane jest wykonywanie głównie w terenie: obserwacji, pomiarów i eksperymentów oraz wykorzystywanie komputerów do (ryc. 3):

- przetwarzania, wizualizacji, analizy i interpretacji własnych wyników,
- zestawiania wyników jednej szkoły z pomiarami innych szkół dzięki serwerowi mapowemu (geoserwerowi) i internetowej bazie danych.

Realizacja CMDW jest poprzedzona szkoleniami dla nauczycieli i przygotowaniem scenariuszy zajęć zarówno obligatoryjnych dla całego projektu, jak i do wyboru dla poszczególnych szkół. Realizacja CMDW powinna też rozwijać kompetencje i umiejętności nauczycieli prowadzących zajęcia z przedmiotów przyrodniczych i matematyki.



Ryc. 3. Schemat działania w ramach podprojektu Cyfrowa Mapa Dorzecza Warty. Elementy na ciemniejszym tle są obligatoryjne. Zadania zaznaczone wytłuszczoną czcionką realizują grupy uczniowskie pod opieką nauczyciela.



Ryc. 4. Przenikanie się relacji przestrzennych sfer środowiska z horyzontem wyznaczającym „małą ojczyznę” i granicą administracyjną miejscowości.

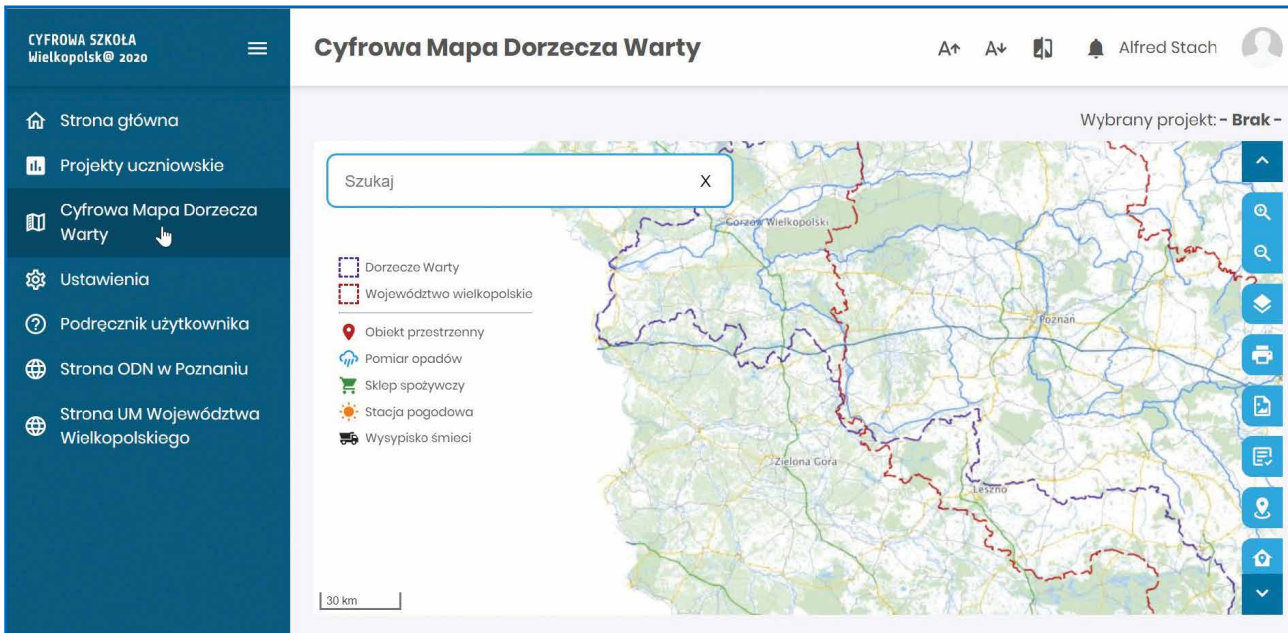
Na podprojekt CMDW składają się powiązane ze sobą: 1) komponenty lokalne, związane z działającą w konkretnej szkole grupą uczniowską, 2) komponenty centralne, obejmujące gromadzoną na serwerze podprojektu bazę danych oraz oprogramowanie umożliwiające jej zarządzanie wraz z przetwarzaniem.

KOMPONENTY PROJEKTU CMDW - LOKALNE:

- Standardowy zestaw wyposażenia grupy ćwiczeniowej / szkoły (przyrządy pomiarowe, sprzęt pomocniczy, tablety, komputery stacjonarne z szerokopasmowym dostępem do Internetu).
- Problemy i scenariusze przykładowych zajęć.
- Dodatkowe materiały metodyczne dla opiekunów grup, w tym zwłaszcza dotyczące pracy z bazą danych przestrzennych i serwerem mapowym (map).

KOMPONENTY PROJEKTU CMDW - CENTRALNE:

- Komputer – serwer bazy danych przestrzennych, zarówno archiwalnych (podkładowych), jak i gromadzonych przez uczniów w ramach projektu.
- Aplikacja tak zwanego „serwera mapowego” umożliwiająca:
 - ustalenie uprawnień poszczególnych użytkowników systemu,
 - wyświetlanie na ekranie różnych standardowo dostępnych warstw map rastrowych i wektorowych oraz nakładania ich na siebie (warstwy dostępne na serwerze i pobierane z sieci za pomocą protokołów WMS/WMTS),
 - dynamiczną zmianę skali mapy i nawigację po jej obszarze,
 - wyświetlanie współrzędnych długości i szerokości geograficznej oraz wysokości nad poziomem morza,
 - interaktywne (za pomocą myszki) nanoszenie na podkładach cyfrowych map obiektów punktowych, liniowych i poligonalnych i ich edycji,
 - interaktywne (za pomocą myszki) pomiary odległości, azymutu i powierzchni,
 - wyznaczanie na podkładzie sieci drogowej najkrótszego połączenia pomiędzy wskazanymi punktami,
 - wgrywanie i wizualizację „śladów” GPS,
 - wgrywanie do systemu własnych danych zlokalizowanych geograficznie z ich atrybutami: punktów, linii, poligonów, fotografii cyfrowych, nagrań dźwiękowych itp.,
 - wyświetlanie danych meteorologicznych rejestrowanych przez podłączone do systemu w poszczególnych szkołach automatyczne stacje meteorologiczne w postaci liczbowej i symbolicznej na tle mapy i w czasie rzeczywistym,
 - edycję własnej bazy danych,
 - wizualizację na podkładach mapowych własnych i udostępnionych przez zespoły badawcze z innych szkół – danych zlokalizowanych geograficznie z możliwością dobrania symboliki dla opisania ich atrybutów,
 - wyszukiwanie informacji z bazy danych obiektów ze względu na słowa / frazy kluczowe (atrybuty) oraz kryteria geograficzne i chronologiczne,
 - obliczanie prostych miar statystycznych (średnia, mediana, minimum, maksimum, odchylenie standardowe) dla danych wyselekcjonowanych według kryterium lokalizacji i/lub czasu,
 - prostą interpolację danych punktowych, danych wyselekcjonowanych według kryterium lokalizacji i/lub czasu,
 - zachowywanie kolejnych wersji map i możliwość ich porównywania (wersjonowanie),
 - drukowanie map i ich eksport do kilku wybranych formatów graficznych.



Ryc. 5. Wygląd okna modułu Cyfrowej Mapy Dorzecza Warty w aplikacji sieciowej CSW@2020 – stan w dniu 12 sierpnia 2019 roku, w trakcie trwania fazy testów. Ostateczna jej postać może się różnić w detalach. Szczegółowy opis funkcji modułu zawarty jest w aktualnym pliku instrukcji dostępnym do skopiowania ze strony aplikacji („Podręcznik użytkownika”).

4. CELE OGÓLNE I SZCZEGÓŁOWE PODPROJEKTU CYFROWA MAPA DORZECZA WARTY (CMDW)

4.1. CELE OGÓLNE

Cele ogólne projektu są ściśle powiązane z koniecznością wyeliminowania słabych stron polskich uczniów i sposobów ich nauczania – ustalonych we wczesnych badaniach między innymi przez międzynarodowe badania PISA (*Programme for International Student Assessment*).

Wnikliwa analiza tych słabych stron znajduje się w pracy Czetwertyńska (2008) *O projekcie, ciekawości i satysfakcji* (www.naszaera.pl). W niniejszym tekście przytoczono jedynie najważniejsze wnioski z badań PISA i analizy dr Czetwertyńskiej. Wynika z nich, że:

1. polscy uczniowie nie posiadają umiejętności identyfikacji problemów naukowych, stawiania hipotez oraz sposobów ich uzasadniania, choć w ostatnich latach sytuacja wyraźnie się poprawia;
2. we wnioskowaniu posługują się wyćwiczonymi schematami myślowymi – brak im umiejętności przekraczania granic tych schematów – i tu także widać jednak pozytywne zmiany;
3. nie potrafią wykorzystać poznanych narzędzi i metod matematyki do opisu lub rozwiązania prostych problemów życia społecznego i przyrody;

4. unikają ryzyka samodzielnego myślenia, gdyż obawiają się, że może być ono błędne i prowadzić do porażki intelektualnej.

Zminimalizowanie tych słabych stron wymaga zmiany metod pracy z uczniami. Szczególnie polecaną przez teoretyków dydaktyki jest metoda projektu, między innymi z następujących powodów:

1. jest skuteczna, gdyż uczniowie mają sposobność przekonać się, że to co robią, ma dla nich znaczenie,
2. pozwala postawić przed uczniami cele trudne, ale możliwe do osiągnięcia,
3. jest interesująca i absorbująca ucznia, albowiem do budowania nowej wiedzy wykorzystywana jest jego dotychczasowa wiedza, a także jego zdolności oraz inteligencja,
4. pozwala pracować w grupie; uczniowie wspólnie rozwiązują problem, uczą się także od siebie; mogą też stosować „burzę mózgow” do rozwiązywania problemów,
5. uczniowie poznają trudy i złożoność **poznania naukowego**; rozumieją, że wiedza nie jest ustalona raz na zawsze,
6. uczniowie od najmłodszych lat wykazują biegłość w posługiwaniu się urządzeniami i technikami informatycznymi.

Metoda projektu nie jest odkryciem współczesnym. Jej zalety przedstawił już w V w. p.n.e. Konfucjusz (551–479 p.n.e.).

O uczeniu wyraził się następująco:

- powiedz mi, a zapomnę,
- pokaż, a zapamiętam,
- daj mi wykonać, a zrozumieć.

Taki też jest cel ogólny naszego projektu:

NAUCZYĆ DZIECI SPOSOBÓW ROZUMIENIA OTACZAJĄCEGO JE ŚWIATA.

4.2. CELE SZCZEGÓŁOWE

Projekt CMDW obejmuje sfery świata realnego, w którym żyją i działają uczniowie, takie jak: środowisko przyrodnicze i środowisko antropogeniczne.

Będą one obserwowane, analizowane oraz obrazowane przez uczniów w ramach projektów cząstkowych. Każdy z nich posiada listę celów szczegółowych (operacyjnych) uwidocznionych poniżej. Efektem tych działań będą bazy danych zgromadzone przez poszczególne grupy uczniowskie składające się na zintegrowaną bazę danych dla całej Wielkopolski („Dorzecza Warty”, ryc. 6).

1. Dział „**Przestrzenna oraz czasowa zmienność cech środowiska przyrodniczego na obszarze dorzecza Warty**”.

Zakres proponowanych działań ma na celu oparte na własnych dociekaniach – zrozumienie funkcjonowania podstawowych komponentów przyrodniczego środowiska życia człowieka, ich wzajemnych związków oraz wpływu na społeczeństwo i gospodarkę.

Pomiary:

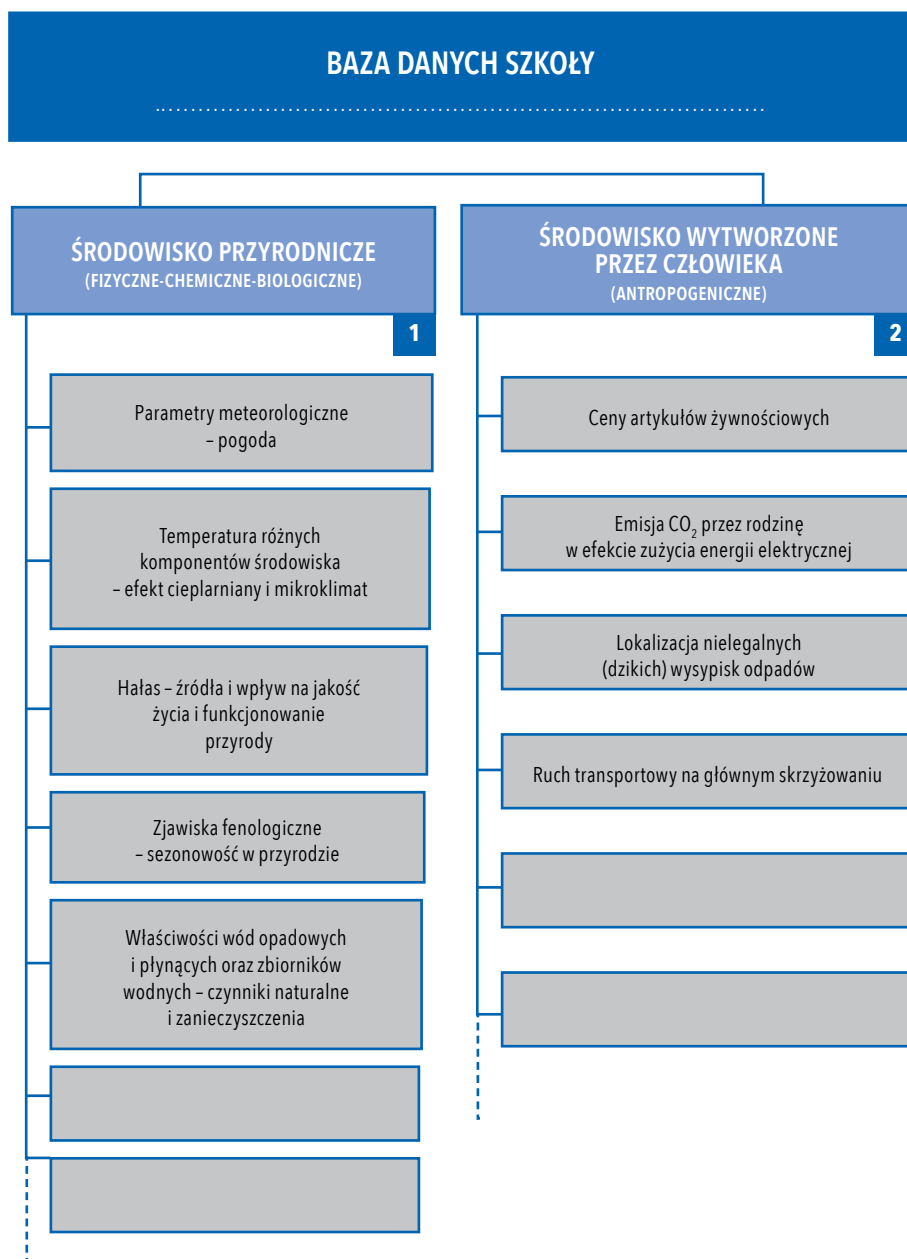
- parametrów meteorologicznych (ciśnienie, temperatura i wilgotność powietrza, suma opadów, kierunek i prędkość wiatru) i analiza wpływu pogody na funkcjonowanie przyrody i społeczeństwa;

- zmienności czasowej (cykl dobowy i sezonowy) i przestrzennej temperatury różnych komponentów środowiska (powietrza, wody i gleby) jako podstawa do zrozumienia efektu cieplarnianego i wpływu człowieka na jego zmiany, w tym wpływ urbanizacji na mikroklimat;
- hałasu wraz z określeniem jego źródeł i ocena jego wpływu na jakość życia i funkcjonowanie przyrody;
- zjawisk fenologicznych i określanie ich związku ze zmiennością sezonową długości dnia i temperatury powietrza;
- parametrów fizycznych i chemicznych wody opadowej i płynącej w ciekach naturalnych i sztucznych w celu wyjaśnienia naturalnych i antropogenicznych (zanieczyszczenia) przyczyn ich zmienności czasowej i przestrzennej.

2. Dział „**Przestrzenna oraz czasowa zmienność cech środowiska wytworzonego przez człowieka**”.
W ramach tego działu uczniowie mają identyfikować, opisywać i analizować wybrane charakterystyki środowiska – związane z działalnością ludzką i mające istotny wpływ na jakość życia ich rodziny i otoczenia.

Obserwacja / pomiar:

- cen wybranych artykułów żywnościowych,
- emisji CO₂ wynikającej ze zużycia energii elektrycznej przez rodzinę ucznia,
- lokalizacji dzikich wysypisk oraz ustalenie składu odpadów według klasyfikacji urzędowej,
- ruchu transportowego w ustalonych godzinach na głównym skrzyżowaniu miejscowości wraz z identyfikacją rodzaju pojazdów.



Ryc. 6. Baza danych zbieranych w ramach podprojektu CMWD przez jedną szkołę / grupę uczniowską.

5. HARMONOGRAM DZIAŁAŃ W ZAKRESIE PROGRAMU PODPROJEKTU

5.1. PODZIAŁ PLANOWANYCH ZAJĘĆ (60 GODZIN / ROK)

Według założeń projektu Cyfrowa Szkoła Wielkopolsk@2020 nauczyciel opiekujący się grupą uczniowską ma do dyspozycji w ciągu roku szkolnego 60 godz. zajęć pozalekcyjnych. Jest to warunek określający sposób, formę i zakres działań planowanych w podprojekcie.

Poniżej przedstawiono **propozycję** rozdziału 60 godz. lekcyjnych pomiędzy zadania podprojektu.

Nie należy jej traktować jak instrukcji. Realny harmonogram nauczyciel – opiekun ustali po zapoznaniu się z możliwościami operacyjnymi szkoły oraz po dyskusji z uczniami i zaakceptowaniu przez nich propozycji harmonogramu.

Tab. 1. DZIAŁ: **ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE**

HARMONOGRAM CZĄSTKOWY – 20 GODZIN LEKCYJNYCH		
L.p.	Zadanie	Liczba godzin
1.	Ogólna charakterystyka celów szczegółowych przez nauczyciela	1
2.	Pogoda i jej znaczenie	3
3.	Ciepło w środowisku – efekt cieplarniany i wpływ urbanizacji	4
4.	Hałas w środowisku – źródła i wpływ na jakość życia	4
5.	Cykliczność (dobowa i sezonowa) w przyrodzie i środowisku człowieka	4
6.	Kwaśne deszcze, ich geneza, zmienność sezonowa i zróżnicowanie przestrzenne	4

Tab. 2. DZIAŁ: **ŚRODOWISKO WYTWORZONE PRZEZ CZŁOWIEKA**

HARMONOGRAM CZĄSTKOWY – 20 GODZIN LEKCYJNYCH		
L.p.	Zadanie	Liczba godzin
1.	Ogólna charakterystyka celów szczegółowych przez nauczyciela	1
2.	Ceny artykułów żywnościowych	4
3.	Lokalizacja dzikich wysypisk	8
4.	Emisja CO ₂ , za którą odpowiedzialna jest moja rodzina	4
5.	Ruch transportowy na głównym skrzyżowaniu	3

5.2. ETAPY REALIZACJI ZAJĘĆ PODPROJEKTU CMDW

Sposób realizacji poszczególnych etapów podprojektu zależy od: celów, zadań do wykonania, przygotowania uczniów oraz ich inwencji, a także wsparcia intelektualnego oraz organizacyjnego ze strony nauczyciela – opiekuna grupy uczniowskiej.

Poniżej przedstawiono propozycję układu (porządku), zgodnie z którym powinny być realizowane zajęcia (zadania) związane z podprojektem. Ma on charakter uniwersalny – przy czym układ związany z konkretnym zadaniem może się nieco różnić od wzorca – ze względu na potencjalne odrębności merytoryczne oraz metodyczne.

Proponowany układ realizacji zajęć:

- zapoznanie uczniów przez nauczyciela – opiekuna z celami zadania,
- dyskusja dotycząca celów oraz ich ewentualna modyfikacja lub uzupełnienie,
- zaznajomienie się z własnościami technicznymi przyrządów pomiarowych oraz zasadami prowadzenia obserwacji uczestniczących,
- przedstawienie przez nauczyciela – opiekuna sposobów opisowego oraz graficznego opracowywania danych ilościowych i jakościowych,
- poznanie przez uczniów zasad transmisji danych na wykorzystywane przez nich laptopy oraz tablety i do Głównego Zbioru Danych (GZD),
- przeprowadzenie obserwacji i pomiarów terenowych według odrębnego scenariusza, charakterystycznego dla konkretnego zadania,
- opracowanie danych według poznanych sposobów,
- wykonanie map tematycznych i umieszczenie ich na geoserwerze podprojektu na podkładzie Cyfrowej Mapy Dorzecza Warty,
- sformułowanie wniosków dotyczących zagadnień (problemów), które grupa bada – w postaci krótkiego opracowania,
- własna ocena wyników, które osiągnęła grupa poprzez zrealizowanie zadania.

5.3. PRZYKŁADOWY HARMONOGRAM DZIAŁAŃ W RAMACH ZADANIA: „CENY WYBRANYCH ARTYKUŁÓW ŻYWNOŚCIOWYCH W MOJEJ MIEJSCOWOŚCI ORAZ NA OBSZARZE DORZECZA WARTY”

- Dotyczy grupy 12-osobowej podzielonej na 6 zespołów 2-osobowych – ponumerowanych od 1 do 6.
- Zakłada się, że uczniowie będą mogli rozpocząć zajęcia pozalekcyjne o godz. 15.
- Maksymalny okres obserwacji cen: 2 godziny.
- Grafiki obserwacji cen w godzinach 15–17.

Tab. 3. PRZYKŁADOWY HARMONOGRAM OBSERWACJI

PAŹDZIERNIK 2018						
poniedziałek	wtorek	środa	czwartek	piątek	sobota	niedziela
1 ^①	2	3	4	5	6	7
8	9 ^②	10	11	12	13	14
15	16	17 ^③	18	19	20	21
22	23	24	25 ^④	26 ^⑤	27	28
29 ^⑥	30	31				

Oznaczenia:

czcionka koloru czerwonego – dzień obserwacji

^④ numer grupy

31 dzień podsumowania obserwacji oraz prezentacja wyników w postaci map

Na następne miesiące obserwacji układane są analogiczne grafiki.

5.4. SPOSÓB PREZENTACJI EFEKTÓW PRACY ZESPOŁÓW PROJEKTOWYCH

Zastosowane w projekcie podejście naukowe odnosi się także do sposobów prezentacji uzyskanych wyników.

Zakłada się, że uczniowie będą je upowszechniać zarówno w sposób pisemny, ustny, jak i poprzez połączenie obu tych form.

SPOSÓB PISEMNY

Po zakończeniu projektu uczniowie opracują krótki raport według następującego schematu:

- cele projektu,
- najważniejsze wyniki,
- wnioski,
- rekomendacje.

Ponieważ zarówno dane, jak i wyniki będą miały charakter ilościowy (liczbowy) oraz jakościowy (opisy), uczniowie będą mogli wykorzystać graficzną prezentację wyników w postaci najprostszych wykresów statystycznych.

SPOSÓB PISEMNO-USTNY

W tym przypadku podstawową formą prezentacji wyników zarówno pośrednich, jak i końcowych jest przygotowanie zestawu przeźroczy oraz ich omówienie przez uczniów.

W trakcie realizacji projektu na etapie, który oceni nauczyciel – opiekun, uczniowie przygotowują 2-3 prezentacje. Przedstawia je w gronie kolegów realizujących projekt oraz po zakończeniu projektu – przed gremium, które dyrekcja szkoły uzna za właściwe.

6. SPOSOBY OSIĄGANIA CELÓW PROGRAMU PÓDPROJEKTU

6.1. METODY I FORMY PRACY

Główną metodą wykorzystywaną przez uczniów w procesie sporządzania Cyfrowej Mapy Dorzecza Warty (CMDW) jest metoda projektu badawczego. Natomiast uzupełniającą – metoda WebQuest.

METODA PROJEKTU BADAWCZEGO

W podprojekcie CMDW metoda ta polega na systematycznym zbieraniu oraz opracowaniu przez uczniów informacji ilościowych oraz jakościowych dotyczących zagadnień środowiska naturalnego oraz antropogenicznego (związanego z działalnością człowieka).

Kończym efektem ich działań będą cyfrowe mapy tematyczne obejmujące obszar dorzecza Warty w granicach województwa wielkopolskiego.

PROJEKT to odważne, planowe działanie, wykonywane całym sercem w środowisku społecznym.

(W.H. Kilpatrick)

ŚRODOWISKO NATURALNE obejmuje wszystkie ożywione i nieożywione rzeczy występujące w przyrodzie – także na powierzchni Ziemi.

ŚRODOWISKO ANTROPOGENICZNE to przestrzeń wytworzona przez człowieka jako efekt jego świadomej działalności w środowisku naturalnym.

W metodzie projektu, oprócz motywacji uczniów, bardzo istotną rolę odgrywa nauczyciel – opiekun. Projekt badawczy może być zrealizowany z sukcesem tylko przy pełnej współpracy uczniów z nauczycielem – opiekunem.

Tab. 4. METODA PROJEKTU – ZADANIA NAUCZYCIELA ORAZ UCZNIÓW

ZADANIA NAUCZYCIELA – OPIEKUNA	ZADANIA UCZNIÓW
<ul style="list-style-type: none"> — Informuje uczniów, na czym polega opracowanie map tematycznych dorzecza Warty metodą projektu. — Pomaga uczniom zrozumieć cele badań, które wspólnie akceptują. — Objaśnia scenariusze postępowania badawczego w odniesieniu do każdego zadania projektu. — Pomaga ustalić treść umowy (nazywanej także kontraktem) pomiędzy nim a uczniami – tak by znalazły się w niej wszystkie niezbędne elementy. W tym: tytuł projektu i jego cele, harmonogram wykonawczy, źródła informacji, terminy konsultacji, sposoby prezentacji oraz kryteria oceny i ewaluacji. — Precyzyjnie instruuje uczniów o sposobach przeprowadzania pomiarów z wykorzystaniem narzędzi ICT (technologie informacyjno-komunikacyjne). — Udziela porad i konsultacji metodą ekspercką, wykorzystując np. „burzę mózgów”. <p>Nie narzuca swoich rozwiązań.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Pomaga utrzymać systematyczność badań. Sprawdza postęp w realizacji projektu. — Udziela porad w przygotowaniu prezentacji etapowych i końcowej projektu. — Należy do zespołu dokonującego oceny i ewaluacji wykonania projektu. 	<ul style="list-style-type: none"> — Zapoznają się z problemami i celami badawczymi projektu. — Razem z nauczycielem realizują cele badawcze, opracowują umowę, którą z nim zawrą, przygotowują szczegółowy harmonogram działań. — Opracowują i uzgadniają z nauczycielem – opiekunem system oceny projektu, który stanowi podstawę do wyrażenia opinii o realizacji etapów projektu. — Ustalają źródła informacji oraz sposoby korzystania z nich. — W uzgodnieniu z nauczycielem dokonują podziału grupy na zespoły do wykonywania pomiarów oraz przeprowadzania obserwacji bezpośrednich. — Zapoznają się ze sposobami przeprowadzania obserwacji bezpośrednich tak zjawisk przyrodniczych, jak i społeczno-gospodarczych. — Przyswajają zasady cyfrowego przetwarzania oraz opracowywania informacji pochodzącej z pomiarów i obserwacji. — Nabywają umiejętności z zakresu kartografii cyfrowej z wykorzystaniem narzędzi GIS. — Przygotowują prezentacje dotyczące realizacji projektu w odniesieniu do jego poszczególnych celów i etapów. — Organizują sesję podsumowującą projekt z udziałem przedstawicieli tak szkolnych, jak i innych instytucji decyzyjnych. — Dokonują ewaluacji zbiorczej projektu wspólnie z nauczycielem – opiekunem, osobami zaproszonymi do ewaluacji projektu.

METODA „BURZY MÓZGÓW” – jest metodą pracy zespołowej nad rozwiązaniem problemu, która wymaga jednoczesnego odwołania się do intuicji wielu osób.

W tej metodzie szczególnie efektywna jest technika 635.

TECHNIKA 635 – w sesji twórczego myślenia bierze udział 6 osób, które w ciągu 5 minut na specjalnie przygotowanym formularzu zgłaszają po 3 pomysły, dotyczące rozwiązania badanego problemu. Stąd pochodzi nazwa tej techniki.

Sesja trwa 30 minut, czyli każdy uczestnik zgłasza 18 pomysłów, a ogółem powstaje 108 pomysłów rozwiązania badanego problemu.

KONTRAKT (UMOWA) – to zgodne porozumienie dwóch lub więcej stron, określające ich wzajemne prawa i/lub obowiązki.

METODA WEBQUEST

WebQuest jest metodą pracy z uczniami, umożliwiającą rozwiązywanie zadań problemowych poprzez wykorzystanie narzędzi internetowych, np. do pozyskiwania oraz przetwarzania informacji w sposób zorganizowany i uporządkowany (Dodge 2007).

Istotą metody WebQuest jest sprawne i celowe wykorzystanie możliwości stwarzanych przez ICT.

W podprojekcie Cyfrowa Mapa Dorzecza Warty Internet jest podstawowym źródłem komunikacji oraz innowacyjnym sposobem wzbogacania wiedzy uczniów o badanych problemach; stąd wynika duża rola metody WebQuest w podprojekcie CMDW.

Główne zalety tej metody są następujące:

- uczy wytrwałości w prowadzeniu badań,
- rozwija kreatywne myślenie – pozwala na odejście od wyuczonych działań schematycznych,
- poprzez sieć uczy współpracy grupowej i porządku we wzajemnych relacjach,
- uczy wartościowania pozyskiwanych informacji i krytycznego ich traktowania,
- pozwala uczniom zrozumieć, na czym polega obiektywizm naukowego podejścia do badania podjętych problemów.

ICT (*Information and Communication Technology*) – technologie informacyjno-komunikacyjne to rodzina technologii przetwarzających, gromadzących i przesyłających informacje w formie elektronicznej. W szczególności pojęcie ICT obejmuje Internet, telefonię komórkową oraz elektroniczne środki masowego przekazu.

SPOŁECZEŃSTWO INFORMACYJNE – to takie, w którym przetwarzanie informacji z wykorzystaniem technologii informacyjnych i komunikacyjnych (ICT) stanowi znaczącą wartość ekonomiczną, społeczną i kulturową.

DORZECZE WARTY – to jej zlewnia (54,5 tys. km²), czyli cały obszar, z którego wody powierzchniowe spływają do rzeki Warty i jej dopływów. Granicą dorzecza Warty jest dział wodny, a punktem zamykającym – ujście do rzeki Odry.

MAPA TEMATYCZNA – to mapa obrazująca wybrane treści, dotyczące przyrody i/lub społeczeństwa, sporządzona na bazie mapy ogólnogeograficznej lub z wykorzystaniem jej niektórych elementów.

6.4. OPIS RYZYKA

Ryzykiem projektu edukacyjnego jest każde potencjalne wydarzenie, które może wpłynąć na nieosiągnięcie celów projektu.

ZARZĄDZANIE RYZYKIEM – to proces, który polega na identyfikacji potencjalnych zagrożeń i ustaleniu metod ich minimalizowania lub eliminowania.

Główne źródła ryzyka projektu CMDW:

- niezrozumienie celów projektu przez uczniów,
- niewystarczające przygotowanie teoretyczne i techniczne uczniów do prowadzenia badań,
- zła organizacja prac terenowych oraz kameralnych,
- brak wystarczającej motywacji uczniów do aktywnego i kreatywnego wykonywania zadań w ramach podprojektu.

Do minimalizowania ryzyk w podprojekcie CMDW wykorzystana jest metoda monitoringu jego realizacji.

W dalszej części poradnika wielokrotnie podawane są odnośniki do źródeł informacji w postaci adresów (tzw. **linków**) internetowych, na przykład <http://www.imgw.pl/>. Aby z nich skorzystać, w sytuacji używania drukowanej (papierowej) wersji poradnika, trzeba je ręcznie wpisać do pola adresowego używanej na komputerze czy smartfonie przeglądarki internetowej. W wersji elektronicznej poradnika (w pliku PDF) adresy internetowe są aktywne (stanowią tzw. **hiperłącza**). Po kliknięciu kursorem myszki w tekst adresu powinna się uruchomić przeglądarka internetowa (po wyrażeniu naszej zgody) z widokiem żądanej strony. Często jednakże adresy są bardzo długie i są zapisane w dwóch, lub więcej wierszach tekstu. Może się wówczas zdarzyć, że kliknięcie w adres nie połączy nas z prawidłową stroną. Jest to związane z automatycznym wstawieniem w adres spacji lub znaku podziału (dywizu). Należy wówczas samemu skopiować adres (używając kombinacji klawiszy Ctrl+C) i usunąć z niego zbędne znaki.

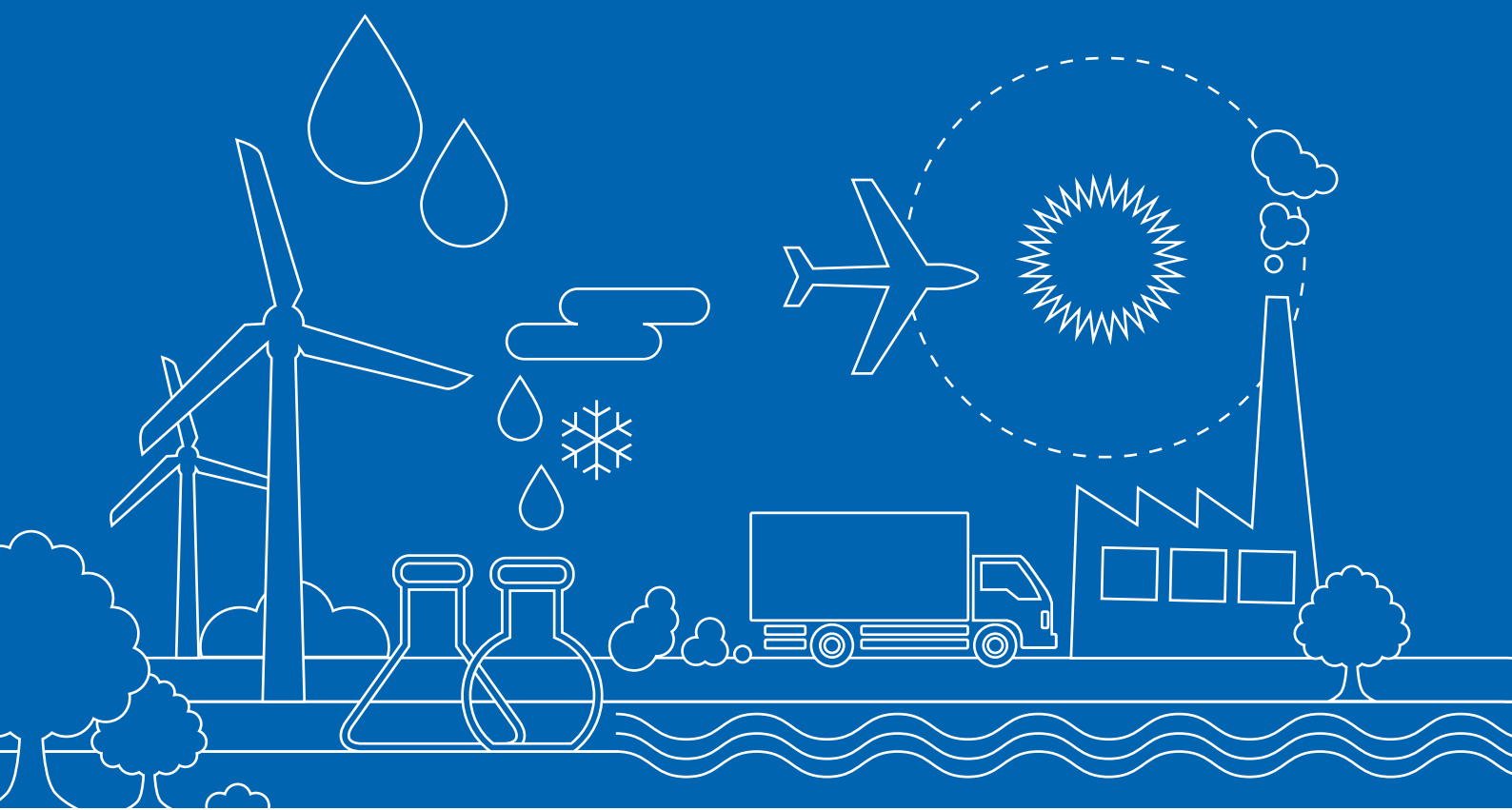


A woman in a winter jacket is looking at a tablet in a snowy landscape. The image is overlaid with a blue tint. The text is in white, bold, uppercase letters.

PRZYKŁADOWE SCENARIUSZE

PROJEKTÓW / DZIAŁAŃ /
ZAJĘĆ REALIZOWANYCH
W PROGRAMIE
PODPROJEKTU (CMDW)

OPRACOWANIE: WALDEMAR RATAJCZAK / ALFRED STACH



1 SCENARIUSZ ZADANIA

ZMIENNOŚĆ CZASOWA I PRZESTRZENNA ELEMENTÓW POGODY I ANALIZA JEJ WPŁYWU NA FUNKCJONOWANIE PRZYRODY I SPOŁECZEŃSTW

37

Celem realizacji zadania jest zwiększenie wiedzy uczniów o genezie i przebiegu zjawisk pogodowych, ich znaczeniu, skutkach przyrodniczych i społeczno-gospodarczych, a także współczesnych sposobach pomiarów meteorologicznych. Zadanie wspierać ma rozwój umiejętności uczniów w zakresie przetwarzania i interpretacji wyników takich pomiarów, przy wykorzystaniu technik informatycznych.

WPROWADZENIE

Pogoda to stan gazowej powłoki Ziemi (atmosfery) określony przez zespół zachodzących w niej zjawisk w pewnym punkcie geograficznym lub nad większym obszarem Ziemi, czyli także nad województwem wielkopolskim (Wołoszyn 2009). O pogodzie mówimy, stwierdzając „zachmurzyło się i zaczął padać deszcz” albo informując „rano był przymrozek i na dachach osadził się szron”, ale także, „weź ze sobą jutro kurtkę, bo prognoza przewiduje ochłodzenie”. Pogody nie należy mylić z klimatem. Klimat to różne numeryczne i jakościowe charakterystyki pogody z długiego okresu, najczęściej kilku dziesięcioleci. Kiedy mówimy w sposób potoczny: „Poznań jest cieplejszym miastem od Suwałk”, to podajemy charakterystykę klimatyczną. Konkretnego dnia w Suwałkach może być cieplej niż w Poznaniu (pogoda), ale kiedy obliczymy średnią temperaturę powietrza z 20 lat codziennych pomiarów, to nasze stwierdzenie zostanie potwierdzone (średnia wieloletnia temperatura powietrza w Poznaniu to 8,4°C, a w Suwałkach 6,2°C, Stopa-Boryczka, M., Boryczka, J., 2006).

Składnik pogody to każda fizyczna cecha atmosfery. W każdym miejscu na Ziemi można zaobserwować przynajmniej **7 takich cech: zachmurzenie, opad, temperatura, wilgotność, wiatr, ciśnienie i widzialność**. Różne formy opadu to hydrometeory. Pojęcie to obejmuje wszystkie widzialne postaci wody w atmosferze (deszcz, śnieg, grad, szron, mgła, itp.) z wyjątkiem chmur. Czasami, dla wygody przetwarzania informacji o pogodzie, ta definicja jest rozszerzana tak, że obejmuje dymy i pyły. W skład pogody wchodzi także związane z nią zjawiska, jak fale na morzu czy sytuacje powodziowe na lądzie.

Należy zwrócić też uwagę na rozróżnienie pomiędzy składnikiem pogody a parametrem meteorologicznym służącym do jego pomiaru. Temperatura mierzona termometrem jest cechą fizyczną służącą do oceny ilości ciepła zakumulowanego w atmosferze. Opad najczęściej określamy, „łapiąc” spadające krople deszczu lub płatki śniegu do odpowiednio wyskalowanego naczynia (deszczomierza) i określając grubość zakumulowanej w jednostce czasu wody (np. w milimetrach na dobę – 24 h). Opad współcześnie można także mierzyć innymi sposobami, np. rejestrując za pomocą lasera ilość i wielkość spadających kropli czy też rejestrując energię kinetyczną ich zderzenia z powierzchnią czujnika. Zachmurzenie można określać, oceniając wizualnie czy też metodami fotograficznymi pokrycie nieba przez chmury, ale też rejestrując natężenie światła.

Coraz częściej pomiar różnych charakterystyk pogody wykonywany jest zdalnie (tzw. teledetekcja) przy użyciu czujników zainstalowanych na pokładzie satelitów meteorologicznych okrążających Ziemię na wysokości

od kilkuset do kilkudziesięciu tysięcy kilometrów czy też wykorzystując położone na powierzchni Ziemi tzw. radary meteorologiczne. Pomiarzy teledetekcyjne mają wiele zalet. Pozwalają szybko wykonywać pomiary z jednakową dokładnością obejmujące olbrzymie obszary – często całą powierzchnię Ziemi. Nie ma w tym przypadku żadnego znaczenia, czy jest to obszar gęsto zaludniony, czy środek pustyni lub oceanu. Biorąc pod uwagę ilość dostarczanych danych, są też bardzo tanie. Ich wadą jest jednak mniejsza dokładność, ze względu na pośredni charakter pomiaru. Z tego względu „tradycyjne” naziemne stacje meteorologiczne są nadal bardzo ważne. Umożliwiają bowiem weryfikację i uściślenie pomiarów zdalnych i określanie lokalnej zmienności trudnej do określenia z dużej odległości.

Pogoda w znaczący sposób wpływa na działalność ludzką i składniki przyrody ożywionej i nieożywionej na powierzchni Ziemi. Od pogody w dużym stopniu zależy, kiedy wiosną zaczynają kwitnąć jabłonie i kiedy jesienią opadają liście, kiedy można zacząć siewy i żniwa, czy samolot może bezpiecznie wystartować i wylądować i wiele innych zjawisk przyrodniczych i działań ludzkich (patrz ramki: **Katastrofa w czasie wojny krymskiej, Katastrofy naturalne w Polsce, Szacunkowa wysokość strat w wyniku sytuacji kryzysowych w Polsce w latach 1990–2010**).

Katalog najbardziej niszczycielskich zjawisk pogodowych pojawiających się na terenie naszego kraju jest zamieszczony w dwóch publikacjach dostępnych w Internecie (Buchert i in. 2013, Bednarek i in. 2013). Są tam opisane przyczyny ich powstawania, częstota występowania i rozkład przestrzenny oraz skutki przyrodnicze i gospodarcze. W opracowaniu Buchert i in. (2013) zamieszczono również akt prawny (rozporządzenie Ministra Środowiska) z 2007 roku, definiujący niektóre zjawiska pogodowe oraz sposób powiadamiania o ich aktualnym lub prognozowanym wystąpieniu. Podany jest tam też spis osób pełniących ważne funkcje w państwie i różnych instytucji, które te powiadomienia muszą otrzymywać.

W naszym kraju wykonywanie pomiarów meteorologicznych, gromadzenie i przetwarzanie danych z tych pomiarów oraz przygotowywanie i publikowanie prognoz i ostrzeżeń jest obowiązkiem Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej. Instytucja, która się tym zajmuje, to Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy (w skrócie IMGW-PIB, <http://www.imgw.pl/>). Pod obecną nazwą Instytut istnieje od roku 1972, lecz instytucję o takim zakresie obowiązków powołano do życia natychmiast po odzyskaniu niepodległości w roku 1918 (między styczniem a kwietniem roku 1919, Skąpski 2009).

Atmosfera „nie zna” granic administracyjnych, a warunki pogodowe, których doświadczamy, zostały często ukształtowane tysiące kilometrów od Polski (patrz ramka: **Katastrofa w czasie wojny krymskiej**). Z tego względu w 1873 roku powołano Międzynarodową Organizację Meteorologiczną, którą w 1950 roku przemianowano na Światową Organizację Meteorologiczną (ang. *The World Meteorological Organization* – WMO, <https://public.wmo.int/en>). WMO jest aktualnie wyspecjalizowaną agendą Organizacji Narodów Zjednoczonych (ONZ), której zadaniem jest ujednolicanie, udoskonalanie i wymiana prac meteorologicznych oraz popieranie studiów klimatycznych, geograficznych, hydrologicznych. Dokonuje się to poprzez organizację i koordynację działań służb meteorologicznych różnych krajów, ujednolicanie metod obserwacji meteorologicznych i rozpowszechnianie prognoz pogody. Członkami WMO jest aktualnie 185 krajów, a jej siedzibą jest Genewa w Szwajcarii. Polska należy do WMO od 1947 roku.

Organizacja i zakres sieci pomiarów meteorologicznych w Polsce są opisane w publikacji Kurowska-Łazarz i in. (2015). Jej pełen tekst jest dostępny w Internecie. Opisany jest tam także skomplikowany system transmisji danych pomiarowych i ich wymiany międzynarodowej. Stacje meteorologiczne w naszym kraju ze względu na zakres i typ pomiarów oraz częstotliwość przesyłania danych dzielą się na 5 klas (tzw. rzędów). Najważniejsze z nich są stacje „synoptyczne” (I rzędu), których na terenie Polski jest 62. W stacjach synoptycznych pomiary wykonuje się co godzinę przez całą dobę, ich zakres jest najszerszy, a wyniki przesyłane natychmiast metodami teletransmisji. W województwie wielkopolskim są 2 stacje synoptyczne I rzędu (Poznań i Kalisz) oraz 3 stacje II rzędu, 5 – III rzędu,

5 – IV rzędu i 72 – V rzędu. Ich lokalizacja została zaprezentowana na ryc. 7 razem z informacjami o położeniu szkół uczestniczących w pierwszej edycji Cyfrowej Mapy Dorzecza Warty (CMDW) w ramach projektu CSW@2020.

KATASTROFA W CZASIE WOJNY KRYMSKIEJ

W 1854 roku dyrektor Obserwatorium Paryskiego, prowadzącego m.in. badania meteorologiczne, został poproszony o zbadanie katastrofalnego sztormu, w wyniku którego w porcie Bałakława na Krymie zatopiło się 39 statków i okrętów wojennych.

Przeglądając zapiski z prowadzonych już wtedy regularnie obserwacji stwierdzono, że sztorm ten uformował się dwa dni przed katastrofą i przewędrował niemal całą Europę. Gdyby istniał system szybkiego przekazywania i analizy danych z pomiarów i obserwacji meteorologicznych, można by uniknąć albo przynajmniej ograniczyć straty.

Odkrycie to stało się impulsem do rozwoju meteorologii i zapoczątkowało powstanie nowoczesnych prognoz pogody.

KATASTROFY NATURALNE W POLSCE (KUNDZEWICZ, MATCZAK 2010)

Najczęstszą przyczyną katastrof naturalnych są w Polsce zjawiska ekstremalne związane z pogodą (mrozy, fale upałów, susze, pożary lasu, wichury, sztormy, ulewne deszcze, powodzie, gradobicia, obfite opady śniegu, osuwiska, lawiny śnieżne i błotne, mgła, szadź, gołoledź i uderzenia piorunów). [...]

Zjawiska ekstremalne związane z wodą – susze i powodzie – są w Polsce dość często występującym problemem. Katastrofalna powódź w Polsce w lipcu 1997 roku spowodowała 55 ofiar śmiertelnych i straty materialne w wysokości szacowanej obecnie na 12,8 mld zł. Konsekwencje dramatycznej powodzi w maju i czerwcu 2010 roku jeszcze są szacowane, ale liczba ofiar przekracza 20, a straty materialne 10 mld zł. W dniu 7 sierpnia nawiedziła Polskę (Bogatynia, Zgorzelec i okolice) kolejna dramatyczna powódź.

Poważne straty przynosi brak wody. Dotyczy to przede wszystkim rolnictwa, gdzie zmienność warunków termicznych i opadowych prowadzi do spadku plonów (Żmudzka, 2004). Podczas długotrwałej i rozległej suszy w roku 1992 zanotowano w Polsce znaczny spadek produkcji rolniczej, szacowany na co najmniej 20% (Mioduszewski, 2004). Plony ziemniaka były najniższe w dziesięcioleciu i wyniosły średnio 13,3 t/ha, w porównaniu z 16,8 i 20,6 t/ha w latach 1991 i 1993 (Tarnat, 2002). Wystąpiły też liczne pożary lasów. Susze o mniejszym natężeniu zanotowano w latach 2003, 2006 i 2008, a fala upałów w lipcu 2006 roku spowodowała zauważalne negatywne skutki zdrowotne.

W ostatnich latach wystąpiły w Polsce ekstremalnie silne burze i wiatry, które wyrządziły znaczne szkody w drzewostanie (wiatrołomy) i infrastrukturze (zerwane dachy i przewody) [...]. Szczególnie groźne, choć w skali lokalnej, jest częstsze występowanie nieprzewidywalnych krótkotrwałych wiatrów typu trąb powietrznych. „Biały szkwał” na Mazurach 21 sierpnia 2007 roku spowodował śmierć 12 osób. W czasie pojedynczej mroźnej zimy (np. takiej jak 2005–2006 czy 2009–2010) zamarza w Polsce

ponad dwieście osób. Obfitość śniegu w styczniu 2006 roku spowodowała zawalenie się dachu budynku Targów Katowickich i śmierć 65 osób. Po bardzo ciepłych dniach kwietniowych wywołujących bujną roślinność, w maju 2007 roku wystąpiły przymrozki, które wywołały dotkliwe straty w sadownictwie.

Kłęką może być nie tylko nadmiar śniegu, ale także dotkliwy brak śniegu. W Polsce występują coraz częściej ciepłe i bezśnieżne zimy. Jeśli brakuje śniegu nawet w górach (np. zimą 2006/2007), tracą regiony, w których obsługa turystów uprawiających sporty zimowe jest podstawą dochodów ludności.

40

Z pogodą silnie związane są sezonowe zmiany organizmów żywych (roślin i zwierząt). Są to m.in. wymienione wyżej kwitnienie roślin i opadanie liści, ale także wiele innych: pojawianie się i rozwój liści, owocowanie, sezonowa zmiana futra (linienie), sen zimowy niektórych zwierząt i inne. Zmiany te nazywane są fenologicznymi.

Ze względu na znaczenie pogody dla rolnictwa i innych gałęzi działalności społecznej i gospodarczej ludzie od dawna próbowali przewidywać jej zmiany – prognozować pogodę. Trafna prognoza pozwala się odpowiednio przygotować i zminimalizować niekorzystne skutki zjawisk pogodowych, a nawet osiągnąć dodatkowy zysk. Zła prognoza najczęściej powoduje dodatkowe, dotkliwe straty. Może to być przemoczone ubranie i przeziębienie, kiedy będziemy nieodpowiednio ubrani w czasie wycieczki, bo w prognozie nie przewidziano deszczu i ochłodzenia, ale często są to bardzo kosztowne straty w plonach i ekonomiczne kłopoty tysięcy gospodarstw rolnych lub tragiczne katastrofy lotnicze. Umiejętność prognozowania pogody, oparta na wiedzy o mechanizmach zjawisk zachodzących w atmosferze i danych z pomiarów meteorologicznych, bardzo rozwinęła się w ciągu ostatnich 150 lat (patrz ramka: **Katastrofa w czasie wojny krymskiej**).

W latach 50. XX wieku zaczęto do prognozowania pogody wykorzystywać modele komputerowe. Są to równania matematyczne opisujące stan i dynamikę atmosfery zapisane w postaci kodu komputerowego i umożliwiające przewidywanie zmian aktualnych warunków pogodowych. Początkowo były one niedoskonałe i lepsze prognozy przygotowywali doświadczeni specjaliści, tak zwani synoptycy. Komputerowe modele pogody były jednak ciągle udoskonalane, a rozwój możliwości obliczeniowych komputerów umożliwiał szybkie przetwarzanie coraz większych zbiorów danych. Od początków lat 80. XX wieku prognozy przygotowywane przez komputery zaczęły być dokładniejsze od tych, które opracowywali ludzie. Aktualnie są one już bardzo dobre, choć ich dokładność spada mocno wraz z długością okresu prognozowania oraz jest zróżnicowana w odniesieniu do poszczególnych parametrów meteorologicznych (patrz ramka: **Prognozy pogody**).

TAB. 5. SZACUNKOWA WYSOKOŚĆ STRAT

w wyniku sytuacji kryzysowych w Polsce w latach 1990–2010

RODZAJ ZDARZENIA	WARTOŚĆ STRAT PLN
Powódź	23 430 110 302
Pożar	21 000 000
Awarie przemysłowe	7 000 000
Epidemia	19 000 000
Katastrofa komunikacyjna	3 350 000
Susza	98 829 600
Wichury i huragany	176 148 646
RAZEM	23 755 438 548

Źródło: dane Rządowego Centrum Bezpieczeństwa, *Powódź – Infrastruktura – Finansowanie*, Konferencja Polskiej Izby Ubezpieczeń, Warszawa 9.12.2010 r., materiały konferencyjne za Pajewska-Kwaśny (2012).

Z powyższego zestawienia wynika, że aż 99,8% wartości wszystkich strat spowodowanych różnymi katastrofami w naszym kraju stanowiły w latach 1990–2010 skutki ekstremalnych zjawisk pogodowych (powódź, susza, wichury i huragany).

PROGNOZY POGODY

41

Prognoza pogody to przewidywanie stanu atmosfery i związanych z nim zjawisk meteorologicznych dotyczących określonego obszaru, obejmujące pewien okres czasu.

Prognozy pogody dzielą się na:

- natychmiastowe, dotyczące najbliższych kilku do kilkunastu godzin,
- krótkoterminowe (do 72 godzin),
- średnioterminowe (do 2 tygodni),
- długoterminowe (kilka miesięcy do roku).

Każdy z rodzajów prognozy obejmuje inne skale cyrkulacji atmosferycznych (atmosfera ziemiska), dlatego do ich opracowywania zazwyczaj stosuje się różne metody.

Rozróżnia się prognozy: subiektywne, statystyczne, fizyczne i numeryczne.

Metody numeryczne prognozowania pogody, najczęściej obecnie stosowane, dają bardzo wiarygodne wyniki dla dwóch pierwszych typów (skal czasu). Dla dłuższych okresów ich trafność bardzo spada, a powyżej dwóch tygodni w zasadzie się ich nie stosuje. Wynika to ze złożoności relacji fizycznych zachodzących w atmosferze i wpływu dokładności określenia warunków początkowych układu na jego zmiany w trakcie obliczeń. Małe błędy w danych pomiarowych z momentu rozpoczęcia numerycznej symulacji pogody powodują, że po pewnym czasie „sztuczna” pogoda kompletnie nie odpowiada rzeczywistości. Własność ta nazywana jest „chaosem deterministycznym”, a popularnie „efektem motyla” (patrz. [https://pl.wikipedia.org/wiki/Chaos_\(matematyka\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Chaos_(matematyka)) i https://pl.wikipedia.org/wiki/Efekt_motyla)

CELE ZADANIA

1. Poznanie zasad prawidłowej lokalizacji stacji meteorologicznej.
2. Poznanie zasad prawidłowej instalacji czujników mierzących poszczególne parametry meteorologiczne (charakterystyki pogody).
3. Poznanie oprogramowania służącego do zdalnego sterowania działaniem czujników, transmisji danych i ich wstępnej analizy numerycznej i graficznej.
4. Opanowanie wiedzy na temat pogody i mierzonych parametrów meteorologicznych: podstaw fizycznych, sposobów pomiarów, zmienności czasowej i rozkładu przestrzennego.
5. Nabycie umiejętności organizacji i prowadzenia systematycznych obserwacji meteorologicznych i fenologicznych jako uzupełnienia do pomiarów automatycznych.

6. Nabycie umiejętności do wykonywania wizualizacji i przetwarzania danych pomiarowych i obserwacyjnych z własnych pomiarów i obserwacji.
7. Nabycie umiejętności do wykonywania wizualizacji kartograficznej i przetwarzania danych pomiarowych z sieci stacji meteorologicznych w szkołach uczestniczących w programie.
8. Poznanie problematyki prognozowania pogody i weryfikacji prognoz.
9. Wzrost kompetencji do prac zespołowych: organizacja pracy w grupie, punktualność, umiejętność dyskusji itp.

ZADANIA SZCZEGÓŁOWE

42

1. Wyznaczenie w pobliżu budynku (na budynku) szkoły miejsca odpowiedniego do lokalizacji stacji meteorologicznej z uwzględnieniem optymalnym warunków do pomiarów poszczególnych parametrów meteorologicznych i zasięgu transmisji radiowej.
2. Udział w pracach montażowych stacji przy uwzględnieniu zasad prawidłowej instalacji czujników mierzących poszczególne parametry meteorologiczne (charakterystyki pogody).
3. Obsługa oprogramowania służącego do zdalnego sterowania działaniem czujników, transmisji danych i ich wstępnej analizy numerycznej i graficznej.
4. Przygotowanie na podstawie literatury i źródeł internetowych opracowania na temat mierzonych parametrów meteorologicznych: podstaw fizycznych, sposobów pomiarów, zmienności czasowej i rozkładu przestrzennego.
5. Prowadzenie systematycznych obserwacji meteorologicznych i fenologicznych jako uzupełnienia do pomiarów automatycznych.
6. Wizualizacja i przetwarzanie danych pomiarowych i obserwacyjnych z własnych danych: wykonywanie wykresów przebiegów dobowych, miesięcznych i sezonowych oraz obliczanie wartości średnich (sum okresowych) i ekstremalnych przy wykorzystaniu komputera i oprogramowania statystyczno-graficznego.
7. Wizualizacja i analiza danych pomiarowych z sieci stacji meteorologicznych w szkołach uczestniczących w programie CMDW przy użyciu geoportalu umożliwiającego tworzenie map rozkładu przestrzennego mierzonych parametrów.
8. Ocena dokładności prognoz pogody o różnym czasie wyprzedzenia (kilka godzin, 1 dzień, 3 dni, tydzień) poprzez systematyczne porównywanie wartości przewidywanych i zmierzonych / obserwowanych.
9. Wykonanie opracowania podsumowującego realizację zadania i zawierającego tekst, zestawienia tabelaryczne, wykresy i mapy dotyczące zmienności warunków pogodowych w swojej miejscowości w trakcie wykonywanych pomiarów w porównaniu do danych wieloletnich i całego regionu, ze szczególnym uwzględnieniem opisu zarejestrowanych ekstremalnych zdarzeń pogodowych i ich negatywnych skutków.

ORGANIZACJA OBSERWACJI

Organizacja prac w grupie uczniowskiej (12 osób) będzie zróżnicowana w zależności od konkretnego zadania.

Wymagającymi największej systematyczności są zadania numer 5 i 8. Do ich wykonywania grupę należy podzielić na 2-osobowe zespoły, które będą prowadziły obserwacje przez tydzień, od poniedziałku rano do wieczora w niedzielę. Z tego wynika, że każdy zespół będzie zaangażowany raz na półtora miesiąca. W ramach zadania numer 5 każde z dwójki „dyżurujących” dzieci 3 razy na dobę (ok. godz. 7–8 rano, 12–13 w południe

oraz 19–20 wieczorem) przez 5 minut będzie wykonywać i zapisywać wyniki obserwacji meteorologicznych i fenologicznych. Szczegółowy zakres i sposób ich wykonywania jest opisany w dalszej części scenariusza. Zadanie numer 8 obejmować będzie jednokrotne w trakcie dnia, o wyznaczonej porze, odczytanie z witryn internetowych i zanotowanie (zapisanie) prognoz pogody dla 3 przedziałów czasu: następnej doby, następnych 3 dni i następnego tygodnia. Źródła, z których należy korzystać, i sposób zapisu prognoz będzie opisany w dalszej części scenariusza. Czas potrzebny na wykonanie tego zadania to, nie uwzględniając uruchomienia komputera i połączenia z Internetem, ok. 10 minut. Zadanie to może wykonywać jedna osoba, a zatem członkowie zespołu mogą je robić na zmianę w kolejnych dniach tygodnia. W sumie oboje członkowie dyżurującego zespołu w ciągu tygodnia na realizację prac potrzebują 270 minut (4,5 godziny), po 2 godziny i 15 minut na osobę.

Pozostałe zadania wykonywane są albo jednorazowo (zadania 1, 2, 4, 8 i 9), albo okresowo, ale nie koniecznie systematycznie (zadania 3, 6 i 7).

W dyskusji nad wyborem lokalizacji stacji meteorologicznej oraz wizji lokalnej potencjalnych miejsc jej instalacji (zadanie 1) powinna uczestniczyć, pod nadzorem nauczyciela, cała grupa. Czas wykonania tego zadania nie powinien być dłuższy od 1 godziny zegarowej. Do jej wykonania potrzebne jest zaznajomienie się z ogólnymi zasadami stosowanymi przez służby meteorologiczne (patrz ramka: **Lokalizacja stacji meteorologicznej**) oraz plan budynku szkoły i jej najbliższego otoczenia (wydrukowany na papierze lub wyświetlony na ekranie komputera). W sytuacji, kiedy w bezpośrednim sąsiedztwie nie ma terenu spełniającego wymogi, lub jest on dalej niż zasięg bezprzewodowej transmisji danych, można rozważyć instalację czujników na dachu budynku szkoły. Wysokość nad powierzchnią terenu nie powinna przekraczać 20 m, a w pobliżu nie może być emitorów sztucznego ciepła takich, jak czynne kominy czy wyloty instalacji klimatyzacyjnej. Dach bezpośrednio pod czujnikami należy na powierzchni kilku metrów kwadratowych pokryć zieloną geowłókniną lub sztuczną trawą. Mają one ograniczyć wpływ nagrzewającej się od słońca powierzchni dachu na wyniki pomiarów temperatury i wilgotności powietrza.

LOKALIZACJA STACJI METEOROLOGICZNEJ

Opis prawidłowej lokalizacji automatycznej stacji meteorologicznej jest zazwyczaj zamieszczony w instrukcji dostarczonej wraz ze sprzętem przez producenta. Instrukcja taka może być wydrukowana, lecz coraz częściej znajduje się na nośniku danych (zazwyczaj płycie CD lub DVD) w postaci elektronicznej. Przykładem mogą być umieszczone w spisie literatury instrukcje stacji meteorologicznych NEXUS i SINUS produkowanych przez firmę TFA Dostmann. Ogólne zalecenia dotyczące umiejscowienia stacji, zgodne ze standardami służb meteorologicznych, są również zawarte w vademecum *Pomiary i obserwacje meteorologiczne* (Kurowska-Łazarz i in. 2015).

Montaż czujników stacji meteorologicznej (zadanie 2) musi wykonać wyposażony w odpowiedni sprzęt wykwalifikowany instalator. Zalecane jest jednak, żeby uczestniczyła w tym cała grupa uczniowska i jej opiekun, po zapoznaniu się z opisanymi w instrukcji urządzenia zasadami właściwego montażu zapewniającymi uzyskanie poprawnych wyników pomiarów poszczególnych parametrów. Czas wykonania tego zadania nie powinien przekraczać 1 godziny.

Zadania 3 i 6 są ze sobą powiązane. Konfiguracja stacji meteorologicznej obejmująca określenie lokalizacji jej położenia, częstości wykonywania pomiarów poszczególnych parametrów, używanych jednostek miar będzie

wykonana jednorazowo, na początku okresu pomiarowego. Powinna w tym uczestniczyć cała grupa uczniów, a czas na to potrzebny to ok. pół godziny. Dodatkowa godzina jest potrzebna na poznanie funkcji statystycznych i graficznych oprogramowania stacji meteorologicznej.

Opracowanie statystyczne i graficzne wyników pomiarów (zadanie 6) powinno być wykonywane raz na tydzień i może być połączone z dyżurem 2 uczniów wykonujących systematyczne obserwacje fenologiczne. Obejmować powinno obliczanie i zapisywanie średnich i innych statystyk dobowych i wykonywanie wykresów przebiegu dobowego dla poszczególnych parametrów dla kolejnych dni w tygodniu. Po zakończeniu każdego miesiąca należy dodatkowo policzyć statystyki miesięczne i wykonać wykresy przebiegu średnich / maksimów / minimów i sum dobowych (opady) dla całego miesiąca. Uczniowie powinni to wykonywać pod kontrolą opiekuna, a łączny czas tych operacji w miesiącu to ok. 2 godzin. Można też założyć, że całą pracę dotyczącą przetwarzania statystycznego i graficznego serii pomiarowych będzie się wykonywać raz w miesiącu. Przyjęcie tygodniowego interwału ma jednak tę zaletę, że szybciej można zidentyfikować możliwe awarie lub wadliwe działanie poszczególnych czujników.

Zadanie 4 powinno być realizowane w dwóch, konkurencyjnych, grupach po 6 osób, a czas jego realizacji można ustalić na 2 tygodnie do miesiąca. Na koniec obie grupy przedstawią na wspólnym zebraniu (1 godzina) swoje opracowania i razem z opiekunem (nauczycielem) ocenią je na podstawie ustalonych wcześniej kryteriów, takich jak np.: (1) ilość wykorzystanych źródeł, (2) ilość i jakość materiału ilustracyjnego, (3) kompletność i jakość informacji, (4) styl i jasność tekstu, (5) opracowanie redakcyjne i ewentualnie inne.

Transmisja danych ze stacji meteorologicznej należącej do konkretnej szkoły do geoportalu CMDW odbywać się będzie automatycznie w wyznaczonych terminach doby za pośrednictwem komputera podłączonego do sieci i będącego jednocześnie kablem USB połączonym z terminalem stacji. Zadanie 7 polegać zatem będzie na okresowym (raz w tygodniu lub raz w miesiącu, tak jak w zdaniu 6) wykonywaniu map rozkładu przestrzennego na terenie województwa wielkopolskiego mierzonych parametrów – wartości chwilowych (godzinowych), dobowych i miesięcznych. Mapy wartości chwilowych powinny być wykonywane raczej dla specyficznych sytuacji – interesujących zdarzeń pogodowych, sytuacji ekstremalnych itp. Może to być np. okres przesuwania się nad terenem województwa strefy opadów frontalnych albo okres występowania huraganowych wiatrów. Mapy rozkładów dobowych i miesięcznych powinny być wykonywane rutynowo i archiwizowane (zapisywane do plików). Czas na wykonanie tych prac to ok. 3 godzin miesięcznie, powinny być one robione pod opieką nauczyciela.

Zadania 8 i 9 powinny być realizowane według podobnego schematu jak w przypadku zadania 4. Na końcu jednak uczniowie powinni połączyć opracowania wykonane przez 2 grupy w jedno wspólne, które będzie oceniane przez komisję CMDW we współzawodnictwie wszystkich szkół uczestniczących w realizacji zadania „Pogoda”.

ŹRÓDŁA INFORMACJI

Źródłami informacji wykorzystywanymi do realizacji zadania „Pogoda” w ramach podprojektu CMDW są:

- niniejszy scenariusz zajęć,
- cytowane w nim pozycje literatury („tradycyjne” podręczniki, instrukcje obsługi sprzętu i oprogramowania, źródła internetowe, a w szczególności portal CSW@2020 i geoportal podprojektu CMDW; patrz ramka: **Pliki PDF**),
- wskazane portale internetowe podające aktualne prognozy pogody,
- samodzielnie przez uczniów wyszukiwane informacje: biblioteka szkolna, biblioteki publiczne i źródła internetowe; szczególnie ważne jest przeglądanie prasy lokalnej i regionalnej (również archiwalnych numerów) w celu pozyskiwania informacji o ekstremalnych i katastrofalnych zjawiskach pogodowych i szkodach / stratach z nimi związanych.

PLIKI PDF

Najbardziej popularnym formatem zapisu elektronicznych dokumentów udostępnianych w Internecie w postaci plików jest PDF (ang. *Portable Document Format*, https://pl.wikipedia.org/wiki/Portable_Document_Format). Do odczytania i ewentualnego wydrukowania zawartości plików PDF potrzebny jest komputer z zainstalowanym bezpłatnym programem Adobe Acrobat Reader (https://pl.wikipedia.org/wiki/Adobe_Reader, <https://acrobat.adobe.com/pl/pl/acrobat/pdf-reader.html>) i drukarką.

OKRES REALIZACJI ZADANIA

Zadanie będzie realizowane w pełnym zakresie w trakcie trwania roku szkolnego (od 1 października do 31 maja). Stacja meteorologiczna działa bezobsługowo, tak że pomiary z jej użyciem mogą być wykonywane przez okres wakacji szkolnych i dalej przez kolejne lata oraz wykorzystane w następnym roku przez kolejną grupę uczniowską w ramach zajęć pozalekcyjnych (w podprojekcie CMDW lub innych) i/lub do prowadzenia lekcji z geografii, biologii i fizyki.

LITERATURA (PATRZ RAMKA: PLIKI PDF)

Bednarek K., Cebulak E., Drwal-Tylmann A., Kilar P., Krywoszejew T., Limanówka D., Kurowska-Łazarz R., Mizera M., Pyrc R., Socha E., Solarz M., Wałach P., Winnicki W., Wrzesińska B., Zawislak T. (2013). *Vademecum. Niebezpieczne zjawiska meteorologiczne. Geneza, skutki, częstość występowania. Część druga – jesień, zima*. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy. Warszawa, 1–66. http://www.imgw.pl/wp-content/uploads/2017/03/1605_vademecum_jesien_zima_cmok.pdf.

Buchert L., Cebulak E., Drwal-Tylmann A., Wojtczak-Gaglik E., Kilar P., Limanówka D., Łapińska E., Mizera M., Ogórek S., Pyrc R., Winnicki W., Zawislak T. (2013). *Vademecum. Niebezpieczne zjawiska meteorologiczne. Geneza, skutki, częstość występowania. Część pierwsza – wiosna, lato*. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy. Warszawa, 1–66. http://www.imgw.pl/wp-content/uploads/2017/03/1605_vademecum_wiosna_lato_cmok.pdf.

Instrukcja obsługi bezprzewodowej stacji pogody TFA 35.1075 – NEXUS, str. 1–14. http://photos05.redcart.pl/templates/images/description/18219/Image/instrukcje/Instrukcja_TFA_351075.pdf.

Instrukcja obsługi bezprzewodowej stacji pogody TFA 35.1095 – Sinus, str. 1–16. https://photos05.redcart.pl/templates/images/description/18219/Image/instrukcje/TFA_351095.pdf

Kundzewicz Z.W., Matczak P. (2010). *Zagrożenia naturalnymi zdarzeniami ekstremalnymi*. NAUKA, 4/2010, str. 77–86. http://www.pan.poznan.pl/nauki/N_410_11_Kundzewicz_ekstremalne.pdf.

Kurowska-Łazarz R., Szulc W., Woźniak B., Piotrowska M., Drożdżyńska J. (2015). *Vademecum. Pomiary i obserwacje meteorologiczne*. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy. Warszawa, str. 1–69. http://www.imgw.pl/wp-content/uploads/2017/03/Vademecum-METEO-wer.1_16092015_cmok.pdf.

Pajewska-Kwaśny R. (2012). *Zagrożenie katastrofami naturalnymi w Polsce*. „Wiadomości Ubezpieczeniowe” 3/2012, str. 77–86. https://piu.org.pl/public/upload/ibrowser/WU/WU3_2012/pajewska-kwasny.pdf.

Paszyński J., Niedźwiedź T. (1999). *Klimat*. [w:] *Geografia Polski. Środowisko Przyrodnicze*, Starkel L. (red.). Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa, str. 288–343.

Skąpski R. (2009). *Produkty IMGW dla administracji samorządowej i rządowej*. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy. Gdańsk, str. 1–74. http://www.gdansk.uw.gov.pl/attachments/article/234/kryzysowe_cehm_gdansk.pdf.

Stopa-Boryczka M., Boryczka J. (2006). *Klimat*. [w:] *Geografia Fizyczna Polski*, Richling A., Ostaszewska K. (red.). Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa, str. 84–127.

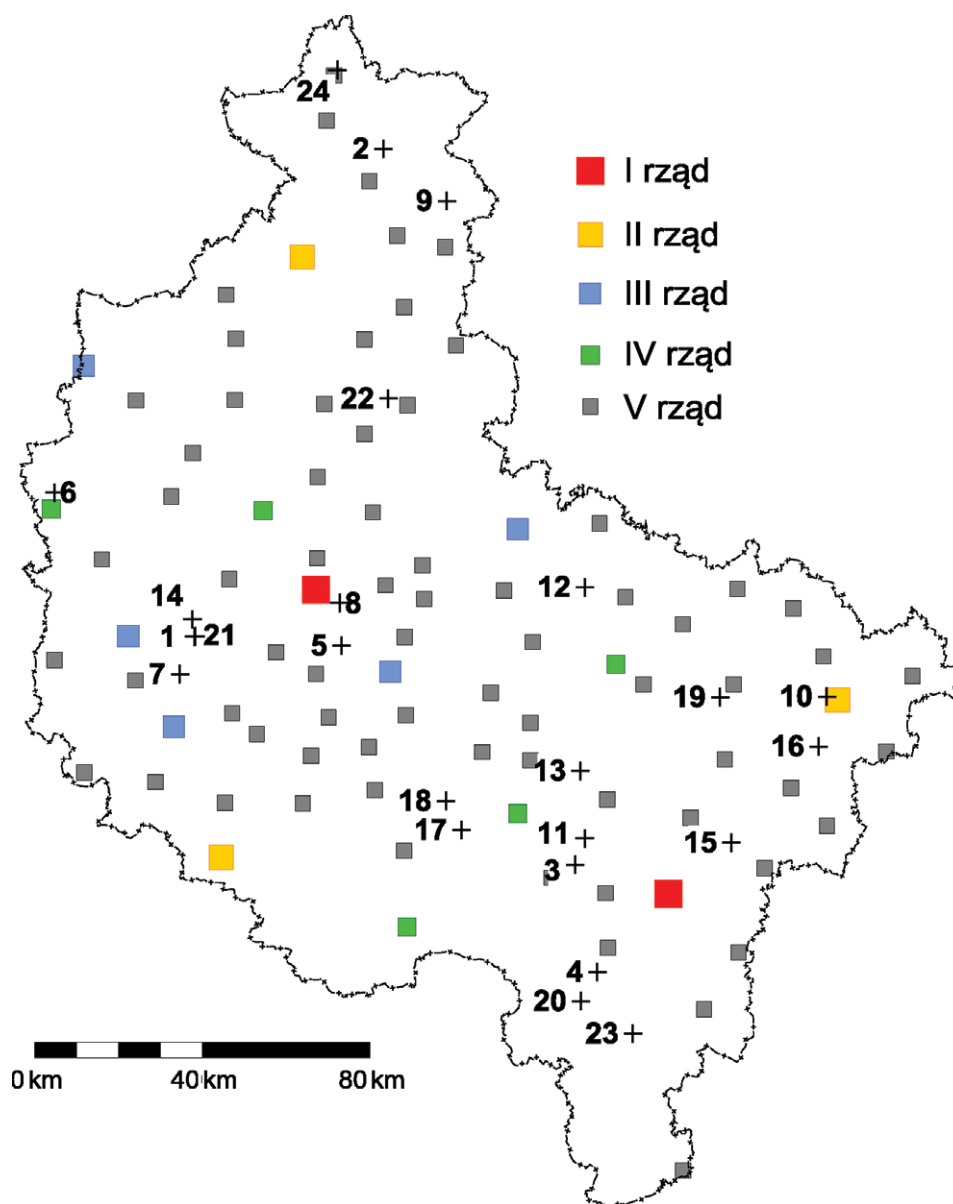
Szwed E., Kurowska-Łazarz R., Zawiaślak T. (2012). *Vademecum produktów meteorologicznych*. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy Warszawa, 1-50. http://www.imgw.pl/wp-content/uploads/2017/03/1604_vademecum_produkow_cmok.pdf.

TFA Nexus Manual V1P3_E (english), Version 1.3.1 18.09.2008. https://www.meteostanice.cz/download/35.1075_PC1.3_e.pdf.

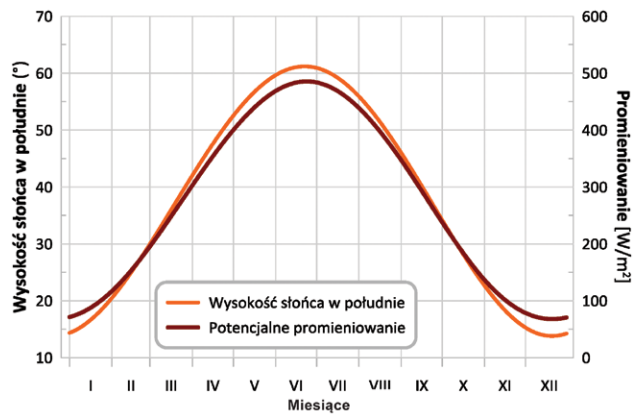
Wołoszyn E. (2009). *Meteorologia i klimatologia w zarysie*. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej. Gdańsk, str. 1-357. http://pbc.gda.pl/Content/4529/pbc_wołoszyn.pdf.

Woś A. (1994). *Klimat Niziny Wielkopolskiej*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu, str. 1-192.

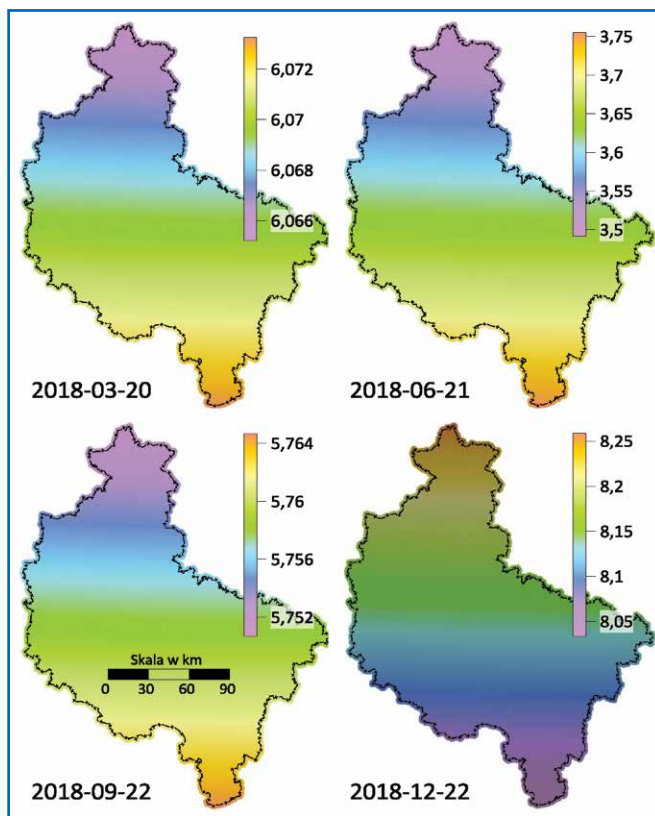
46



Ryc. 7. Rozmieszczenie szkół uczestniczących w pierwszej edycji CMDW (krzyżyki z numerami) wraz z lokalizacją stacji meteorologicznych różnego poziomu państwowej sieci pomiarowej administrowanej przez IMGW-PIB.



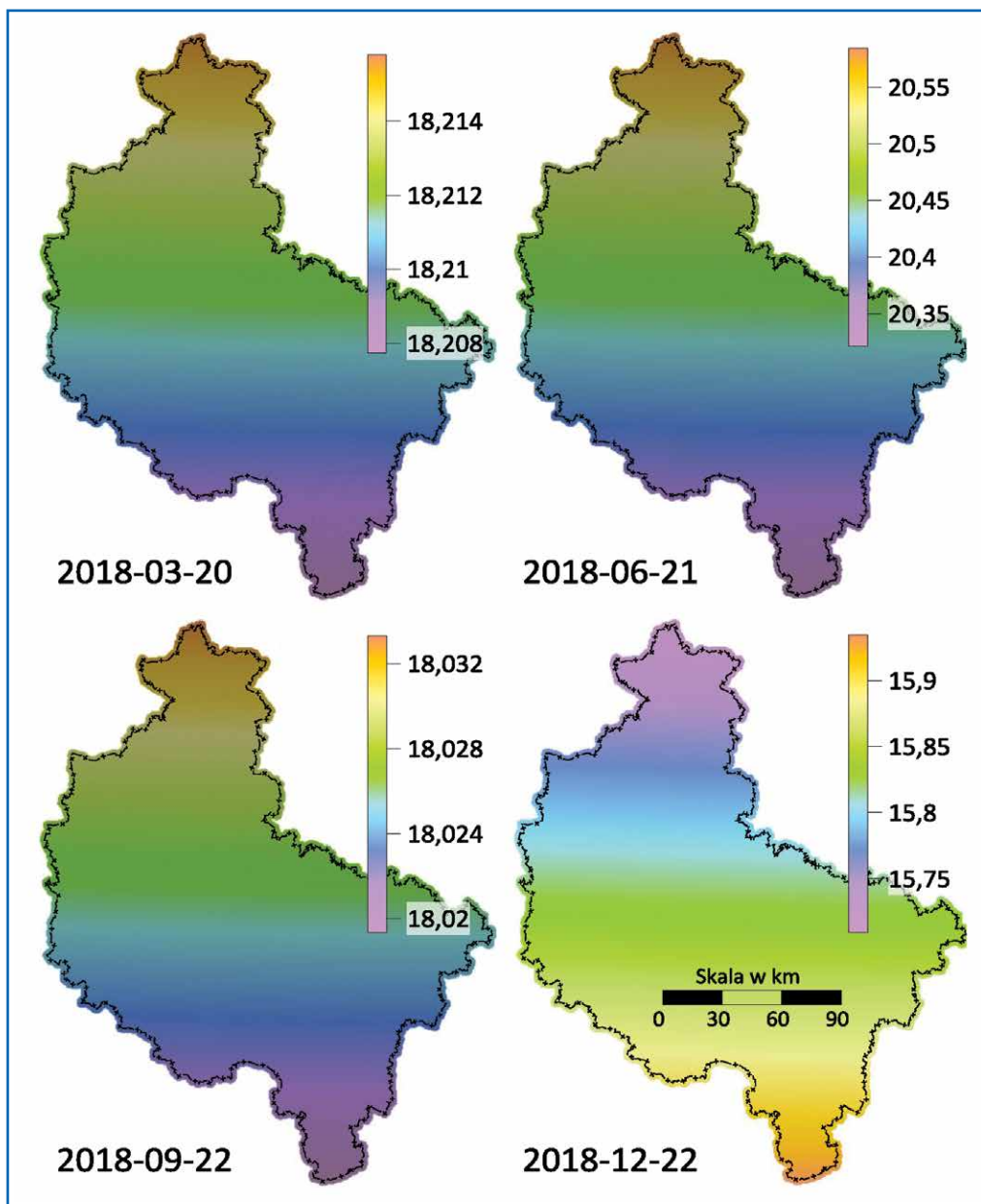
Ryc. 8. Zmienność sezonowa wysokości słońca i potencjalnego promieniowania słonecznego w Wielkopolsce, a konkretnie na szerokości 52°30'N (w przybliżeniu położenie Poznania).



Ryc. 9. Pory wschodu słońca na obszarze województwa wielkopolskiego pierwszego dnia astronomicznych pór roku (wiosna, lato, jesień i zima). Zapis jest w postaci godzin i ich dziesiętnych części. Aby przeliczyć je na minuty, należy część dziesiętną, pomnożyć przez 60. Tak więc 5,76 godziny oznacza godzinę 5 i $0,76 \times 60 = 45,6$ minuty.

Tab. 6. CZASY (hh:mm:ss) WSCHODU SŁOŃCA W SKRAJNYCH PÓŁNOCNYCH I POŁUDNIOWYCH PUNKTACH WOJEWÓDZTWA WIELKOPOLSKIEGO PIERWSZEGO DNIA ASTRONOMICZNYCH PÓR ROKU.

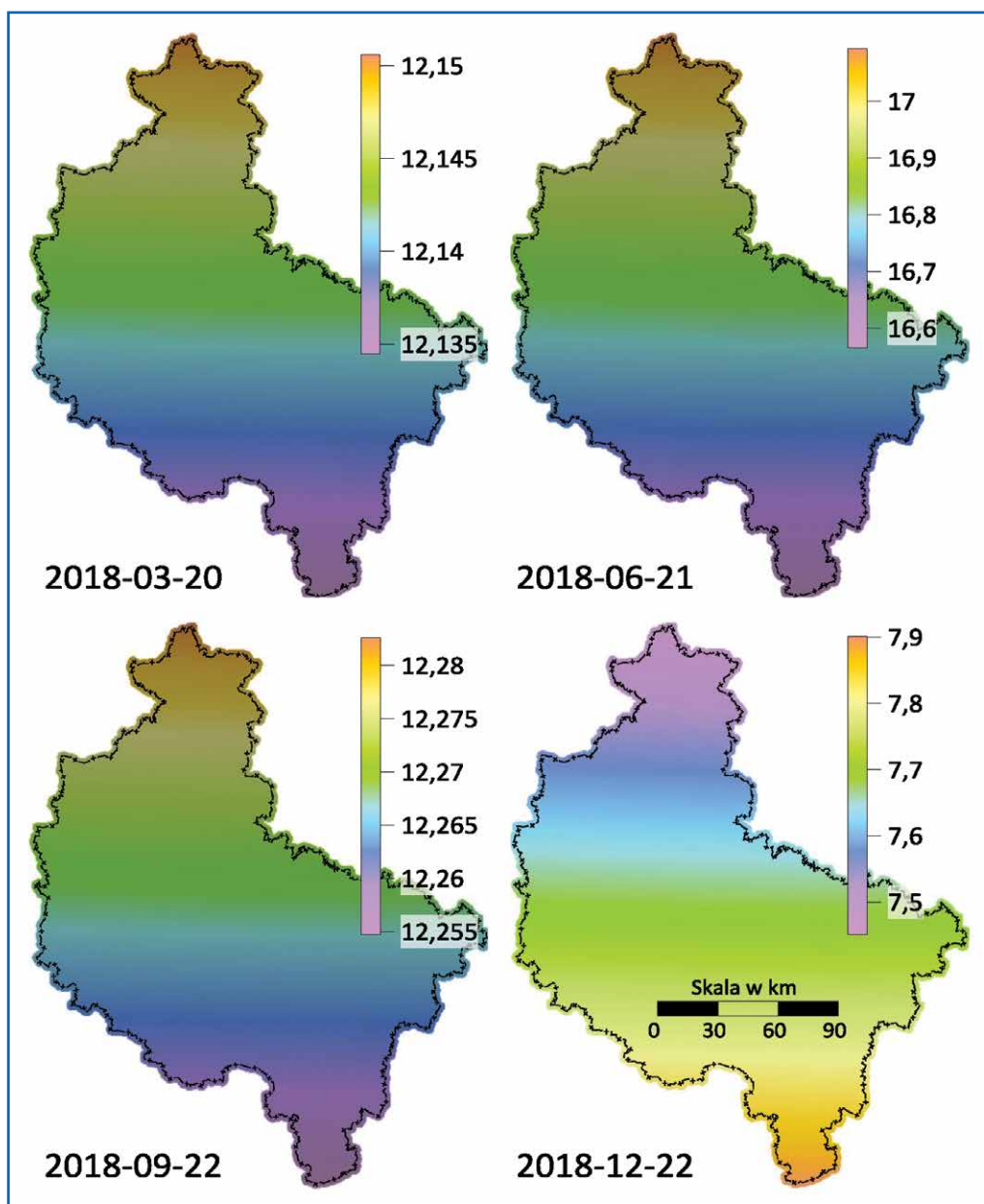
LOKALIZACJA	2018-03-20	2018-06-21	2018-09-22	2018-12-22
Skraj N województwa	06:03:55	03:30:28	05:45:03	08:15:32
Skraj S województwa	06:04:24	03:44:35	05:45:53	08:02:02



Ryc. 10. Pory zachodu słońca na obszarze województwa wielkopolskiego pierwszego dnia astronomicznych pór roku (wiosna, lato, jesień i zima). Zapis jest w postaci godzin i ich dziesiętnych części. Aby przeliczyć je na minuty, należy część dziesiętną pomnożyć przez 60. Tak więc 15,85 godziny oznacza godzinę 5 i $0,85 \times 60 = 51,0$ minut.

Tab. 7. CZASY (hh:mm:ss) ZACHODU SŁOŃCA W SKRAJNYCH PÓŁNOCNYCH I POŁUDNIOWYCH PUNKTACH WOJEWÓDZTWA WIELKOPOLSKIEGO PIERWSZEGO DNIA ASTRONOMICZNYCH PÓR ROKU.

LOKALIZACJA	2018-03-20	2018-06-21	2018-09-22	2018-12-22
Skraj N województwa	18:12:57	20:35:04	18:02:00	15:42:34
Skraj S województwa	18:12:28	20:19:16	18:01:10	15:56:04



Ryc. 11. Długość dnia na obszarze województwa wielkopolskiego pierwszego dnia astronomicznych pór roku (wiosna, lato, jesień i zima). Zapis jest w postaci godzin i ich dziesiątych części. Aby przeliczyć je na minuty, należy część dziesiątą pomnożyć przez 60. Tak więc 12,27 godziny oznacza 12 godzin i $0,27 \times 60 = 16,2$ minuty.

Tab. 8. DŁUGOŚĆ DNIA (hh:mm:ss) W SKRAJNYCH PÓŁNOCNYCH I POŁUDNIOWYCH PUNKTACH WOJEWÓDZTWA WIELKOPOLSKIEGO PIERWSZEGO DNIA ASTRONOMICZNYCH PÓR ROKU.

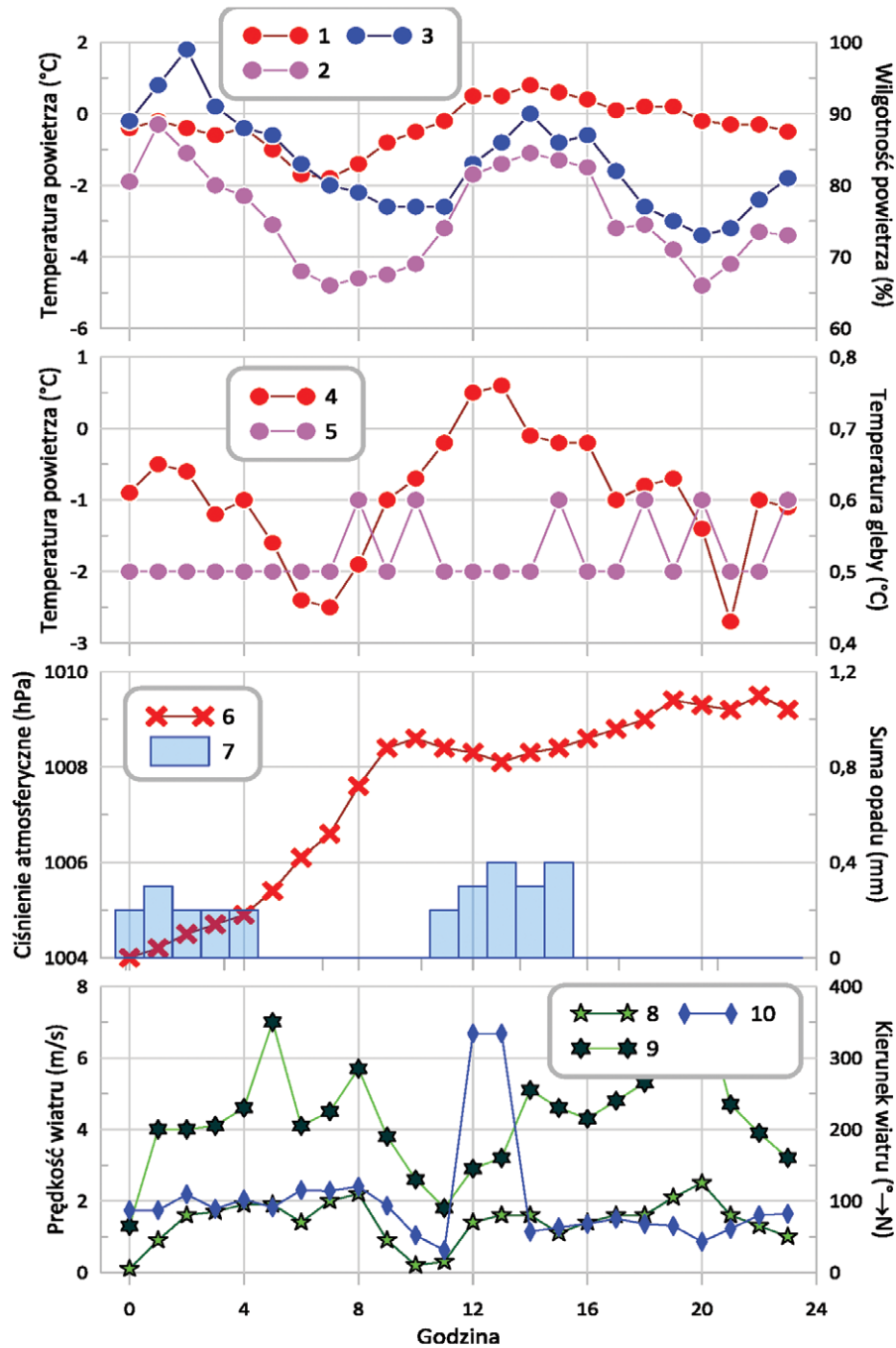
LOKALIZACJA	2018-03-20	2018-06-21	2018-09-22	2018-12-22
Skraj N województwa	12:09:02	17:05:34	12:16:57	07:27:03
Skraj S województwa	12:08:04	16:33:58	12:15:17	07:54:03



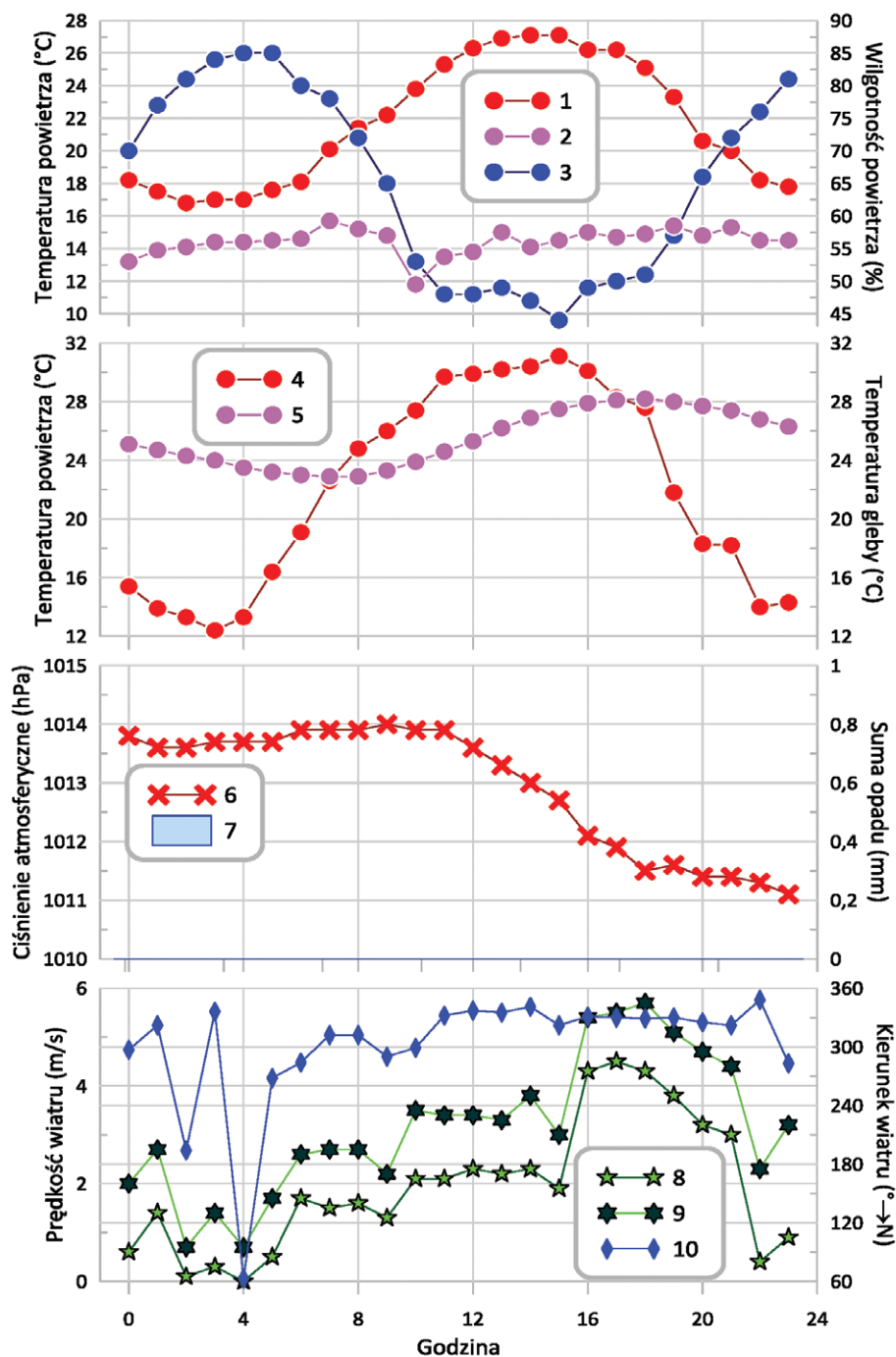
Ryc. 12. Komponenty automatycznej stacji meteorologicznej wykorzystywanej do realizacji projektu „Pogoda”: konsola, czujnik deszczu (deszczomierz), czujnik prędkości i kierunku wiatru (wiatromierz lub inaczej anemometr), czujnik temperatury i wilgotności powietrza (termohigrometr).

Źródło: <https://www.morele.net/stacja-pogody-tfa-nexus-35-1075-749874/>.

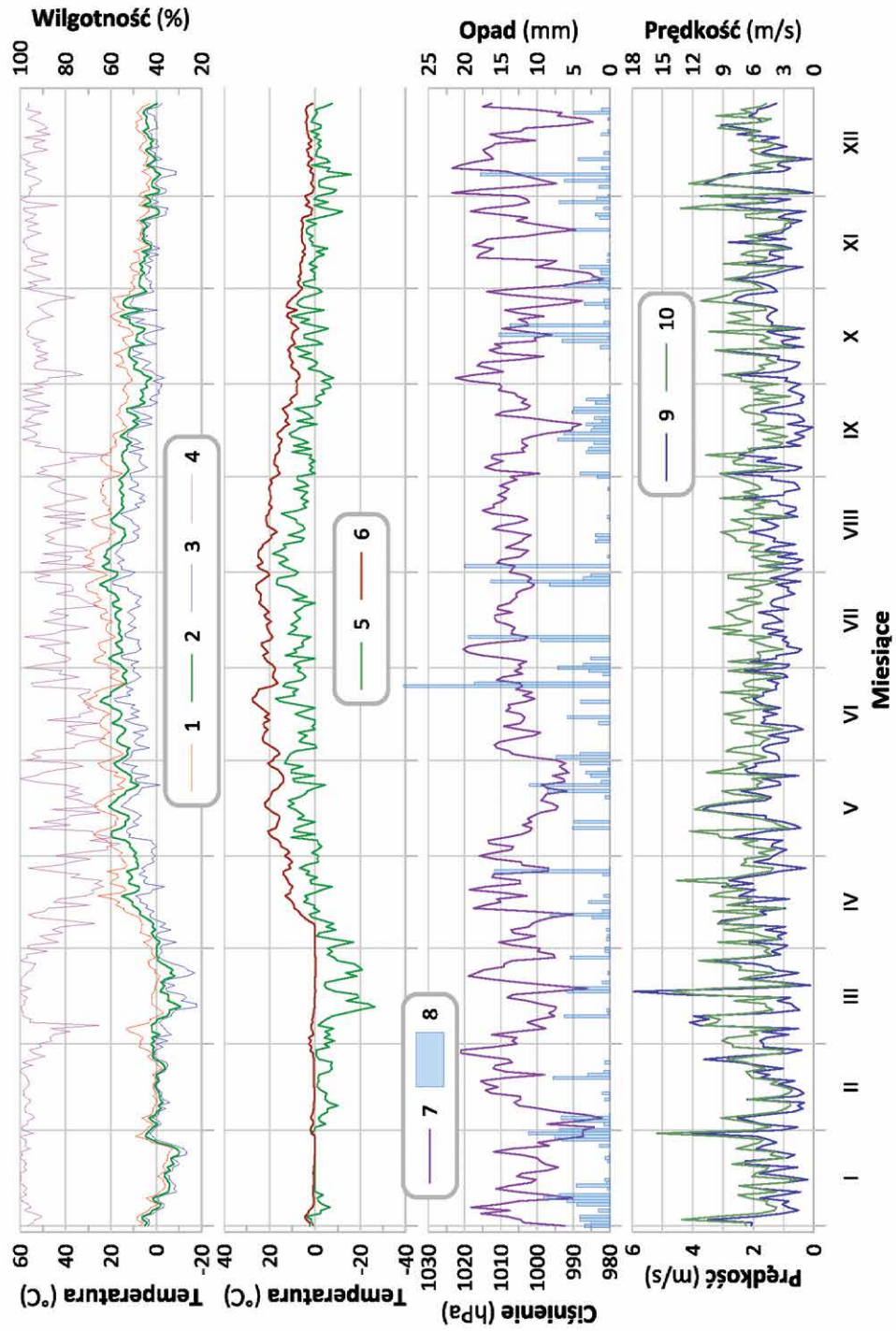
PRZYKŁADY WIZUALIZACJI DANYCH METEOROLOGICZNYCH - WYKRESY I MAPY



Ryc. 13. Przykład pierwszy przebiegu dobowego mierzonych parametrów meteorologicznych (warunki 17 stycznia 2013 r. w Białej Górze koło Międzyzdrojów na wyspie Wolin) z pomiarów wykonywanych co 1 godzinę: 1 - temperatura powietrza, 2 - temperatura punktu rosy, 3 - wilgotność względna powietrza, 4 - temperatura powietrza 5 cm nad powierzchnią gruntu, 5 - temperatura gleby 10 cm pod powierzchnią, 6 - ciśnienie atmosferyczne, 7 - suma opadu, 8 - średnia prędkość wiatru, 9 - maksymalna prędkość wiatru, 10 - średni kierunek wiatru.

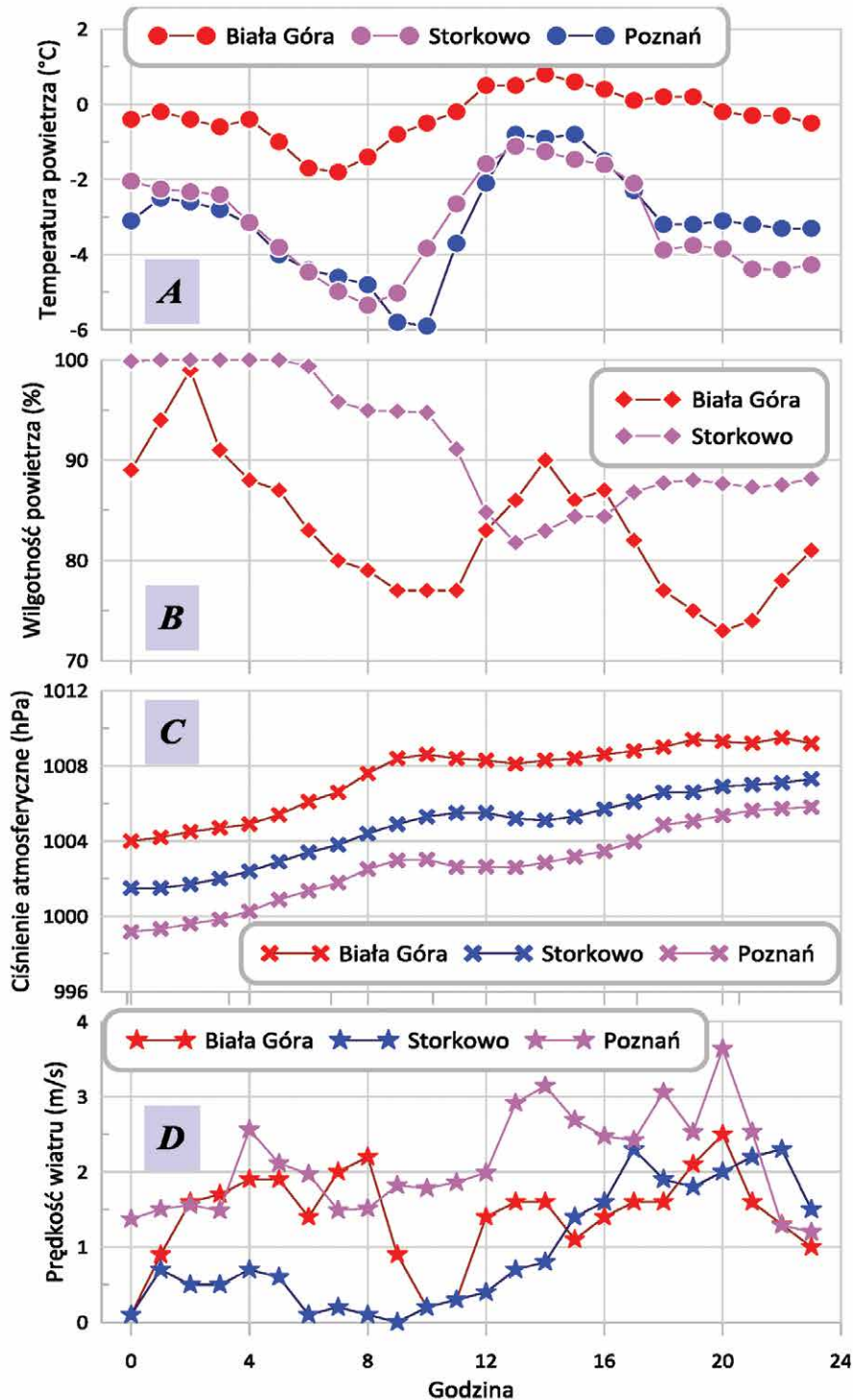


Ryc. 14. Przykład drugi przebiegu dobowego mierzonych parametrów meteorologicznych (warunki 21 lipca 2013 r. w Białej Górze koło Międzyzdrojów na wyspie Wolin) z pomiarów wykonywanych co 1 godzinę: 1 – temperatura powietrza, 2 – temperatura punktu rosy, 3 – wilgotność względna powietrza, 4 – temperatura powietrza 5 cm nad powierzchnią gruntu, 5 – temperatura gleby 10 cm pod powierzchnią, 6 – ciśnienie atmosferyczne, 7 – suma opadu, 8 – średnia prędkość wiatru, 9 – maksymalna prędkość wiatru, 10 – średni kierunek wiatru.

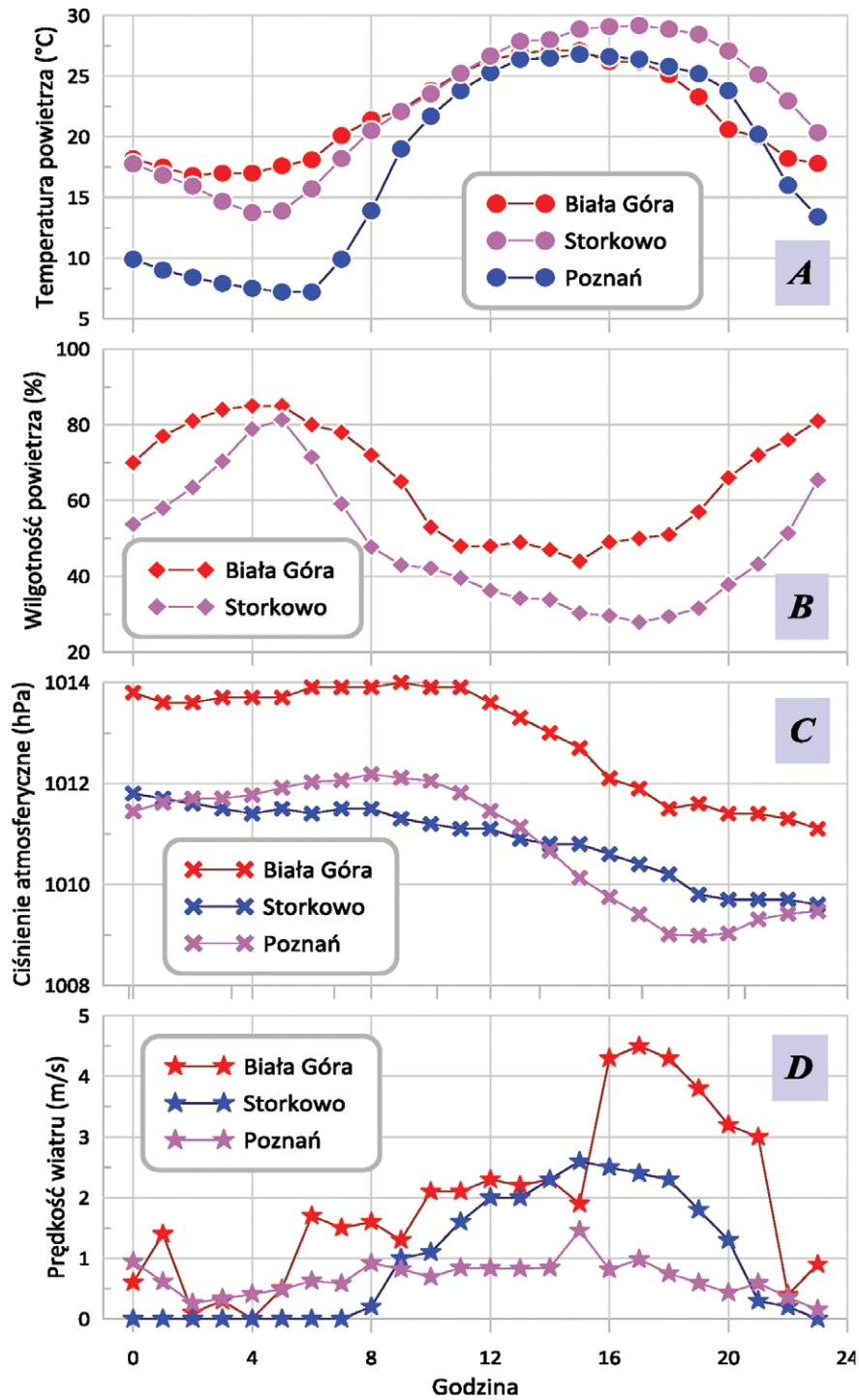


Ryc. 15. Przykład rocznego przebiegu mierzonych parametrów meteorologicznych na podstawie ich średnich dobowych wartości (dane z 2013 r. ze Storkowa koło Szczecinka na Pojezierzu Drawskim):

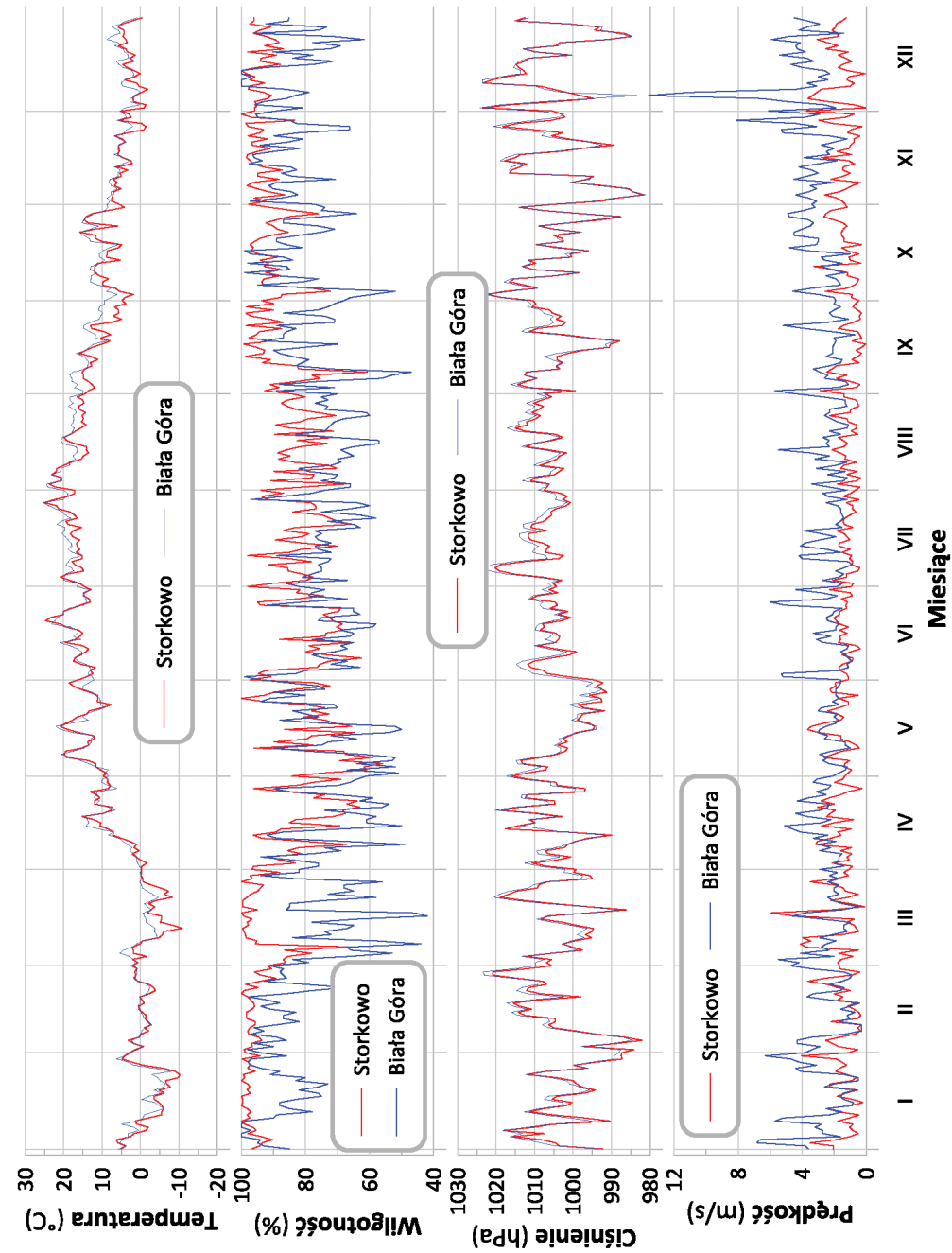
- 1, 2, 3 - maksymalna, średnia i minimalna temperatura powietrza,
- 4 - wilgotność powietrza,
- 5 - temperatura powietrza 5 cm nad powierzchnią gruntu,
- 6 - temperatura gleby 10 cm pod powierzchnią,
- 7 - ciśnienie atmosferyczne,
- 8 - suma dobowa opadów,
- 9 i 10 - średnia i maksymalna prędkość wiatru.



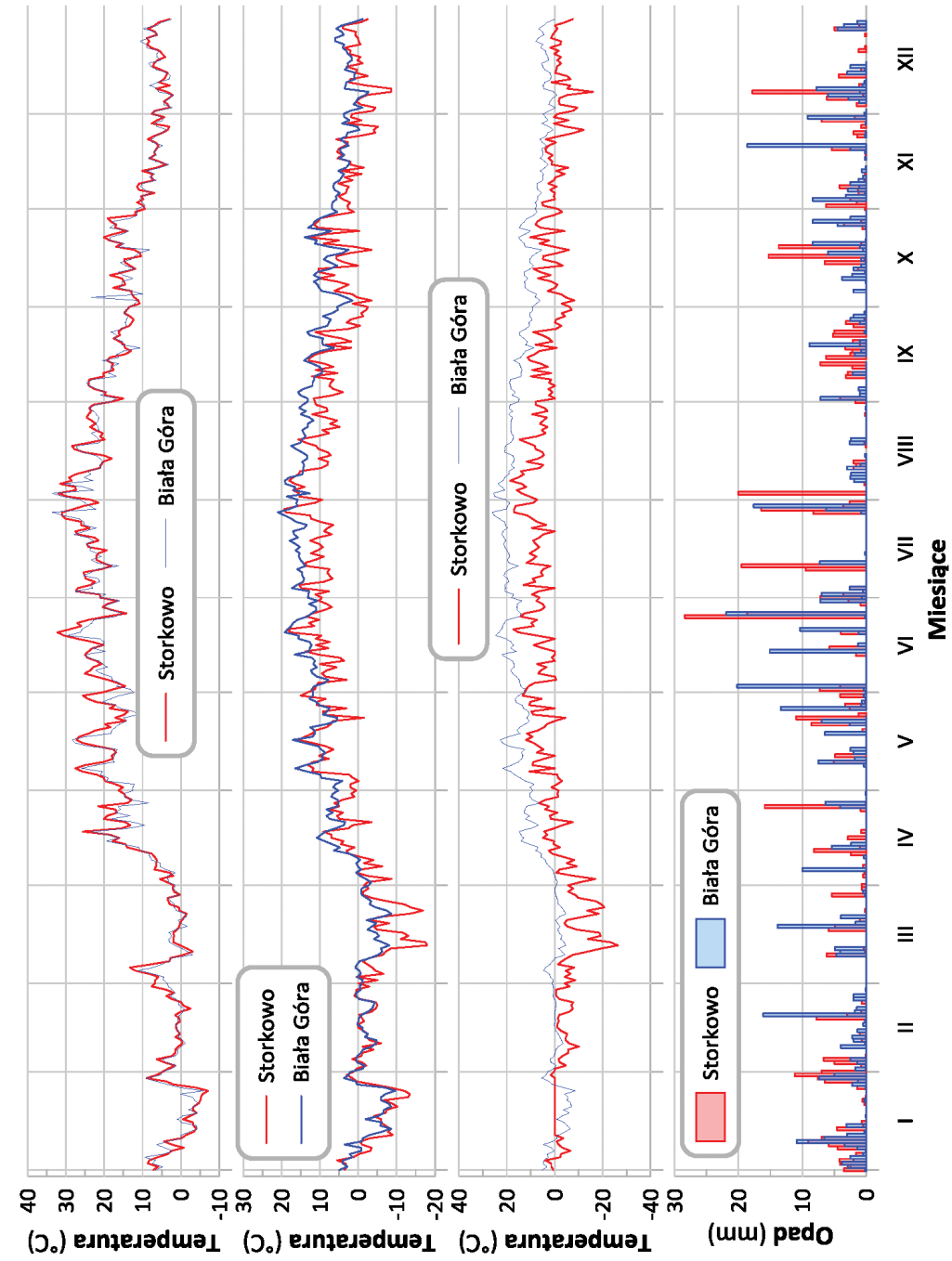
Ryc. 16. Przykład pierwszy zmienności przestrzennej przebiegów dobowych mierzonych co 1 godzinę parametrów meteorologicznych – dane z 17 stycznia 2013 r. Na każdym wykresie (A, B, C i D) odmiennymi kolorami zaznaczono przebieg dobowy tego samego parametru w trzech odległych od siebie o ok. 200 km punktach (Biała Góra, Storkowo, Poznań). A – temperatura powietrza, B – wilgotność względna powietrza, C – ciśnienie atmosferyczne, D – średnia prędkość wiatru.



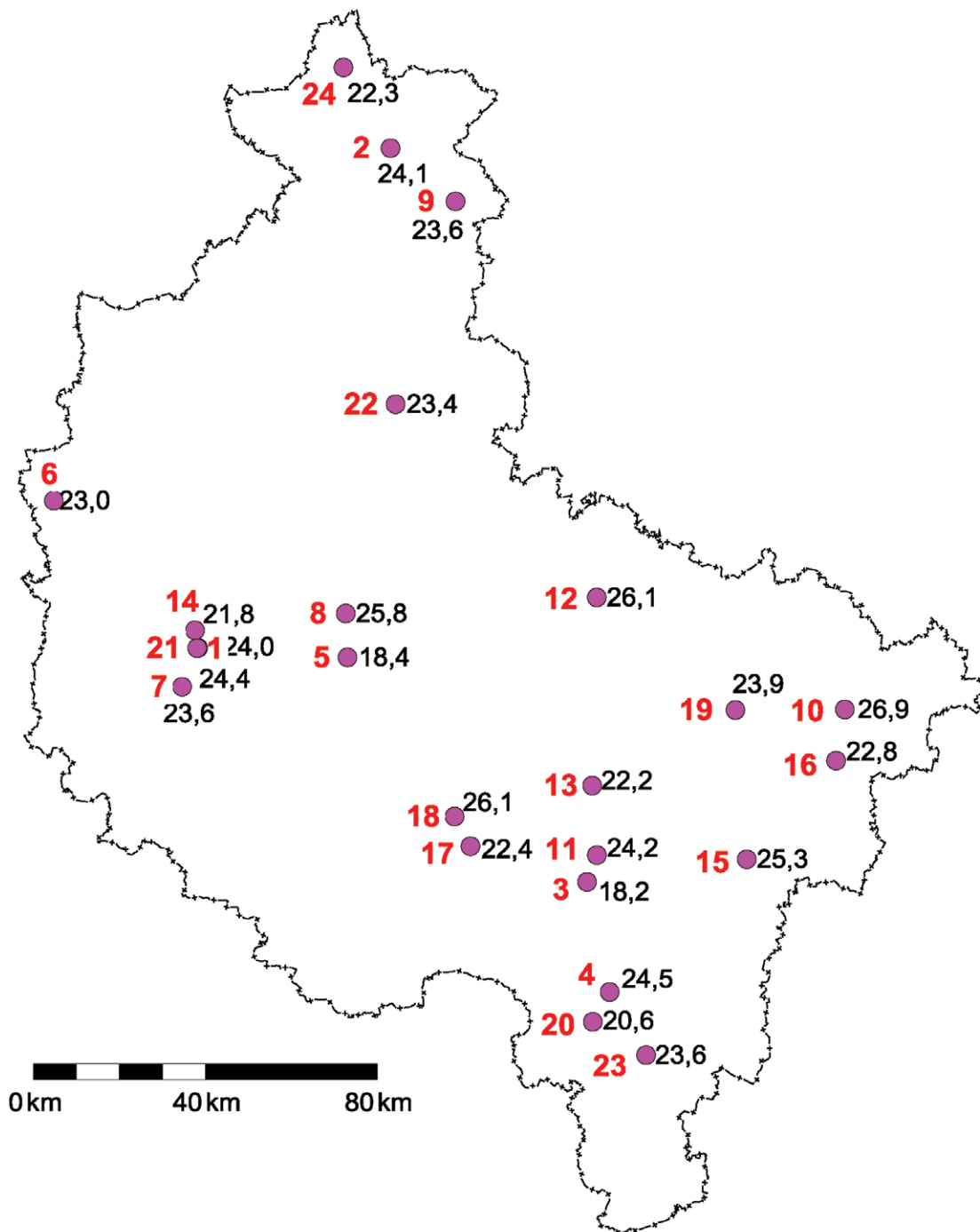
Ryc. 17. Przykład drugi zmienności przestrzennej przebiegów dobowych mierzonych co 1 godzinę parametrów meteorologicznych – dane z 21 lipca 2013 r. Na każdym wykresie (A, B, C i D) odmiennymi kolorami zaznaczono przebieg dobowy tego samego parametru w trzech odległych od siebie o ok. 200 km punktach (Biała Góra, Storkowo, Poznań). A – temperatura powietrza, B – wilgotność względna powietrza, C – ciśnienie atmosferyczne, D – średnia prędkość wiatru.



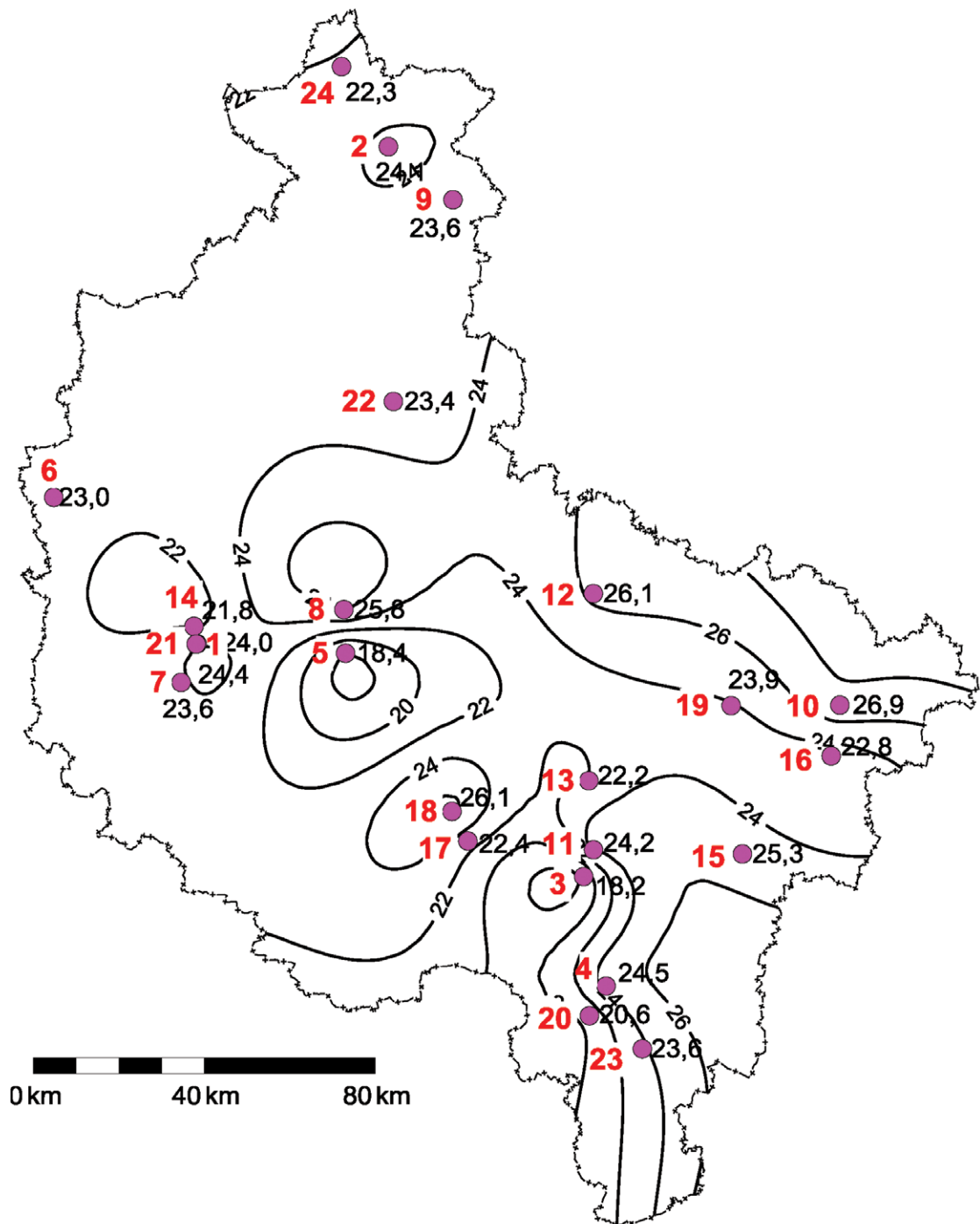
Ryc. 18. Przykład zmienności przestrzennej parametrów meteorologicznych w ujęciu sezonowym (wartości średnie dobowe) w 2013 r. Stacje Storkowo i Biała Góra odległe są o ok. 200 km. Pierwsza z nich położona jest na Pojezierzu Drawskim w okolicach Szczecinka, a druga w pobliżu brzegu morskiego w okolicach Międzyzdrojów na wyspie Wolin. Wykresy przedstawiają, idąc od góry: temperaturę, wilgotność i ciśnienie powietrza oraz prędkość wiatru.



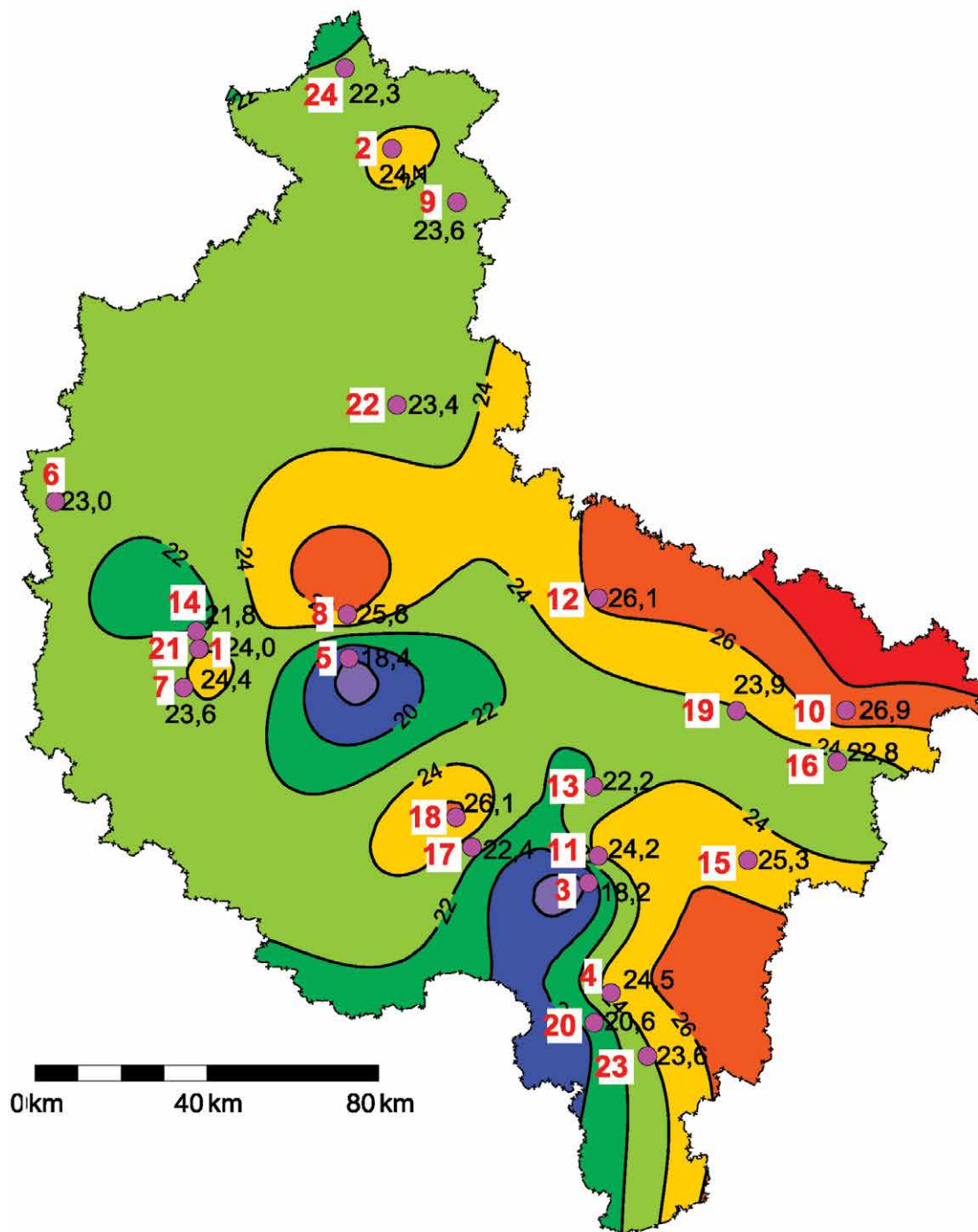
Ryc. 19. Przykład zmienności przestrzennej parametrów meteorologicznych w ujęciu sezonowym (wartości średnie dobowe) w 2013 r. Stacje Storkowo i Biała Góra odległe są o ok. 200 km. Pierwsza z nich położona jest na Pojezierzu Drawskim w okolicach Szczecinka, a druga w pobliżu brzegu morskiego w okolicach Międzyzdrojów na wyspie Wolin. Wykresy przedstawiają, idąc od góry: maksimum i minimum dobowej temperatury powietrza, temperaturę powietrza mierzoną 5 cm nad poziomem gruntu oraz sumę dobową opadów.



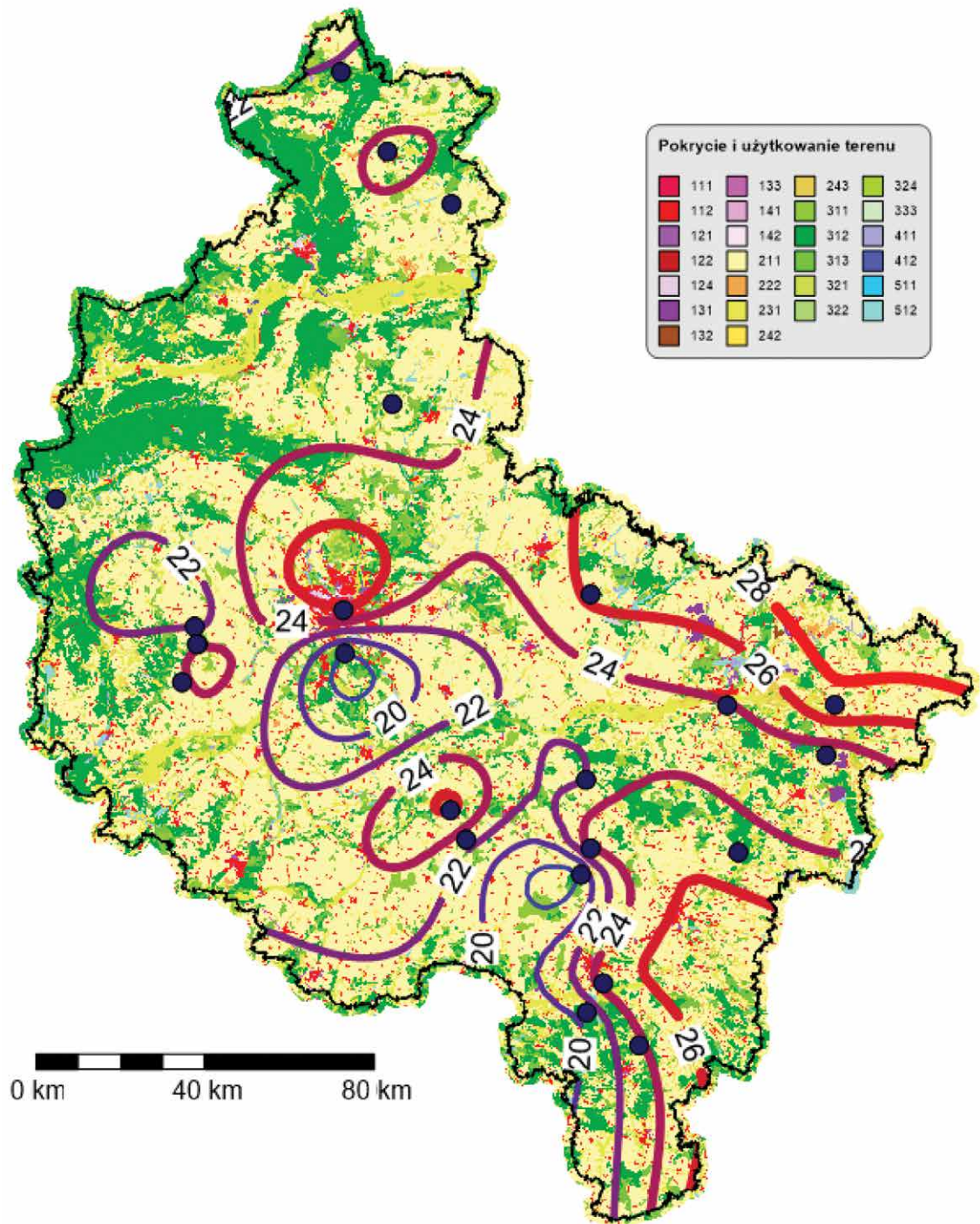
Ryc. 20. Lokalizacja i identyfikatory szkół biorących udział w pierwszej edycji podprojektu CMDW (liczby zapisane kolorem czerwonym) oraz temperatura powietrza w stopniach Celsjusza 5 maja 2018 r. o godzinie 13 w miejscowościach, w których położone są szkoły (liczby zapisane czarnym kolorem) – przykład fikcyjny.



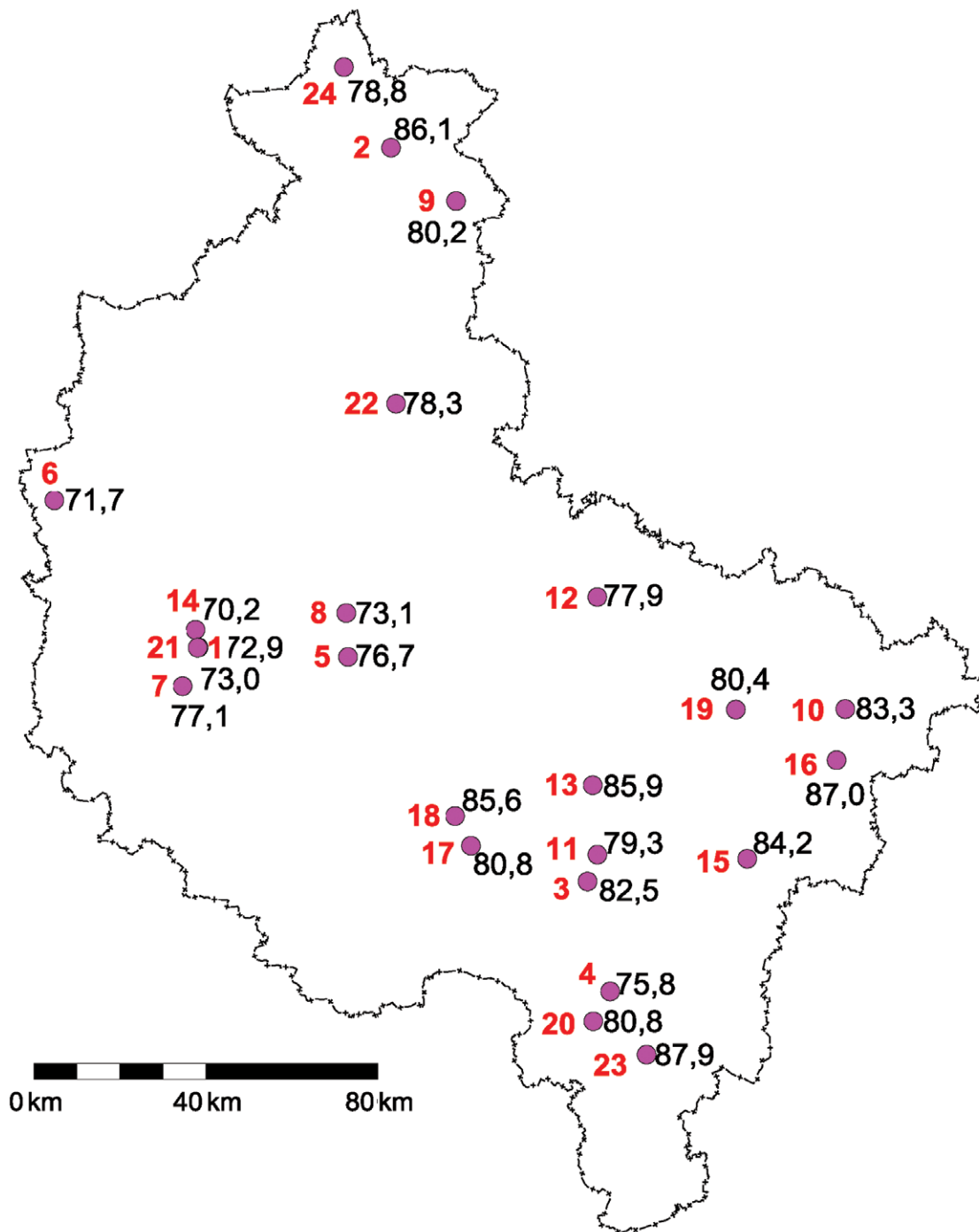
Ryc. 21. Interpolacja temperatury powietrza z godziny 13 dnia 5 maja 2018 r. (w °C) dla obszaru województwa wielkopolskiego (przykład fikcyjny). Interpolacja „wygładza” wartości danych pomiarowych, umożliwiając lepsze dostrzeżenie prawidłowości przestrzennych. W tym przypadku temperatury były najwyższe w skrajnej, wschodniej części województwa, sięgając „klinem” do Poznania (być może efekt ocieplający miasta).



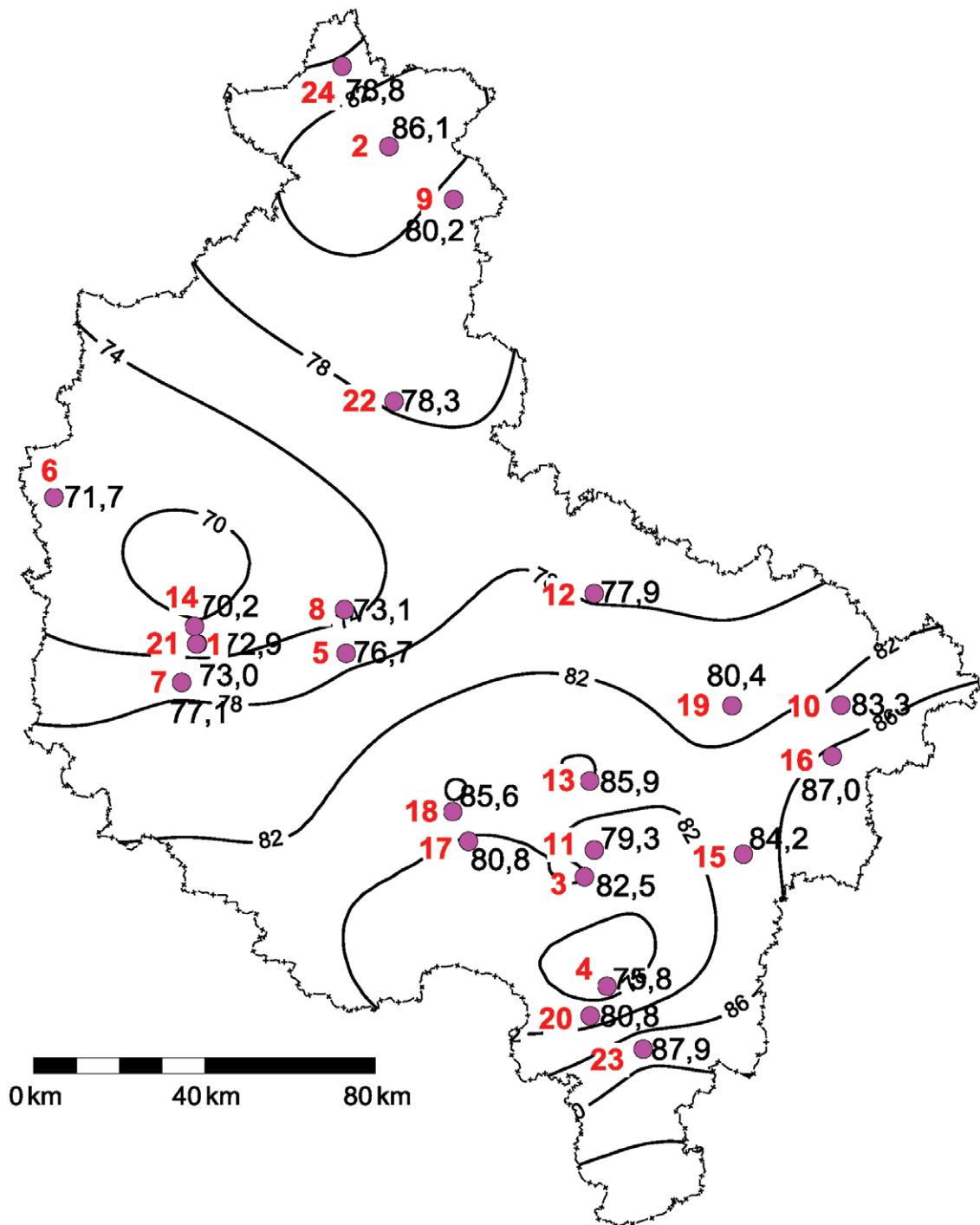
Ryc. 22. Mapa z izoliniami temperatury powietrza na obszarze województwa wielkopolskiego o godzinie 13 dnia 5 maja 2018 r. (przykład fikcyjny). Kolor ułatwia ocenę rozkładu wartości. Zastosowano w tej sytuacji odmianę tęczyowej palety kolorów. Układ od kolorów zimnych do ciepłych (od niebieskiego przez zielony, żółty i pomarańczowy do czerwonego) symbolizuje przejście od wartości niskich (względnie chłodno) do wysokich (ciepło).



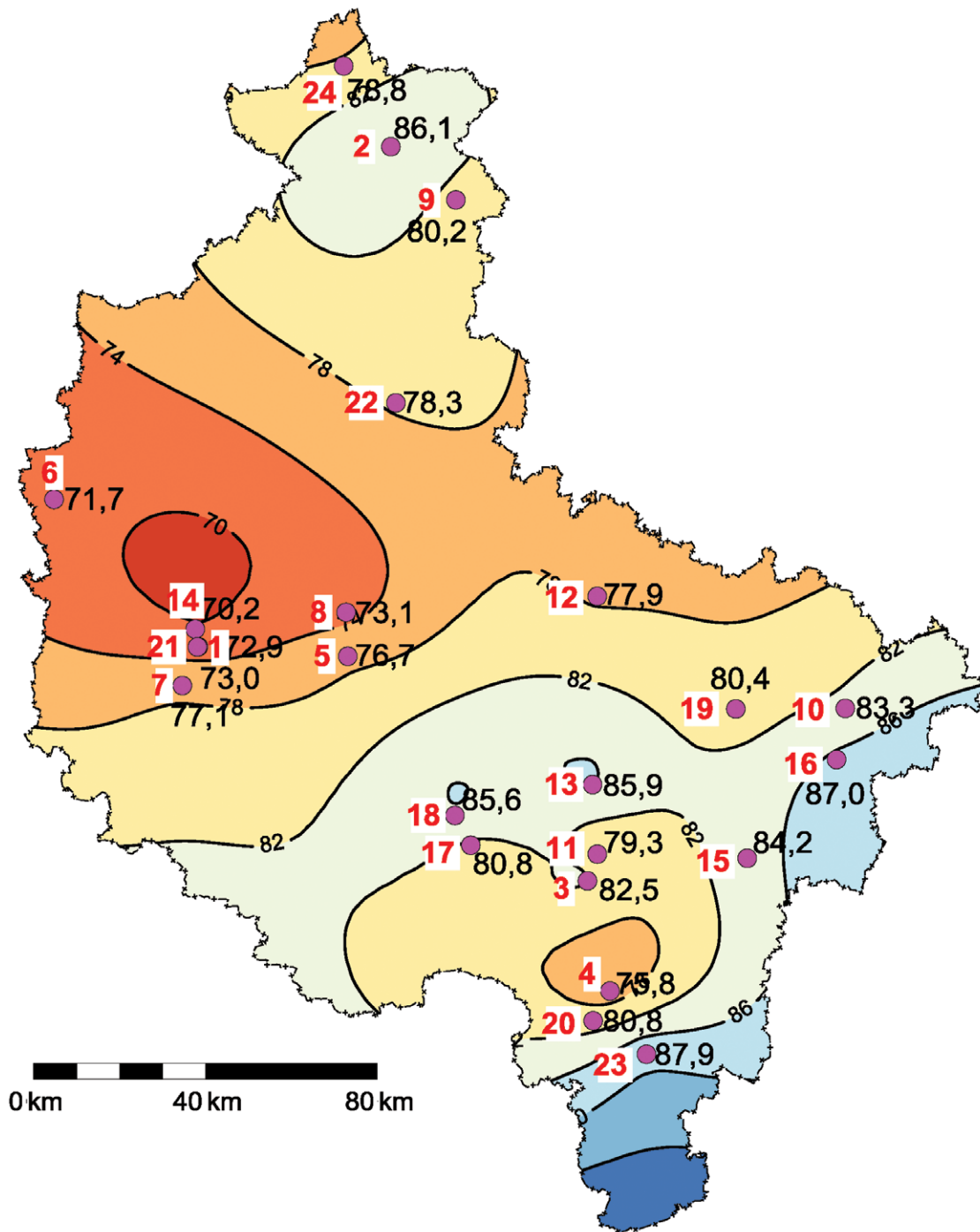
Ryc. 23. Zastosowanie mapy podkładowej w celu interpretacji rozkładu przestrzennego temperatury powietrza na obszarze województwa wielkopolskiego o godzinie 13 dnia 5 maja 2018 r. (przykład fikcyjny). W tle, pod izoliniami, znajduje się mapa pokrycia i użytkowania terenu (kody od 111 do 142 oznaczają różne typy terenu zabudowanego, kody od 211 do 243 oznaczają różne formy rolniczego użytkowania terenu, kody od 311 do 333 – różne typy lasów, 411/412 to bagna i torfowiska, a 511 i 512 – wody). Dla łatwiejszego określenia rozkładu opadów zróżnicowane zostały kolor i grubość izolinii.



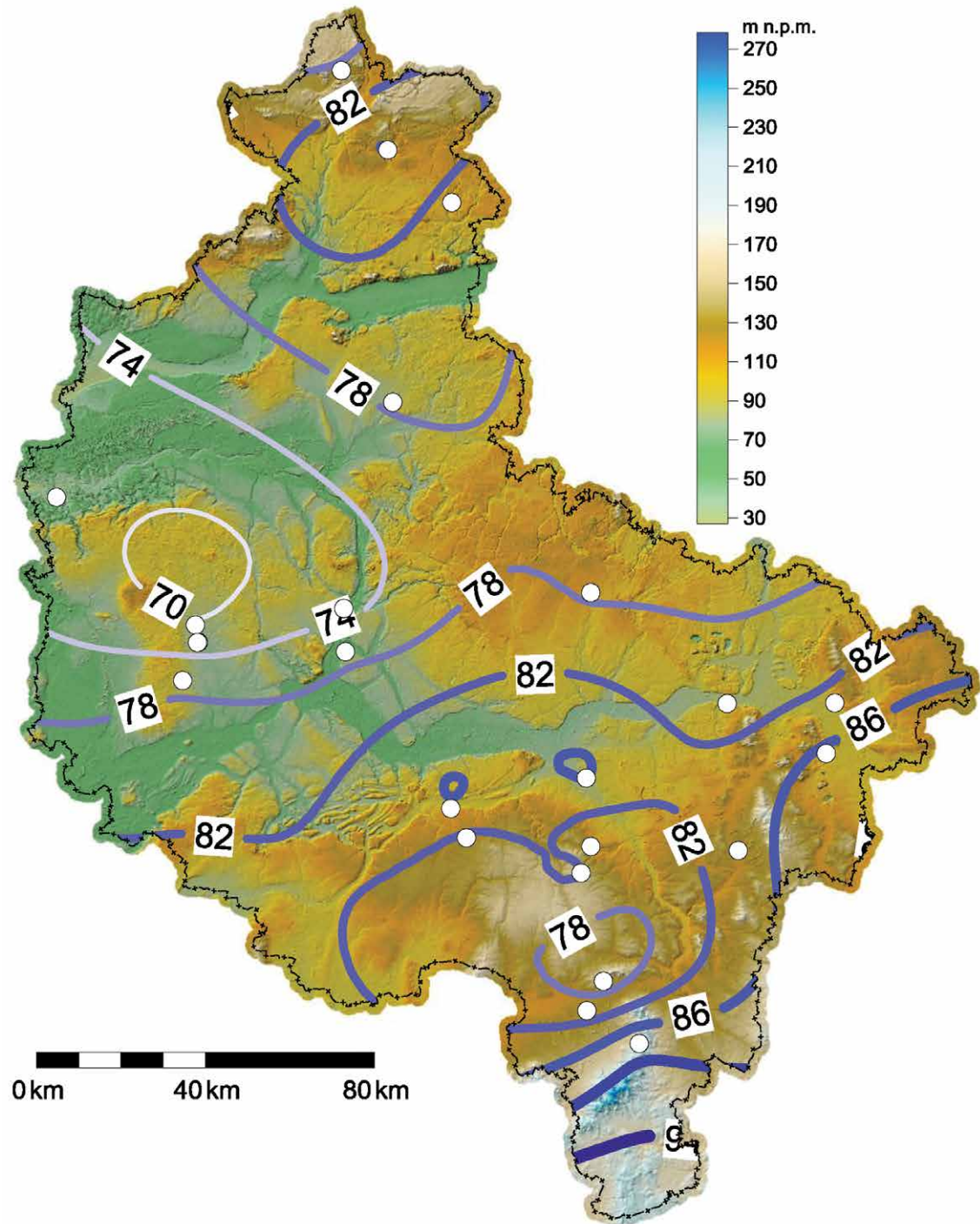
Ryc. 24. Lokalizacja i identyfikatory szkół biorących udział w pierwszej edycji podprojektu CMDW (liczby zapisane kolorem czerwonym) oraz suma opadów w lipcu wyrażona w milimetrach słupa wody w miejscowościach, w których położone są szkoły (liczby zapisane czarnym kolorem) – przykład fikcyjny.



Ryc. 25. Interpolacja sum opadów w lipcu (w mm) dla obszaru województwa wielkopolskiego (przykład fikcyjny). Interpolacja „wygładza” wartości danych pomiarowych, umożliwiając lepsze dostrzeżenie prawidłowości przestrzennych. W tym przypadku opady były najniższe w pasie przebiegającym w centralnej części województwa, rosnąc w kierunku północnym, a szczególnie południowym.



Ryc. 26. Mapa z izoliniami sum opadów w lipcu dla obszaru województwa wielkopolskiego (przykład fikcyjny). Kolor ułatwia ocenę rozkładu wartości. Zastosowano w tej sytuacji odwróconą odmianę tęczącej palety kolorów. Układ od kolorów zimnych do ciepłych (od niebieskiego przez zielony, żółty i pomarańczowy do czerwonego) symbolizuje przejście od wartości wysokich (dużo opadów – wilgotno) do niskich (mało opadów – sucha).



Ryc. 27. Zastosowanie mapy podkładowej w celu interpretacji rozkładu przestrzennego sum opadów (w mm) w lipcu na obszarze województwa wielkopolskiego (przykład fikcyjny). W tle, pod izoliniami, znajduje się mapa wysokości terenu w siatce 50 na 50 m. Dla łatwiejszego określenia rozkładu opadów zróżnicowane zostały kolory i grubość izolinii.



SCENARIUSZ ZADANIA

KWAŚNE DESZCZE, ICH GENEZA, ZMIENNOŚĆ SEZONOWA I ZRÓŻNICOWANIE PRZESTRZENNE

66

Celem niniejszego zadania jest poznanie przez uczniów problematyki zanieczyszczenia powietrza, zarówno teoretyczne, jak i praktyczne, poprzez systematyczne pomiary zakwaszenia wód opadowych, analizę jego zmienności czasowej i zróżnicowania przestrzennego, przy wykorzystaniu cyfrowych urządzeń pomiarowych oraz sprzętu i oprogramowania komputerowego.

WPROWADZENIE

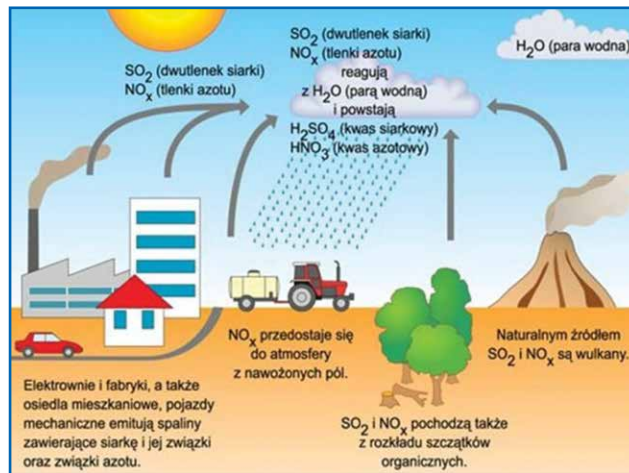
Funkcjonowanie współczesnego społeczeństwa w dużym stopniu zależne jest od ciągłej dostawy energii. Większość urządzeń gospodarstwa domowego jest zasilana prądem elektrycznym produkowanym w elektrowniach. W wielu gęsto zaludnionych krajach warunki klimatyczne zmuszają do sezonowego ogrzewania domów i miejsc pracy. Potrzeba do tego źródła energii. Transport ludzi i towarów jest często nazywany krwioobiegiem społeczeństwa. Wszystkie powszechnie używane środki transportu – samochody, samoloty, pociągi i statki – aby działały, muszą być zasilane jakimś paliwem. Produkcja większości dóbr, które wykorzystujemy, a w tym także żywności, wymaga mniejszych lub większych nakładów energetycznych. W cenie każdego produktu, niezależnie, czy jest to bochenek chleba, czy talerz, krzesło, telefon komórkowy, jest uwzględnione zużycie energii, która była potrzebna do jego wyprodukowania.

Głównym źródłem energii dla ludzkości w dalszym ciągu pozostają paliwa kopalne: węgiel, ropa naftowa i gaz ziemny. Spalając je, uzyskujemy potrzebną energię. W trakcie tego spalania do atmosfery emitowane są jednak olbrzymie ilości zanieczyszczeń gazowych i pyłowych. Zanieczyszczenia te mogą być w wyniku cyrkulacji atmosferycznej transportowane na duże odległości i oddziaływać też na obszary, gdzie nie ma przemysłu, a gęstość zaludnienia jest niewielka. Często są to obszary o pięknej, chronionej przyrodzie. W pewnych warunkach jednak, kiedy nie ma wiatru, a ukształtowanie terenu temu sprzyja, zanieczyszczenia powstałe w wyniku spalania paliw mogą się kumulować przez dłuższy czas nad jednym obszarem. Zwykle jest to duże miasto. Unosząca się nad nim chmura zanieczyszczeń po pewnym czasie jest wyraźnie widoczna jako szara, ograniczająca widoczność „mgła”. Ta mgła zanieczyszczeń nazywana jest **smogiem**. Większość zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery wpływa bardzo niekorzystnie na zdrowie ludzi, zwierząt i roślin i powoduje znaczące szkody w infrastrukturze (przyspieszona korozja metali, wapienia, betonu itp.).

Gazy (tlenki azotu, dwutlenek siarki i dwutlenek węgla) powstające w wyniku spalania paliw kopalnych w atmosferze wchodzi w reakcje chemiczne z wodą i tlenem. Efektem tych reakcji jest **kwaśny roztwór, który opadając w postaci ciekłej, jest nazywany kwaśnym deszczem** (ryc. 28). Kwaśne zanieczyszczenia atmosferyczne osadzają się też często na powierzchni terenu z mgły.

Kwaśne deszcze wpływają niekorzystnie na wiele komponentów ekosystemów przyrodniczych i środowisko antropogeniczne. Powodują między innymi zamieranie lasów iglastych, szczególnie w górach, które stanowią barierę dla przemieszczających się mas powietrza zawierających zanieczyszczenia. W górach są w związku z tym wyższe opady niż na nizinach i częściej występują mgły. Jeśli gleby, na których rosną lasy, są

naturalnie kwaśne, podłoża nie jest w stanie zneutralizować kwaśny deszcz. W Polsce zamieranie lasów iglastych wywołane kwaśnymi opadami jest szczególnie widoczne w Sudetach (ryc. 29). Bardzo negatywnie wpływają też kwaśne deszcze na organizmy rzek i jezior, których naturalny odczyn jest zwykle obojętny lub lekko kwaśny (pH pomiędzy 6 a 8). Zakwaszenie wód wpływa przede wszystkim na młode osobniki ryb i płazów, np. przy pH mniejszym od 5 ryby nie mogą się wykluwać z jaj (ikry). Przy jeszcze niższym pH giną także dorosłe osobniki.



Ryc. 28.

Schemat powstawania kwaśnych deszczy.
<http://student.agh.edu.pl/~trajdos/kwasne.html>



Ryc. 29. Przykłady martwych, zniszczonych przez kwaśne deszcze, lasów świerkowych na obszarze Sudetów (Góry Izerskie)
<https://www.forum.biolog.pl/kwasne-deszcze-t1150.html> i http://www.twojapogoda.pl/wiadomosc/2014-08-22/kwasne-deszcze-degraduja-lasy-i-glebe-w-sudetach_1605177/.



Ryc. 30. Przykład skorodowanej przez kwaśne opady rzeźby (po lewej) i metalowej klódki. Rzeźba została wykonana z piaskowca i znajduje się na terenie Westfalii w Niemczech. Zdjęcie po lewej stronie pochodzi z 1908 r., a po prawej z 1968 r.
https://www.researchgate.net/publication/236616249_Legacy_Problems_in_Urban_Geochemistry/figures?lo=1 i <http://www.sprawnyfachowiec.pl/artykul/919/kwasne-deszcze>.

Kwaśne deszcze powodują przyspieszone niszczenie materiałów budowlanych (betonu, kamienia itp.) i korozję wielu metali. Jest to szczególnie dotkliwe, kiedy dotyczy zabytków architektury i pomników (ryc. 30).

Miarą zakwaszenia cieczy jest jej odczyn, najczęściej wyrażony w jednostkach pH (PeHa). Skala ta jest oparta na aktywności jonów (naładowanych elektrycznie cząsteczek) hydroniowych $[H_3O^+]$ w roztworach wodnych. Tradycyjnie pH definiuje się jako: $pH = -\log_{10}[H_3O^+]$, czyli ujemny logarytm dziesiętny aktywności jonów hydroniowych wyrażonych w molach na decymetr sześcienny. W chemicznie czystej wodzie cząsteczki (H_2O) ulegają samorzutnemu rozpadowi (autodyscjacji), co prowadzi do powstawania jonów H_3O^+ i OH^- . Reakcja ta jest odwracalna i ma równowagę przesuniętą silnie w stronę wody niezdysoncjowanej. Stężenie jonów H_3O^+ w czystej wodzie w temp. 25°C wynosi 10^{-7} mol/l, a jej $pH = -\log(10^{-7}) = 7$. Ponieważ w czystej wodzie stężenie jonów wodorowych i wodorotlenowych jest takie samo, **woda (czysta) ma odczyn obojętny (pH wynosi 7)**. W roztworach o $pH < 7$ stężenie jonów wodorowych jest większe niż wodorotlenowych i roztwory takie mają odczyn kwasowy, natomiast w roztworach o $pH > 7$ większe jest stężenie jonów wodorotlenowych, więc roztwory takie mają odczyn zasadowy. **Skala pH ma zakres od 0 do 14.**

Substancja	pH
1 M kwas solny	0
0,1 M kwas solny	1
Sok żołądkowy	1,5 – 2
Sok cytrynowy	2,4
Coca-Cola	2,5
Ocet	2,9
Sok pomarańczowy	3,5
Piwo	4,5
Kawa	5,0
Herbata	5,5
Kwaśny deszcz	< 5,6
Mleko	6,5
Chemicznie czysta woda	7

Ryc. 31. Wartości odczynu niektórych substancji uporządkowane według skali pH (po lewej zakres kwasowy, to jest $pH < 7$, a po prawej – zasadowy $pH > 7$).

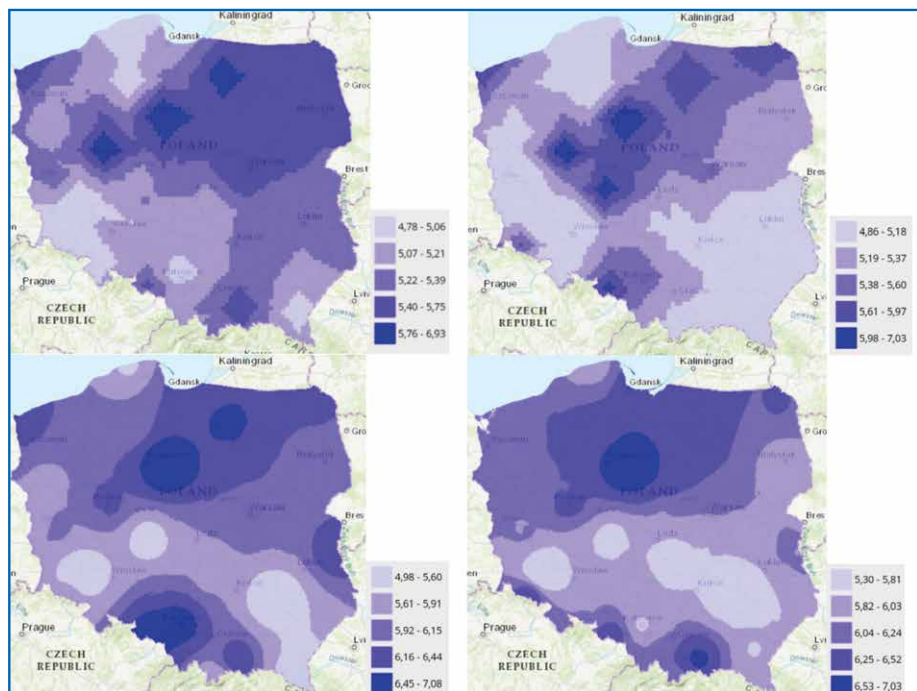
Źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Skala_pH.

Chemicznie czysta woda	7
Ślina człowieka	6,5 – 7,4
Krew	7,35 – 7,45
Woda morska	8,0
Mydło	9,0 – 10,0
Woda amoniakalna	11,5
Wodorotlenek wapnia	12,5
1 M roztwór NaOH	14

Silne kwasy, do których należą H_2SO_4 (kwas siarkowy) i HNO_3 (kwas azotowy), w roztworach wodnych rozpadają się (dysocjują) na naładowane elektrycznie atomy i cząsteczki (jony). Są to: kationy – jony obdarzone ładunkiem elektrycznym dodatnim, i aniony – jony obdarzone ładunkiem elektrycznym ujemnym. W przypadku wymienionych wyżej kwasów dysocjacja wygląda następująco: $H_2SO_4 \leftrightarrow 2 H^+ + SO_4^{2-}$, czyli 1 cząsteczka kwasu siarkowego dysocjuje na 2 kationy wodoru i 1 anion siarczanowy oraz $HNO_3 \leftrightarrow H^+ + NO_3^-$, czyli 1 cząsteczka kwasu azotowego dysocjuje na 1 kation wodoru i 1 anion azotanowy (V). **Dysocjacja silnych kwasów** jest też odwracalna, ale równowaga reakcji jest przesunięta na jej prawą stronę, czyli postaci jonowej, a w efekcie zwiększa stężenie jonów hydroniowych H_3O^+ w roztworze i **zmniejsza jego pH ($0 < pH < 7$)**.

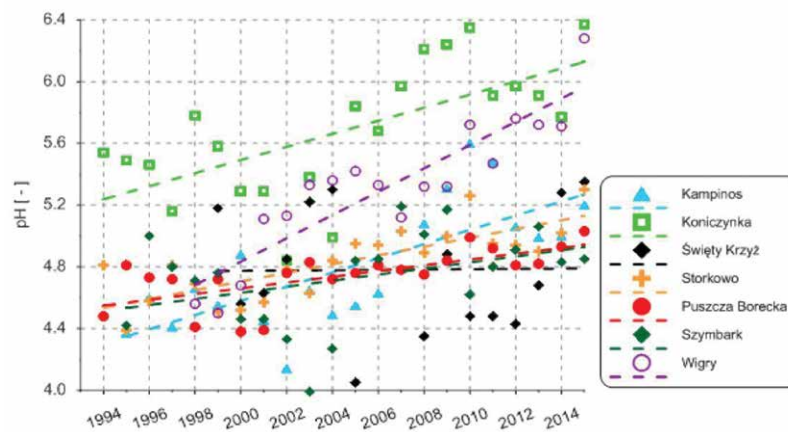
Woda z naturalnego, to jest niezawierającego antropogenicznych zanieczyszczeń, opadu nie jest obojętna, tylko lekko kwaśna. Wynika to z faktu, że składnikiem atmosfery w przeszłości i obecnie był naturalny

dwutlenek węgla (CO_2). Jego „normalnym” źródłem jest oddychanie roślin i zwierząt oraz wydobywanie się z wnętrza Ziemi gazów (głównie z wulkanów). Obecnie w atmosferze jest znacznie więcej CO_2 niż w przeszłości, bo jego ważnym źródłem stało się spalanie paliw kopalnych. Ocenia się, że w 1750 roku średnie stężenie CO_2 w atmosferze wynosiło 275 ppm (części na milion), a obecnie przekracza już 400 (wzrost o 45%). CO_2 reaguje z wodą w atmosferze, tworząc słaby kwas węglowy (H_2CO_3). Naturalna obecność H_2CO_3 powodowała obniżenie pH wody opadowej do poziomu ok. 5,6 jednostki. **Przyjmuje się zatem, że kwaśny opad to taki, którego pH jest niższe od 5,6.**



Ryc. 32. Mapy rozkładu średnich rocznych wartości pH opadów na obszarze Polski: lata 2008 i 2009 (górny rząd) oraz lata 2015 i 2016 (dolny rząd). Proszę zwrócić uwagę na różne zakresy skali każdej z map.

Źródło: <http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/maps/chemistry/precipitation>.



Ryc. 33. Tendencje średnich rocznych wartości pH opadów na stacjach Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w latach 1994–2015 (Szpikowski 2018, <http://www.gios.gov.pl/zmsp/welcome.html>).

W Polsce zakwaszenie opadów w ostatnich 25 latach znacząco zmalało (Szpikowski 2018, ryc. 33). Wynika to głównie ze znacznej redukcji emisji przemysłowych SO_2 (filtry na kominach) zarówno w naszym kraju, jak i w całej Europie – zanieczyszczenia atmosferyczne nie znają granic. Z obliczeń wykonanych za pomocą modeli matematycznych (Engardt i in. 2017) i uzupełnionych analizami składu chemicznego lodu z rdzeni pobranych na lodowcach wynika, że emisja kwaśnych zanieczyszczeń atmosferycznych w Europie rosła od końca XIX wieku, gwałtownie przyspieszyła po zakończeniu II wojny światowej i osiągnęła maksimum w latach 1975–1980. Od tego czasu trwa spadek, który jednak znacząco wyhamował ok. 2010 roku. W tym momencie stężenia jonów siarczanowych (SO_4^{2-}) w opadach atmosferycznych opadły do poziomu notowanego w latach 1945–1950, natomiast jonów azotanowych (NO_3^-) – do poziomu z 1965 roku.

W reakcji na wzrost pH opadów zmniejsza się też zakwaszenie wód powierzchniowych i gruntowych (Szpikowski 2018). **W dalszym ciągu występują jednak pojedyncze epizody bardzo kwaśnych deszczy ($\text{pH} \leq 3,5$, czyli kwasowość większa o ponad 100 razy w stosunku do naturalnej, Szpikowski 2018), a na wielu obszarach średnie wartości pH są nadal sporo poniżej progu dla opadów naturalnych ($< 5,6$, ryc. 32).** Wynika to z dominującego ciągle w Polsce udziału elektrowni opalanych węglem w produkcji energii elektrycznej oraz indywidualnego ogrzewania domów i mieszkań również poprzez spalanie węgla. Według ostatniego raportu Europejskiej Agencji Ochrony Środowiska (EPA 2017), największym punktowym źródłem kwaśnych zanieczyszczeń atmosferycznych w Europie jest elektrownia w Belchatowie, a na czwartym miejscu tej listy znajduje się elektrownia w Kozienicach.

Dokładnych pomiarów pH dokonuje się metodą potencjometryczną, którą nazywa się pH-metrią. Wykorzystuje się w niej fakt, że siła elektromotoryczna (SEM) ogniwa o identycznych elektrodach, lecz umieszczonych w roztworach o różnych stężeniach jonów hydroniowych, jest proporcjonalna do logarytmu stosunku tych stężeń. Tak więc zanurzając jedną elektrodę w roztworze o znanym pH, a drugą w próbce, można na podstawie pomiaru SEM tak utworzonego ogniwa dokładnie ustalić pH próbki. W praktyce wykorzystuje się jednak nie dwie elektrody, ale jedną, tzw. kombinowaną. Zbudowana jest z elektrody szklanej i elektrody chlorosrebrowej umieszczonej we wspólnej oprawce. Membrana szklana elektrody wykonana jest ze specjalnego szkła o małym oporze i dużej wytrzymałości mechanicznej. Elektroda składa się z części szklanej (wskaźnikowej) zakończonej kulistą banieczką (membraną), której potencjał zależy od pH badanego roztworu oraz części odniesienia zakończonej przeponą o potencjale niezależnym od pH badanego roztworu. Funkcję półogniwa odniesienia pełni elektroda chlorosrebrowa, która zanurzona jest w nasyconym roztworze chlorku potasu.

CELE ZADANIA

1. Opanowanie ogólnej wiedzy na temat zanieczyszczeń atmosferycznych: ich genezy, zmienności czasowej i rozkładu przestrzennego oraz skutków dla zdrowia człowieka, a także w środowisku przyrodniczym i antropogenicznym.
2. Poznanie przyczyn powstawania kwaśnych deszczy jako efektu przemian niektórych typów zanieczyszczeń atmosferycznych, a także ich zmienności czasowej i rozkładu przestrzennego w Polsce, w Europie i na świecie.
3. Poznanie zasady i praktyki określania pH metodą potencjometryczną przy użyciu elektrody kombinowanej i uniwersalnego miernika SenseDisc oraz sposobów zapisu i transmisji wyników pomiarów.
4. Zrozumienie wpływu występującego naturalnie w atmosferze dwutlenku węgla (CO_2) na pH wód opadowych.
5. Poznanie metod „łapania” opadów do celów analiz chemicznych oraz pobierania i przechowywania ich próbek.

6. Nabycie umiejętności organizacji i prowadzenia systematycznego poboru próbek wód opadowych do celów badania ich kwasowości.
7. Nabycie umiejętności do przetwarzania danych z pomiarów pH i wykonywania wizualizacji ich zmienności czasowej.
8. Nabycie umiejętności do wykonywania wizualizacji kartograficznej i przetwarzania danych pomiarowych pH z sieci stacji meteorologicznych w szkołach uczestniczących w programie.
9. Wzrost kompetencji do prac zespołowych: organizacja pracy w grupie, punktualność, umiejętność dyskusji itp.

ZADANIA SZCZEGÓŁOWE

1. Wyznaczenie w pobliżu budynku (na budynku) szkoły miejsca odpowiedniego do instalacji chwytnicy opadów na próbki do analiz pH i udział w jego przygotowaniu i montażu.
2. Pobór próbek wód opadowych w cyklu tygodniowym, poczynając od 1 października, a kończąc 15 maja następnego roku kalendarzowego i ich odpowiednie przechowywanie.
3. Wykonywanie pomiarów pH próbek i archiwizacja ich wyników.
4. Przygotowanie na podstawie literatury i źródeł internetowych opracowania na temat zanieczyszczeń atmosferycznych ze szczególnym uwzględnieniem kwaśnych deszczy. Opracowanie powinno też zawierać informacje o zmienności czasowej i zróżnicowaniu przestrzennym pH opadów w Polsce, Europie i na świecie i metodyce pomiarów tego parametru chemicznego wody. Należy też umieścić opis sposobów ograniczania emisji kwaśnych zanieczyszczeń powietrza.
5. Nauka obsługi przyrządu oraz wykonanie i opis wyników eksperymentów z pomiarami pH wody destylowanej i stopniowo nasyconej dwutlenkiem węgla (CO_2).
6. Przetwarzanie i wizualizacja własnych danych uwzględniających zarówno wyniki pomiarów pH, jak i pomiarów wybranych parametrów meteorologicznych w cyklach poboru próbek opadów: wykonywanie wykresów przebiegów tygodniowych i miesięcznych oraz obliczanie wartości średnich (sum okresowych) i ekstremalnych przy wykorzystaniu komputera i oprogramowania statystyczno-graficznego.
7. Transmisja danych do centralnej bazy projektu CMDW.
8. Wizualizacja i analiza danych pomiarowych pH opadów z całej sieci szkół uczestniczących w programie CMDW przy użyciu geoportalu umożliwiającego tworzenie map rozkładu przestrzennego mierzonych parametrów.
9. Wykonanie opracowania podsumowującego realizację zadania i zawierającego tekst, zestawienia tabelaryczne, wykresy i mapy dotyczące zmienności czasowej i zróżnicowania przestrzennego pH opadów na tle warunków pogodowych.

OGÓLNE ZASADY ORGANIZACJI PRAC

Organizacja prac w grupie uczniowskiej (12 osób) będzie zróżnicowana w zależności od konkretnego zadania.

Wymagającym największej systematyczności jest zadanie numer 2. Do jego wykonywania grupę należy podzielić na 3-osobowe zespoły, które będą raz w tygodniu przez jeden miesiąc pobierać próbki wody opadowej z chwytnicy, gromadzić je w chłodziarce / lodówce i czyścić wewnątrz chwytnicy wodą destylowaną. Przy 12-osobowej grupie uczniowskiej i 8-miesięcznym cyklu pomiarowym oznacza to, że każdy zespół będzie dyżuruwał dwukrotnie. Uczniowie mogą wykonywać to zadanie, po odpowiednim przeszkoleniu, samodzielnie, to jest bez nadzoru opiekuna. **Termin poboru próbek w tygodniu może być dowolny, ale musi być jednakowy dla całej sieci szkół uczestniczących w danej edycji CMDW i ściśle przestrzegany.** Tylko wtedy będzie można dokonywać porównań i analiz przestrzennych. Opiekunowie grup uczniowskich realizujących to zadanie we wszystkich szkołach muszą ten termin uzgodnić przed rozpoczęciem pomiarów. Czas potrzebny na jednorazowy pobór próbek i inne związane z nim czynności to od 15 do 30 minut. Okres od 1 października do 15 maja to ok. 33 tygodni. Wynika z tego, że prace związane z wykonaniem tego zadania mogą sumarycznie zająć uczniom od 8,5 do 16 godzin. Szczegółowa instrukcja poboru i przechowywania próbek jest zamieszczona w dalszej części scenariusza zajęć.

Pozostałe zadania wykonywane są albo jednorazowo na początku (zadania 1, 4 i 5) bądź na końcu prac (zadania 6, 8 i 9) lub okresowo, ale nie koniecznie systematycznie (zadanie 3 i 7).

Wykonywanie pomiarów pH w próbkach (zadanie 3) najlepiej zaplanować raz w miesiącu (po zebraniu 4- lub 5-tygodniowych próbek). Dłuższe interwały nie są zalecane, bo w próbkach, nawet poprawnie przechowywanych, zachodzą samoistne zmiany chemiczne i wyniki pomiarów nie będą już odzwierciedlały rzeczywistych właściwości opadu. Dzień i pora ich wykonywania są dowolne. Pomiarów powinien wykonywać dyżurujący przez dany miesiąc zespół (3 uczniów) z udziałem opiekuna (nauczyciela). Cała procedura zajmuje raz na miesiąc maksymalnie pół godziny, a więc w całym okresie realizacji zadania $8 \times 0,5 = 4$ godziny. Szczegółowa instrukcja pomiarów pH próbek opadów jest zamieszczona w dalszej części scenariusza zajęć. Po każdej serii pomiarów pH w tygodniowych próbkach należy zaplanować wstępne przetworzenie wyników, ich elektroniczną archiwizację i transmisję do bazy danych projektu CMDW (zadanie 7). Na wykonanie tych czynności potrzeba ok. 1 godziny, a prace powinny być nadzorowane przez opiekuna.

W dyskusji nad wyborem lokalizacji chwytnicy opadów oraz wizji lokalnej potencjalnych miejsc jego instalacji (zadanie 1) powinna uczestniczyć, pod nadzorem nauczyciela, cała grupa. Czas wykonania tego zadania nie powinien być dłuższy od 1 godziny zegarowej. Do jego wykonania potrzebne są zaznajomienie się z ogólnymi zasadami poboru próbek opadów oraz plan budynku szkoły i jej najbliższego otoczenia (wydrukowany na papierze lub wyświetlony na ekranie komputera). W sytuacji, kiedy w bezpośrednim sąsiedztwie nie ma terenu spełniającego wymogi, można rozważyć instalację chwytnicy na dachu budynku szkoły. Wysokość nad powierzchnią terenu nie powinna przekraczać 20 m, a w pobliżu nie może być lokalnych emitorów zanieczyszczeń takich, jak czynne kominy czy wyloty instalacji klimatyzacyjnej. Dach bezpośrednio pod chwytnicą należy na powierzchni kilku metrów kwadratowych pokryć zieloną geowłókniną lub sztuczną trawą. Ma to ograniczyć wpływ nagrzewającej się od słońca powierzchni dachu na parowanie wody z chwytnicy. Końcowym etapem prac jest montaż chwytnicy. Powinien go wykonać wyposażony w odpowiedni sprzęt wykwalifikowany instalator. Zalecane jest jednak, żeby uczestniczyła w tym cała grupa uczniowska i jej opiekun. Szczegółowy opis konstrukcji chwytnicy opadów i jego prawidłowej lokalizacji i instalacji jest zamieszczony w dalszej części scenariusza zajęć.

Zadanie 5 powinno być wykonane przez całą grupę pod opieką nauczyciela. Jego termin musi poprzedzać pierwszy cykl pomiarów pH próbek opadów (zadanie 3), gdyż jednym z celów zadania 5 jest opanowanie przez każdego ucznia procedury pomiarowej. Po wstępnej demonstracji (15 minut) każdy uczeń powinien mieć

ok. 5 minut na samodzielne wykonanie próbnego pomiaru. Ostatnie 15 minut należy przeznaczyć na przeprowadzenie eksperymentu nad wpływem nasycenia wody destylowanej CO_2 na jej odczyn (wartość pH). Całość wspólnej realizacji zadania to od 1,5 do 2 godzin. Następnie każdy członek grupy samodzielnie powinien napisać krótką instrukcję wykonywania pomiarów i zinterpretować wyniki eksperymentu (w sumie ok. 1 strony tekstu) i przekazać ją następnego dnia opiekunowi grupy do sprawdzenia. Szczegółowy opis metodyki pomiarów pH próbek wody oraz eksperymentu jest zamieszczony w dalszej części scenariusza zajęć.

Zadanie 4 powinno być realizowane w dwóch, konkurencyjnych, grupach po 6 osób, a czas jego realizacji można ustalić na 2 tygodnie. Na koniec obie grupy przedstawią na wspólnym zebraniu (1 godzina) swoje opracowania i razem z opiekunem (nauczycielem) ocenią je na podstawie ustalonych wcześniej kryteriów, takich jak np.: (1) ilość wykorzystanych źródeł, (2) ilość i jakość materiału ilustracyjnego, (3) kompletność i jakość informacji, (4) styl i jasność tekstu, (5) opracowanie redakcyjne i ewentualnie inne.

Opracowanie statystyczne i graficzne wyników pomiarów (zadanie 6) należy zaplanować po zakończeniu poboru próbek opadów i po pomiarach pH w ostatniej serii miesięcznej. Obejmować powinno (1) obliczanie średnich miesięcznych wartości pH opadów i ładunków jonów wodorowych docierających do powierzchni terenu z opadami, (2) obliczenie obu wskaźników dla całego okresu obserwacji i wykonanie wykresów przebiegu tygodniowego i miesięcznego pH i ładunków H^+ dla całego okresu pomiarowego. Wymienione wyżej obliczenia wymagają wykorzystania także danych sum opadów rejestrowanych czujnikiem wchodzącym w skład automatycznej stacji meteorologicznej (zadanie „Pogoda”), a ich metodyka jest zamieszczona w dalszej części scenariusza zajęć. W prace te powinna być zaangażowana cała grupa pod kierunkiem opiekuna. Przy dobrej organizacji ich wykonanie powinno zająć nie więcej niż 2 godziny.

Zadanie 8 ma polegać na okresowym (raz w miesiącu) wykonywaniu map rozkładu przestrzennego średnich wartości pH i ładunków jonów wodorowych (H^+) na terenie województwa wielkopolskiego dla poszczególnych tygodni i miesięcy. Uzupełnieniem tych analiz muszą być mapy tygodniowych i miesięcznych sum opadów atmosferycznych wykonane dla tych samych okresów jak pobór próbek wody. Mapy powinny być archiwizowane (zapisywane do plików). Czas na wykonanie tych prac to ok. 2 godzin miesięcznie, powinny być one robione pod opieką nauczyciela.

Zadanie 9 powinno być realizowane według podobnego schematu jak w przypadku zadania 4. Na końcu jednak uczniowie powinni połączyć opracowania wykonane przez 2 grupy w jedno wspólne, które będzie oceniane przez komisję CMDW we współzawodnictwie wszystkich szkół uczestniczących w realizacji zadania „Kwaśne deszcze”.

ŹRÓDŁA INFORMACJI

Źródłami informacji wykorzystywanymi do realizacji zadania „Pogoda” w ramach podprojektu CMDW są:

- niniejszy scenariusz zajęć,
- cytowane w nim pozycje literatury („tradycyjne” podręczniki, instrukcje obsługi sprzętu i oprogramowania, źródła internetowe, a w szczególności portal CSW@2020 i geoportal podprojektu CMDW; patrz ramka: **Pliki PDF** na str. 41),
- samodzielnie przez uczniów wyszukiwane informacje: biblioteka szkolna, biblioteki publiczne i źródła internetowe.

OKRES REALIZACJI ZADANIA

Zadanie będzie realizowane w pełnym zakresie w trakcie trwania roku szkolnego (od 15 września do 15 czerwca). Pierwsze dwa tygodnie (do końca września) to czas na przygotowanie i instalację chwytnicy opadów, zapoznanie się z problematyką kwaśnych deszczy i metodyką poboru, przechowywania i analizy próbek wody dla określenia jej pH (zadania 1, 4 i 5). Obejmować to powinno praktyczne przećwiczenie przez wszystkich uczniów całej procedury. Okres pomiarowy należy rozpocząć 1 października i kontynuować do 15 maja roku następnego. W trakcie tego czasu realizowane są w całości lub częściowo zadania 2, 3, 6, 7 i 8. Następne dwa-trzy tygodnie, to jest od 15 maja do 31 maja / 7 czerwca, są przeznaczone na końcowe opracowanie analityczne zebranych danych (kończenie prac w zadaniach 3, 6, 7 i 8) oraz przygotowanie przez 2 grupy uczniowskie konkurencyjnych opracowań końcowych (zadanie 9). Po ich zaprezentowaniu i ocenie następuje okres prac nad przygotowaniem wspólnego raportu danej szkoły uczestniczącej w zadaniu „Kwaśne deszcze”. Po jego zakończeniu, do 15 czerwca, należy go przesłać drogą elektroniczną na podany adres siedziby projektu CSW@2020, przy którym działać będzie jury CMDW. Raport w postaci wydrukowanej ma trafić też do dyrekcji szkoły, władz samorządowych miejscowości, w której mieści się szkoła (wójta gminy, burmistrza / prezydenta miasta). Jury CMDW do końca czerwca przeprowadzi ocenę raportów wszystkich szkół i ogłosi wyniki. Wszystkie opracowania końcowe zostaną też przekazane do Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Poznaniu (WIOŚ) i Departamentu Środowiska Urzędu Marszałkowskiego Województwa Wielkopolskiego.

LITERATURA

- Bochenek W. (2014). Sezonowa zmienność i wieloletnie tendencje pH w opadzie atmosferycznym na Stacji Bazowej ZMŚP w Szymbarku w latach 1999–2013. *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*, Vol. 16, str. 41–47. <http://www.monitoringsrodowiskaprzyrodniczego.pl/sezonowa-zmienosc-i-wieloletnie-tendencje-ph-w-opadzie-atmosferycznym-na-stacji-bazowej-zmsp-w-szymbarku-w-latach-1999-2013/>.
- Engardt M., Simpson D., Schwikowski M., Granat L. (2017). Deposition of sulphur and nitrogen in Europe 1900–2050. Model calculations and comparison to historical observations, *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology*, 69:1, 1328945, DOI:10.1080/16000889.2017.1328945. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/16000889.2017.1328945>.
- EPA (2017). Releases of pollutants to the environment from Europe's industrial sector – 2015. <https://www.eea.europa.eu/themes/industry/industrial-pollution-in-europe/releases-of-pollutants-from-industrial-sector>.
- GIOŚ (2015). Portal jakości powietrza. Chemizm opadów. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Warszawa. <http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/maps/chemistry/precipitation>.
- IMGW-PIB (2011). Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i ocena depozycji zanieczyszczeń do podłoża. <http://www.gios.gov.pl/chemizm2010/index.html>.
- IMGW-PIB (2016). Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i ocena depozycji zanieczyszczeń do podłoża w latach 2016–2018. <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/documents/download/101840>.
- Kostrzewski A., Kruszyk R., Kolander R., (red.) (2006a). ANEKS 1. Zasady obliczeń – przeliczeń danych. [w:] Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Zasady organizacji, system pomiarowy, wybrane metody badań. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Warszawa. http://www.gios.gov.pl/zmsp/wyt2006/22_aneks_1.pdf.
- Kostrzewski A., Kruszyk R., Kolander R., (red.) (2006b). ANEKS 2. Zalecane metody analiz chemicznych wody, pobieranie, przechowywanie i utrwalanie próbek. [w:] Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Zasady organizacji, system pomiarowy, wybrane metody badań. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Warszawa. http://www.gios.gov.pl/zmsp/wyt2006/23_aneks_2.pdf.
- Pęcherzewski K. (2003). Kwaśne deszcze i zakwaszenie opadów atmosferycznych w rejonie Morza Bałtyckiego. *Śląskie Prace Geograficzne*, 1, 133–139. <https://spg.apsl.edu.pl/baza/wydawn/spg01/pecherzewski.pdf>.
- Szpikowski J. (2018). Rola zlewni w zrównoważonym funkcjonowaniu środowiska geograficznego. GALAKTYKA EDUKACJI 9, KONFERENCJA „Kołoobrzeska 15 – ZRÓWNOWAŻONA ZLEWNIA”. Piła, 28 lutego 2018. https://pila.amu.edu.pl/_data/assets/pdf_file/0019/351145/Referat_Prof_Szpikowski_Rola_Zlewni.pdf.

Śnieżek T., Degórska A. (2006). Chemizm opadów atmosferycznych. [w:] Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Zasady organizacji, system pomiarowy, wybrane metody badań. Kostrzewski, A., Kruszyk R., Kolander R., (red.). Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Warszawa. http://www.gios.gov.pl/zmsp/wyt2006/06_program_C1.pdf.

WIOŚ. Poznań (2012). Publikacje Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Poznaniu on-line. <http://poznan.wios.gov.pl/monitoring-srodowiska/publikacje/>.

WIOŚ. Poznań (2012). Roczne oceny jakości powietrza w województwie wielkopolskim. Lata 2005–2017. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Poznaniu. <http://poznan.wios.gov.pl/monitoring-srodowiska/wyniki-badan-i-oceny/monitoring-jakosci-powietrza/roczne-oceny-jakosci-powietrza-w-wojewodztwie-wielkopolskim/>.

INSTRUKCJE WYKONYWANIA POSZCZEGÓLNYCH ZADAŃ ROBOCZYCH

75

KONSTRUKCJA ORAZ SPOSÓB I MIEJSCE ZAMONTOWANIA CHWYTACZA (KOLEKTORA) DO POBORU PRÓBEK OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH NA ANALIZY PH (ZADANIE 1)

Szczegółowe zasady poboru próbek opadów atmosferycznych (konstrukcja kolektora i jego optymalna lokalizacja) zostały opisane przez Śnieżka i Degórską (2006) i w innych cytowanych przez tych autorów publikacjach. Są to jednakże zasady prowadzenia ścisłych badań naukowych i praktycznie nie mogą być zrealizowane w warunkach szkolnych. Można jednak uzyskiwać relatywnie dobre wyniki w znacznie prostszy sposób.

Badając skład chemiczny opadów atmosferycznych, pobiera się dwa rodzaje próbek zwanych „opadem mokrym” i „opadem całkowitym”. Pierwsze z nich pozyskuje się za pomocą specjalnych kolektorów wyposażonych w czujnik opadu i ruchomą pokrywę (ryc. 34). Kiedy na powierzchnię czujnika opadnie kropla deszczu lub płatek śniegu, wówczas uruchamiany jest mechanizm odsłaniający pokrywę kolektora. Urządzenie gromadzi tak długo wodę, jak długo trwa opad. Po jego zakończeniu, kiedy na powierzchnię czujnika nic już nie opada, pokrywa wraca na swoje miejsce. Dzięki temu unika się zanieczyszczeń wód opadowych. W długich okresach bezopadowych w odkrytym pojemniku gromadzi się bowiem unoszący się w powietrzu pył, pyłki roślin, niesione przez wiatr liście i inne przypadkowe obiekty, co może w znaczącym stopniu zmienić właściwości gromadzących się tam wód opadowych. Z drugiej jednak strony wszystkie te substancje też mają wpływ na roślinność i inne elementy powierzchni terenu. Z tego też powodu powszechnie używa się kolektorów „opadu całkowitego”, o odsłoniętym cały czas otworze (ryc. 34).



Ryc. 34. Chwytałce (kolektory) opadów atmosferycznych do badania ich składu chemicznego znajdują się w obrębie ogródka meteorologicznego stacji badawczej UAM w Storkowie na Pojezierzu Drawskim (Szpikowski 2018). W centralnej części zdjęcia widać chwytałce „opadu mokrego” z czujnikiem i pokrywą, a po prawej dwa chwytałce „opadu całkowitego” (polietylenowe leje na metalowych trójnogach).

Specjalistyczne kolektory „opadu mokrego” są bardzo kosztowne, a zatem ograniczymy się w realizacji naszych badań do samodzielnego przygotowania prostych i tanich chwytaczy „opadu całkowitego”. Można do ich zrobienia wykorzystać dużą polietylenową miskę czy też prostopadłościenny pojemnik. Naczynie to powinno być zrobione z niebarwionego (białego) polietylenu. Barwniki mogą bowiem wpływać na właściwości chemiczne wody opadowej wpadającej do chwytacza. Woda taka jest bardzo słabo zmineralizowana (tzw. miękka) i przez to agresywna chemicznie (jest silnym rozpuszczalnikiem). Nawet niewielka ilość substancji, która normalnie rozpuszcza się w wodzie powoli i w niewielkim stopniu, może zmienić znacząco skład chemiczny wody opadowej.

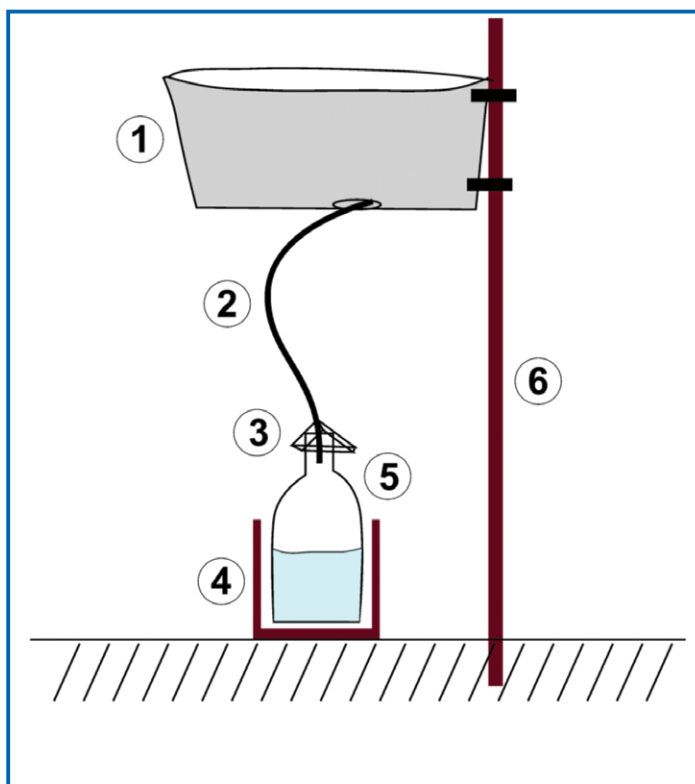
Wielkość naczynia (miski) użytej do przygotowania kolektora też ma duże znaczenie. Próbką potrzebną do wykonania pomiaru pH powinna mieć objętość co najmniej 0,5 litra. Żeby uzyskać taką objętość, nawet w przypadku małego opadu, potrzebna jest duża powierzchnia zbiorcza. Przeprowadźmy proste obliczenie. Średnia roczna suma opadów w Wielkopolsce mieści się dla większości jej obszaru w granicach od 500 do 600 mm. Ponieważ rok składa się z 52 tygodni, średni opad tygodniowy wynosi od 9,5 do 11,5 mm (0,95 do 1,15 cm). Dzieląc objętość potrzebnej próbki przez wysokość warstwy wody, możemy ocenić, na jakiej powierzchni powinniśmy „łapać” opad, żeby uzyskać 0,5 litra próbki. 0,5 litra to inaczej 500 cm³. 500 cm³ podzielone przez 0,95 cm daje ok. 526 cm², a podzielone przez 1,15 cm – ok. 435 cm². W przypadku okrągłego naczynia oznacza to jego średnicę od 24 do 26 cm ($= 2 \times \sqrt{P/\pi}$). Przez większość tygodni w roku jednak opady są mniejsze od średniej, a poza tym w ciepłej porze roku część „złapanego” w ciągu tygodnia opadu wyparuje. Dlatego też średnica miski powinna wynosić ok. 40 cm ($P \approx 1250 \text{ cm}^2$) lub więcej. W Wielkopolsce zdarza się też wyjątkowo, że w ciągu tygodnia spada ok. 100 mm (= 10 cm) opadu. W naczyniu o powierzchni 1250 cm² zebraloby się aż 12,5 litra wody.

Żeby ograniczyć straty wody na parowanie, należy użyć dużej miski (naczynia) jedynie do chwytania wody, która będzie z niej spływać do właściwego kolektora. W dnie miski należy wywiercić otwór. Z zewnątrz należy przykleić do niego silnym klejem lub silikonem polietylenową rurkę z niebarwionego tworzywa o długości ok. 1,5 m. Odpływ (wlot rurki) powinien być zabezpieczony drobną siatką przylepioną do dna miski. Ma to chronić rurkę przed zatkaniami, np. przez liście przywiane przez wiatr. Drugi koniec rurki będzie włożony do polietylenowej jednolitrowej butelki z niebarwionego / białego tworzywa. W butelce będzie się gromadzić opad schwyty w misce. Najlepiej użyć butelki z grubego polietylenu – czasem zrobione są z niego bidony dla kolarzy/rowerzystów. W ostateczności można też wykorzystać butelki, w których sprzedawana jest woda mineralna.

Miejsce, które jest odpowiednie do lokalizacji chwytacza opadów, powinno spełniać te same kryteria, co w przypadku miernika opadów w automatycznej stacji meteorologicznej (zadanie „Pogoda”). Najbardziej korzystne byłoby, gdyby oba urządzenia znajdowały się w tym samym miejscu, w odległości minimum 5 m jedno od drugiego.

Powierzchnia zbiorcza chwytacza powinna znajdować na wysokości ok. 1 m nad poziomem terenu (lub dachu). Ma to uniemożliwić dostawanie się do środka wody rozbryzgującej się na gruncie (powierzchni dachu) i ograniczyć możliwość wpadnięcia do środka drobnych zwierząt (najczęściej myszy lub żab). Taka wysokość jednocześnie umożliwia swobodne oczyszczenie i umycie wnętrza chwytacza. Chwytacz musi być tak zainstalowany, żeby go nie przewrócił ani nie porwał nawet silny wiatr. Miska może być np. przymocowana do solidnego drewnianego palika lub metalowego drążka wbitego głęboko w ziemię lub przykręconego do powierzchni dachu. Można też zrobić coś na kształt trójnogu, tak jak to jest widoczne na ryc. 34. Mocowanie miski (pojemnika) powinno być sztywne, ale umożliwiające jej zdejmowanie. Taka ewentualność jest potrzebna wówczas, gdy jej wnętrze jest wypełnione śniegiem. Należy wówczas miskę (pojemnik) zdjąć i przenieść do ogrzewanego pomieszczenia, żeby pobrać próbkę wody ze stopionego śniegu. Następnie należy ją ponownie zamocować na podstawie.

Butelka, w której będzie się zbierać próbka wody opadowej, powinna być umieszczona w pojemniku, który uniemożliwia jej przypadkowe przewrócenie (np. przez wiatr) i wylanie wody. Najlepiej, żeby była to prosta, drewniana skrzyneczka, do której będzie się wsuwać butelkę na próbkę. Powinna być ona pomalowana białą farbą. Ogranicza to nagrzewanie pojemnika przez słońce, a przez to zmniejsza parowanie próbki. Należy również pamiętać, że nieraz objętość „złapanej” wody opadowej będzie większa od pojemności kolektora (butelki). Nadmiar wody będzie się wylewał na zewnątrz. Nie powinna ona wpływać na stan pojemnika i spowodować jakiegokolwiek szkody w pobliżu chwytacza. Wlot butelki wokół wężyka doprowadzającego wodę z chwytacza powinien być osłonięty tak, aby do środka nie mogły się dostać przypadkowe zanieczyszczenia – najczęściej są to owady. Najlepiej jest umieścić na rurce przesuwany kołnierz (kryzę), który będzie chronił wlot butelki. Schemat tak przygotowanego chwytacza jest przedstawiony na ryc. 35.



Ryc. 35. Schemat konstrukcji prostego chwytacza opadów do analizy jego odczynu (pH): **1** – pojemnik zbierający opad (np. polietylenowa miska), **2** – polietylenowy wężyk odprowadzający „złapany” opad, **3** – przesuwany kołnierz (kryza) na wężyku uniemożliwiający dostawanie się zanieczyszczeń do kolektora, **4** – pojemnik (skrzynka) na kolektor opadu, **5** – kolektor opadu (polietylenowa butelka), **6** – wspornik chwytacza (drewniany lub metalowy palik).

POBÓR PRÓBEK WÓD OPADOWYCH DO POMIARU PH (ZADANIE 2)

Pobór próbek może być dokonywany dowolnego dnia tygodnia i o dowolnej porze. Musi to być jednak jeden dzień uzgodniony przez wszystkie grupy uczestniczące danego roku w realizacji zadania „Kwaśne deszcze”. Czas poboru próbek w konkretnej szkole nie powinien różnić się od uzgodnionego więcej niż ± 1 godzinę (2-godzinne „okno” czasowe). Należy w miarę możliwości unikać poboru próbki w czasie trwającego opadu.

Należy wykonać następujące czynności w podanej kolejności:

1. Wyjść z pojemnika butelkę zawierającą wodę opadową z całego tygodnia. Butelkę z próbką należy natychmiast opisać (numer tygodnia pomiarowego, data początku i końca okresu zbierania wody opadowej). Można do tego użyć wodoodpornego pisaka albo kartki papieru przymocowanej do butelki za pomocą gumki recepturki.

2. Pod wylot węża postawić wiadro lub inne naczynie. Zajrzeć do wnętrza chwytacza i wyjąć z niego duże przedmioty, które do niego wpadły w ciągu tygodnia. Najczęściej są to liście lub drobne gałązki przeniesione przez wiatr i duże owady. Dłonie przy tych czynnościach należy mieć zabezpieczone lateksowymi rękawicami. Przetrzeć całą wewnętrzną powierzchnię miski papierowym ręcznikiem zwilżonym wodą destylowaną. Na koniec spłukać wnętrze miski sporą ilością wody destylowanej.
3. Zabrać spod węża wiadro z wodą użytą do przepłukania miski. W pojemnik wstawić pustą butelkę na następną próbkę. Butelka ta powinna być wcześniej umyta ciepłą, ale nie gorącą, wodą z detergentem przy użyciu szczotki z tworzywa sztucznego, którą można bez problemu kupić w sklepie z chemią używaną w gospodarstwie domowym. Po umyciu butelkę należy dokładnie wypłukać wodą, najpierw kranową, a później drugi raz destylowaną. Myjąc butelkę, używamy lateksowych (gumowych) rękawiczek. Z jednej strony chronią one skórę, a z drugiej uniemożliwiają przeniesienie jakichś zanieczyszczeń z dłoni do butelki. Pusta butelka po myciu powinna zostać osuszona z zewnątrz papierowym ręcznikiem. Należy się też upewnić, że butelka została całkowicie opróżniona z wody destylowanej użytej do płukania.
4. Butelkę z próbką przenieść do pomieszczenia i umieścić w lodówce w temperaturze ok. 4°C i przechowywać w ciemności do momentu wykonania pomiarów pH na serii próbek z całego miesiąca.
5. Zimą mogą zdarzyć się następujące przypadki:
 - w chwytaczu znajduje się śnieg,
 - zawartość kolektora jest częściowo lub całkowicie zamrożona; w skrajnym przypadku butelka może być rozsadzona przez pęczniejący lód.

Jak już wspomniano poprzednio, w pierwszym wymienionym wyżej przypadku, miskę (chwytacz) trzeba zdjąć i przenieść do ogrzewanego pomieszczenia (temperatura pokojowa ~20°C), a następnie pobrać próbkę wody ze stopionego śniegu. Nie przyspieszać specjalnie topnienia poprzez wyższą temperaturę (np. poprzez stawianie chwytacza na grzejniku). Jeśli oprócz śniegu w misce chwytacza w kolektorze znajdowała się też woda, obie próbki należy połączyć. Najlepiej jest je wlać do jednego dużego naczynia z niebarwionego polietylenu, wymieszać i zlać ponownie do litrowej butelki, która trafi do lodówki. Nadmiar objętości ponad litr można wylać. Unikać kontaktu pobieranej wody ze skórą dłoni lub jakimikolwiek substancjami, które mogłyby zanieczyścić próbkę. Może to być jedynie niebarwione tworzywo sztuczne umyte wodą destylowaną i nowe lateksowe rękawice.

W sytuacji, kiedy zawartość kolektora jest zamrożona, należy przed włożeniem butelki do lodówki stopić lód w temperaturze pokojowej. W tym czasie można sprawdzić, czy butelka nie pękła na mrozie i czy jej zawartość nie wycieka. Jeśli kolektor został zniszczony przez pęczniejący lód, lecz ten lód nie stopniał i znajduje się dalej w pojemniku, to można go przenieść do ciepłego pomieszczenia, stopić i wlać do butelki na próbkę, zachowując przy tym wszystkie zasady ograniczające możliwość jej zanieczyszczenia.

WYKONYWANIE POMIARÓW PH PRÓBEK I ARCHIWIZACJA ICH WYNIKÓW (ZADANIE 3)

W trakcie wykonywania tego zadania należy zachować wszystkie reguły czystości laboratoryjnej. Jak już wspomniano poprzednio, nie powinno się dopuścić do kontaktu pobieranej wody ze skórą dłoni lub jakimikolwiek substancjami, które mogłyby zanieczyścić próbkę. Może to być jedynie szkło laboratoryjne i niebarwione tworzywo sztuczne umyte wodą destylowaną i nowe lateksowe rękawice.

W opisach metodyki analiz chemicznych wód opadowych (Kostrzewski i in. 2006b) zalecane jest wykonywanie pomiaru pH w czasie do 6 godzin od pobrania próbki. W przechowywanej dłużej wodzie zachodzą bowiem, niezależnie od sposobu jej przechowywania, samoistne reakcje chemiczne zmieniające wartość pH. W realizacji zadania „Kwaśne deszcze” nie chodzi jednakże o bardzo precyzyjne pomiary, lecz o określenie klasy kwasowości opadów (przedziału wartości pH). Polecane jest przeprowadzenie z uczniami eksperymentu pokazującego wpływ czasu i sposobu przechowywania próbek wody opadowej na wartość mierzonego pH.

Można go przeprowadzić w następujący sposób:

- Na tydzień, w którym według długookresowych prognoz pogody przewidywane są duże opady, umieścić kolektor o pojemności 3, a najlepiej 5 litrów (zamiast 1-litrowej butelki).
- Jeśli zbierze się co najmniej 3 litry wody, to można przeprowadzić eksperyment.
- Odląć 1 litr na „normalną próbkę” i umieścić standardowo w lodówce.
- Pozostałą wodę rozlać po ok. 0,25 l do butelek półlitrowych po wodzie mineralnej (wmytych i wypłukanych wodą destylowaną). Butelki oznaczyć w następujący sposób: 1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B i tak dalej. Butelki oznaczone literą „A” mają być przechowywane w ciemności w lodówce, a literą „B” w temperaturze pokojowej i niechronione przed światłem. W małej zlewce pozostawić ok. 150 cm³ (mililitrów) próbki.
- Wykonać pomiar pH wody w zlewce (pomiar bezpośrednio po pobraniu próbki).
- Wykonać na próbkach 1A i B pomiar pH po upływie jednej doby od pobrania próbek. Na próbkach 2A i 2B po tygodniu, a na próbkach 3A i B po miesiącu.
- Opisać i spróbować zinterpretować wyniki eksperymentu.

Ocenę wpływu czasu przechowywania na wyniki pomiarów można też uzyskać ze standardowych pomiarów. Nie należy wylewać wody z butelki z ostatnią próbką tygodniową z każdego miesiąca po wykonaniu pomiarów, a przechować w lodówce przez kolejny miesiąc. Następnie, przy okazji badania następnej miesięcznej serii próbek, ponownie wykonać pomiar pH i porównać wyniki.

Ogólny plan wykonywania pomiarów i archiwizacji ich wyników jest następujący:

- Butelki z próbkami z lodówki należy wyjąć na pół godziny przed rozpoczęciem pomiarów, żeby ogrzały się do temperatury pokojowej.
- Przygotować 4 (5, 6) umytych zlewek laboratoryjnych o pojemności 250 cm³. Zlewki wyraźnie opisać (ponumerować).
- Przygotować miernik z elektrodą pH, czujnikiem temperatury, wzorce pehametryczne oraz tryskawkę z wodą destylowaną i bibułę (zamiennik – niebarwiony papierowy ręcznik).
- Do zlewek nalać po ok. 150 cm³ wody z poszczególnych próbek (butelek). Zanotować, w której zlewce znajduje się jaka próbka.
- Wykonać pomiar pH według zamieszczonego poniżej opisu. Wyniki zapisać w pamięci miernika i zanotować na papierze.
- Wykonać obliczenia średniego miesięcznego pH i ładunku jonów wodorowych dostarczonych każdego tygodnia i miesiąca z opadami do gleby. Opis wykonywania tych obliczeń znajduje się poniżej.
- Zarchiwizować w postaci elektronicznej wyniki pomiarów – np. wpisać do tabeli przygotowanej w arkuszu kalkulacyjnym MS Excel. Wzór takiej tabeli zamieszczono poniżej.

OPIS ZASAD WYKONYWANIA POMIARÓW PH

Szczegółowe opisy teorii i metodyki pomiarów pH metodą potencjometryczną można znaleźć w Internecie, wpisując do wyszukiwarki zapytanie „wykonywanie pomiarów pH metodą potencjometryczną”. Kilka adresów z takimi tekstami, sprawdzonych 3 czerwca 2018 roku, zamieszczono poniżej:

- <http://beta.chem.uw.edu.pl/people/MMaj-Zurawska/peha.htm>
- <http://home.agh.edu.pl/~leyko/chf/6.doc>
- http://www.farmacja.cm.uj.edu.pl/documents/41668/129484747/Cwiczenie_2_Pehamtria_AM.pdf/b5b7243e-1239-443c-92a3-8c578da795d0
- http://polymers.polsl.pl/students/materials/LAB/INZ/INZ_SEM4_L5_PH.pdf
- http://www.chemia.uni.lodz.pl/kchs/index_pliki/Dokumenty/8.pdf

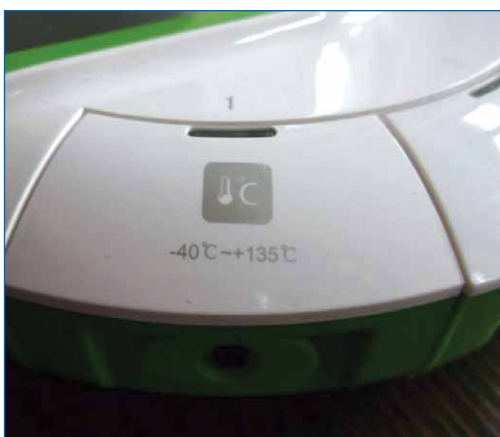
Zamieszczony w załączniku 1 opis jest uproszczony i dostosowany do specyfikacji miernika SenseDisc produkowanego przez firmę Jianguo SWR Co.,Ltd. (Chiny).



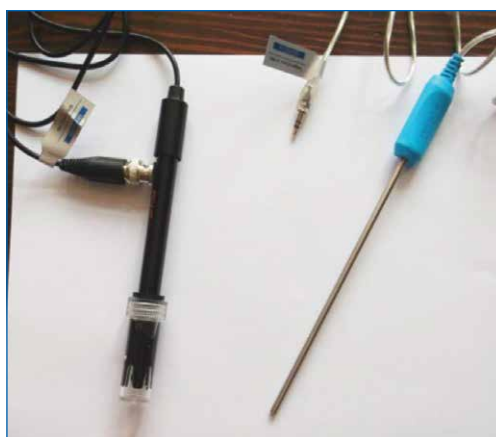
Ryc. 36. Czujnik SenseDisc z podłączonym zasilaczem sieciowym.



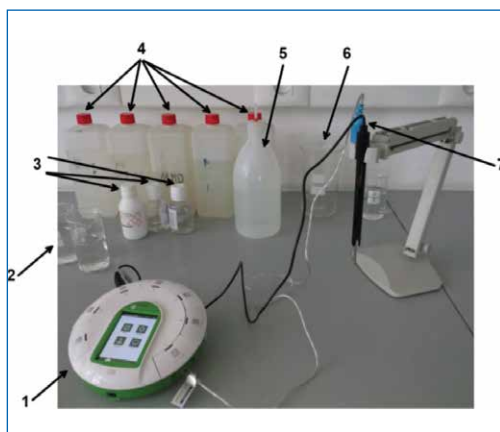
Ryc. 37. Moduł do pomiarów pH miernika SenseDisc. Zwróć uwagę na widoczne gniazdo BNC do podłączenia elektrody kombinowanej.



Ryc. 38. Moduł do pomiarów temperatury miernika SenseDisc. Zwróć uwagę na widoczny wtyk do podłączenia elektrody pomiarowej.



Ryc. 39. Elektrody do pomiaru pH (po lewej) i temperatury (po prawej) dołączane z czujnikiem SenseDisc.



Ryc. 40. Stanowisko do pomiaru pH wód opadowych: **1** – urządzenie SenseDisc z podłączonymi elektrodami do pomiaru pH (czarny kabel) i pomiaru temperatury (biały kabel); **2** – zlewki laboratoryjne z wodą z próbek opadów; **3** – pojemniki ze wzorcami pehametrycznymi; **4** – butelki z próbkami wody opadowej z kolejnych tygodni; **5** – butelka z wodą destylowaną, tzw. tryskawka; **6** – większa zlewka na wodę destylowaną po płukaniu elektrod; **7** – elektrody umieszczone na specjalnym statywie – wysięgniku.



Ryc. 41. Elektrody zanurzone w zlewce z próbką wody opadowej w trakcie pomiaru.



Ryc. 42. Oplukiwanie elektrod po pomiarze wodą destylowaną z tryskawki (po lewej), a następnie osuszanie ich powierzchni za pomocą papierowego ręcznika przed wykonaniem następnego pomiaru.

ZASADY PRZELICZANIA WYNIKÓW POMIARÓW PH PRÓBEK WÓD OPADOWYCH (ZADANIE 3)**OBLICZANIE ŚREDNIEJ WARTOŚCI PH (KOSTRZEWSKI I IN. 2006A)**

Ponieważ pH jest jednostką logarymiczną, nie można ze zbioru danych pomiarowych policzyć średniej arytmetycznej tak, jak to robimy z danymi składającymi się ze „zwykłych liczb”. Zmiana pH o jednostkę to zmiana o czynnik 10 (logarytm dziesiętny). Jeśli chcielibyśmy policzyć średnią dla dwóch próbek opadów, z których jedna miała pH równe 7, a druga 4, to **prawidłowy wynik nie wynosi 5,5**, ponieważ 7 pH różni się od 4 nie o 3 jednostki stężenia jonów hydroniowych tylko o 1000. **Prawidłowe średnie pH wynosi w tym wypadku 4,3**. Procedura obliczania składa się z trzech kroków:

1. Przeliczenie wartości pH na stężenie jonów hydroniowych według wzoru:

$$[H_3O^+] = 10^{-pH}.$$

Najłatwiej można wykonać to obliczenie w arkuszu kalkulacyjnym MS Excel albo innym z nim kompatybilnym (np. Open Office – <https://www.openoffice.org/pl/>). Jeśli zmierzone wartości pH wpisujemy w kolumnę B, poczynając od komórki drugiej, to jest B2, to dowolnej innej komórki (np. C2) powinniśmy wpisać następującą formułę: **=(10^(-A2))** i nacisnąć klawisz [ENTER]. W polu komórki pojawi się wynik przeliczenia formuły. W polu zapamiętany jest także wpisany wzór. Możemy łatwo skopiować go do kolejnych, leżących poniżej komórek, używając kombinacji klawiszy [Ctrl+C] i [Ctrl+V] lub funkcji autowypełniania. Przeliczone zostaną wtedy wartości z pola A3, A4, A5... i kolejnych – tylu, na ile komórek skopiowaliśmy formułę. Kopię ekranu z programu MS Excel demonstrującą te operacje przedstawiono na ryc. 43.

2. Obliczenie średniej arytmetycznej stężeń jonów $[H_3O^+]$. Kontynuując obliczenia w Excelu, korzystamy z funkcji statystycznej **=ŚREDNIA(liczba1;[liczba2];...)**. Na przykładzie przedstawionym na ryc. 43, obliczając w komórce C10 średnią z komórek w zakresie od C2 do C9, wpisujemy formułę **=ŚREDNIA(C2:C9)**.
3. Kończymy całą procedurę, przeliczając średnią arytmetyczną stężenia jonów hydroniowych do skali pH według wzoru:

$$\text{średnie pH} = -\log_{10}\text{średnia}[H_3O^+].$$

Aby policzyć to w arkuszu kalkulacyjnym Excela, do dowolnej komórki wpisujemy formułę z funkcją logarytmu dziesiętnego: **=-log10(liczba)**. W przykładzie przedstawionym na ryc. 43 moglibyśmy to zapisać następująco: **=-log10(C10)**.

OBLICZANIE ŚREDNIEJ WAŻONEJ WARTOŚCI PH (KOSTRZEWSKI I IN. 2006A)

Zwykła średnia arytmetyczna nie jest jednak najbardziej odpowiednia dla określenia przeciętnej (typowej) wartości odczynu opadów. Wyobraźmy sobie następującą sytuację. Wróciliśmy do domu po długim spacerze w mroźny, zimowy dzień z bardzo zmarzniętymi stopami. Najlepszym sposobem na szybkie ogrzanie zmarzniętych i bolących stóp jest wymoczenie ich w ciepłej wodzie. Tata przygotował więc dla nas miednicę, do której nalał 1 litr wrzącej wody (o temperaturze 100°C) z czajnika i 3 litry zimnej wody (20°C) z kranu. Jaka jest temperatura wody w miednicy? Czy możemy ją obliczyć za pomocą zwykłej średniej arytmetycznej, to jest $100 + 20/2 = 60^\circ\text{C}$? Oczywiście nie, bo porcje gorącej i zimnej wody różniły się objętością. Wody zimnej było trzy

razy więcej niż gorącej, więc w obliczaniu średniej wartości temperatury powinna ona być trzy razy „ważniejsza”. Tak dochodzimy do definicji średniej ważonej. Żeby prawidłowo obliczyć temperaturę wody w miednicy, musimy uwzględnić zróżnicowanie znaczenia każdej jej porcji – czyli jej „wagę”. Robimy to w następujący sposób: mnożymy temperaturę każdej porcji wody przez jej objętość, a następnie sumujemy te iloczyny. Na koniec wynik dzielimy przez całkowitą objętość wody, czyli sumę objętości obu porcji (lub inaczej sumę wag). Obliczenie wygląda zatem następująco:

$$T_{wody} = \frac{(100 \times 1) + (20 \times 3)}{1 + 3} = \frac{160}{4} = 40^{\circ}\text{C}.$$

A zatem rzeczywista temperatura wody w miednicy wynosi 40°C , co jest bardziej odpowiednie do moczenia zmarzniętych stóp.

Formalny zapis średniej ważonej (X_w) jest następujący:

$$X_w = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \times w_i}{\sum_{i=1}^n w_i},$$

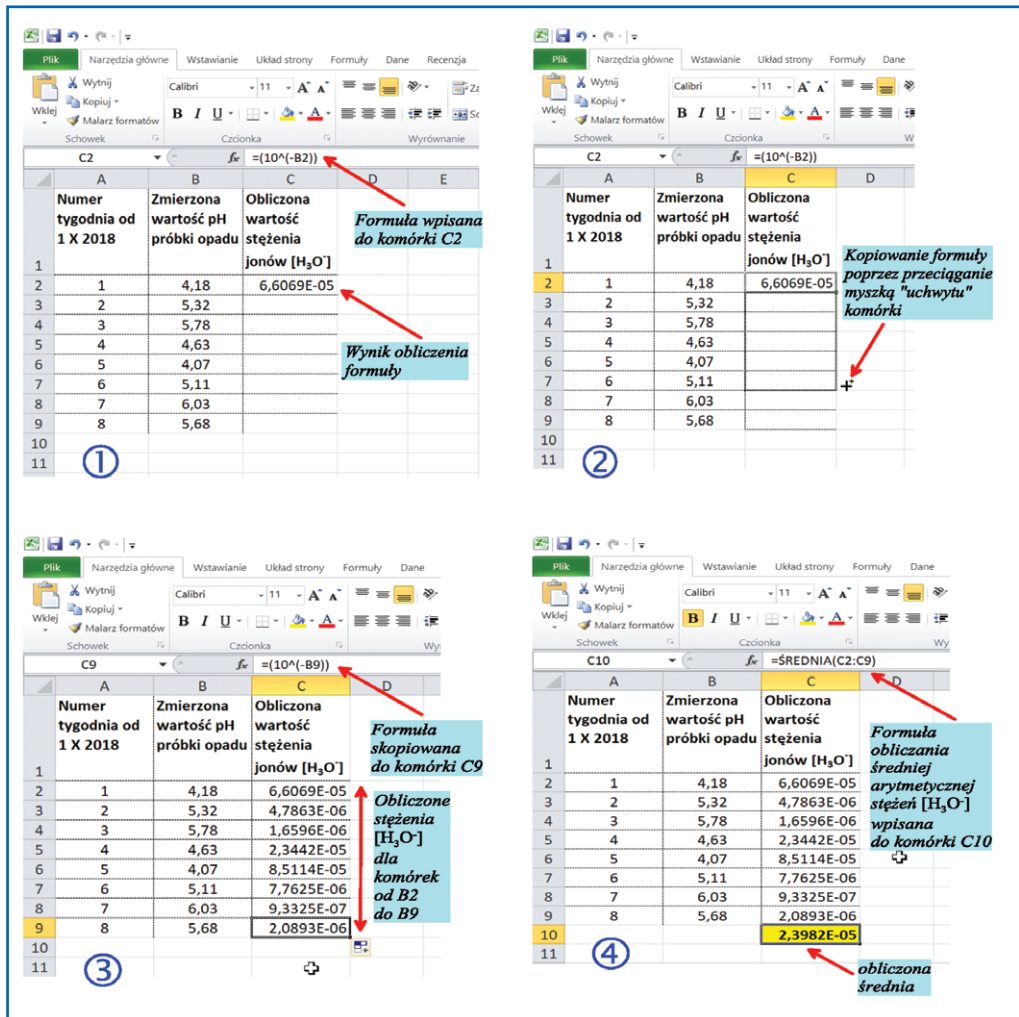
Gdzie:

C_i to wartość mierzonego parametru (w naszym przypadku stężenie jonów hydroniowych próbki wody z tygodnia) w konkretnej próbce i , w_i to waga (znaczenie) próbki i (w naszym przypadku suma opadów z tygodnia), Σ to suma dla próbek od pierwszej do ostatniej (i od 1 do n).

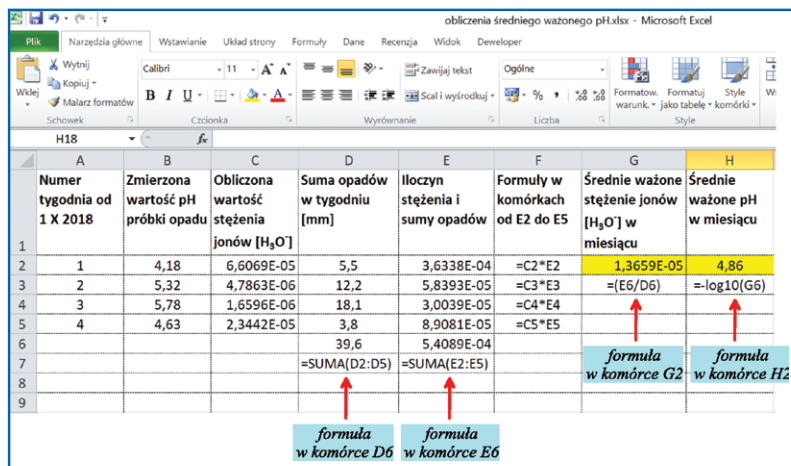
W sytuacji serii pomiarowych pH wody opadowej wagą musi być suma opadów z tygodnia, z którego została pobrana próbka. Gdyby tego nie uwzględnić, w zwykłej średniej arytmetycznej tak samo traktowane byłoby pH opadu z tygodnia, w którym spadło 5 mm deszczu i tygodnia, w którym tego deszczu było 10 razy więcej (50 mm). Dane tygodniowych sum opadów obliczamy z sum dobowych rejestrowanych za pomocą czujnika wchodzącego w skład automatycznej stacji meteorologicznej (zadanie „Pogoda”). Procedurę obliczenia średniej ważonej należy przeprowadzić w następującej kolejności:

1. Przeliczyć pH kolejnych próbek z miesiąca do stężenia jonów hydroniowych $[\text{H}_3\text{O}^+]$ – szczegółowe wyjaśnienie było zamieszczone powyżej – w kolumnie arkusza kalkulacyjnego.
2. W odpowiednich wierszach tabeli wpisać sumy opadów atmosferycznych z poszczególnych tygodni.
3. W kolejną kolumnę tabeli wpisać formułę wzoru mnożenia zawartości komórek z wartościami stężenia jonów hydroniowych i sumy opadów z danego tygodnia (np. w komórkę **E2** wpisać wzór **=C2*D2**).
4. Policzyc sumę opadów dla wszystkich tygodni w miesiącu i sumę iloczynów z punktu 3 (np. do komórki **D6** wpisać formułę **=suma(D2:D5)**, a do komórki **E6** formułę **=suma(E2:E5)**).
5. Podzielić sumę iloczynów stężeń i opadów przez sumę opadów (np. w komórce **F6** wpisać formułę **=E6/D6**).
6. Przeliczyć średnią ważoną miesięcznego stężenia jonów hydroniowych na skalę pH – szczegółowe wyjaśnienie było podane powyżej (np. do komórki **G6** wpisać formułę **=-log10(F6)**).

Sposób obliczania średniej ważonej pH w arkuszu kalkulacyjnym Excel jest przedstawiony na ryc. 44.



Ryc. 43. Przeliczenie zmierzonych wartości pH na stężenia [H₃O]⁺ w arkuszu kalkulacyjnym Excel: **1** - wpisanie formuły do komórki C2, **2** - kopiowanie formuły na kolumnę tabeli, **3** - końcowy efekt obliczeń stężeń [H₃O]⁺ w kolumnie tabeli, **4** - wpisana do komórki C10 formuła obliczeń średniej arytmetycznej stężeń [H₃O]⁺ dla komórek od C2 do C9. Zwróć uwagę na sposób zapisu stężeń [H₃O]⁺. Jest to format wykładniczy używany do zapisu bardzo małych i bardzo dużych liczb. Na przykład zapis 6,6069E-05 w komórce C2 oznacza liczbę 0,00006069 (6 na piątym miejscu po przecinku).



Ryc. 44. Obliczenie średniego ważonego pH w miesiącu w arkuszu kalkulacyjnym Excel. Formuły w komórkach D7, E7, G3 i H3 są wpisane tylko dla objaśnienia zawartości komórek D6, E6, G2 i H2.

3 SCENARIUSZ ZADANIA

HAŁAS W ŚRODOWISKU – ŹRÓDŁA, ZMIENNOŚĆ W CZASIE I W PRZESTRZENI ORAZ WPŁYW NA JAKOŚĆ ŻYCIA

Celem niniejszego zadania jest teoretyczne i praktyczne poznanie problematyki hałasu, a także jego znaczenia dla środowiska przyrodniczego i społecznego, poprzez wykonanie i interpretację map akustycznych swojej miejscowości (fragmentu miejscowości / otoczenia szkoły) i badania opinii społecznej.

85

WPROWADZENIE

Kiedy rozważamy problem zanieczyszczeń w środowisku, najczęściej mamy na myśli gazy i pyły w powietrzu, jak też ścieki w wodach. Niewiele osób, w pierwszym rzędzie, wymienia hałas i sztuczne światło jako powszechne formy zanieczyszczeń, choć w istocie właśnie tak jest. Wynika to z roli zmysłów słuchu i wzroku w naszym funkcjonowaniu jako organizmu i członka społeczeństwa.

Dźwięki służą nam do porozumiewania się i odbioru ważnych dla naszego bezpieczeństwa sygnałów z otoczenia. Obok tej ewolucyjnie uwarunkowanej i pożądanej funkcji, dźwięk może też przeszkadzać, a nawet szkodliwie oddziaływać na człowieka. **Hałas** jest definiowany jako niechciany dźwięk, a Międzynarodowa Organizacja Pracy określa takim mianem każdy sygnał dźwiękowy, który może doprowadzić do utraty słuchu, albo być szkodliwy dla zdrowia lub niebezpieczny z innych względów.

LITERATURA NA TEMAT HAŁASU

Literatury dotyczącej zagadnień akustyki, hałasu „środowiskowego” i jego wpływu na zdrowie ludzkie, metod oceny hałasu, ochrony przed jego negatywnymi skutkami jest bardzo dużo. Wiele wartościowych pozycji obecnie udostępniono bezpłatnie w postaci elektronicznej w Internecie. Z tego względu w niniejszym wprowadzeniu ograniczono się do omówienia tylko niektórych zagadnień. Na końcu opisu scenariusza zajęć zamieszczono obszerny spis literatury. Są to jednakże tylko wybrane, ważniejsze publikacje, które powinny być punktem startu do własnych, dalszych, poszukiwań pozycji nowszych lub bardziej specjalistycznych. Większość znajdujących się w spisie pozycji jest dostępnych w postaci elektronicznej. W spisie oprócz zwykłej notki bibliograficznej podano w takim przypadku także adres internetowy (ang. *link*), z którego daną pozycję można skopiować. Są to zazwyczaj dokumenty w postaci plików PDF (w sprawie korzystania z plików PDF – patrz ramka „Pliki PDF” w scenariuszu „Pogoda...”). Pozycje literatury, dla których nie podano adresów internetowych, nie są dostępne publicznie, lub też uzyskanie dostępu wymaga uiszczenia zapłaty. Są one jednak w posiadaniu opiekunów merytorycznych CMDW i ich wykorzystanie jest możliwe z ograniczeniami wynikającymi z zasad respektowania praw autorskich i majątkowych. Poza tym w tekście scenariusza wskazywane są liczne źródła internetowe (adresy witryn WWW), których przeważnie nie zamieszczono w spisie literatury. Są to w większości przypadków bardzo wartościowe materiały informacyjne, z których warto skorzystać. Aby usprawnić korzystanie ze spisu literatury, którego pozycje są uporządkowane alfabetycznie, a nie tematycznie, poniżej umieszczono swojego rodzaju klucz ułatwiający znalezienie literatury do dwunastu grup tematycznych. Należy zwrócić uwagę,

że wiele publikacji odnaleźć można w kilku grupach tematycznych. Wprowadzono również podział na pozycje w języku polskim i angielskim.

GRUPY TEMATYCZNE:

1. **Podstawowe pojęcia i wzory z zakresu akustyki.** Pozycje w języku polskim: Kirpluk 2017. Pozycje w języku angielskim: Brüel&Kjær 2001.
2. **Hałas środowiskowy.** Pozycje w języku polskim: GIOŚ 2016, Mapa 2017. Pozycje w języku angielskim: Brüel&Kjær 2001, Licitra 2013, Murphy, King 2014, Zannin 2016.
3. **Hałas w Unii Europejskiej i na świecie.** Pozycje w języku polskim: Senat RP 2012. Pozycje w języku angielskim: EEA 2014, EEA 2016, Licitra 2013.
4. **Hałas w Polsce.** Pozycje w języku polskim: Czerniak i in. 2007, GIOŚ 2018, Lebidowska 2007, NIK 2014, Pałęga 2018, Senat RP 2012, Trzyniec 2019. Pozycje w języku angielskim: EEA 2014, EEA 2016.
5. **Hałas w Wielkopolsce.** Pozycje w języku polskim: Czerniak i in. 2007, Kołaska i in. 2018a, 2018b, Mapa 2017.
6. **Hałas w szkołach.** Pozycje w języku polskim: Kolawa, Hadryś 2016, Koszarny, Jankowska 1995, Wilczyński i in. 2012. Pozycje w języku angielskim: Silva i in. 2016.
7. **Regulacje prawne dotyczące hałasu.** Pozycje w języku polskim: Dziennik Ustaw 2007, 2012, GIOŚ 2016, Koława, Hadryś 2016, NIK 2014, Senat RP 2012. Pozycje w języku angielskim: Brüel&Kjær 2001, Licitra 2013, Zannin 2016.
8. **Metody badania hałasu i mapy akustyczne.** Pozycje w języku polskim: Czerniak i in. 2007, GIOŚ 2016, Lebidowska 2007, Pałęga 2018, Trzyniec 2019. Pozycje w języku angielskim: Brüel&Kjær 2001, Licitra 2013, Murphy, King 2014, Zannin 2016.
9. **Wykorzystanie smartfonów/tabletów do pomiarów hałasu. Projekt „Noise-Planet”.** Pozycje w języku polskim: brak. Pozycje w języku angielskim: Bocher i in. 2016, 2017, Celestina i in. 2018, Guillaume i in. 2016, iStage2 2014, Murphy, King 2016, Noise-Planet 2019, Picaut i in. 2019, Zamora i in. 2017, Zuo i in. 2016.
10. **Badania opinii społecznej na temat hałasu.** Pozycje w języku polskim: CBOS 2009, Kolawa, Hadryś 2016, NIK 2014, Senat RP 2012. Pozycje w języku angielskim: Licitra 2013.
11. **Wpływ hałasu na zdrowie.** Pozycje w języku polskim: Pawlas 2015, Senat RP 2012. Pozycje w języku angielskim: EEA 2014, Murphy, King 2014, WHO 2011, Zannin 2016.
12. **Ochrona przed hałasem.** Pozycje w języku polskim: CBOS 2009, NIK 2014, Senat RP 2012. Pozycje w języku angielskim: Brüel&Kjær 2001, EEA 2014, Licitra 2013, Murphy, King 2014.

HAŁAS ŚRODOWISKOWY W EUROPIE, POLSCE I WIELKOPOLSCE

Dobre podsumowanie problematyki hałasu w skali całej Europy znajduje się w dwóch raportach opublikowanych przez Europejską Agencję Ochrony Środowiska (EEA 2014, EEA 2016). Najważniejsze wnioski z tego pierwszego opracowania są wymienione poniżej.

1. Zanieczyszczenie hałasem jest bardzo ważnym problemem zdrowotnym w Europie.
2. Najbardziej dominującym źródłem hałasu w środowisku jest ruch drogowy; szacuje się, że 125 mln osób cierpi ze względu na wywołany nim hałas o natężeniu większym niż 55 decybeli (dB) L_{dwn} (poziom dzień-wieczór-noc).
3. Hałas w otoczeniu (tzw. hałas środowiskowy) powoduje w Europie każdego roku co najmniej 10 000 przypadków przedwczesnej śmierci.

4. Prawie 20 milionów dorosłych osób jest zirytowanych ze względu na hałas w otoczeniu, a kolejne 8 milionów cierpi na zaburzenia snu spowodowane hałasem środowiskowym.
5. Każdego roku hałas środowiskowy stanowi przyczynę ponad 900 000 przypadków nadciśnienia tętniczego.
6. Zanieczyszczenie hałasem powoduje w Europie 43 000 hospitalizacji rocznie.
7. Lepszej oceny wymaga wpływ hałasu na szerszy krajobraz dźwiękowy, a w tym szczególnie na obszary chronione o dużych walorach przyrodniczych.

Mając na względzie zalecenie z ostatniego punktu wyżej przedstawionych konkluzji raportu EEA z roku 2014, w kolejnych latach zostało przygotowane i opublikowane kolejne opracowanie (EEA 2016), koncentrujące się tym razem na identyfikacji obszarów ciszy – nie zanieczyszczonych hałasem. Jego wyniki nie są zbyt optymistyczne. W gęsto zaludnionej i uprzemysłowionej Europie tylko 18% terenów lądowych nie jest narażone na podwyższony poziom hałasu. Najbardziej niepokojące pozostaje to, że jedynie 27% ogólnoeuropejskich obszarów chronionych w ramach sieci Natura 2000, można uznać za „naturalnie” ciche. W sumie jedna trzecia terenów wiejskich w Europie jest narażona na hałas spowodowany działalnością człowieka, podczas gdy aż jedną piątą obszarów chronionych bezpośrednio dotyka zanieczyszczenie hałasem. Może to stanowić wyraźne zagrożenie dla zwierząt z wielu gatunków wrażliwych na hałas.

Efektym kartograficznym raportu „Obszary ciszy w Europie” (ang. Quiet areas in Europe, EEA 2016), jest mapa „wskaźnika ciszy” (ang. Quietness Suitability Index, QSI). Zagregowano w niej informacje dotyczące odległości od głównych źródeł hałasu (dróg, linii kolejowych, lotnisk, aglomeracji miejskich) z charakterem pokrycia/użytkowania terenu. Mapa ma rozdzielczość 100 m i obejmuje wszystkie kraje Unii Europejskiej oraz niektóre państwa stowarzyszone (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/quietness-suitability-index-qi-1>). Wartości wskaźnika QSI określono w skali od 0 do 100, gdzie 0 oznacza miejsca hałaśliwe, a 100 – „naturalnie” ciche obszary w otwartym terenie (na przykład w bezwietrzną pogodę na środku dużego zbiornika wodnego). Wartości pośrednie obejmują cały szereg sytuacji występujących na terytorium Europy. Wskaźnik ciszy (QSI) powyżej 50 jest uważany za wysoki, i obejmuje między innymi lasy lub grunty użytkowane głównie rolniczo, ale ze znaczącym udziałem roślinności „naturalnej”.

Z mapy QSI obejmującej terytoria 33 europejskich państw wyodrębniono obszar Polski i policzono statystyki „wskaźnika ciszy” dla poszczególnych województw oraz powiatów województwa wielkopolskiego (tab. 9 i 10). Poza tym na rycinie 45 zademonstrowano mapę zmienności QSI w obrębie województwa wielkopolskiego. Najbardziej cicho jest w województwie warmińsko-mazurskim (średnie QSI \approx 48), a najbardziej hałaśliwie w województwie śląskim (średnia QSI \approx 27). Wielkopolska ze średnim „wskaźnikiem ciszy” równym 39 mieści się dokładnie w środku listy (tab. 9). W obrębie województwa wielkopolskiego najmniej narażeni jesteście na niechciane dźwięki w powiecie czarnkowsko-trzcianeckim i międzychodzkiem (QSI > 50, tab. 10). Wśród gmin prym wiodą Sieraków, Wieleń, Wronki i Drawsko (QSI > 55). Najgorzej pod względem hałasu jest w powiatach miejskich (Kalisz, Leszno, Poznań i Konin), gdzie średnie QSI jest mniejsze od 10. W pięciu gminach oszacowano wartość średniego QSI poniżej 1 (!). Są to, idąc o końca, Luboń, Kościan, Koło, Ostrów Wielkopolski i Obrzycko. Najbardziej niepokoi to, że w wymienionych na końcu powiatach i gminach trudno znaleźć jakiegokolwiek ciche miejsce. Trzeci kwartył (Q75) jest w nich równy 0, co oznacza, że co najmniej 75% ich powierzchni ma minimalną możliwą wartość wskaźnika ciszy.

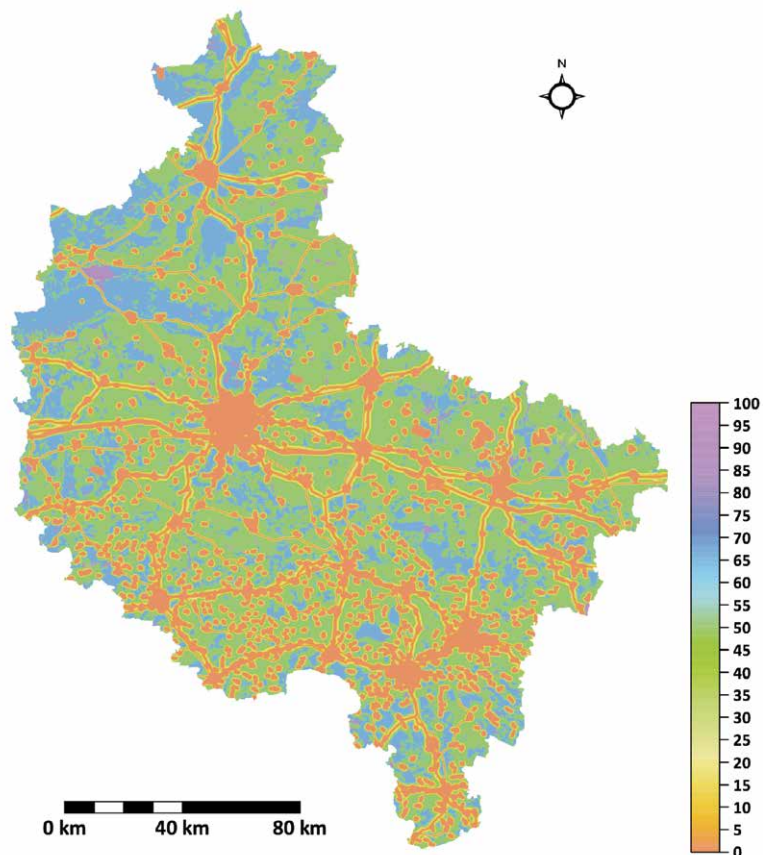
Tab. 9. ŚREDNIA WARTOŚĆ „WSKAŹNIKA CISZY” (ANG. QUIETNESS SUITABILITY INDEX, QSI) DLA WOJEWÓDZTW OBLICZONA Z OGÓLNOEUROPEJSKIEJ MAPY O ROZDZIELCZOŚCI 100 M (EEA, 2016). Wskaźnik ma wartości od 0 (obszar maksymalnie zanieczyszczony sztucznym hałasem) do 100 (... pozbawiony sztucznego hałasu). Województwa i powiaty zostały posortowane od najmniej zanieczyszczonego hałasem do najbardziej hałaśliwego.

KOD	WOJEWÓDZTWO	ŚREDNIA
s28	warmińsko-mazurskie	48,0
32	zachodniopomorskie	46,1
20	podlaskie	45,9
22	pomorskie	45,4
8	lubuskie	43,8
4	kujawsko-pomorskie	43,7
18	podkarpackie	40,8
30	wielkopolskie	39,0
14	mazowieckie	37,9
6	lubelskie	37,4
12	małopolskie	36,8
26	świętokrzyskie	34,4
10	łódzkie	34,2
2	dolnośląskie	33,8
16	opolskie	29,9
24	śląskie	26,9

Tab. 10. ŚREDNIA WARTOŚĆ WSKAŹNIKA QSI DLA POWIATÓW WOJEWÓDZTWA WIELKOPOLSKIEGO. Szczegółowe objaśnienia jak przy tab. 9.

KOD	POWIAT	ŚREDNIA
3002	powiat czarnkowsko-trzcieński	51,6
3014	powiat międzychodzki	50,8
3031	powiat złotowski	49,6
3028	powiat wągrowiecki	46,9
3024	powiat szamotulski	46,8
3001	powiat chodzieski	46,6

3016	powiat obornicki	46,0
3026	powiat śremski	44,4
3018	powiat ostrzeszowski	43,3
3003	powiat gnieźnieński	42,2
3005	powiat grodziski	41,3
3015	powiat nowotomyski	40,8
3019	powiat pilski	40,6
3010	powiat koniński	39,6
3029	powiat wolsztyński	39,4
3023	powiat słupecki	39,0
3025	powiat średzki	37,7
3009	powiat kolski	37,0
3027	powiat turecki	36,7
3011	powiat kościański	35,9
3030	powiat wrzesiński	35,3
3007	powiat kaliski	34,2
3021	powiat poznański	33,7
3020	powiat pleszewski	33,5
3013	powiat leszczyński	31,7
3012	powiat krotoszyński	31,1
3006	powiat jarociński	30,4
3004	powiat gostyński	30,1
3022	powiat rawicki	29,8
3017	powiat ostrowski	29,4
3008	powiat kępiński	26,8
3062	miasto Konin	8,1
3064	miasto Poznań	4,5
3063	miasto Leszno	2,6
3061	miasto Kalisz	1,5



Ryc. 45. Mapa „wskaźnika ciszy” (ang. Quietness Suitability Index, QSI, EEA 2016) województwa wielkopolskiego. Szczegółowe objaśnienia w tekście i przy tabelach 9 i 10.

WPŁYW HAŁASU NA ZDROWIE. NORMY PRAWNE DOTYCZĄCE DOPUSZCZALNYCH POZIOMÓW HAŁASU

Hałas jest główną przyczyną uszkodzenia słuchu (https://sound.eti.pg.gda.pl/student/ochrona/12_Ubyt-kiSluchu.pdf). „Może do tego dojść po jednorazowym wysłuchaniu głośnego dźwięku, np. wystrzału z broni, lub też stopniowo pod wpływem przebywania w miejscu, w którym poziom hałasu stale waha się w okolicy 75-85 decybeli. Słuch tracimy m.in. wraz z komórkami rzęsatymi, inaczej zwanymi zmysłowymi. Wchodzą one w skład narządu Cortiego. Odpowiadają za prawidłowy odbiór dźwięków z otoczenia przez człowieka. Niestety, komórki te u ssaków nie potrafią się regenerować. Niemożliwe jest więc naturalne odzyskanie utraconego w ten sposób słuchu. Jego pogorszenie wiąże się z niemożliwością zrozumienia np. mowy, a to ma poważne konsekwencje społeczne. Niedosłuch zaburza zdolności poznawcze i zmniejsza koncentrację. Prowadzi do wypadków! Śmiertelność z powodu niezdiagnozowanego pogorszenia się słuchu u takiej osoby w ciągu 20 lat wynosi od 10 do 20 proc.

Rośnie też liczba badań dowodzących, że hałas negatywnie wpływa na całe ciało. Powoduje niepokój, rozdrażnienie, agresję. Zaburza sen (nie tylko wtedy, kiedy ktoś hałasuje), wywołuje senność w ciągu dnia, wpływa na rekonwalescencję pacjentów w szpitalu i na pracowników medycznych, zwiększa nadciśnienie, przyczynia się do chorób kardiologicznych (choroby niedokrwiennej serca, udaru, zawału), źle wpływa na zdolności poznawcze

dzieci. Hałas jest wszędzie: od głośnej muzyki w centrach handlowych po hałas ruchu ulicznego. Głośno jest nawet tam, gdzie powinna być cisza – na oddziałach szpitalnych. Efekt nagłego narażenia się na duży hałas powoduje pobudzenie autonomicznego układu nerwowego i układu hormonalnego.

Według WHO dźwięki otoczenia podczas lekcji w szkole nie powinny przekraczać 35 dB. To tyle, co hałas rozrywanej kartki papieru. O ile nauczyciel może jeszcze utrzymać taki poziom hałasu na swojej lekcji, o tyle już na przerwach, w świetlicy czy w stołówce szaleje akustyczne tornado. Według badań poziomu głośności w polskich szkołach podczas przerw poziom hałasu dochodzi nawet do 110 decybeli – średnio jest to 85-90 – to już hałas, który może uszkadzać słuch. Tyle decybeli ma także dźwięk szkolnego dzwonka. Uczniowie przebywający w takich warunkach mogą mieć trudności w nauce i narażeni są na trudne do wykrycia i leczenia zaburzenia słuchu. Nie dociera do nich część informacji przekazywanych przez nauczyciela. Dzieci są też rozdrażnione, pobudzone lub senne. Gorzej się uczą. Szkołom nie pomagają również wadliwie akustycznie zaprojektowane pomieszczenia, które wzmacniają generowane w nich dźwięki". http://wyborcza.pl/TylkoZdrowie/1,137474,16571330,Ha-las___zatrzuwa_nas_tak_jak_toksyczne_powietrze.html

W naszym kraju obowiązują dwie normy prawne dotyczące dopuszczalnych poziomów hałasu środowiskowego:

- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U. z 2007 r. Nr 120, poz. 826): <http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20071200826/O/D20070826.pdf>,
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U. z 2012 r. poz. 1109): <http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20120001109/O/D20121109.pdf>.

Oprócz tego osobne akty z zakresu prawa pracy normują poziom dźwięków, na które mogą być narażeni ludzie w trakcie wykonywania obowiązków pracowniczych.

MAPY AKUSTYCZNE

Mapa akustyczna to dokument w postaci mapy, pokazujący klimat akustyczny danego terenu, najczęściej miasta, opracowany na podstawie pomiarów hałasu drogowego, tramwajowego, kolejowego, lotniczego i przemysłowego, sporządzony w celu całościowej oceny narażenia na hałas pochodzący z różnych źródeł na danym obszarze lub w celu sporządzania ogólnych prognoz dla danego obszaru. Mapa wskazuje tereny o zróżnicowanym poziomie hałasu, narażone na hałas oraz wymagające podjęcia działań go ograniczających, określa również obszary ciszy i spokoju. Sporządzanie map hałasu jest regulowane odpowiednią dyrektywą Parlamentu Europejskiego, według której celem sporządzania takich map jest: "... przedstawianie, w kategoriach wskaźnika hałasu, danych dotyczących aktualnej lub przewidywanej sytuacji w zakresie hałasu, ze wskazaniem przypadków naruszenia odnośnej obowiązującej wartości granicznej, liczby dotkniętych osób na określonym obszarze, lub liczby lokali mieszkalnych poddanych działaniu pewnej wartości wskaźnika hałasu na pewnym obszarze". https://pl.wikipedia.org/wiki/Mapa_akustyczna

Dyrektywa UE wymaga sporządzenia map: „wszystkich aglomeracji o liczbie mieszkańców ponad 250 tysięcy i dla wszystkich głównych dróg o obciążeniu ruchem ponad sześć milionów przejazdów rocznie, głównych linii kolejowych o obciążeniu ruchem ponad 60 tysięcy przejazdów składów pociągów rocznie i głównych lotnisk na swym terytorium” oraz ich aktualizacji nie rzadziej niż co 5 lat. GDDKiA sporządziła mapę akustyczną dla odcinków dróg krajowych o średnim natężeniu ruchu powyżej 6 mln pojazdów w ciągu roku (16 400 pojazdów/dobę). Wiele miast również ma już mapy akustyczne sporządzone i udostępnione w Internecie, niektóre miasta

wciąż opracowują portale internetowe z mapami (np. Szczecin: http://gis.um.szczecin.pl/chapter_85009.asp; Poznań: <http://www.poznan.pl/mim/wos/halas-w-srodowisku,p,11105.html>).

Tab. 11. **POZIOMY NATĘŻENIA DŹWIĘKU.** Wartości podane poniżej należy traktować jako orientacyjne i przybliżone. Ponadto w przestrzeni otwartej, natężenie dźwięku ze źródła punktowego spada z kwadratem odległości, dlatego podane wartości dotyczą poziomu natężenia w standardowej (niewielkiej) odległości od źródła dźwięku, czyli charakterystycznej dla jego odbioru.

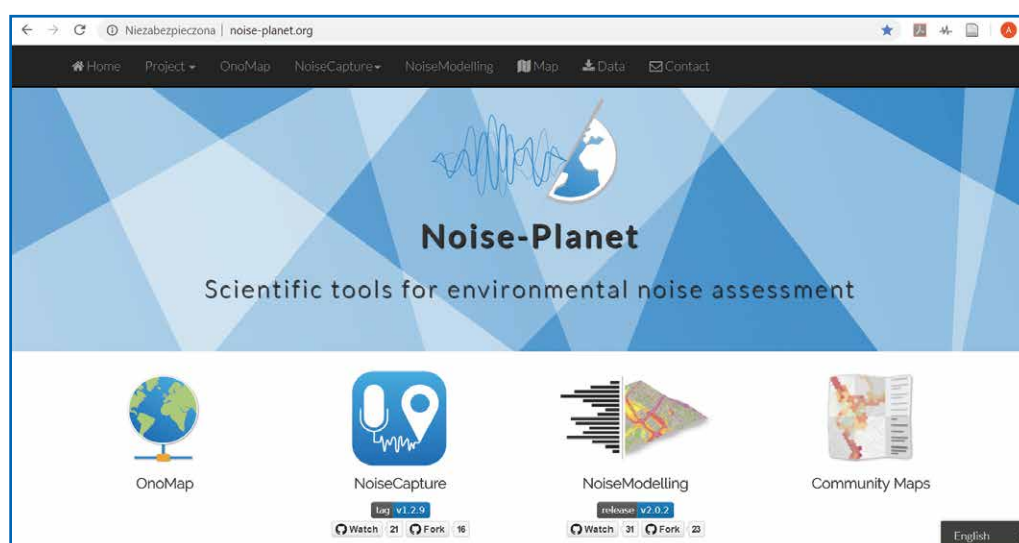
92

MOC [W]	POZIOM MOCY [DB]	RODZAJ ŹRÓDŁA
0,000000000001	0	
0,00000000001	10	szelest liści przy łagodnym wietrze
0,0000000001	20	szept
0,000000001	30	bardzo spokojna ulica bez ruchu
0,00000001	40	szmery w domu
0,0000001	50	szum w biurach
0,000001	60	odkurzacz
0,00001	70	wnętrze głośnej restauracji, darcie papieru, wnętrze samochodu
0,0001	80	głośna muzyka w pomieszczeniach, trąbienie
0,001	90	ruch uliczny
0,01	100	motocykl bez tłumika
0,1	110	piła łańcuchowa
1	120	maksymalny dopuszczalny poziom natężenia dźwięku fajerwerków; wirnik helikoptera w odległości 5 metrów
100	140	start myśliwca
10000	160	eksplozja bomby
10000000	190	start rakiety kosmicznej
1000000000	220	eksplozja bomby atomowej
10000000000000000000- 10000000000000000000000000	300-350	wybuch wulkanu Krakatau w Indonezji w 1883 r; prawdopodobnie najgłośniejszy w historii dźwięk wyemitowany na Ziemi (huk słyszalny był na odległość 3200 km)

Skompilowane z kilku źródeł, głównie jednak z: https://pl.wikipedia.org/wiki/Poziom_nat%C4%99%C5%BCenia_d%C5%BAwi%C4%99ku.

PROJEKT „NOISE-PLANET”

Do realizacji scenariusza „Hałas w środowisku...” wykorzystana zostanie działająca na smartfonach i tabletach z systemem Android aplikacja „NoiseCapture”. Została ona zaprojektowana i stworzona we Francji przez zespół specjalistów z różnych instytucji działających w ramach projektu pod nazwą „Noise-Planet. Scientific tools for environmental noise assessment” („Planeta hałasu. Narzędzia naukowe do oceny hałasu w środowisku”). Celem tego projektu było dostarczenie narzędzi służących do zbierania, oceny i modelowania danych dotyczących hałasu w otaczającym środowisku. Jego pełny opis w języku angielskim można znaleźć na witrynie internetowej pod adresem: <http://noise-planet.org>, (ryc. 46), a także w szeregu publikacji, z których część jest dostępna bezpłatnie w Internecie (Bocher i in. 2016, 2017; Guillaume i in. 2016; Picaut i in. 2019).



Ryc. 46. Strona tytułowa witryny internetowej projektu „Noise-Planet”.

Zazwyczaj mapy hałasu tworzone są na podstawie modelowania w oparciu o inwentaryzację źródeł dźwięku i obliczanie propagacji akustycznej (rozchodzenia się dźwięku), na przykład za pomocą standardowych metod, takich jak CNOSSOS-EU lub ISO 9613-2 (GIOŚ 2016, Murphy, King 2014, Licitra 2013). Stosowanie tych metod umożliwia ocenę rozkładu hałasu w środowisku, mają jednak one z kilku powodów poważne ograniczenia: (1) uwzględniane źródła hałasu ograniczają się zazwyczaj do transportu (drogowego, lotniczego, kolejowego itp.); (2) modele emisji hałasu są bardzo uproszczone (na przykład ruch drogowy w miastach jest uważany za stały na odcinku drogi, bez uwzględnienia jego krótkookresowej zmienności); (3) modele propagacji opierają się na przybliżeniach (na przykład, ustalając w standardowych metodach z góry charakter wpływu efektów mikro-meteorologicznych, co nie sprawdza się w bardzo zmiennych pod tym względem środowiskach miejskich). Wygenerowanie map hałasu na podstawie modelu matematycznego w skali dużej aglomeracji miejskiej wymaga dużej mocy obliczeniowej (drogich komputerów), a dane wejściowe modeli są często niekompletne (na przykład typ podłoża jest wybierany arbitralnie ze względu na brak informacji). I nawet jeśli obecnie wiele potrzebnych danych jest dostępnych łatwiej niż kiedyś, to i tak ich wykorzystanie do obliczeń nie jest proste.

Wszystkie te ograniczenia powodują brak realizmu map tzw. hałasu regulacyjnego (na przykład http://gis.um.szczecin.pl/chapter_85009.asp). Ponadto podnoszona jest wciąż kwestia oceny postrzegania hałasu środowiskowego przez narażonych nań ludzi (hałas postrzegany subiektywnie). Standardowe mapy hałasu nie integrują

tego komponentu. Dla ludzi bowiem nie jest ważne, ile wynosi poziom dźwięku wyrażony w decybelach, ale w jakim stopniu jest on uciążliwy, a to zależy od charakterystyki dźwięku i indywidualnego poziomu wrażliwości.

Alternatywnym sposobem tworzenia map hałasu, dozwolonym w dyrektywie europejskiej, jest wykorzystanie bezpośrednich pomiarów hałasu. Jednak takie rozwiązanie było do tej pory odrzucane na samym początku. Wynikało to głównie ze względów praktycznych, ponieważ wymagana nawet w skali niewielkiej miejscowości liczba punktów pomiarowych przekraczała możliwości organizacyjne i finansowe. Jednak obecnie, wraz z rosnącą liczbą użytkowników smartfonów i tabletów, i biorąc pod uwagę ciągle ulepszanie jakości metrologicznej ich mikrofonów, możliwe jest rozważenie realizacji niezwykle gęstej, przestrzennie i czasowo, sieci obserwacji hałasu. W jej tworzeniu może uczestniczyć każdy mieszkaniec wyposażony w takie urządzenie. Daje to możliwość opracowywania bardziej realistycznych map hałasu, integrujących wszystkie istniejące w rzeczywistości źródła dźwięku, jak również ich dynamikę czasową, bez innych ograniczeń niż te związane z zagadnieniami metrologicznymi i protokołem pomiarowym. Bardzo ważny jest także aspekt partycypacji społecznej, gdyż udział w takich pomiarach potencjalnie pozwala obywatelom/mieszkańcom uzyskać bezpośrednio informacje na temat jakości środowiska, w którym żyją i przyczynić się do wzrostu ich kompetencji społecznych i naukowych. Konsekwentnie powinny być w takim podejściu stosowane zasady dostępności danych, oceny ich jakości, a także reprezentatywności czasowej i przestrzennej oraz maksymalnej przejrzystości całej procedury zarówno w stosunku do osób wnoszących do niej wkład, jak i potencjalnych „biernych” użytkowników.

Inicjatywa „Noise-Planet” w pełni realizuje wymienione wyżej założenia. Głównym celem zastosowanego w niej podejścia jest umożliwienie zbierania danych dotyczących hałasu i warunków jego powstawania, w dowolnym miejscu w środowisku oraz w dowolnym momencie. Wszystkie dane wytwarzane przez każdego uczestnika mogą być przesłane do ogólnodostępnej bazy danych, która umożliwia szczegółową reprezentację środowiska dźwiękowego w przestrzeni i czasie. Aby gromadzić dane, współpracownik używa dostępnej publicznie i bezpłatnej aplikacji na smartfon/tablet. Aplikacja posiada funkcje przesyłania zebranych danych do zdalnego serwera, który odpowiada za ich przetwarzanie końcowe, archiwizowanie i udostępnianie.

W praktyce wygląda to tak, że użytkownik aplikacji:

1. rozpoczyna na swoim smartfonie/tablecie, będąc w wybranym miejscu i momencie, pomiar hałasu,
2. porusza się po dowolnej trasie,
3. zatrzymuje pomiar po pewnym czasie,
4. następnie, w razie potrzeby, uzupełnia dane pomiarowe o dodatkowe informacje dotyczące źródeł hałasu i warunków wykonywania pomiaru,
5. i przesyła, natychmiast lub w późniejszym momencie, zebrane dane na zdalny serwer w celu zasilania ogólnodostępnej, społecznościowej bazy danych.

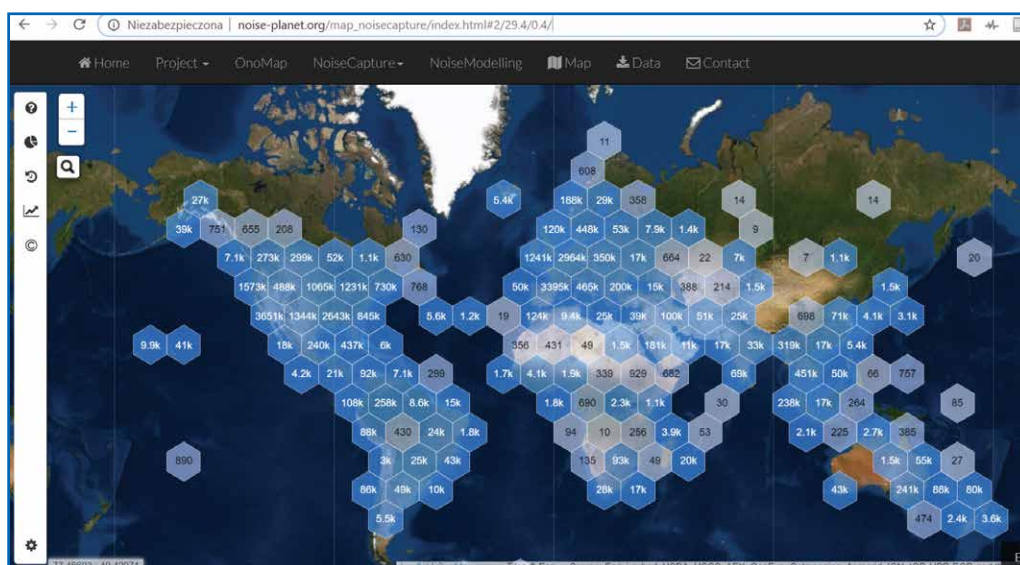
W zajęciach dla grup uczniowskich realizowanych na podstawie scenariusza „Hałas ...” w ramach podprojektu CMDW planowane jest wykonywanie punktów od 1 do 4 z powyższej listy. Punkt 5 uznano za opcjonalny, choć bardzo zalecany. Na każdego, nie tylko dzieci, duże wrażenie wywiera fakt, że zebrane przez nich dane są natychmiast widoczne dla wszystkich na mapie świata (http://noise-planet.org/map_noisecapture/index.html#5/47.205/12.524/), i że jest to działanie ważne, a nie tylko zabawa.

Smartfon (tablet) oczywiście nie może być traktowany jako precyzyjne urządzenie do pomiarów natężenia dźwięku, szczególnie pod względem liniowości reakcji, czułości na dźwięki tła, kierunkowości itp. Jednak w ostatnich latach, w szeregu eksperymentalnych prac (Celestina i in. 2018, Murphy, King 2016, Zamora i in. 2017, Zuo i in. 2016) wykazano, że urządzenia te mają już wystarczające cechy wymagane do oceny środowiska dźwiękowego. Używanie, zamiast mikrofonu wbudowanego, dodatkowego mikrofonu zewnętrznego, może również znacznie poprawić jakość pomiarów akustycznych. Przy pomiarach wykonywanych poza budynkami, zdecydowanie lepszą kierunkowość i czułość uzyskać można, używając osłony chroniącej mikrofon przed wiatrem. Należy też pamiętać

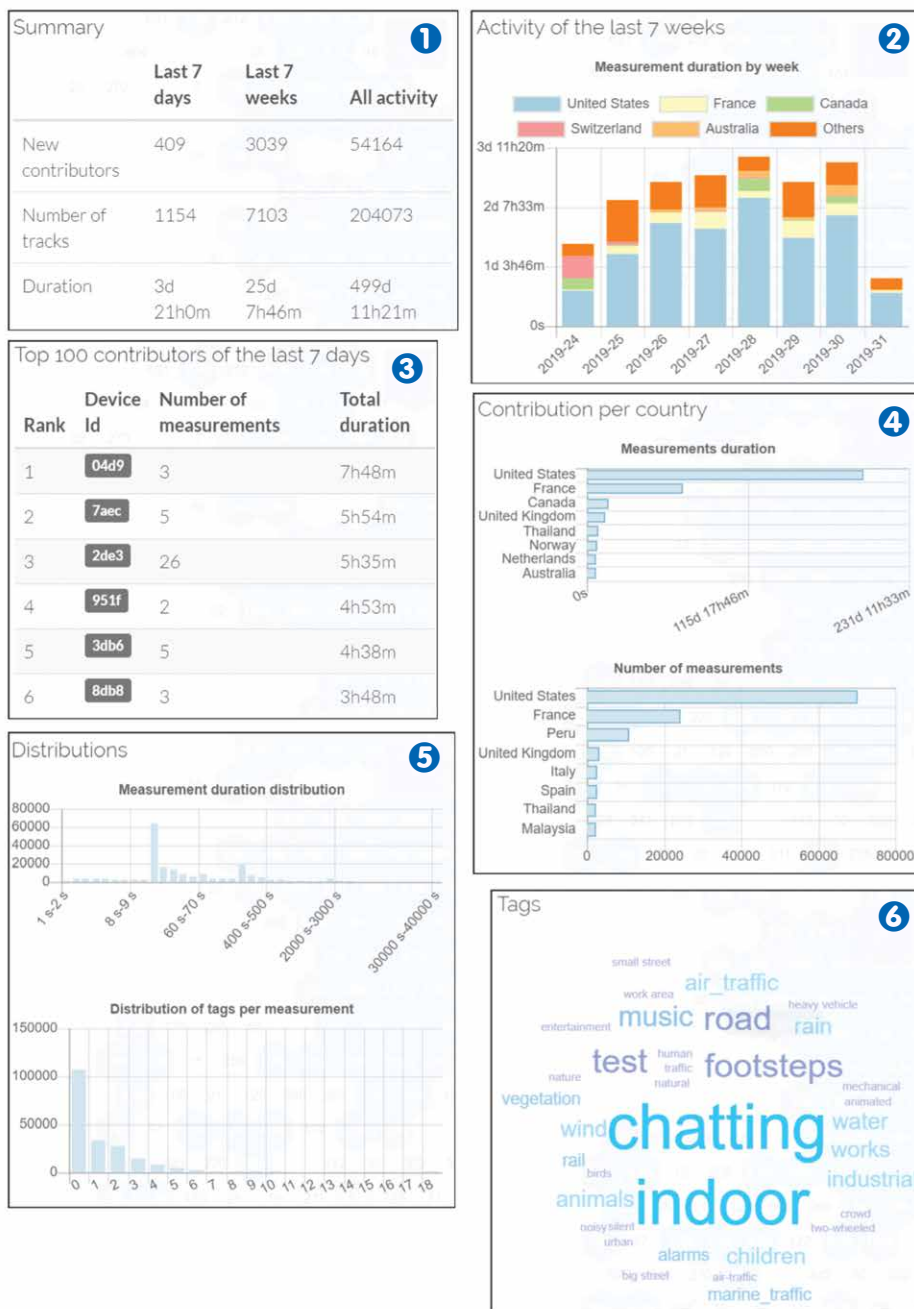
o problemie dynamiki pomiaru, ponieważ specyfikacje firmy Google dla urządzeń z systemem Android gwarantują optymalny pomiar akustyczny tylko dla dźwięku o poziomie mieszczącym się między 72 a 102 dB. W rzeczywistości jednak większość współcześnie produkowanych smartfonów (tabletów) ma pod tym względem lepsze parametry techniczne. Może jednakże pojawić się problem z dokładnością dla najniższych poziomów dźwięku, charakterystycznych na przykład dla „cichych” obszarów pozamiejskich, a czasami także z bardzo silnym hałasem. Trudno jest jednak precyzyjnie określić granice tych „niskich” i „wysokich” poziomów, ponieważ różnią się one znacznie w zależności od konkretnego modelu smartfonu (tabletu). Choć należy zdawać sobie sprawę z ograniczeń metrologicznych smartfonów (tabletów) w zakresie pomiarów akustycznych, to ocenia się, że proponowana w projekcie „Noise-Planet” metodyka może, z powodu bardzo dużej liczby pomiarów, wykonanych przez różne osoby, używające różnych urządzeń, powodować redukcję części błędów (Bocher i in. 2017, Guillaume i in. 2016).


Projekt „Noise-Planet” ze wszystkimi jego komponentami został zainicjowany 29 sierpnia 2017 roku (Picaut i in. 2019). Do 29 września 2019 roku w bazie danych projektu zostało zgromadzonych ponad 1 terabajt danych (1 TB). Zostały one przesłane przez prawie 57500 użytkowników serwisu, którzy uruchomili aplikację "NoiseCapture" 212 300 razy i wykonali prawie 46 milionów pomiarów (ryc. 47). Ponieważ każdy pomiar zapisywany jest co sekundę, odpowiada to ponad 532 dobom ciągłej rejestracji wykonywanej przez jedno urządzenie. Dane pochodzą z 212 państw i terytoriów zależnych, w tym także tak egzotycznych, jak Sint Maarten, Majotta czy Antarktyda. Najwięcej, bo 42,7% i 22,4% całości pomiarów wykonano w USA i we Francji. Statystyki pomiarów z ostatnich 7 tygodni są dostępne w postaci graficznej przy mapie „Noise Planet” (ryc. 48).

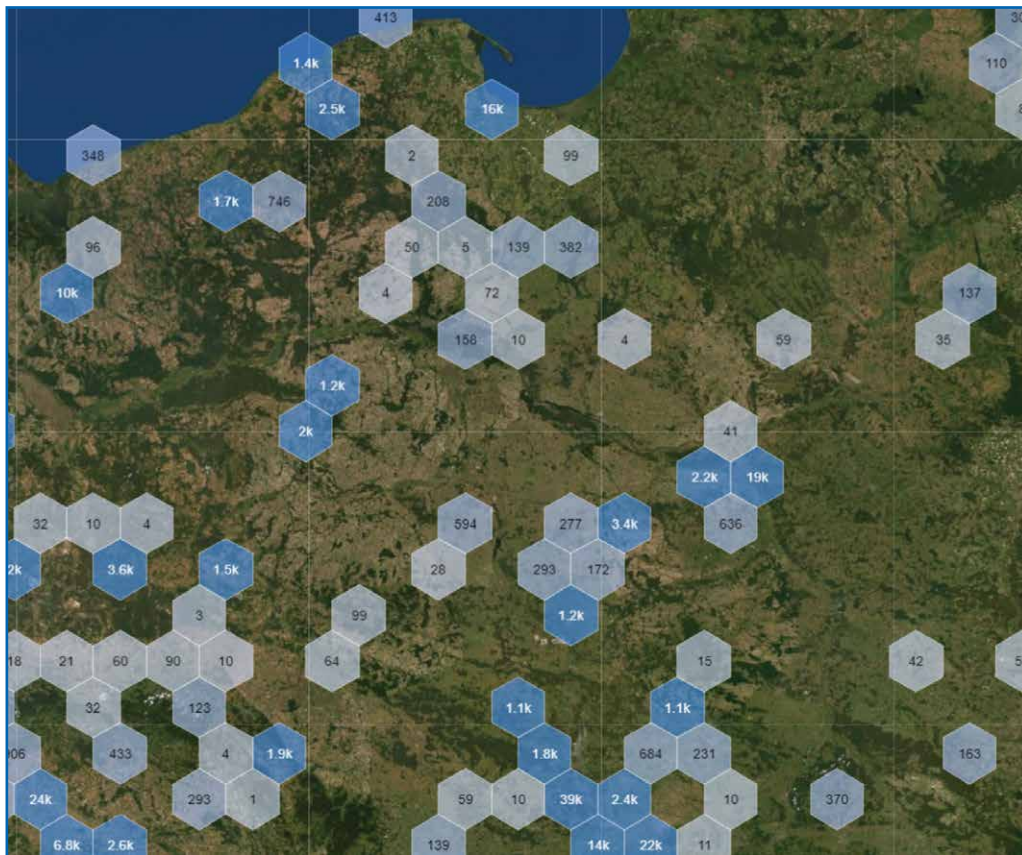
Polska aktualnie znajduje się na 13 miejscu z ponad 10,5 MB danych pomiarowych (ryc. 49). Stanowi to około 1,0% całości, co jest bardzo dobrym wynikiem biorąc pod uwagę fakt, że na terenie naszego kraju mieszka około 0,5% populacji ludności kuli ziemskiej. Województwo wielkopolskie w tym kontekście prezentuje się całkiem dobrze, bo odpowiada za "produkcję" ponad 13% wszystkich polskich pomiarów hałasu wykonanych za pomocą aplikacji "NoiseCapture". Wielkopoleanie stanowią jedynie ok 9% mieszkańców Polski. Mamy cichą nadzieję, że realizacja Cyfrowej Mapy Dorzecza Warty znacznie polepszy miejsce Wielkopolski i Polski w rankingu ilości pomiarów hałasu wykonanych za pomocą aplikacji "NoiseCapture". Wszystkie zgromadzone do tej pory w projekcie „Noise-Planet” dane są dostępne dla każdego zainteresowanego pod adresem: <https://data.noise-planet.org/noisecapture/>.



Ryc. 47. Mapa projektu „Noise-Planet” na podkładzie z obrazem satelitarnym Ziemi pokazująca w heksagonalnych polach liczbę wykonanych na dzień 1 sierpnia 2019 roku pomiarów (litera „k” oznacza tysiąc, a więc zapis 108k to 108 000).

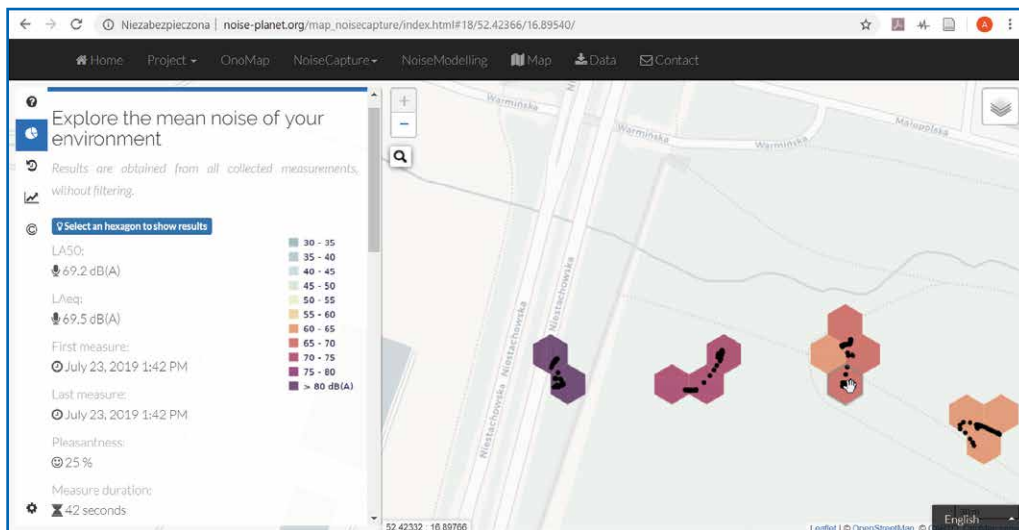


Ryc. 48. Statystyki projektu „Noise-Planet” za ostatnie 7 dni i 7 tygodni określone dla dnia 2 sierpnia 2019 roku. Są one dostępne na witrynie z mapą (http://noise-planet.org/map_noisecapture/) po kliknięciu myszką w ikonę  widoczną na lewym marginesie. Objasnienia: **1** – tabela z informacjami o liczbie nowych „dostawców” danych, liczbie nowych lokalizacji pomiarowych i sumarycznym czasie pomiarów (wiedząc, że pomiary wykonywane są co sekundę można obliczyć ich liczbę), **2** – wykres pokazujący sumaryczny czas pomiarów według państw, **3** – zestawienie najbardziej wydajnych ze względu na czas pomiarów dostawców (podany jest identyfikator urządzenia, który nie pozwala na określenie konkretnej osoby), **4** – wykres według państw, z których dostarczone dane z najdłuższą sumą czasu i ilością pomiarów, **5** – rozkład długości trwania poszczególnych serii pomiarowych i liczby dodanych komentarzy określających warunki pomiaru i źródła hałasu, **6** – zestawienie z najczęściej używanymi komentarzami (wielkość i kolor czcionki jest proporcjonalny do częstotliwości ich użycia); tłumaczenie znaczenia komentarzy podane jest w dalszej części niniejszego tekstu.



Ryc. 49. Fragment mapy (podkład satelitarnej) projektu „Noise-Planet” obejmującej obszar Polski. W heksagonalnych polach podana jest liczba wykonanych pomiarów hałasu (stan na 1 sierpnia roku 2019), i tak na przykład w polu obejmującym większość Warszawy wykonano 19 tysięcy pomiarów, a w polu z Poznaniem – 2 tysiące.

Na rycinie 50 pokazano przykład wizualizacji konkretnych pomiarów na mapie „Noise-Planet” widoczny po odpowiednim jej wycentrowaniu i powiększeniu. Ten sam obraz można wyświetlić po wkopiowaniu do okna przeglądarki internetowej adresu: http://noise-planet.org/map_noisecapture/index.html#18/52.42366/16.89540/. Jego elementy można zmodyfikować używając narzędzi dostępnych w oknie mapy (selektor warstw w prawym górnym rogu i druga od góry ikona w menu znajdującym się na lewym marginesie). Szczegółowy opis pokazanych na tej mapie pomiarów został zamieszczony w dalszej części niniejszego tekstu w punkcie „Przykład analizy i wizualizacji danych z pomiarów hałasu wykonanych aplikacją „NoiseCapture”. Pola podstawowe (heksagony) pokolorowane są proporcjonalnie do obliczonego średniego poziomu hałasu (LAeq). Na legendzie z lewej strony ryciny podane są szczegółowe informacje dla zaznaczonego myszką (ikona dłoni) pola. Czarne kropki symbolizują lokalizację poszczególnych pomiarów. W rzeczywistości osoba wykonująca pomiary w każdym punkcie na profilu stała nieruchomo. Rozproszenie punktów jest efektem błędów określenia położenia przez system GPS. Pod koronami drzew są one znacząco większe (trzy leżące skupienia heksagonów po prawej stronie). Przedstawione na mapie wyniki pokazują wyraźnie spadek hałasu wraz ze wzrostem odległości od ruchliwej ulicy.



Ryc. 50. Wyniki pomiarów hałasu wykonanych w Poznaniu aplikacją „NoiseCapture” 23 lipca 2019 roku na profilu od ulicy Niestachowskiej do Parku Sołackiego naniesione na mapę „Noise-Planet” z podkładem OpenStreet Map. Szczegółowy opis zamieszczono w tekście.

SZCZEGÓŁOWE CELE ZADANIA

1. Opanowanie ogólnej wiedzy na temat hałasu: jego genezy, zmienności czasowej i rozkładu przestrzennego, a także skutków dla zdrowia człowieka oraz w środowisku przyrodniczym.
2. Poznanie regulacji prawnych obowiązujących w Polsce i w UE, a dotyczących ochrony przed hałasem.
3. Poznanie zasady i praktyki wykonywania pomiarów hałasu przy użyciu tabletów/smartfonów z zainstalowanym oprogramowaniem „NoiseCapture”, a w tym między innymi wykonywanie pomiarów kalibracyjnych.
4. Wykonywanie w terenie, w różnych porach dnia (wcześnie rano, poranny i popołudniowy szczyt natężenia ruchu, południe, wieczór) i różnych dniach tygodnia (dni robocze, weekend), pomiarów hałasu w ustalonej siatce punktów. Notowanie jego źródeł (przyczyn).
5. Przeprowadzenie badań ankietowych wśród uczniów/mieszkańców dotyczących odczuwania hałasu w otoczeniu (miejsca, pory dnia i tygodnia). Można do planowania tego typu działań wykorzystać przykłady dostępne w Internecie: https://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2009/K_122_09.PDF, <http://sp11.przemysl.pl/2014/10/wyniki-ankiety-na-temat-halasu/>, https://sp4lublin.edupage.org/files/ANKIETA_HALASOWI_MOWIMY_STOP_2016.pdf, <https://slideplayer.pl/slide/2617297/>.
6. Wykonanie map akustycznych średnich i maksymalnych wartości hałasu dla poszczególnych terminów pomiarowych.
7. Transmisja danych pomiarowych do modułu CMDW portalu internetowego CSW@2020.
8. Wizualizacja i analiza danych pomiarowych z całej sieci szkół realizujących scenariusz „Hałas...” przy użyciu modułu CMDW portalu internetowego CSW@2020.
9. Wykonanie opracowania podsumowującego realizację zadania i zawierającego tekst, zestawienia tabelaryczne, wykresy i mapy dotyczące:
 - zmienności czasowej i zróżnicowania przestrzennego hałasu,
 - opinii innych uczniów, nauczycieli, rodziny, sąsiadów na temat hałasu w otoczeniu,

- propozycji działań związanych z możliwością jego ograniczenia i/lub zmniejszenia jego negatywnych skutków dla ludzi i środowiska.
10. Wzrost kompetencji do prac zespołowych: organizacja pracy w grupie, punktualność, umiejętność dyskusji itp.

ZALECENIA DOTYCZĄCE REALIZACJI ZADANIA

W wielu miejscach tekstu scenariusza podawano różne rekomendacje co do sposobów wykonywania pomiarów hałasu, ich analizy i interpretacji oraz innych zagadnień. W tym miejscu zostały one wszystkie zebrane, uzupełnione i w sposób uporządkowany zestawione.

1. Pomiary hałasu mogą być wykonywane przez uczniów przy wykorzystaniu zarówno tabletek przekazanych szkole w ramach projektu CSW@2020, jak i prywatnych smartfonów należących do uczniów, a spełniających podane dalej wymogi techniczne. Najlepiej żeby były to urządzenia zakupione bezpośrednio u dostawcy usług telefonii komórkowej (nie z drugiej ręki) i nie starsze niż wyprodukowane w roku 2016. Należy w tym względzie wykazywać dużą ostrożność i wrażliwość, aby nie stygmatyzować dzieci, które nie mają własnych smartfonów, albo są one nieodpowiednie do wykonywania pomiarów. W razie ryzyka takich sytuacji najlepiej w ogóle nie poruszać tematu używania prywatnych smartfonów.
2. Pomiary, które będą wykorzystywane w realizacji projektu (projektów) uczniowskich muszą być wykonane na urządzeniach wzajemnie skalibrowanych. Opis tej procedury znajduje się w dalszej części niniejszego tekstu. Należy ją wykonać starannie, i w razie jakichkolwiek wątpliwości (na przykład bardzo duże, przekraczające 10 dB wartości współczynnika korekcyjnego) powtórzyć dwa lub trzy razy. Oczywiście wyniki wielokrotnej kalibracji nigdy nie będą identyczne, ale powinny być do siebie zbliżone.
3. Podczas tego samego pomiaru można się poruszać (chodzić), starając się jednakże nie dodawać hałasu, który byłby związany z własnym przemieszczeniem się. **Nie należy wykonywać pomiarów, jadąc rowerem lub wystawiając urządzenie przez okno jadącego samochodu.** Jeśli osoba mierząca hałas przy użyciu urządzenia z aplikacją „NoiseCapture” znajduje się w dość cichym miejscu, zaleca się wykonywanie pomiaru bez przemieszczania się, ale poprzez regularne zmienianie pozycji (tj. jedna osobna seria pomiarowa w każdej lokalizacji). Ważny, do dobrego określenia średniego poziomu hałasu, jest czas trwania pomiaru: preferowane są pomiary trwające co najmniej kilkadziesiąt sekund w stosunku do kilku pomiarów o krótkim czasie trwania. Smartfon/tablet w trakcie działania aplikacji „NoiseCapture” nie powinien znajdować się w kieszeni. Robiąc pomiary najlepiej trzymać go w ręku, tak aby nic nie zasłaniało mikrofonu, który rejestruje dźwięk. Nie należy też w tym czasie rozmawiać, ani wykonywać innych czynności generujących dźwięki, bo interesuje nas zazwyczaj hałas z otoczenia, a nie ten, który sami robimy. Nie należy wykonywać pomiarów w trakcie deszczu lub silnego wiatru. Możliwe jest także używanie zewnętrznego, kalibrowanego mikrofonu o lepszej jakości niż ten, który jest wbudowany w używane urządzenie.
4. Do końcowego opracowania powinny być wykorzystywane **tylko** takie wyniki pomiarów hałasu, które są opatrzone standardowymi komentarzami dotyczącymi warunków, w których były wykonywane i wskazującymi na główne źródła hałasu. Komentarze takie (ang. *tags*) wybiera się w aplikacji ze standardowej listy po zakończeniu pomiaru. Należy zwrócić uwagę dzieciom, aby nigdy nie pomięły tego etapu (co jest możliwe). Dane pomiarowe muszą także zawierać informacje o lokalizacji stanowiska. W przypadku kiedy rejestracja wykonywana jest na otwartym terenie (poza budynkami),

współrzędne położenia urządzenia „dostarcza” automatycznie system GPS. Jeśli jednak pomiary były wykonywane wewnątrz budynków (w szkole, na sali koncertowej, w galerii handlowej itp.), gdzie nie jest możliwy odbiór sygnału GPS, to należy później, ale jak najszybciej, samodzielnie określić współrzędne położenia. Można do tego wykorzystać na przykład aplikacje komputerowe typu „Mapy Google” (<https://www.google.pl/maps/>), „Targeo” (<https://mapa.targeo.pl/>), „OpenStreet Map” (<https://www.openstreetmap.org/>), a przede wszystkim moduł CMDW portalu CSW@2020. W przypadku wykonywania pomiarów w budynku szkoły, dobrze jest wykorzystać jako uzupełniający materiał do określenia lokalizacji pomiarów papierowy (lub elektroniczny) jego plan.

5. Pomiary hałasu wykonywane w ramach realizacji projektu uczniowskiego można podzielić na systematyczne i okazjonalne oraz indywidualne i grupowe:
 - Kategoria „**okazjonalne - indywidualne**”. Najmniej „ważne” są pomiary wykonywane przypadkowo (okazjonalnie) przez pojedynczych uczniów w różnych miejscach, w których akurat jednorazowo przebywają: na zakupach w centrum handlowym, na wycieczce weekendowej z rodziną, na trybunach w trakcie meczu piłkarskiego i tym podobne. Dają one informacje o ogólnym „krajobrazie” dźwiękowym, w którym przebywamy i nie powinny być pomijane.
 - Kategoria „**systematyczne - indywidualne**”. Bardziej „wartościowe” są dane z pomiarów systematyczne powtarzanych w tych samych punktach (na tej samej trasie). Mogą to być na przykład regularne czy też co jakiś czas wykonywane rejestracje hałasu w czasie drogi z domu do szkoły i z powrotem. Do tej samej kategorii można zaliczyć też pomiary wykonywane w różnych porach dnia i w różnych dniach tygodnia w tym samym miejscu przed własnym domem, na podwórku czy w ogrodzie.
 - Kategoria „**okazjonalne - grupowe**”. Obejmują one zaplanowane i wykonywane przez całą grupę jednorazowe pomiary hałasu jednocześnie w różnych punktach, na przykład w trakcie jakiejś imprezy masowej (koncertu, meczu sportowego, wiecu lub pikniku), czy w jakimś specyficznym miejscu, w którym trudno o wykonywanie powtarzalnych badań.
 - Kategoria „**systematyczne - grupowe**”. To najbardziej wartościowe dane umożliwiające charakterystykę i analizę zróżnicowania poziomu hałasu zarówno w czasie i przestrzeni. Przykładów tego typu problemów może być bardzo dużo: hałas w różnych pomieszczeniach w szkole w trakcie lekcji i w czasie przerw między nimi, hałas na boisku szkolnym w trakcie kolejnych przerw, hałas wokół ruchliwego skrzyżowania drogowego w różnych porach dnia i w różnych dniach tygodnia itp. Grupowa dyskusja dotycząca wyboru miejsca i czasu oraz planowanie takich działań jest jednym z najważniejszych elementów realizacji zadania „Hałas ...”. W takim planowaniu ważnym etapem staje się stawianie prostych hipotez opartych na wcześniejszym poznaniu tematyki hałasu i późniejsze ich weryfikowanie na podstawie własnych pomiarów. Przykładami takich hipotez mogą być stwierdzenia typu: „charakter spadku poziomu hałasu wraz z odległością od jego źródła zależy od pory roku (właściwości atmosfery) i charakteru rzeźby oraz pokrycia terenu”, „średni poziom hałasu przy ulicy w określonej jednostce czasu zależy od liczby i typu przejeżdżających samochodów”, „poziom hałasu na deptaku jest największy w godzinach popołudniowych” itp.
6. Wyniki pomiarów należy systematycznie archiwizować w sieci, używając modułu CMDW witryny internetowej CSW@2020. Dokładny opis takiej procedury zostanie podany po zakończeniu fazy testów i poprawek modułu – prawdopodobnie w październiku roku 2019.
7. Jako bardzo ważny element projektu należy też traktować przesyłanie natychmiast po pomiarach, lub później, po połączeniu z siecią przez Wi-Fi, ich wyników na serwer projektu „Noise-Planet” (procedura opisana w dalszej części tekstu) oraz śledzenie na mapie w geoportalu tego projektu

(http://noise-planet.org/map_noisecapture/i) efektów swojej pracy w kontekście innych grup uczniowskich, z innych szkół uczestniczących w realizacji zadania „Hałas ...”.

8. Ankiety używane do badań opinii publicznej (innych uczniów w szkole, nauczycieli i pracowników szkoły, rodziny, sąsiadów, przechodniów na ulicy itp.) na temat źródeł hałasu w ich miejscu zamieszkania i pracy oraz jego uciążliwości, każda grupa uczniowska powinna opracować samodzielnie, korzystając ze wskazanych przykładów i samodzielnie wyszukanych źródeł. Muszą one zawierać tak zwaną metryczkę umożliwiającą podział respondentów na grupy (wiek, płeć, wykształcenie, miejsce pracy, miejsce zamieszkania itp.). Wzór takiej ankiety oraz propozycję sposobu ankietowania należy skonsultować z opiekunami merytorycznymi CMDW.

ŹRÓDŁA INFORMACJI

101

Źródłami informacji wykorzystywanymi do realizacji zadania „Hałas ...” w ramach podprojektu CMDW są:

- niniejszy scenariusz zajęć w zakresie informacji dotyczących samodzielnego wykonywania pomiarów hałasu, tworzenia map akustycznych i interpretacji uzyskanych wyników,
- samodzielnie i zespołowo wykonywane w różnych miejscach i porach dnia za pomocą smartfonów i/lub tabletów z aplikacją „NoiseCapture” pomiary hałasu,
- opinie społeczne (innych uczniów ze szkoły, rodziny, sąsiadów itp.) na temat źródeł i uciążliwości hałasu w otoczeniu na podstawie przygotowanych i przeprowadzonych przez grupę ankiet,
- pozycje literatury cytowane w tekście i zamieszczone na jego końcu w spisie źródeł (artykuły i podręczniki, raporty instytucji publicznych krajowych i międzynarodowych, akty prawne, źródła internetowe, a w szczególności portal CSW@2020 i moduł podprojektu CMDW; w sprawie korzystania z plików PDF – patrz ramka „Pliki PDF” w scenariuszu „Pogoda...”),
- samodzielnie przez uczniów wyszukiwane informacje: biblioteka szkolna, biblioteki publiczne i źródła internetowe; szczególnie ważne jest przeglądanie prasy lokalnej i regionalnej (również archiwalnych numerów), w celu pozyskiwania informacji o źródłach hałasu i opiniach społecznych na ten temat.

SPRZĘT I OPROGRAMOWANIE

- A. **Tablet lub smartfon wyposażony w geolokalizację GPS i w system operacyjny Android w wersji wyższej niż 4.0.3.**

Wersja 4.0/4.0.4 systemu operacyjnego Android została wprowadzona do użytkowania w październiku 2011. Jeśli posiadany smartfon lub tablet został wyprodukowany po tej dacie, to z dużym prawdopodobieństwem jest wyposażony w nowszą wersję systemu. Według aktualnych danych (maj 2019, <https://developer.android.com/about/dashboards/index.html>) smartfonów z systemem Android niższym niż 4.0.3/4.0.4 jest aktualnie mniej niż 0,3%. Około 75% współcześnie używanych smartfonów lub tabletów wyposażone jest w system Android w wersji 6 lub wyższej. Procedura sprawdzenia, jaką wersję systemu ma zainstalowany używany przez nas smartfon lub tablet, jest bardzo prosta. Należy uruchomić aplikację „Ustawienia” (ikona koła zębatego), a następnie wybrać opcję „System / Informacja o telefonie (tablecie)”. Wśród wyświetlanych informacji znajduje się taka, która jest zatytułowana „Wersja Androida”.

Również od kilku lat standardowym elementem wyposażenia smartfonów i tabletów są moduły lokalizacyjne wykorzystujące sygnały GPS (ang. *Global Positioning System* = system nawigacji satelitarnej), umożliwiające w dobrych warunkach określenie położenia urządzenia z dokładnością rzędu 3-5 m.

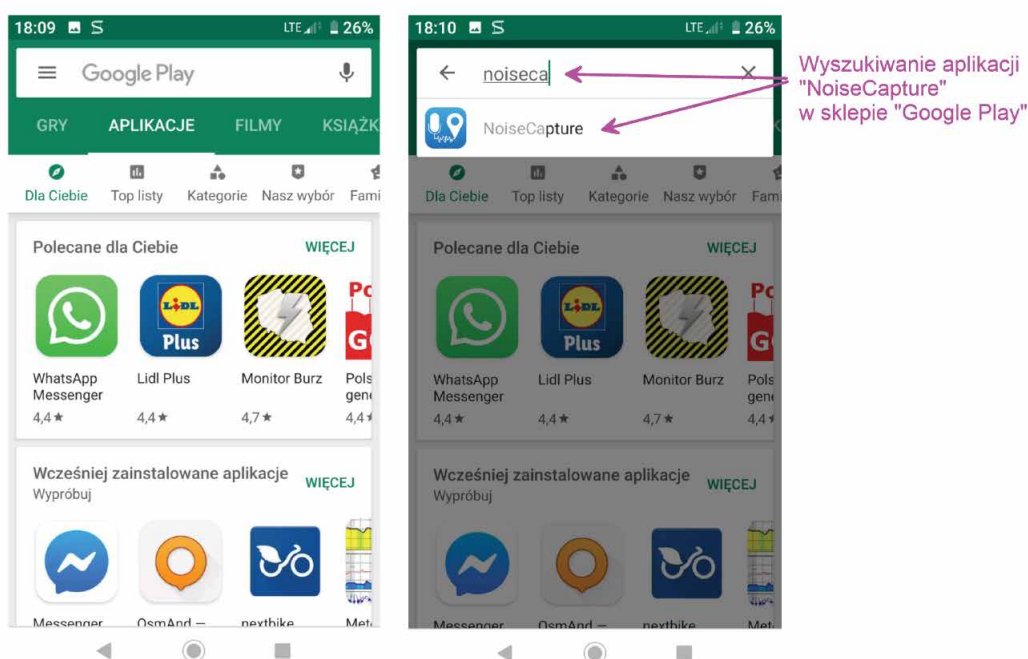
B. Aplikacja „NoiseCapture. Jest to bezpłatne oprogramowanie działające w systemie Android, które pozwala użytkownikowi mierzyć hałas w swoim otoczeniu i udostępniać publicznie wyniki tych pomiarów, a także przeglądać dane zebrane przez innych jego użytkowników na całym świecie. Każdy wykonany pomiar hałasu jest uzupełniony o informacje o współrzędnych jego lokalizacji (tzw. ślad GPS – ang. *GPS track*), dzięki czemu może być wyświetlany na interaktywnej mapie zarówno w samej aplikacji „NoiseCapture”, jak i w Internecie pod adresem <http://noise-planet.org/map.html>. Określenie „Noise Capture” pochodzące z języka angielskiego można na język polski przetłumaczyć jako „Przechwytywanie hałasu”. NoiseCapture można pobrać i zainstalować bądź ze sklepu „Google Play” (https://play.google.com/store/apps/details?id=org.noise_planet.noisecapture&pcampaignid=MKT-Other-global-all-co-prtnr-py-PartBadge-Mar2515-1) lub ze sklepu „Aptoide” (<https://noisecapture.pl.aptoide.com/>). Poniżej zamieszczono opis procedury instalacji aplikacji „NoiseCapture” na smartfonie z dostępem do Internetu poprzez sieć komórkową. Instalacja na tablecie połączonym z Internetem przez protokół Wi-Fi przebiega prawie identycznie.

- 1. Uruchomienie aplikacji „Sklep Play”.** Należy odszukać ikonę aplikacji i stuknąć w nią palcem. W przedstawionym na rycinie 51 przykładzie ikona znajduje się na głównym pulpicie smartfonu. Może ona być też na bocznym pulpicie (przesunąć ekran palcem w lewo lub prawo), a na pewno jest na głównym panelu aplikacji uruchamianym przez ikonę „Aplikacje” (środkowa ikona w dolnym rzędzie na ryc. 51).

Ryc. 51. Przykładowy wygląd pulpitu smartfonu z systemem Android. Wskazana została na nim ikona aplikacji sklepu „Google Play”.

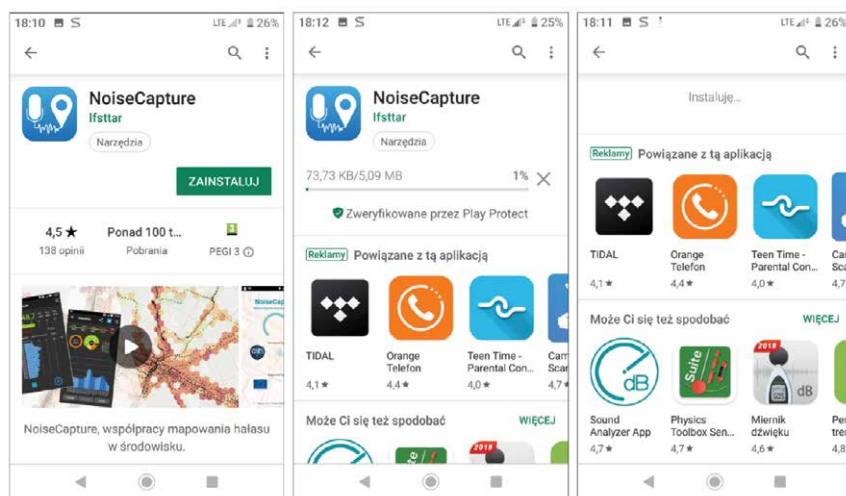


2. Wyszukiwanie aplikacji „NoiseCapture” w sklepie „Google Play”. Po uruchomieniu aplikacji „Google Play” zobaczymy obraz zbliżony do widocznego na lewej kopii ekranu (ryc. 52). Musimy teraz wyszukać potrzebny nam produkt. Trzeba najpierw sprawdzić, czy aktywna jest grupa produktów nazwana „APLIKACJE” (pasek pod polem wyszukiwania), a następnie w pole wyszukiwania zacząć wpisywać nazwę szukanej aplikacji (NoiseCapture) – kopia ekranu po prawej stronie (ryc. 52). Najczęściej nie musimy wpisać całej nazwy, bo w momencie kiedy wpis w sposób jednoznaczny wskazuje na nazwę istniejącej w Sklepie aplikacji, to na ekranie pojawia się podpowiedź z pełną nazwą, którą powinniśmy stuknąć palcem.



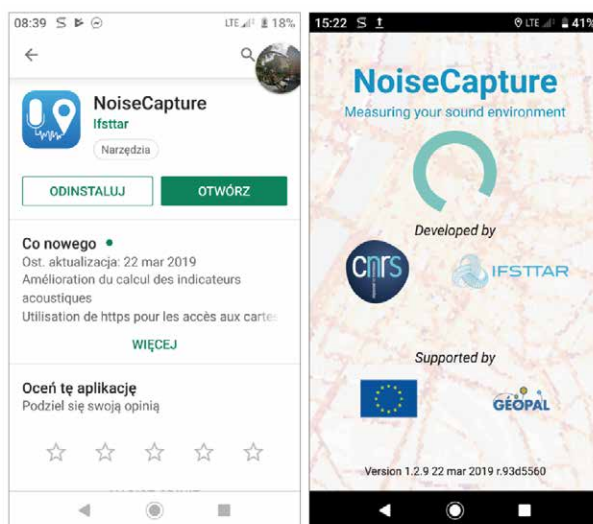
Ryc. 52. Przykładowy obraz ekranu po połączeniu ze sklepem „Google Play” i sposób wyszukiwanie aplikacji „NoiseCapture”.

3. **Pobieranie i instalacja „NoiseCapture”.** Po wskazaniu szukanej aplikacji (prawa część ryciny powyżej) na ekranie smartfona pojawia się obraz widoczny w lewej części ryciny 53. Prezentowane są na nim informacje o „NoiseCapture” (ekran należy przewijać w dół), takie jak: liczba pobranych i zainstalowanych kopii, przeznaczenie, twórca/producent, wersja i data jej publikacji, ocena przez użytkowników itp. Najbardziej jednak wyróżnia się duży zielony przycisk „Zainstaluj”. Należy go stuknąć palcem i wówczas przez chwilę trwa transmisja danych (środkowa część ryc. 53; instalowana wersja „NoiseCapture” z 22 marca 2019 roku zajmuje 5,09 MB pamięci). Po zakończeniu pobierania aplikacji następuje jej instalacja (prawa część ryc. 53).



Ryc. 53. Pobieranie ze sklepu „Google Play” i instalacja aplikacji „NoiseCapture”.

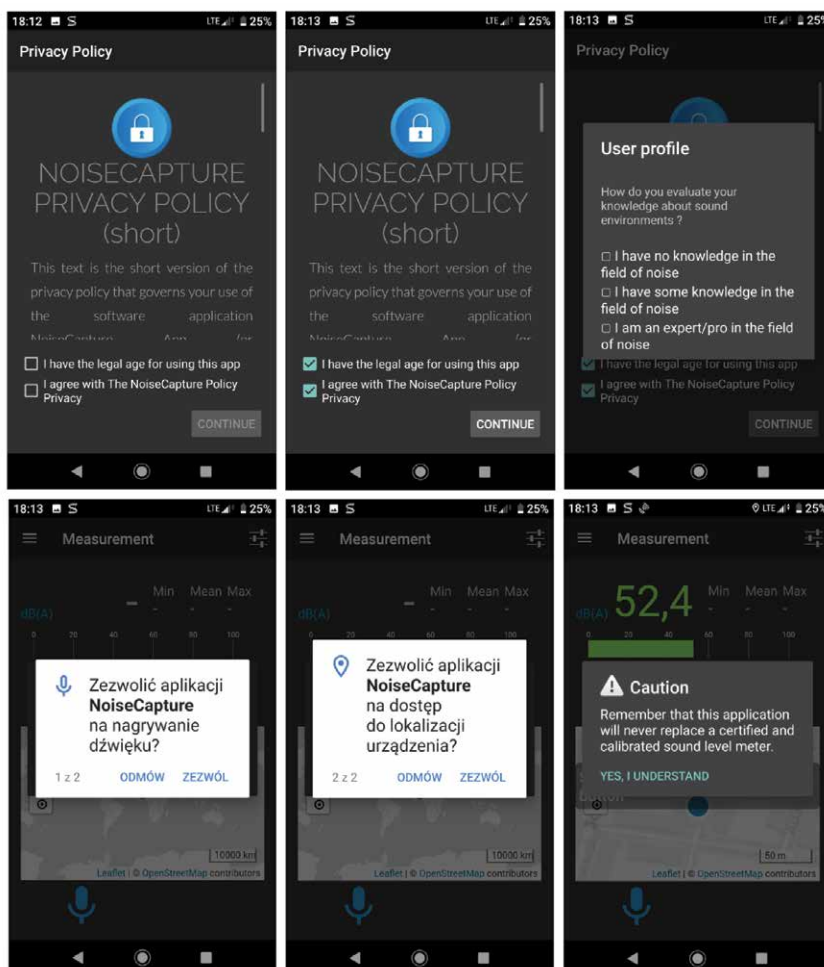
4. **Pierwsze uruchomienie „NoiseCapture”.** Po zakończeniu instalacji na ekranie smartfonu pojawia się obraz widoczny na rycinie 54 po lewej stronie. Po stuknięciu palcem w pole „OTWÓRZ” nastąpi pierwsze uruchomienie aplikacji „NoiseCapture”. Rozpoczyna się ono od widoku ekranu startowego (ryc. 54, po prawej stronie). W taki też sposób będzie się zaczynać każde kolejne uruchomienie tej aplikacji.



Ryc. 54. Pierwsze uruchomienie aplikacji „NoiseCapture” (przycisk „Otwórz”) i wygląd jej ekranu startowego/powitalnego (ang. *splash screen*).

5. **Konfiguracja „NoiseCapture” w trakcie pierwszego uruchomienia.** Po obrazie startowym na ekranie zostaje wyświetlony (ryc. 55, lewa górna część) skrócony tekst „Polityki prywatności NoiseCapture” (ang. *NOISECAPTURE PRIVACY POLICY (short)*). Jej pełny tekst w języku angielskim można przeczytać w Internecie pod adresem: http://noise-planet.org/NoiseCapture_privacy_policy_history.html. Najważniejsza informacja w nim zawarta dotyczy anonimowości użytkownika aplikacji. Aplikacja nie zbiera żadnych danych, które umożliwiłyby identyfikację smartfonu i jego

użytkownika. Osoba, która wykonuje pomiary hałasu, używając „NoiseCapture” może udostępnić w sieci ich wyniki, ale zawierają one jedynie dane pomiarowe i współrzędne lokalizacji urządzenia, bez żadnej możliwości jego dokładnej identyfikacji. Aby używać aplikacji „NoiseCapture”, należy zaakceptować przyjęte w niej zasady prywatności poprzez zaznaczenie pól przy wyświetlonych stwierdzeniach (ryc. 55, środek górnego rzędu): „Jestem pełnoletni i mogę używać tej aplikacji” (ang. *I have the legal age for using this app*) i „Zgadzam się z Polityką prywatności NoiseCapture” (ang. *I agree with The NoiseCapture Policy Privacy*). Po stuknięciu w pole „CONTINUE” pojawia się nowy ekran (ryc. 55, prawa górna część). Musimy na nim wybrać opcję określającą naszą wiedzę z zakresu problematyki hałasu. Do wyboru są trzy możliwości: „Nie mam wiedzy na temat hałasu” (ang. *I have no knowledge in the field of noise*), „Mam pewną wiedzę w dziedzinie hałasu” (ang. *I have some knowledge in the field of noise*) oraz „Jestem ekspertem/profesjonalistą w dziedzinie hałasu” (ang. *I am an expert/pro in the field of noise*). Następnym etapem konfiguracji aplikacji „NoiseCapture” obejmuje udzielenie zgody na nagrywanie dźwięku (ryc. 55, lewa dolna część) i dostęp do informacji o lokalizacji urządzenia (ryc. poniżej, środkowa dolna część). W ostatnim etapie konfiguracji (ryc. 55, lewa dolna część) wyświetlane jest ostrzeżenie, że aplikacja „NoiseCapture” nie może być traktowana jako zamiennik certyfikowanych i kalibrowanych (profesjonalnych) urządzeń do pomiaru poziomu hałasu (ang. *Remember that this application will never replace a certified and calibrated sound level meter*). „NoiseCapture” do określania poziomu hałasu wykorzystuje mikrofon smartfonu (tabletu), który nie był projektowany do bycia precyzyjnym urządzeniem pomiarowym.



Ryc. 55. Konfiguracja aplikacji „NoiseCapture” w czasie jej pierwszego uruchomienia. Szczegółowe objaśnienia w tekście.

KALIBRACJA POMIARÓW HAŁASU WYKONYWANYCH ZA POMOCĄ APLIKACJI „NOISECAPTURE” ZAINSTALOWANEJ NA SMARTFONIE/TABLECIE

Kalibracja smartfonu/tabletu jest zalecanym krokiem poprzedzającym wykonywanie pomiarów hałasu przy użyciu aplikacji „NoiseCapture”. Bez kalibracji można mieć duże wątpliwości, czy zmierzone dane są prawidłowe i porównywalne. Jak wspomniano powyżej, „NoiseCapture” do określania poziomu hałasu wykorzystuje mikrofon smartfonu (tabletu), który nie był projektowany do bycia precyzyjnym urządzeniem pomiarowym.

106

Według Encyklopedii Zarządzania (<https://mfiles.pl/pl/index.php/Kalibracja>) „kalibracja (ang. *calibration*, wzorcowanie) to działanie, które polega na ustaleniu relacji pomiędzy wartościami wskazywanymi przez badane urządzenie, a wartościami wskazywanymi przez wzorzec. Odbywa się w dwóch krokach: (1) ustala się zależność pomiędzy odwzorowywanymi przez wzorzec pomiarowy wartościami wielkości wraz z ich niepewnościami pomiaru, a odpowiadającymi im wskazaniami wraz z ich niepewnościami, (2) wykorzystuje się tę informację do ustalenia zależności pozwalającej uzyskać wynik pomiaru na podstawie wskazania”.

Bez kalibracji wynik pomiaru można traktować jako względny, a różnice między kolejnymi pomiarami wykonanymi w różnych momentach czasu tym samym urządzeniem są znaczące pod warunkiem, że jego charakterystyka jest stała (ignorując efekty wynikające na przykład ze „starzenia się” danego urządzenia). Można zatem porównywać i analizować zmienność mierzonego parametru w czasie, jeżeli używa się ciągle tego samego urządzenia pomiarowego. Nie powinno się jednakże bez przeprowadzenia kalibracji porównywać wyników pomiarów wykonanych przez różne urządzenia.

Metoda kalibracji zastosowana w „NoiseCapture” opiera się na znajomości wartości odniesienia dla równoważnego poziomu hałasu L_{eq} (w dB, a nie w dB(A)) w danym przedziale czasu, z urządzenia odniesienia (kalibrator akustyczny, skalibrowany smartfon, miernik poziomu dźwięku). W zależności od metody kalibracji można ją przeprowadzić dla danego pasma częstotliwości lub dla pełnego zakresu dźwięków (wartość globalna). Ta wartość odniesienia jest następnie porównywana ze zmierzonym za pomocą smartfonu w dB L_{eq} . Różnica między tymi dwiema wartościami daje współczynnik korekcji (tj. wzmocnienie sygnału, ang. *signal gain*), który zostanie zastosowany do sygnału wejściowego.

OSTRZEŻENIE:

- Współczynnik korekcji jest stosowany dla całego sygnału. Kalibracja wieloczęstotliwościowa nie jest obecnie możliwa.
- Kalibracja jest przeprowadzana z wartościami dB, a nie dB(A).

W „NoiseCapture” możliwych jest kilka metod kalibracji:

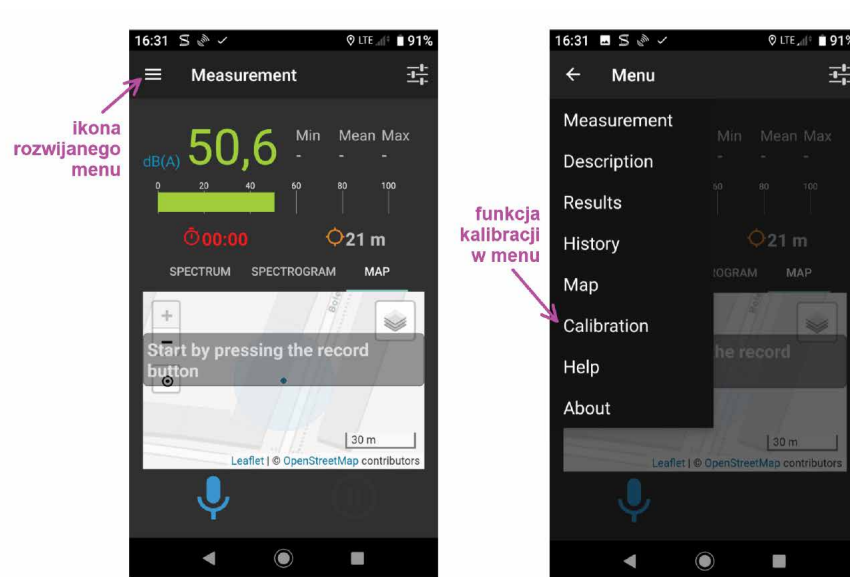
- Ręczna kalibracja względem urządzenia referencyjnego generującego dźwięk o znanej charakterystyce.
- Ręczna kalibracja z urządzenia kalibrującego.
- Automatyczna kalibracja ze skalibrowanego smartfonu/tabletu.

Dwie pierwsze metody wymagają posiadania specjalnych urządzeń zewnętrznych, które nie są planowane do zakupu w ramach CMDW. Dlatego też zalecane jest stosowanie metody trzeciej, która umożliwia porówny-

wanie wyników uzyskanych z różnych smartfonów/tabletów w obrębie jednej grupy uczniowskiej realizującej ten scenariusz zajęć. Są bowiem skalibrowane względem siebie nawzajem.

Procedura automatycznej kalibracji względem skalibrowanego smartfonu/tabletu przebiega następująco:

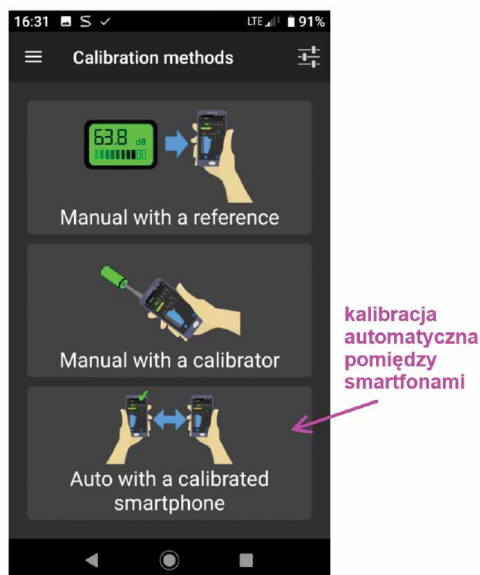
1. **Uruchomienie „NoiseCapture” na dwóch smartfonach/tabletach.** Jeden z nich będzie zawsze traktowany jako wzorzec, drugi (i kolejne) będzie w stosunku do niego kalibrowany.
2. **Rozwinięcie menu aplikacji i wybór opcji kalibracji na obu urządzeniach** (ryc. 56).



107

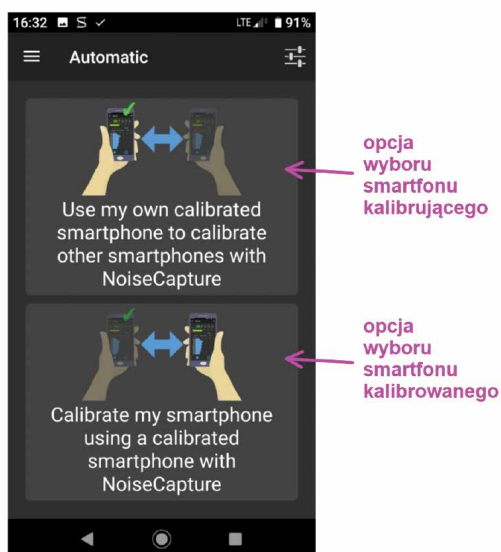
Ryc. 56. Otwieranie menu aplikacji „NoiseCapture” i uruchamianie opcji kalibracji (ang. *Calibration*).

3. **Wybór typu kalibracji na obu urządzeniach** (wskazana opcja na ryc. 57).



Ryc. 57. Ekran wyboru typu kalibracji pomiarów hałasu w aplikacji „NoiseCapture”. Na rycinie wskazano opcję kalibracji automatycznej względem innego smartfonu/tabletu.

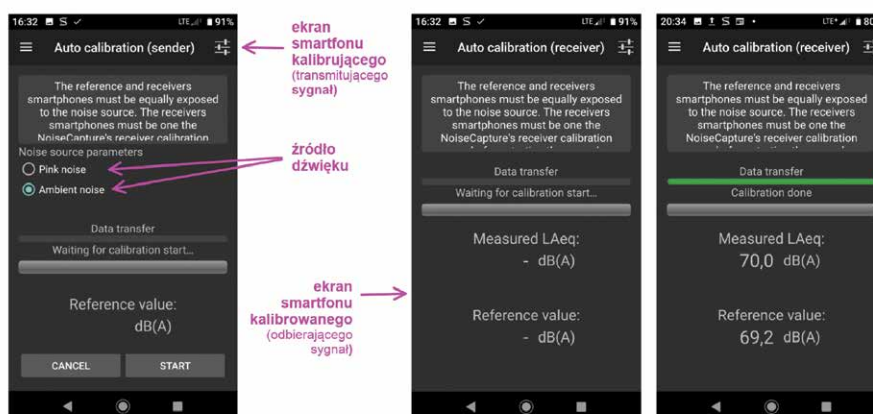
4. Wskazanie funkcji obu urządzeń (kalibrowany i kalibrujący, ryc. 58).



Ryc. 58. Ekran wyboru trybu kalibracji automatycznej na danym urządzeniu (smartfonie lub tablecie): u góry opcja urządzenia referencyjnego/wzorcowego (kalibrującego), u dołu – urządzenia wzorcowanego (kalibrowanego).

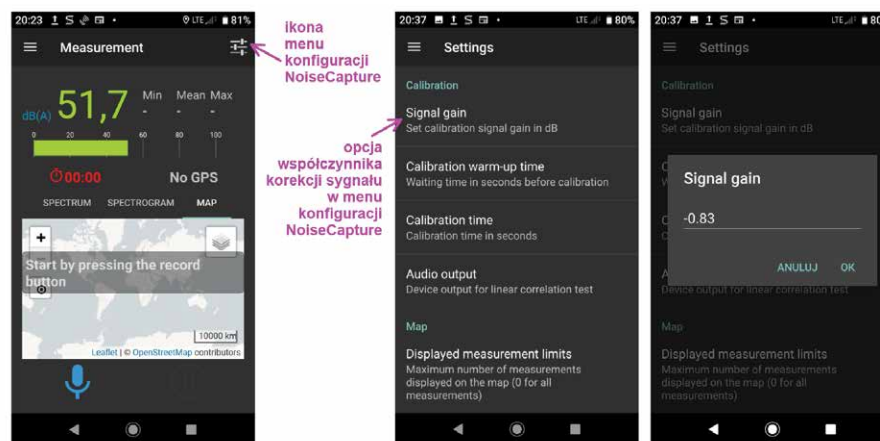
5. Przeprowadzenie kalibracji na obu urządzeniach:

- Wybierz sygnał źródłowy na smartfonie referencyjnym (lewy ekran na ryc. 59). „Różowy szum” (ang. *Pink noise*) oznacza, że w tym przypadku sygnał odniesienia generuje sam smartfon. Konieczne jest użycie źródła dźwięku połączonego bezprzewodowo ze smartfonem odniesienia (na przykład głośnika Bluetooth), który znajduje się w równej odległości od obu smartfonów (kalibrującego i kalibrowanego). „Szum otoczenia” (ang. *Ambient noise*) oznacza, że do kalibracji wykorzystywane są dźwięki z otoczenia. Poziom tego dźwięku musi być wystarczająco wysoki, a pole akustyczne musi być stosunkowo „rozproszone” (brak jednego skoncentrowanego źródła dźwięku). Ta opcja jest najprostsza do wykonania, bo nie wymaga żadnych dodatkowych urządzeń.
- Po dotknięciu przycisku START reszta procedury przebiega automatycznie. W razie potrzeby można anulować bieżącą kalibrację przyciskiem CANCEL. Efekt procedury wyświetlany jest po jej zakończeniu na ekranie urządzenia kalibrowanego (prawy ekran na ryc. 59).



Ryc. 59. Przebieg wzajemnej kalibracji automatycznej. Po lewej ekran urządzenia (smartfonu/tabletu) referencyjnego z opcją wyboru źródła sygnału, w środku i po prawej ekran urządzenia wzorcowanego przed rozpoczęciem kalibracji i po jej zakończeniu. Szczegółowy opis w tekście.

6. **Odczytanie i/lub zmiana współczynnika korekcji.** W efekcie kalibracji obliczany jest współczynnik korekcji (tj. wzmocnienie sygnału, ang. *signal gain*), który zostaje zapisany w konfiguracji „Noise-Capture” na urządzeniu kalibrowanym. Jego wartość można w każdej chwili sprawdzić, otwierając menu konfiguracyjne i wybierając opcję „Signal gain” (ryc. 60). Wartość tą można także zmienić ręcznie – wpisując ją na wirtualnej klawiaturze. Oczywiście jeżeli na urządzeniu nie przeprowadzono kalibracji, to domyślna wartość współczynnika korekcji wynosi 0.



Ryc. 60. Sprawdzenie i ewentualna ręczna zmiana współczynnika korekcyjnego (ang. *signal gain*) w menu konfiguracji aplikacji „NoiseCapture”.

WYKONYWANIE I PRZETWARZANIE POMIARÓW HAŁASU ZA POMOCĄ APLIKACJI „NOISECAPTURE” ZAINSTALOWANEJ NA SMARTFONIE/TABLECIE

UWAGI WSTĘPNE I PRAKTYCZNE ZALECENIA

Pomiary hałasu skalibrowanym urządzeniem (smartfonem lub tabletem) z aplikacją „NoiseCapture” można wykonywać zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz budynków. Wewnątrz budynków jednak urządzenie nie ma dostępu do sygnału GPS i nie można określić dokładnie jego lokalizacji. Jeśli zatem zadanie ma dotyczyć określenia zmienności przestrzennej (i czasowej) hałasu w szkole (w klasach, na korytarzu, na sali gimnastycznej itp.), to położenie poszczególnych punktów pomiaru musi być określone samodzielnie, na przykład przy użyciu papierowego planu budynku wyrysowanego w określonej skali.

Pomiary hałasu mogą wykonywać poszczególne dzieci osobno, na przykład w trakcie pokonywania codziennej trasy z domu do szkoły i z powrotem. Najbardziej jednak interesujące wyniki można uzyskać, robiąc pomiary zespołowo, w całej grupie uczniowskiej. Ich efektem powinna być wówczas **mapa hałasu** jakiegoś obszaru, na przykład otoczenia szkoły w czasie przerwy lekcyjnej, sąsiedztwa ruchliwego skrzyżowania w różnych porach dnia i/lub dniach tygodnia. Interesujące jest też badanie zmiany poziomu hałasu wraz z odległością od jego źródła, na przykład w profilu od ruchliwego skrzyżowania, co 10 m w kierunku parku miejskiego itp. Podobnych możliwości jest bardzo dużo. Zadania, którymi będzie się zajmować wspólnie cała grupa, powinny być ustalone w trakcie początkowej dyskusji, kiedy dzieci zostaną zapoznane z problematyką hałasu.

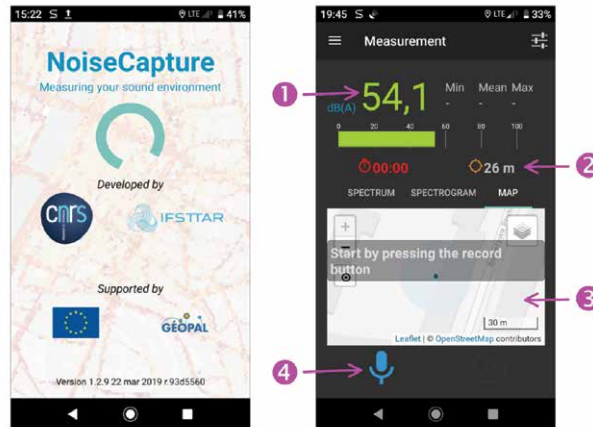
Podczas tego samego pomiaru można się poruszać (chodzić), starając się jednakże nie dodawać hałasu, który byłby związany z własnym przemieszczeniem się – na przykład odgłosy kroków. **Nie należy wykonywać pomiarów, jadąc rowerem lub wystawiając urządzenie przez okno jadącego samochodu.** Jeśli osoba mierząca hałas przy użyciu urządzenia z aplikacją „NoiseCapture” znajduje się w dość cichym miejscu, zaleca

się wykonywanie pomiaru bez poruszania się, ale poprzez regularne zmienianie pozycji (tj. jedna osobna seria pomiarowa w każdej lokalizacji). Ważny, do dobrego określenia średniego poziomu hałasu, jest czas trwania pomiaru: preferowane są pomiary trwające co najmniej kilkadziesiąt sekund w stosunku do kilku pomiarów o krótkim czasie trwania. Smartfon/tablet w trakcie działania aplikacji „NoiseCapture” nie powinien być w kieszeni. Robiąc pomiary najlepiej trzymać go w ręku tak, aby nic nie zasłaniało mikrofonu, który rejestruje dźwięk. Nie należy też w tym czasie rozmawiać, ani wykonywać innych czynności generujących dźwięki, bo interesuje nas zazwyczaj hałas z otoczenia, a nie ten który sami robimy. Nie należy wykonywać pomiarów w trakcie deszczu lub silnego wiatru. Możliwe jest także używanie zewnętrznego, kalibrowanego, mikrofonu o lepszej jakości niż ten, który jest wbudowany w używane urządzenie.

Jeśli określanie lokalizacji urządzenia za pomocą GPS nie działało w momencie uruchomienia aplikacji „NoiseCapture”, to najczęściej należy odczekać chwilę (czasami kilka minut) zanim pozycja zostanie ustalona z zadowalającą dokładnością, to jest z błędem poniżej 10 m (patrz ryc. 62). Ustalanie dokładnej pozycji zazwyczaj trwa szybko (kilka – kilkanaście sekund) w przypadku smartfonu z dostępem do Internetu. Działa wtedy może funkcja AGPS (ang. Assisted GPS), dzięki której część z danych potrzebnych do określenia lokalizacji nie jest pobierana z satelitów systemu GPS tylko poprzez sieć komórkową. Znacząco dłużej czekamy na ustalenie pierwszej pozycji, korzystając z tabletu, który poza budynkami nie ma łączności z siecią. Szczególnie długi czas oczekiwania (rzędu 5 minut i dłużej) dotyczy pierwszego uruchomienia GPS na tablecie. Kolejne ustalenia lokalizacji, nawet wykonywane po wielu dniach, ale w tym samym obszarze, są o wiele szybsze. Należy także pamiętać, że na jakość i szybkość określenia pozycji urządzenia działają także przeszkody terenowe, ekranujące lub zaburzające rozchodzenie się sygnału GPS. Gorszą dokładność określenia lokalizacji i dłuższy czas stabilizacji wyników możemy zatem uzyskać, będąc w gęstym lesie lub w miejscu otoczonym wysokimi budynkami. Bardziej szczegółowe informacje na temat systemu GPS i AGPS oraz jego działania w urządzeniach mobilnych można znaleźć w wielu źródłach internetowych, na przykład Wikipedii: https://pl.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System, <https://pl.wikipedia.org/wiki/AGPS>, <https://www.morele.net/wiadomosc/co-to-jest-a-gps-w-smartfonach-i-tabletach-czy-warto/1010/>.

INSTRUKCJA WYKONYWANIA POMIARÓW W APLIKACJI „NOISECAPTURE”

- 1. Uruchomienie aplikacji.** Po uruchomieniu „NoiseCapture” pojawi się najpierw ekran startowy (ryc. 61, kopia ekranu po lewej stronie), a po chwili zostanie wyświetlony główny ekran aplikacji (ryc. 61, kopia ekranu po prawej stronie). Zawiera on między innymi:
 - 1** wartość dB: poziom dźwięków (hałasu) w czasie rzeczywistym (podawany w jednostkach dB (A)),
 - 2** wyskalowana w metrach precyzja GPS; ta informacja pokazuje, czy lokalizacja smartfonu/tabletu jest dobrze określona (lokalizacja jest dobra, jeśli precyzja GPS jest poniżej 10 m – wskaźnik jest wyświetlany w kolorze zielonym; jeśli jest większa niż 10 m – w kolorze brązowym),
 - 3** reprezentacja wyników pomiarów hałasu (patrz opis „trybów prezentacji wyników pomiarów ...” zamieszczony poniżej),
 - 4** przycisk nagrywania: naciśnięcie go rozpoczyna pomiar.



Ryc. 61. Ekran startowy (po lewej) i główny ekran aplikacji „NoiseCapture”. Szczegółowy opis w tekście.

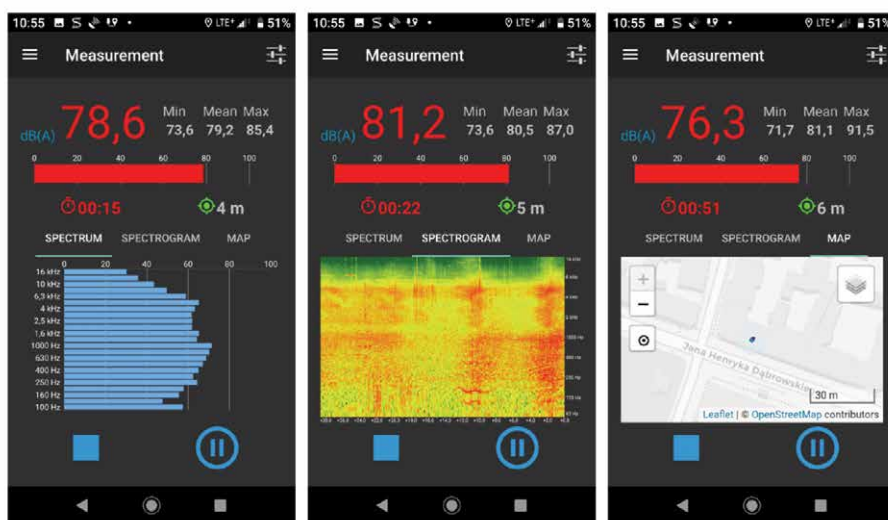
2. Wykonywanie pomiarów hałasu za pomocą aplikacji „NoiseCapture” (ekran „Measurement”). Po rozpoczęciu rejestracji (stuknięciem w ikonę mikrofonu na głównym ekranie aplikacji – numer 4 na ryc. 61) pojawi się ekran widoczny na rycinie poniżej (ryc. 62). Jego najważniejsze elementy to:
 - 1 wartość dB: poziom dźwięków (hałasu) w czasie rzeczywistym (podawany w jednostkach dB (A)),
 - 2 statystyki hałasu: minimalne, średnie i maksymalne wartości dB hałasu,
 - 3 czas trwania pomiaru (mm:ss),
 - 4 wyskalowana w metrach precyzja GPS,
 - 5 reprezentacja wyników pomiarów hałasu (patrz opis „trybów prezentacji wyników pomiarów ...” zamieszczony poniżej),
 - 6 przycisk zatrzymania rejestracji: naciśnij go, aby zakończyć pomiar,
 - 7 przycisk chwilowej przerwy (pauzy) w rejestracji: naciśnij go, aby wstrzymać pomiar.



Ryc. 62. Główny ekran aplikacji „NoiseCapture” w trakcie wykonywania pomiarów hałasu. Szczegółowy opis w tekście.

3. Tryby prezentacji wyników pomiarów hałasu w aplikacji „NoiseCapture” (ekran „Measurement”). Podczas trwania pomiarów można zmieniać tryb ich wizualnej prezentacji. Klikając w zakładki zatytułowane „SPECTRUM”, „SPECTROGRAM” i „MAP” (ryc. 63) można wybrać:

- widmo (SPECTRUM): hałas jest reprezentowany w podziale na pasma poszczególnych częstotliwości,
- spektrogram (SPECTROGRAM): hałas jest wyświetlany jako wykres danych trójwymiarowych, gdzie oś pozioma reprezentuje czas, a oś pionowa to częstotliwość dźwięku; trzeci wymiar (kolor) wskazujące jego amplitudę w dB (A),
- mapa (MAP): lokalizacja punktów pomiarowych wyświetlana jest na tle mapy lub zdjęcia satelitarne, a ich kolor odzwierciedla poziom hałasu w dB(A) analogicznie do ruchomego wskaźnika powyżej; jeżeli do pomiaru używamy urządzenia nie podłączonego do sieci – na przykład tablet bez karty SIM, albo smartfon poza zasięgiem sygnału – to mapa nie zostanie pobrana i się nie wyświetli.



Ryc. 63. Tryby prezentacji wyników pomiarów hałasu w aplikacji „NoiseCapture” (ekran „Measurement”). Szczegółowy opis w tekście.

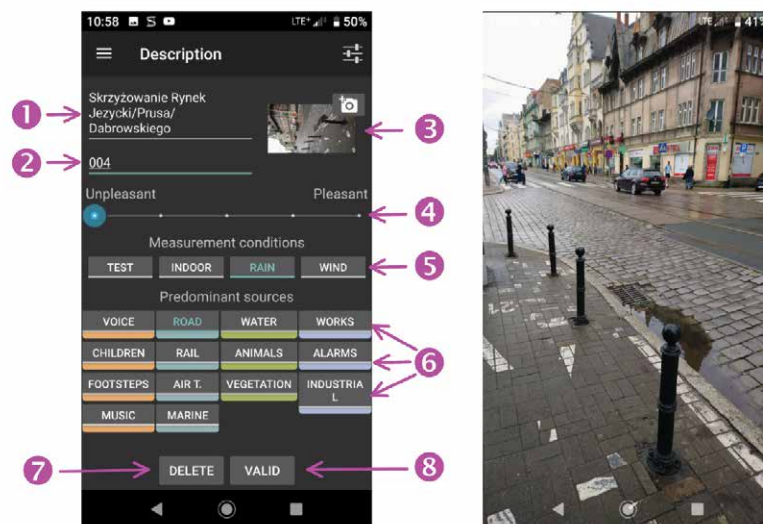
4. Opis wykonanych pomiarów (ekran „Description”). Po zakończeniu pomiarów przyciskiem 6 wskazanym na rycinie 62, na ekranie wyświetlana jest prośba o uzupełnienie danych pomiarowych istotnymi informacjami*, a mianowicie (ryc. 64):

- 1 opis/określenie miejsca pomiaru: dodanie własnego opisu miejsca wykonania pomiarów hałasu**,
- 2 kod „drużyny” „NoiseCapture”: w sytuacji wykonywania zespołowych pomiarów hałasu według rekomendacji twórców projektu „Noise-Planet” (patrz strona pod adresem http://noise-planet.org/noisecapture_party.html),
- 3 zdjęcie miejsca pomiaru: opcja umożliwiająca wykonanie za pomocą aparatu fotograficznego wbudowanego w smartfon/tablet zdjęcie okolicy miejsca wykonywania pomiarów**,
- 4 wskaźnik dyskomfortu związanego z hałasem („Pleasant” – brak dyskomfortu, „Unpleasant” – lokalizacja nieprzyjemna ze względu na hałas): przy pomocy suwaka należy wskazać poziom dyskomfortu (5 stopni),

- 5 warunki wykonywania pomiaru („Test” – pomiar testowy, „Indoor” – pomiar w budynku, „Rain” – pomiar w trakcie deszczu, „Wind” – pomiar w trakcie silnego wiatru): kliknij odpowiednie znaczniki (można zaznaczyć kilka),
- 6 główne źródła hałasu („Voice” – głosy ludzkie / rozmowy, „Road” – hałas drogowy, „Water” – płynąca woda, „Works” – odgłosy pracy, „Children” – bawiące się dzieci, „Rail” – hałas kolejowy/tramwajowy, „Animals” – odgłosy zwierząt, „Alarms” – syreny/dzwonki alarmowe, „Footsteps” – odgłos kroków / idący tłum, „Air T.” – hałas lotniczy, „Vegetation” – roślinność, np. szum liści na wietrze, „Industrial” – hałas przemysłowy, „Music” – głośna muzyka, „Marine” – odgłosy morza, np. szum fal): kliknij odpowiednie znaczniki (można zaznaczyć kilka),
- 7 wyczyść (skasuj) opisy/informacje,
- 8 zatwierdzenie i zapisanie opisów/informacji.

* Jeśli osoba wykonująca pomiary hałasu za pomocą aplikacji „NoiseCapture” nie chce dodawać opisów i informacji, to powinna po prostu stuknąć ikonę „Validate” (nr 8).

** Te informacje są prywatne i w żadnym przypadku nie są przesyłane na serwer projektu „Noise-Planet”.

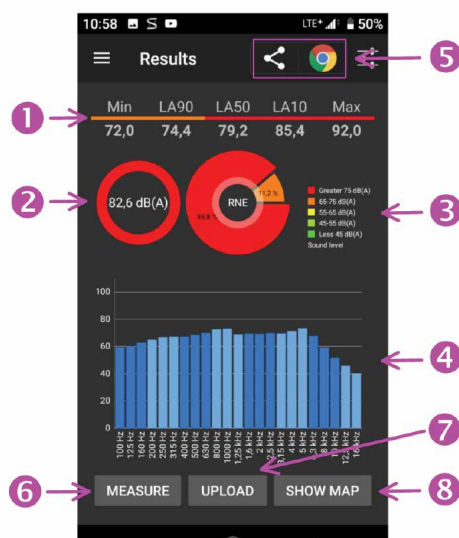


Ryc. 64. Ekran opisu miejsca i warunków wykonywania pomiarów hałasu za pomocą aplikacji „Noise Capture” oraz zdjęcie przykładowego miejsca. Szczegółowy opis w tekście.

5. **Wyniki pomiarów hałasu** (ekran „Results”). Po zatwierdzeniu opisów i informacji można zobaczyć zbiorcze wyniki zakończonych przed chwilą pomiarów. Na ekranie (ryc. 65) są widoczne:
 - 1 wskaźniki hałasu: wartości minimum (Min), LA90, LA50, LA10 i maksimum (Max),
 - 2 średni poziom hałasu wyrażony w dB (A),
 - 3 rozkład ekspozycji na hałas: udział czasowy różnych przedziałów hałasu dB,
 - 4 wykres średniego widma hałasu w podziale na pasma poszczególnych częstotliwości,
 - 5 udostępnianie/przesyłanie wyników przy użyciu konta na Twitterze,
 - 6 powrót do ekranu/panelu „Pomiar” (Measurement),
 - 7 przesłanie wyników pomiarów na serwer projektu „Noise-Planet”; jeśli w danym momencie smartfon/tablet nie ma połączenia z Internetem, to dane nie zostaną

przesłane; procedurę wysyłki można wykonać w dowolnym późniejszym momencie, kiedy urządzenie będzie połączone z siecią (na przykład w szkole/domu przez protokół Wi-Fi) i aplikacja „NoiseCapture” nie musi być cały czas aktywna,

- 8 demonstracja wyników pomiarów hałasu na mapie.



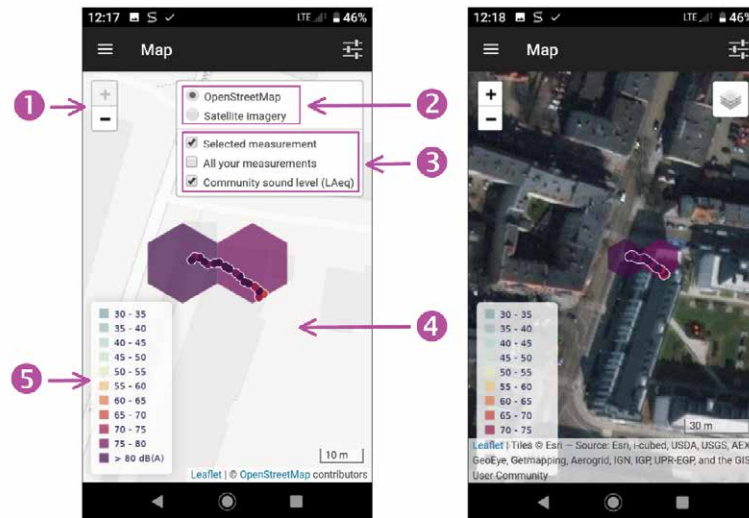
114

Ryc. 65. Ekran aplikacji „NoiseCapture” z podsumowaniem wyników serii pomiarów hałasu. Szczegółowy opis w tekście.

6. **Wizualizacja wyników pomiarów hałasu na mapie** (ekran „Map”). Ekran (panel) mapy składa się z następujących elementów (ryc. 66):

- 1 przyciski zmiany skali mapy (powiększania i pomniejszania),
- 2 selektor warstwy tła: do wyboru mapa „OpenStreetMap” lub obraz satelitarny,
- 3 selektor typu wyświetlanych danych – wskazanie warstwy do wizualizacji; do wyboru: wizualizacja ostatniego własnego pomiaru („Selected measurement”), wizualizacja wszystkich swoich dotychczasowych pomiarów („All your measurements”), lub mapa z danymi zebranymi przez wszystkich użytkowników aplikacji „NoiseCapture” („Community sound level (LAeq)”),*
- 4 mapa, wyświetlająca wybrane warstwy; aby ta funkcja działała, urządzenie musi być podłączone do Internetu, albo poprzez sieć komórkową, albo protokół Wi-Fi,
- 5 legenda wartości hałasu wyświetlanych na mapie.

* Dostęp do mapy całego świata tworzonej przez społeczność użytkowników aplikacji „NoiseCapture” można uzyskać też za pomocą przeglądarki internetowej na komputerze (zalecane rozwiązanie dla uzyskania lepszej jakości wyświetlania mapy), używając następującego adresu internetowego: http://noise-planet.org/map_noisecapture/index.html.

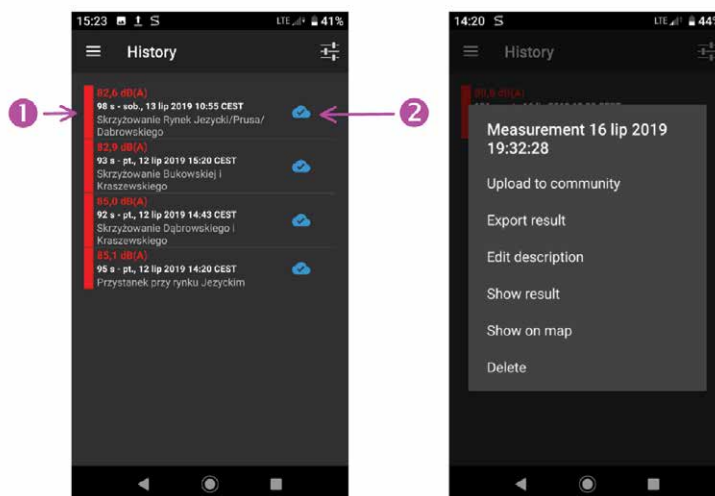


Ryc. 66. Wizualizacja wyników pomiarów hałasu wykonanych aplikacją „NoiseCapture” na tle mapy i zdjęcia satelitarnego. Szczegółowy opis w tekście.

7. Przeglądanie i zarządzanie wynikami pomiarów (ekran/panel „History”, ryc. 67). Dostęp do tych funkcji uzyskuje się poprzez wybór opcji „History” w głównym menu aplikacji (patrz ryc. 56).

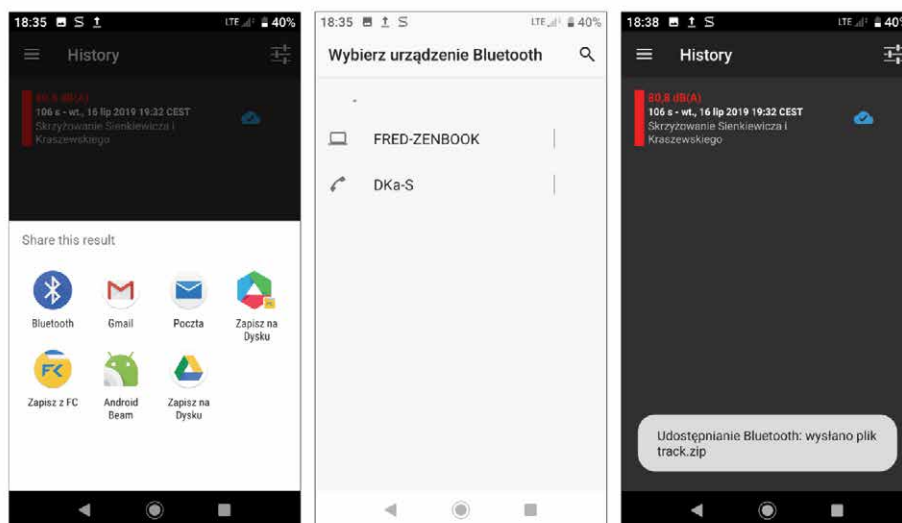
Na ekranie „History” można:

- 1 zobaczyć listę wszystkich wykonanych do tej pory pomiarów hałasu; kolor oznaczenia daje wskazanie odnośnie średniego poziomu dB(A) wykonanego pomiaru; wyświetlane są również informacje dotyczące czasu trwania pomiaru, jego daty oraz wpisany przez operatora tekst opisu stanowiska pomiarowego,
- 2 zobaczyć ikonę chmury, której kolor wskazuje, czy wyniki danego pomiaru zostały przesłane na serwer projektu „Noise-Planet” (niebieski oznacza, że została przesłana). Stuknięcie palcem w konkretną pozycję na liście pomiarów powoduje otwarcie menu umożliwiającego: (1) przesłanie danych pomiaru na serwer projektu „Noise-Planet” („Upload to community”) – urządzenie musi być jednak podłączone do Internetu albo przez sieć komórkową, albo za pośrednictwem protokołu Wi-Fi, (2) eksport danych w formacie geoJSON poprzez łącze Bluetooth, e-mail, do dysku w chmurze itp. („Export Results”), (3) edycja informacji opisu miejsca i warunków pomiaru („Edit description”), (4) wyświetlenie ekranu z podsumowaniem wyników pomiarów w danej lokalizacji („Show result”), (5) wyświetlenie wyników pomiarów na tle mapy lub zdjęcia satelitarnego („Show on map”), (6) skasowanie danych wybranego pomiaru („Delete”).



Ryc. 67. Przeglądanie i zarządzanie wynikami pomiarów hałasu w aplikacji „NoiseCapture” na panelu „History”. Szczegółowy opis w tekście.

- 8. Eksport danych pomiarów hałasu do przetwarzania w aplikacjach zewnętrznych.** Ważnym elementem realizacji niniejszego scenariusza projektu uczniowskiego jest zebranie i zestawienie wyników poszczególnych pomiarów hałasu wykonywanych w różnych momentach na jednym urządzeniu i/lub w jednym momencie na różnych urządzeniach. Aby to zrobić, należy zgromadzone na smartfonie/tablecie dane wyeksportować w takiej postaci, aby je można było wczytać i przetworzyć w aplikacjach zewnętrznych. Jak wspomniano powyżej służy do tego opcja „Export Results” w menu rozwijającym się po stuknięciu palcem pozycji na liście wykonanych pomiarów (panel „History”, ryc. 67). Po jej wybraniu otwiera się okno, które, w zależności od konfiguracji używanego urządzenia, zawiera różną liczbę pozycji – dostępnych sposobów eksportu danych (ryc. 68 po lewej). Najczęściej są na nim „Bluetooth” i „Gmail”. Pierwsza z nich umożliwia bezprzewodową transmisję danych w promieniu kilku metrów pomiędzy różnymi urządzeniami elektronicznymi (komputerami, smartfonami, drukarkami itp.), a druga, przesłanie informacji na osobiste konto bezpłatnego serwisu webmail, stworzonego i rozwijanego przez firmę Google. W tym drugim przypadku urządzenie musi być podłączone do Internetu przez sieć komórkową lub protokół Wi-Fi. Z tego względu zazwyczaj najbardziej wygodnym sposobem eksportu danych pomiarowych z aplikacji „NoiseCapture” jest Bluetooth. Po stuknięciu palcem w ikonę Bluetooth (znak runiczny ☰), należy wybrać z listy aktywnych urządzeń (ryc. 68) znajdujących się w pobliżu to, na które chcemy przesłać dane. Jeśli na liście tego urządzenia nie ma, to zazwyczaj oznacza, że Bluetooth nie jest na nim uruchomiony. Opis aktywowania Bluetooth i „parowania” (łączenia w pary) urządzeń można znaleźć bez problemu w Internecie, na przykład pod adresem: <https://support.google.com/android/answer/9075925?hl=pl>. Po stuknięciu palcem w nazwę urządzenia odbiorczego następuje transmisja wybranych danych. Na urządzeniu odbiorczym wyświetlany jest komunikat z informacją o miejscu zapisania otrzymanego pliku. Szczegóły całej procedury mogą się nieco różnić w zależności od modelu używanego urządzenia (na przykład laptopa) i wersji systemu operacyjnego.



Ryc. 68. Wybrane kroki procedury eksportu danych pomiarowych hałasu z aplikacji „NoiseCapture” do urządzenia zewnętrznego przy użyciu bezprzewodowego protokołu Bluetooth. Szczegółowy opis w tekście.

PRZETWARZANIE DANYCH POMIARÓW HAŁASU Z APLIKACJI „NOISECAPTURE” W APLIKACJACH ZEWNĘTRZNYCH

- 1. Opis struktury eksportowanych danych.** Dane pochodzące z jednostkowej serii pomiarowej eksportowane są z „NoiseCapture” zawsze w postaci pliku archiwum ZIP (<https://pl.wikipedia.org/wiki/ZIP>) pod nazwą „track.zip”. „Począwszy od systemu operacyjnego Windows ME, obsługa archiwów ZIP została wcielona do obsługi systemowej” – w „Eksploratorze plików”, archiwa ZIP są rozpoznawane jako „skompresowane foldery”. Po kliknięciu kursorem myszki w oknie Eksploratora nazwy takiego pliku otwierana jest i udostępniana jego zawartość. Składa się ona z trzech plików „README.txt”, „meta.properties” i „track.geojson”. Wszystkie one są zapisane w formacie tekstowym, a zatem ich zawartość jest jawna i można ją obejrzeć za pomocą każdego edytora wczytującego „czysty” tekst. Najprościej użyć do tego systemowej aplikacji „Notatnik”. Na rycinie 69 zaprezentowano przykłady treści plików „meta.properties” i „track.geojson”. Plik „README.txt” zawiera opis w języku angielskim zawartości pozostałych dwóch plików („meta.properties” i „track.geojson”). Uprozczone tłumaczenie poszczególnych wierszy tekstu tego pliku zawarte jest w poniższej tabeli (tab. 12). Należy zwrócić jednakże uwagę, że między opisem znajdującym się w „README.txt”, a rzeczywistą zawartością plików „meta.properties” i „track.geojson” są drobne rozbieżności w treści i w kolejności poszczególnych pozycji. Nie stanowi to jednak większego problemu w identyfikacji ich elementów. W tabeli 13 podano opis struktury pliku „track.geojson”.

Tab. 12. **TŁUMACZENIE TEKSTU W PLIKU „README.txt”** zawierającego objaśnienia do zapisu danych pomiarowych hałasu eksportowanych z aplikacji „NoiseCapture”.

TEKST W JĘZYKU ANGIELSKIM	TŁUMACZENIE W JĘZYKU POLSKIM
meta.properties file are general info on device and record:	Plik „meta.properties” to ogólne informacje o urządzeniu pomiarowym i wykonanym za jego pomocą pomiarze: (komentarz: właściwa zawartość w pliku „meta.properties” poprzedzona jest nagłówkiem oznaczonym „#” zawierającym między innymi informacje o dacie i godzinie wygenerowania tego pliku)
- version_name Major, minor and revision version	Nazwa wersji oprogramowania
- build_date Date of APK assembly	Informacja programistyczna
- version_number Application version integer	Numer wersji w postaci liczby całkowitej
- time_length Record length in seconds	Długość serii pomiarowej w sekundach
- uuid Random identifier set on first application start	Losowy identyfikator pierwszego uruchomienia aplikacji
- leq_mean Mean equivalent sound level in dB(A) of the measure	Średni ekwiwalentny poziom dźwięku w dB (A) serii pomiarowej
- record_utc Record time in epoch millisecond	Czas pomiaru w POSIX, czyli w systemie reprezentacji czasu mierzącym liczbę sekund od początku 1970 roku UTC, czyli od chwili zwanej początkiem epoki Uniksa (https://pl.wikipedia.org/wiki/Czas_uniksowy); zapis ten można przetłumaczyć na zwykły zapis czasu, korzystając na przykład z kalkulatora dostępnego pod adresem: https://www.epochconverter.com/
- device_manufacturer device_model device_product Generic Hardware information of measure device	Informacje o urządzeniu pomiarowym (smartfonie/tablecie)
- pleasantness User input pleasantness 1-100	Wprowadzona przez użytkownika subiektywna ocena komfortu dźwiękowego w skali od 1 do 100; aplikacja jednakże umożliwia wybór jedynie z 5 opcji (stopni) skali: 0, 25, 50, 75 i 100
- tags Comma separated values of user selected tags (english only)	Oddzielone przecinkami określenia wskazanych przez użytkownika warunków pomiarów i źródeł hałasu (zapisane w języku angielskim)
- user_profile User knowledge in acoustics NONE, NOVICE, EXPERT	Podana przez użytkownika ocena własnej wiedzy na temat akustyki: NONE, NOVICE, EXPERT
- noiseparty_tag Record NoiseParty identifier	Identyfikator zespołowych pomiarów hałasu (wykonywanych przez grupę osób)
gain_calibration	Pochodząca z kalibracji wartość współczynnika korekcji dla urządzenia pomiarowego

track.geojson 1s samples of measures. Using the geojson format (http://geojson.io)	Plik „track.geojson” zawiera wyniki poszczególnych pomiarów i jest zapisany w formacie „geojson” (http://geojson.io)
- leq_mean 1s mean equivalent sound level in dB(A)	Średni równoważny poziom dźwięku w dB (A)
- accuracy Localisation precision in m (provided by gps, network or gsm)	Precyzja lokalizacji w metrach (podana przez GPS, sieć Wi-Fi lub GSM)
- location_utc Localisation fix time in epoch millisecond	Czas rozpoczęcia konkretnego jednostkowego pomiaru w milisekundach epoki POSIX (patrz opis wyżej w tej samej tabeli)
- leq_utc Measure time in epoch millisecond	Czas zakończenia konkretnego jednostkowego pomiaru w milisekundach epoki POSIX (patrz opis wyżej w tej samej tabeli)
- leq_id Unique identifier of record	Unikalny identyfikator pomiaru (rekordu w tabeli)
- marker_color Color used by geojson.io	Kolor używany dla symbolu na mapie przy wykorzystaniu aplikacji sieciowej geojson.io
- bearing Movement orientation. See: https://developer.android.com/reference/android/location/Location.html#getBearing()	Kierunek ruchu (przemieszczania się urządzenia w trakcie pomiaru); szersze informacje pod adresem: https://developer.android.com/reference/android/location/Location.html#getBearing()
- speed Estimated device speed in m/s	Szacowana prędkość urządzenia w trakcie pomiaru w m/s
- leq_frequency 1s mean equivalent sound level in dB(A) for the specified frequency	Średni równoważny poziom dźwięku w dB (A) dla określonej częstotliwości (kilkanaście kolejnych kolumn w tabeli danych)

Tab. 13. **OPIS ZAWARTOŚCI PLIKU „TRACK.GEOJSON” EKSPORTOWANEGO PRZEZ APLIKACJĘ „NOISECAPTURE”.** Podane parametry są związane z każdym z punktów pomiarowych (rejestracja co sekundę) w tej samej serii danych (tj. ten sam „track”). W przypadku braku lokalizacji GPS niektóre parametry (oznaczone symbolem *) nie są zapisywane.

PARAMETR	FORMAT / TYP / JEDNOSTKA	OPIS
geometry	punkt	współrzędne (szerokość i długość geograficzna oraz wysokość *) punktu pomiarowego
leq_mean	liczba rzeczywista	średni równoważny poziom dźwięku w dB (A) dla całej serii
accuracy	liczba rzeczywista	dokładność położenia z GPS (w metrach)
location_utc	data UTC (epoka UTS)	data UTC ostatniego określenia lokalizacji (dokładniejszy opis UTC znajduje się we wcześniejszej tabeli)
leq_utc	data UTC (epoka UTS)	data UTC pomiaru
leq_id	liczba całkowita	unikalny identyfikator pomiaru

Eksportowane z aplikacji „NoiseCapture” dane pomiarów hałasu z danej lokalizacji (seria pomiarowa) zawsze mają taką samą postać: archiwum „track.zip” zawierające pliki „README.txt”, „meta.properties” i „track.geojson”. Z tego względu należy bardzo uważnie je gromadzić i archiwizować, aby łatwo można było je odszukać i przetwarzać, a przede wszystkim, żeby omyłkowo nie skasować poprzednio eksportowanego pliku nowym o tej samej nazwie. Dlatego też zalecane jest natychmiast po eksporcie konkretnych danych pomiarowych, zmienić nazwy plików, na przykład przez dodanie informacji o miejscu i czasie pomiaru. Na przykład nazwę pliku „track.zip” zmieniamy na „track_st7_12-07-2019_11-15.zip (pomiar wykonany na stanowisku 7, o godzinie 11:15, 12 lipca 2019 roku).

120

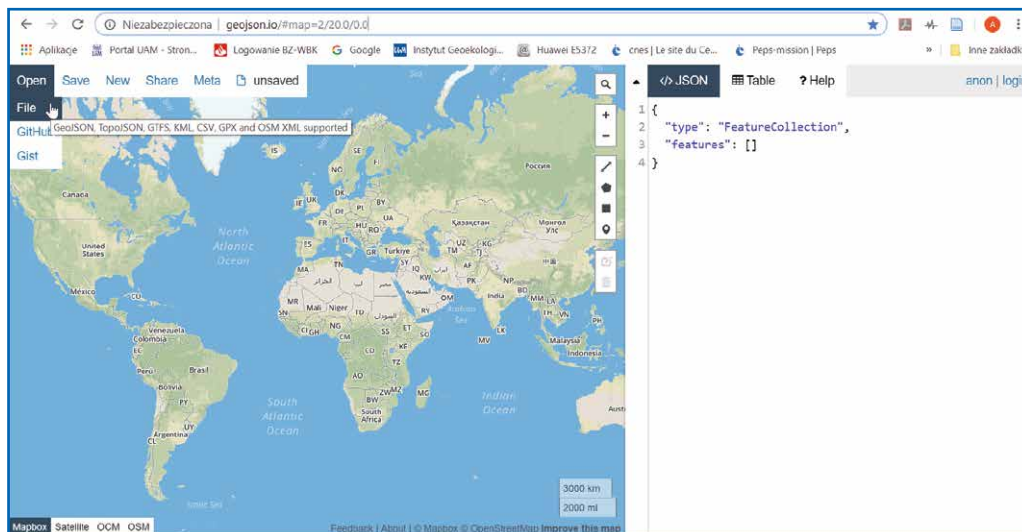
```
#NoiseCapture export header file
#Sat Jul 13 20:14:41 GMT+02:00 2019
uuid=e41a3ad9-d5dc-419c-90a5-1e34bc45f8be
version_number=45
build_date=1553242936233
pleasantness=0
device_manufacturer=Sony
record_utc=1563008104249
version_name=1.2.9
user_profile=NOVICE
time_length=98
device_model=H4113
leq_mean=82.60
noiseparty_tag=004
gain_calibration=0.00
tags=rain,road
device_product=H4113
```

```
{
  "type": "FeatureCollection",
  "features": [
    {
      "type": "Feature",
      "geometry": {
        "type": "Point",
        "coordinates": [
          16.90570697,
          52.41240636,
          118.03070068359375
        ]
      },
      "properties": {
        "leq_mean": 79.327736,
        "marker-color": "#75085C",
        "accuracy": 5.36,
        "location_utc": 1563008104000,
        "leq_utc": 1563008104793,
        "leq_id": 281,
        "speed": 0,
        "leq_100": 55.52718,
        "leq_125": 58.118572,
        "leq_160": 61.33891,
        "leq_200": 61.95752,
        "leq_250": 64.66168,
        "leq_315": 63.275345,
        "leq_400": 63.503548,
        "leq_500": 64.980576,
        "leq_630": 66.98086,
        "leq_800": 70.54847,
        "leq_1000": 71.09017,
        "leq_1250": 66.89321,
        "leq_1600": 67.27194,
        "leq_2000": 67.0884,
        "leq_2500": 67.11049,
        "leq_3150": 66.69845,
        "leq_4000": 68.419975,
        "leq_5000": 68.94272,
        "leq_6300": 62.821896,
        "leq_8000": 52.51633,
        "leq_10000": 46.685913,
        "leq_12500": 37.373577,
        "leq_16000": 31.168905
      }
    }
  ]
}
```

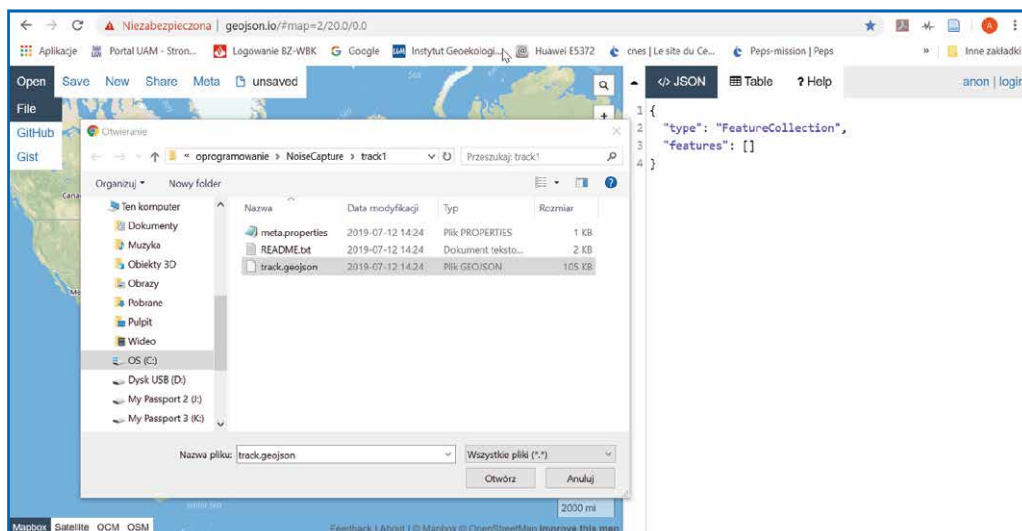
Ryc. 69. Przykłady plików z wynikami pomiarów hałasu eksportowanych z aplikacji „NoiseCapture”. Po lewej zawartość pliku „meta.properties”, a po prawej początkowy fragment pliku „track.geojson”.

2. Konwertowanie plików z wynikami pomiarów hałasu z aplikacji „NoiseCapture” do formatu tabelarycznego. Pliki „geoJSON” z wynikami pomiarów hałasu z aplikacji „NoiseCapture” (track.geojson) mogą być bezpośrednio wczytywane przez moduł CMDW na platformie CSW@2020, a ich zawartość może być wizualizowana na mapie i przetwarzana statystycznie. Szczegółowy opis dotyczący tego zagadnienia jest zawarty w instrukcji Platformy. Z pewnością jednakże pojawi się potrzeba własnego, bardziej szczegółowego opracowania tych danych. Poniżej zostanie przedstawiona procedura

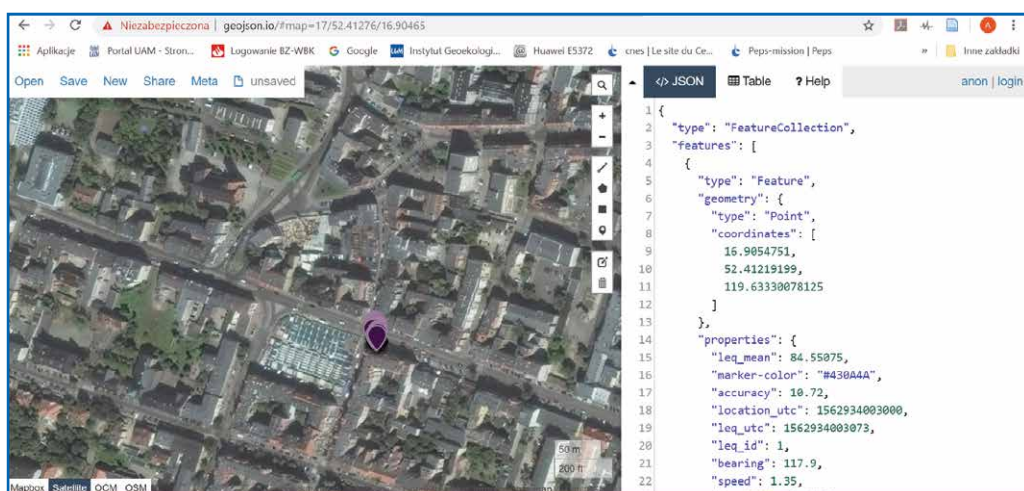
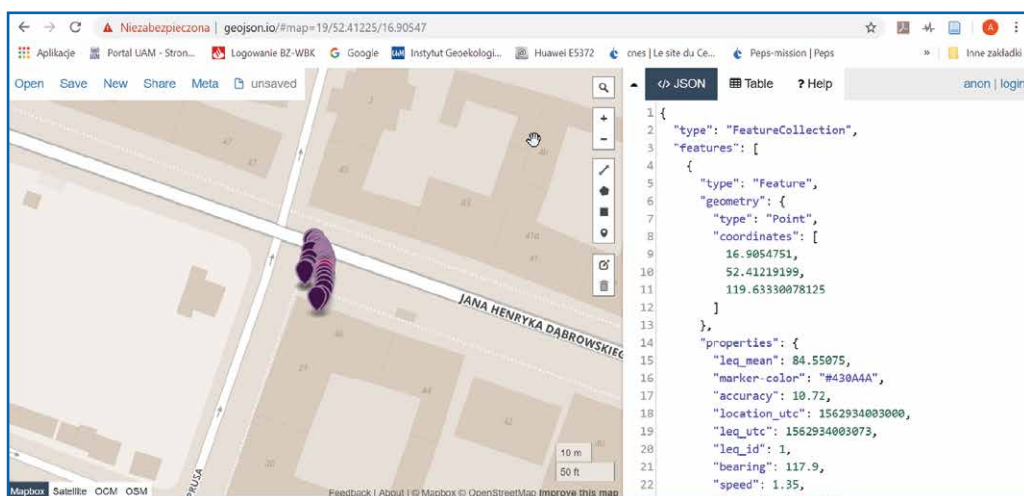
sposobu konwersji danych z formatu geoJSON do tabeli tekstowej zapisanej w formacie „CSV” (ang. comma-separated values, wartości rozdzielone przecinkiem, [https://pl.wikipedia.org/wiki/CSV_\(format_pliku\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/CSV_(format_pliku))). Tabela taka może być bez problemu wczytana do programu MS Excel lub innej aplikacji arkusza kalkulacyjnego, gdzie można wykonywać obliczenia statystyczne i wykresy danych. Konwersję taką najlepiej wykonać za pomocą aplikacji dostępnej pod adresem <http://geojson.io>. Na poniższej rycinie 70 przedstawiony został obraz tej witryny internetowej przed wczytaniem jakichkolwiek danych, a następnie otwieranie pliku z dysku lokalnego komputera (ryc. 71).



Ryc. 70. Ekran aplikacji internetowej pod adresem <http://geojson.io>. Za pomocą kursora myszki została wyselekcjonowana opcja menu „Open/File” umożliwiająca załadowanie własnego pliku „GeoJSON” z danymi pomiaru hałasu z aplikacji „NoiseCapture”.



Ryc. 71. Wczytywanie lokalnego pliku „track.geojson” do aplikacji na stronie <http://geojson.io>.

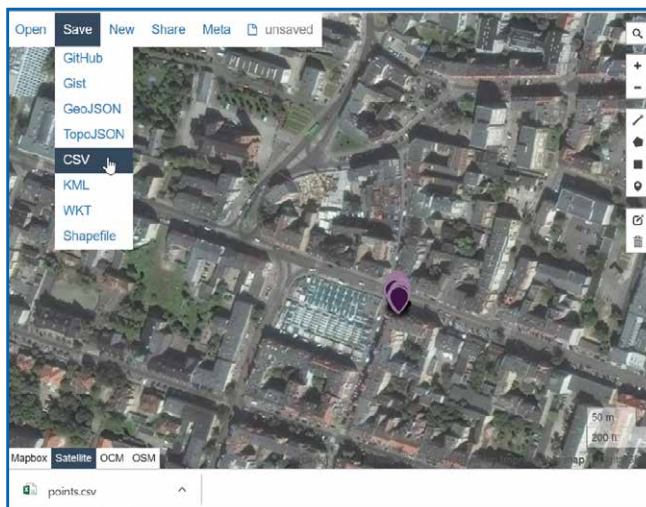


Ryc. 72. Wczytane z pliku „track.geojson” i wyświetlone na tle mapy i zdjęcia satelitarne dane lokalizacji punktów pomiaru hałasu (selektor w dolnej lewej części ekranu). Zawartość pliku jest też prezentowana w postaci tekstowej w prawej części ekranu.

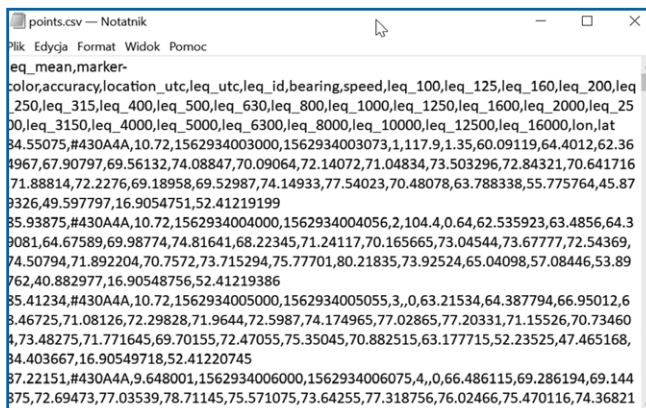
Po wczytaniu własnego pliku „track.geojson” jego zawartość jest wyświetlana w postaci tekstowej, w jednej części panelu aplikacji „geojson.io”, a w drugiej – lokalizacje stanowisk pomiarowych jako punkty na tle różnych typów map lub zdjęcia satelitarne (ryc. 72). Konwersję danych do postaci tabelarycznej wykonujemy, wybierając z menu „Save” opcję „CSV” (ryc. 73). Przekonwertowane dane są automatycznie zapisywane na dysku komputera, w domyślnym folderze (najczęściej C:\Użytkownicy\Użytkownik\Pobrane), pod nazwą „points.csv”. Fragment zawartości takiego pliku otwartego w Notatniku Windows jest zaprezentowany na rycinie 74.

- 3. Import danych pomiarów hałasu z pliku CSV do arkusza programu MS Excel.** W teorii Excel rozpoznaje automatycznie pliki z rozszerzeniem CSV i poprawnie wczytuje ich zawartość. W praktyce jednak jest z tym problem. Wynika on z faktu, że w polskiej wersji systemu Windows przecinek jest domyślnym separatorem dziesiętnym w zapisie liczb. W języku angielskim separatorem dziesiętnym jest kropka i z tego względu przecinek może być używany jako znak rozdzielający poszczególne kolumny w tabeli. W polskim Windows liczba z kropką w środku traktowana jest jako tekst. Żeby zatem poprawnie zaimportować tabelę z pliku „points.csv”, trzeba wykonać cztery dodatkowe czyn-

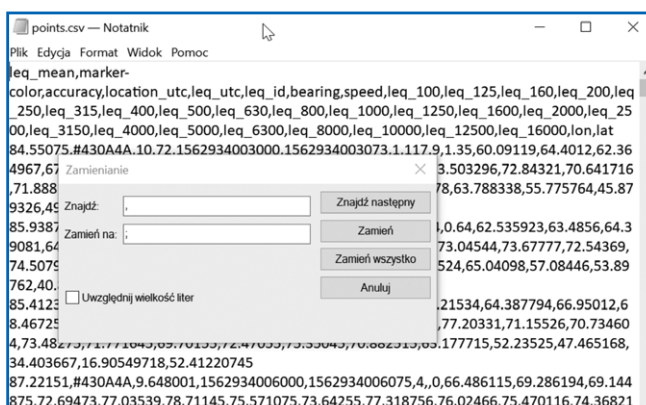
ności: (1) otworzyć plik „points.csv” w Notatniku Windows, (2) używając opcji „Edycja/Zamień.../Zamień wszystko” wymienić przecinki (,) na średniki (;), (3) używając opcji „Edycja/Zamień.../Zamień wszystko” wymienić kropki (.) na przecinki (,), (4) zapisać plik pod zmienioną nazwą z rozszerzeniem „txt”. Kopię ekranu Notatnika z oknem dialogowym „Zamienianie” przedstawiono na ryc. 75. Przygotowane w ten sposób dane należy zaimportować do Excela, korzystając z „Kreatora importu tekstu”. Kolejne kroki tej procedury przedstawione są na ryc. 76. Wczytując dane, należy wybrać opcję „Pliki tekstowe (*.prn, *.txt, *.csv)”. W kroku 2 Kreatora należy zaznaczyć, że ogranicznikiem (separatorom kolumn) jest średnik.



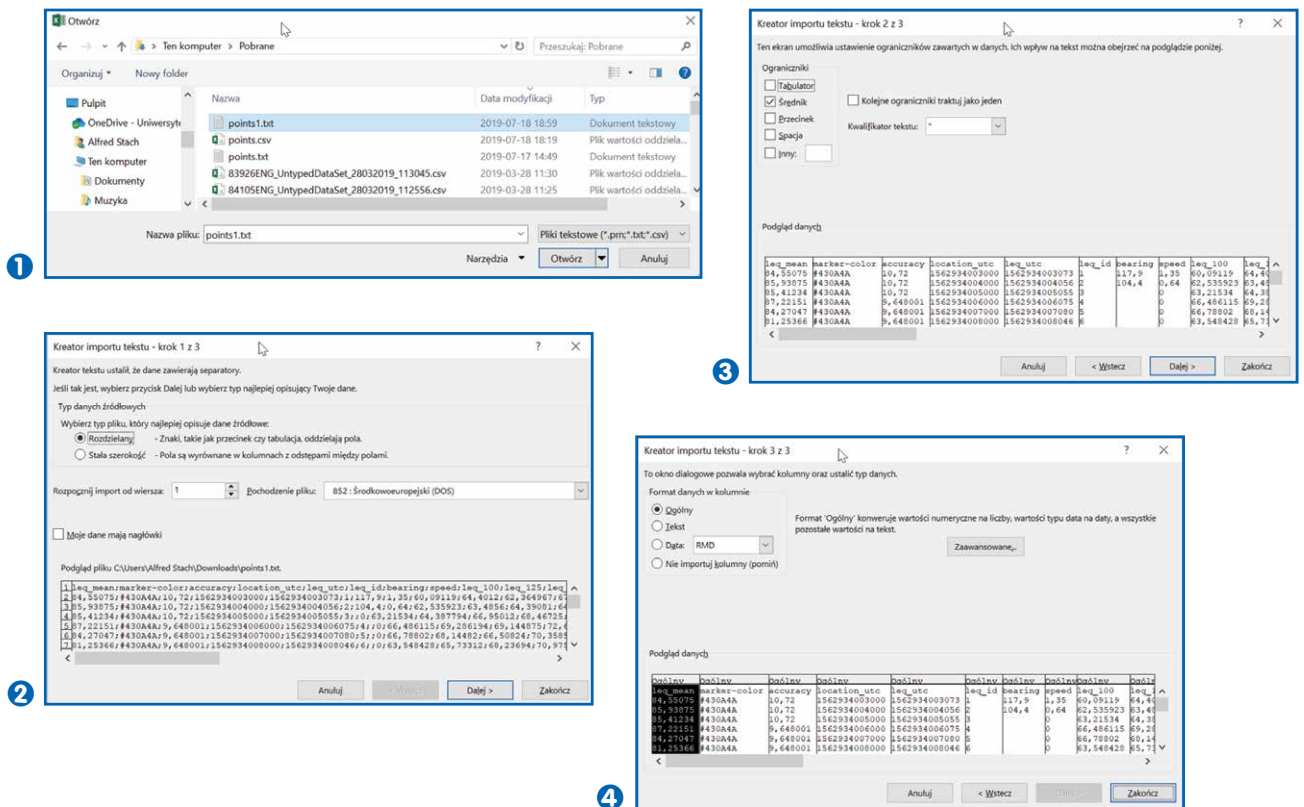
Ryc. 73. Procedura konwersji pliku „track.geojson” z danymi pomiarów hałasu do formatu tabelarycznego CSV (pobrany plik „points.csv”) w aplikacji sieciowej „geojson.io”.



Ryc. 74. Fragment zawartości pliku „points.csv”, z przekonwertowanymi do postaci tabelarycznej wynikami pomiarów hałasu, otwartego w Notatniku Windows.

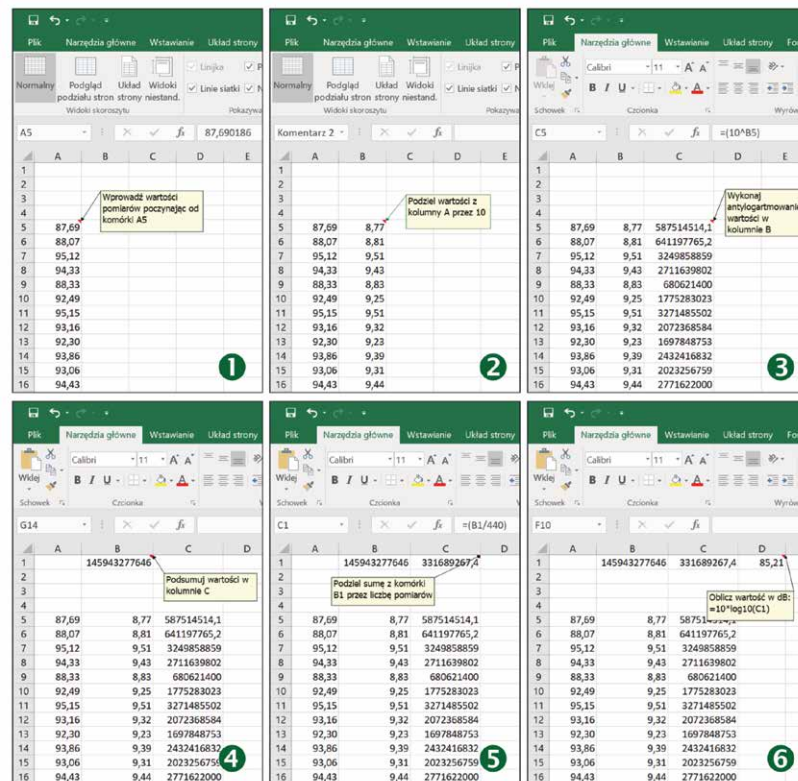


Ryc. 75. Notatnik Windows z przykładowymi danymi pomiarów hałasu (plik points.csv) i z oknem dialogowym „Zamienianie” skonfigurowanym do zamiany wszystkich przecinków na średniki. Szczegółowy opis w tekście.



Ryc. 76. Cztery kroki procedury importu pliku tekstowego ze średnikami jako separatorami (ogranicznikami) kolumn do arkusza MS Excel.

- 4. Obliczanie średniego poziomu hałasu.** Procedura określania średniego poziomu hałasu zostanie przedstawiona na przykładzie danych z 23 lipca 2019 roku z profilu w Parku Sołackim. Opis wizualizacji i analizy wyników tych pomiarów jest zamieszczony w kolejnym punkcie niniejszej instrukcji. Na profilu w Parku Sołackim hałas rejestrowano w 5 punktach pomiarowych położonych w różnych odległościach od głównego źródła hałasu, jakim jest w tym miejscu ruchliwa arteria komunikacyjna – ulica Niestachowska. Obliczanie średniej to ważny element analizy wyników, jeśli chcemy na przykład porównać ogólny poziom hałasu dla różnych pór roku czy też doby. Można by na przykład analizować poziom hałasu na boisku szkolnym w trakcie kolejnych przerw międzylekcyjnych, opierając się na wynikach z kilku punktów pomiarowych usytuowanych w różnych ważnych jego częściach. Ponieważ jednostka, za pomocą której określamy głośność dźwięku (hałas) – decybele (dB) – jest logarytmem dziesiętnym jego natężenia (mocy akustycznej), to nie możemy użyć zwykłej średniej arytmetycznej. Średnia wartość z dwóch pomiarów wynoszących 60 i 80 dB nie wynosi bynajmniej 70 dB tylko 77,03, bo ze względu na skalę logarymiczną stosunek tych dwóch wartości wynosi jak 1 do 100. Przy użyciu oprogramowania arkusza kalkulacyjnego typu MS Excel obliczenie średniej logarymicznej nie jest jednakże trudną operacją. Można ją wykonać w 6 krokach (ryc. 77).



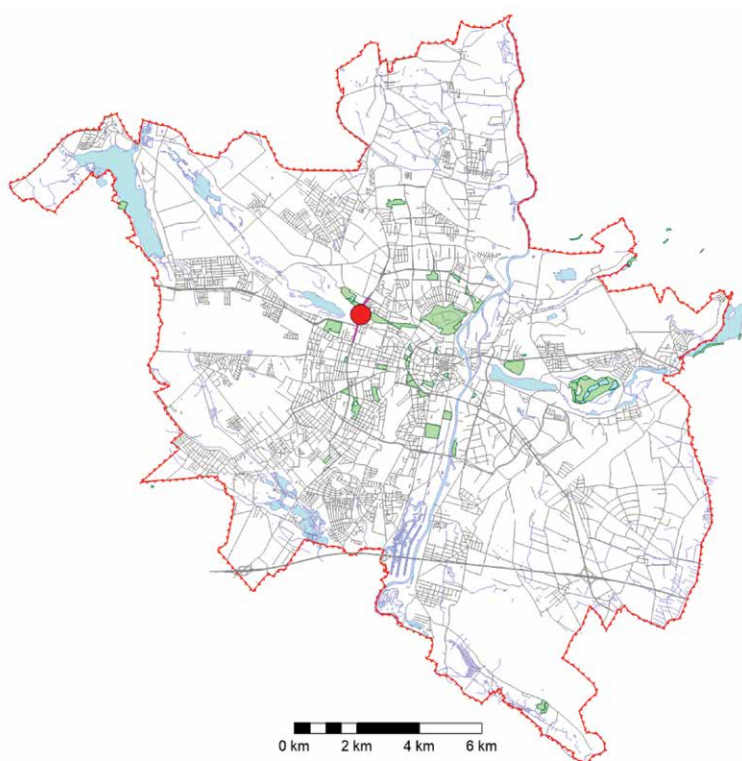
Ryc. 77. Sześć kroków procedury obliczania średniej wartości pomiarów hałasu. Szczegółowy opis w tekście.

- **KROK 1.** Wpisanie (wkopiowanie) indywidualnych wartości pomiarowych w kolumnę A, począwszy od wiersza 5. Puste miejsce powyżej zostanie wykorzystane do końcowych obliczeń. Na profilu w Parku Sołackim wykonano w sumie 440 pomiarów (5×88) i w związku z tym dane zajmują komórki od A5 do A444.
- **KROK 2.** W sąsiadującej kolumnie dokonujemy dzielenia danych przez 10: do komórki B5 wpisujemy formułę „ $=A5/10$ ” (bez cudzysłowu), a następnie kopiujemy ją na cały zakres wierszy (od komórki B6 do B444).
- **KROK 3.** Wykonujemy antylogarytmowanie wartości z kolumny B: do komórki C5 wpisujemy formułę „ $=10^B5$ ”, a następnie kopiujemy ją na cały zakres wierszy (od komórki C6 do C444).
- **KROK 4.** Sumujemy wartości z kolumny C: do komórki B1 wpisujemy formułę „ $=SUMA(C5..C444)$ ”. Uzyskamy dzięki temu całkowitą energię akustyczną ze wszystkich pomiarów wykonanych na profilu w Parku Sołackim.
- **KROK 5.** Obliczamy średnią energię na pojedynczy pomiar, dzieląc sumę przez liczbę pomiarów: do komórki C1 wpisujemy formułę „ $(B1/440)$ ”.
- **KROK 6.** Aby ze średniej energii akustycznej uzyskać wartość hałasu wyrażoną w decybelach, musimy obliczyć jej logarytm dziesiętny i pomnożyć go przez 10: do komórki D1 wpisujemy formułę „ $=10 * \log10(C1)$ ”.

Uzyskana tym sposobem (ryc. 77) średnia wartość hałasu z dnia 23 lipca 2019 roku na profilu w Parku Sołackim wynosiła 85,21 dB(A). Średnia arytmetyczna wyliczona z tych samych danych jest znacznie niższa i równa 73,96 dB(A). Oczywiście poprawna fizycznie jest pierwsza z podanych wyżej wartości.

5. Przykład analizy i wizualizacji danych z pomiarów hałasu wykonanych aplikacją „NoiseCapture”.

Możliwości wykorzystania „NoiseCapture” do oceny środowiska akustycznego w najbliższym otoczeniu miejsca zamieszkania i w otoczeniu szkoły, jest wiele. Najciekawsze wyniki uzyskać można nie z pojedynczych pomiarów, ale analizy zmienności hałasu zarówno w czasie, jak i jego zróżnicowania w przestrzeni – tworzenie czasoprzestrzennych map akustycznych. Przedstawiony poniżej przykład jest bardzo prosty – ma służyć jedynie jako inspiracja i zaprezentowanie sposobów wizualizacji oraz interpretacji wyników pomiarów. Zadanie, jakie wykonano, polegało na określeniu zmian średniego poziomu hałasu wraz z odległością od źródła dźwięku, na profilu od ruchliwej ulicy, w kierunku parku miejskiego. Badania te przeprowadzono w Poznaniu przy ulicy Niestachowskiej, w miejscu, w którym sąsiaduje ona z Parkiem Solackim (ryc. 78). Ulica (trasa) Niestachowska to jedna z najbardziej ruchliwych arterii komunikacyjnych Poznania. Umożliwia szybki przejazd z centrum i wschodniej części miasta do obszaru osiedli mieszkaniowych na Piątkowie (północna część Poznania). Według danych z 2016 roku (Mapa 2017) w ciągu doby przejeżdża nią ponad 38 300 pojazdów (ok. 26,6 na minutę), z czego ok. 96% to pojazdy lekkie (samochody osobowe). Zdecydowana większość ruchu, bo ok. 93% dokonuje się w porze dziennej i wieczornej (6:00–22:00). W dzień pojazdy jadą trasą Niestachowską ze średnią prędkością ok. 64 km, a w nocy około 70 km na godzinę. Film z przejazdu trasą Niestachowską można zobaczyć w serwisie YouTube pod adresem: <https://www.youtube.com/watch?v=UV3Dc2pWDeE>. Pomiar hałasu emitowanego z pojazdów przejeżdżających trasą Niestachowską wykonywane w 2016 roku przy ulicy Podlaskiej 27 (Mapa 2017) w odległości około 14 m od jezdni, wykazały, że średnio w dzień jego poziom wynosi 73 dB(A), a w nocy – 67 db(A). Te wartości były zbliżone do maksymalnych, notowanych w innych punktach pomiarowych na terenie miasta. Lokalizację punktów pomiarowych, na których wykorzystano aplikację NoiseCapture, przedstawiono na podkładzie tradycyjnej mapy i zdjęcia lotniczego (ryc. 79). Na rycinie 80 przedstawiono fragment mapy imisji (odbierania) hałasu w Poznaniu z roku 2017 w otoczeniu profilu, na którym wykonywano pomiary (Mapa 2017).

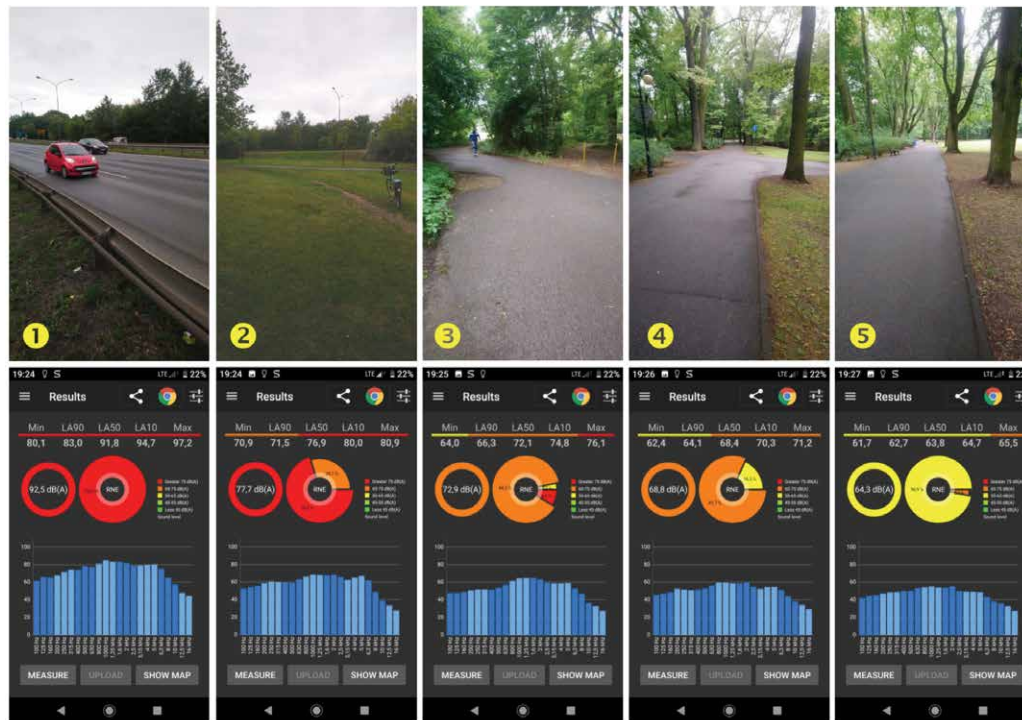


Ryc. 78. Plan Poznania z zaznaczoną ulicą Niestachowską i orientacyjną lokalizacją profilu, na którym 23 lipca 2019 roku wykonano pomiary hałasu przy pomocy aplikacji „NoiseCapture”.



Ryc. 79. Lokalizacje punktów pomiarów hałasu w dniu 23 lipca 2019 roku na profilu od ulicy Niestachowskiej do Parku Sołackiego na podkładzie mapy: (<https://www.openstreetmap.org/#map=17/52.42320/16.89786>) i ortofotomapy lotniczej: (http://mapy.geoportal.gov.pl/imap/lmgp_2.html).

Pomiary hałasu wykonywano 23 lipca 2019 roku między godziną 13:32 a 13:44, używając aplikacji „NoiseCapture” zainstalowanej na smartfonie Sony Xperia XA2 z 9 wersją systemu Android. Na każdym z 5 stanowisk najpierw sprawdzano precyzję określenia położenia, a kiedy była już poniżej 10 m, uruchamiano rejestrację. Punkt 1 usytuowany był przy barierze oddzielającej jezdnię od pobocza. Punkt 2 – w pobliżu linii drzew Parku Sołackiego. Pas po tej stronie ulicy Niestachowskiej, o szerokości około 30 m, jest zadarniony i rosną na nim kępy wysokich krzewów i pojedyncze drzewa. Biegnie tam również chodnik. Kolejne trzy punkty usytuowane były wewnątrz Parku wzdłuż alejki w przybliżeniu prostopadłej do ulicy. Odległości kolejnych punktów pomiarowych od najbliższej jezdni ulicy Niestachowskiej wynosiły odpowiednio: 6, 35, 77, 136 i 200 m. Hałas rejestrowano przez ok. 1,5 minuty, stojąc nieruchomo i trzymając urządzenie w wyciągniętej ręce. Ponieważ „NoiseCapture” standardowo wykonuje 1 pomiar na sekundę, to każda seria składała się z ok. 90 rekordów. Na każdym stanowisku wykonano też zdjęcie w kierunku ulicy Niestachowskiej (ryc. 81). Po zakończeniu pomiarów i powrocie do domu wykonano kopie (zrzuty, ang. *screenshot*) ekranu z sumarycznymi wynikami pomiarów na każdym stanowisku (ryc. 81).



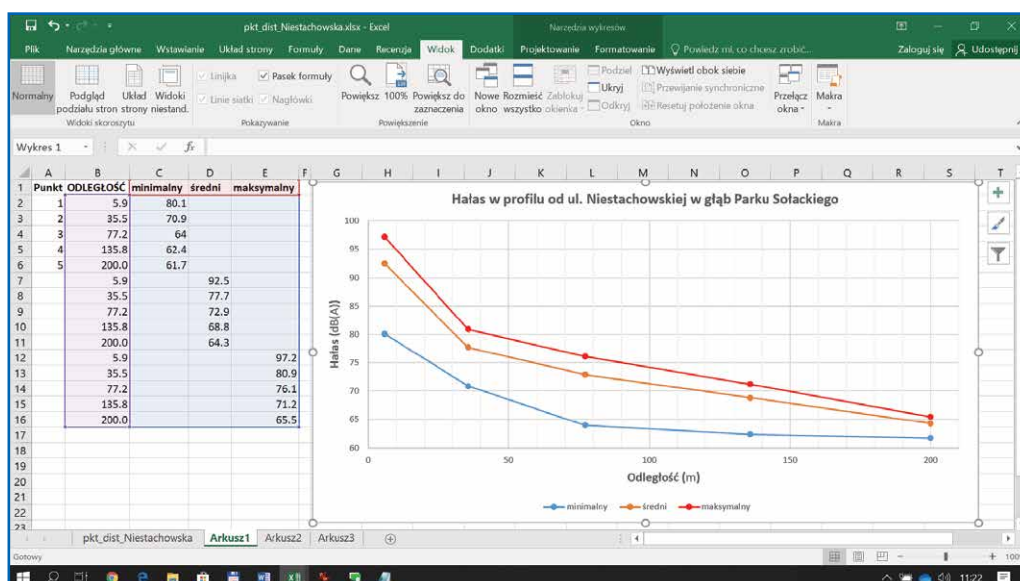
Ryc. 81. Zdjęcia wykonane 23 lipca 2019 roku z poszczególnych punktów pomiarowych w kierunku ulicy Niestachowskiej (górny rząd) i podsumowanie wykonanych na nich pomiarów hałasu (dolny rząd).

Kolejnym etapem pracy było przesłanie na komputer, bezprzewodowo, za pomocą Bluetooth, zarówno zdjęć otoczenia punktów pomiarowych, jak i plików „track.zip” z wynikami pomiarów hałasu wykonanych aplikacją „NoiseCapture”. Opis sposobu wykonywania takiej transmisji jest zamieszczony w tekście kilka stron wcześniej. Archiwa „track.zip” zostały następnie rozpakowane, a zawarte w nich pliki „track.geojson” przekonwertowane do formatu tabelarycznego „CSV” przy użyciu aplikacji sieciowej <http://geojson.io>. Aby uniknąć pomyłki zmieniono nazwy plików wynikowych tak, aby można je było jednoznacznie zidentyfikować. Przy użyciu Notatnika Windows dokonano w tabelach zamiany zarówno znaków podziału na kolumny, jak i separatorów dziesiętnych (patrz wcześniejszy opis). Umożliwiło to poprawny import danych do arkuszy Microsoft Excel. W arkuszu MS Excel utworzono też tabelę, w której poszczególne wiersze wpisano: numer punktu pomiarowego, odległość jego położenia w metrach od ulicy Niestachowskiej i statystyki pomiarów hałasu na nim wykonanych (minimum, LA90, LA50, średnią, LA10, maksimum). Tak zestawione dane posłużyły do wykonania wykresów (ryc. 82–87) i końcowej interpretacji uzyskanych wyników. Do ilustracji tych wszystkich operacji wykorzystano wersję 2016 MS Excel. W innych wersjach tego programu (2007, 2010, 2019 itp.) wyglądać będzie to podobnie, choć mogą się pojawić drobne różnice w szczegółach. Również, korzystając z alternatywnego oprogramowania, na przykład LibreOffice (<https://www.libreoffice.org>) lub Apache OpenOffice (<https://www.openoffice.org/pl/>), można uzyskać zbliżony efekt.

Na całym wyznaczonym profilu, głównym źródłem hałasu jest ulica Niestachowska. Widać to doskonale na mapie (ryc. 80), na której kolejne strefy o coraz niższej emisji układają się równoległe do przebiegu tej ulicy. Takie warunki panowały także w trakcie pomiarów. Na południe od profilu znajduje się obszar gęsto zakrzaczonych i zadrzewionych nieużytków o szerokości ok. 250 m, a dalej zabudowania domków jednorodzinnych, usytuowanych wzdłuż bocznych uliczek o znikomym ruchu.

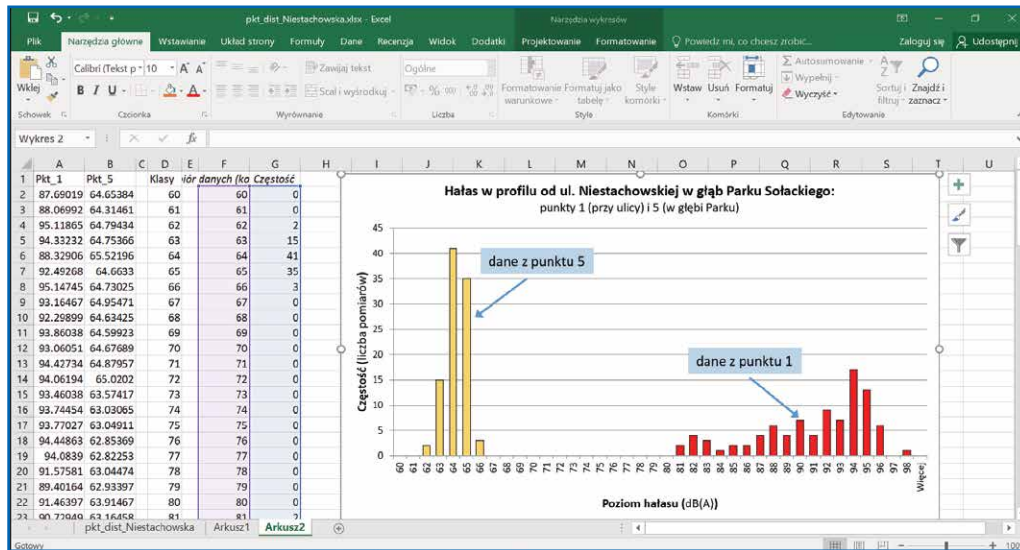
Na północy z Parkiem Sołackim, który w tym miejscu ma około 150 m szerokości, sąsiaduje zielona i spokojna dzielnica willowa. Park ciągnie się w kierunku południowo-wschodnim wzdłuż biegu strumienia Bogdanka. Położona w tym kierunku ruchliwa ulica (Nad Wierzbakiem) jest oddalona o około 700 m. Najbliższe hałaśliwe miejsce to usytuowany w centrum Parku plac zabaw dla dzieci – punkt 5 profilu był od niego odległy około 100 m. W trakcie kilkunastu minut, kiedy wykonywano pomiary, na placu nie było żadnych hałasujących dzieci.

Poziom emitowanego hałasu drogowego zależy przede wszystkim od liczby poruszających się pojazdów, ich typu, prędkości i stanu technicznego oraz rodzaju nawierzchni drogowej. Propagację fal akustycznych w strefie przyrodznej warunkuje energia źródła dźwięku oraz jego widmo częstotliwościowe, odległość od tego źródła oraz własności ośrodka. Do tych własności zaliczyć można ciśnienie powietrza oraz jego temperaturę i wilgotność, kierunek i prędkość wiatru, pojawianie się pokrywy śnieżnej, ale przede wszystkim występowanie przeszkód akustycznych (ekranów), do których można zaliczyć charakter i gęstość pokrycia gruntu roślinnością. Na przykład z badań przeprowadzonych przez Czerniaka i in. (2007) wynika, że drzewostan sosnowy o szerokości około 30 m ogranicza propagację hałasu, zarówno zimą, jak i latem, w stopniu porównywalnym z poliwęglanowym ekranem akustycznym. Roślinność liściasta podobnie skuteczna jest jedynie w okresie ulistnienia.



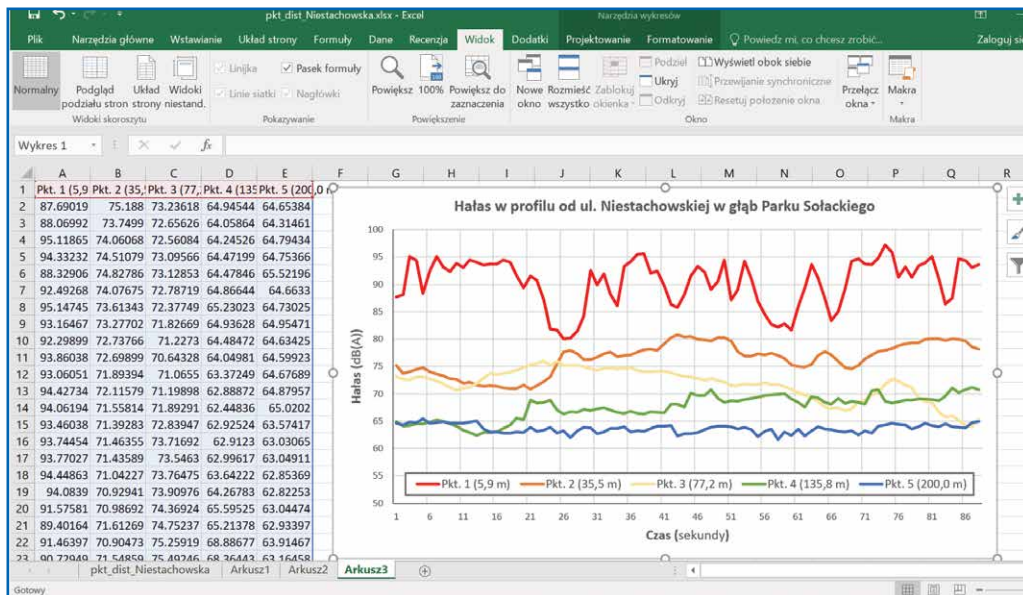
Ryc. 82. Arkusz MS Excel z tabelą danych i sporządzonym na jej podstawie wykresem przedstawiającym zmiany statystyk hałasu w Parku Sołackim wraz ze wzrostem odległości od ulicy Niestachowskiej o godzinie 13:40 29 lipca 2019 roku.

Pierwszym elementem analizy było wykonanie wykresu zmian minimalnych, średnich i maksymalnych wartości hałasu w poszczególnych punktach pomiarowych, w funkcji ich odległości od ulicy Niestachowskiej (ryc. 82). Średni poziom hałasu na dystansie 194 m pomiędzy pierwszym i ostatnim punktem pomiarowym, maleje z 92,5 do 64,3 dB(A), a maksymalny z 97,2 do 65,5 dB(A). Biorąc pod uwagę względny stosunek mocy sygnału dźwiękowego, są to relacje jak 661:1 i jak 1479:1. Największy spadek poziomu hałasu miał miejsce między pierwszym i drugim punktem pomiarowym, na dystansie około 35 m. Mimo, że teren był pokryty trawą i pojedynczymi kępami krzewów, wystarczyło to do zredukowania średniej mocy dźwięku ponad 30 razy, a maksymalnej blisko 42 razy (do 77,7 i 80,9 dB(A)). Wewnątrz samego Parku, powyżej odległości 77 m od ulicy, zmiany natężenia hałasu były już niewielkie, ale w dalszym ciągu mierzalne.

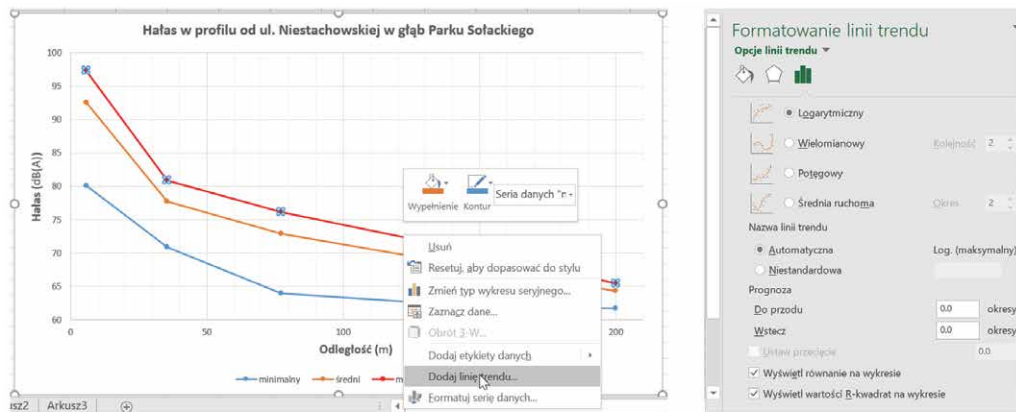


Ryc. 83. Wykres częstości (histogram) pokazujący różnice w wysokości i rozkładzie wartości hałasu mierzonych bezpośrednio przy ulicy Niestachowskiej (punkt 1) i w odległości 200 m od niej wewnątrz Parku Sołackiego (punkt 5). Szczegółowe objaśnienia w tekście.

Na wykresie zmian hałasu wraz z odległością od ulicy Niestachowskiej (ryc. 82) widać, że na poszczególnych punktach pomiarowych maleje różnica pomiędzy maksymalną a minimalną jego wartością. Zmienia się także położenie średniej w stosunku do wartości ekstremalnych. Mamy tu zatem do czynienia ze zróżnicowaniem rozkładu wartości pomiarowych. Żeby to zjawisko dokładniej zilustrować wykonano wykres słupkowy (ryc. 83) pokazujący liczbę pomiarów w klasach o szerokości 1 dB dla stanowiska 1 (5,9 m od ulicy) i 5 (200,0 m od ulicy). Wynika z niego, że rozrzut wartości na stanowisku 5 był niewielki, a większość pomiarów występowała w dwóch przedziałach klasowych (63–64 i 64–65 dB(A)). Na stanowisku 1 rozrzut wartości był znacznie większy (17 dB(A)) i asymetryczny – przeważały wysokie wyniki pomiarów. Przyczynę tego stanu rzeczy można wyjaśnić, obserwując wykres na rycinie 84. Pokazuje on bowiem przebieg w czasie wykonywanych co sekundę pomiarów hałasu. Wyraźnie na nim widać chaotyczne skoki i dużą amplitudę wartości na stanowisku 1. Urządzenie pomiarowe było bowiem umieszczone tak blisko jezdni, że reagowało na hałas emitowany przez poszczególne pojazdy. Im dalej od jezdni, tym dźwięk się bardziej rozpraszał i poszczególne źródła jego emisji (pojazdy) były trudne do odróżnienia. W odległości 200 m od ulicy był to właściwie jednolity, choć w dalszym ciągu uciążliwy szum. Trzeba również zaznaczyć, że oprócz stanowiska 5, na wszystkich pozostałych przekroczony został dopuszczony przepisami poziom hałasu dziennego (< 65 dB(A)) w terenie zabudowy mieszkaniowej. Mimo, że jest to teren Parku, hałas był także w trzech punktach wyższy niż akceptowalny w strefie śródmiejskiej miast mających powyżej 100 tys. mieszkańców, to jest > 70 dB(A) (Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. Nr 120, poz. 826)).

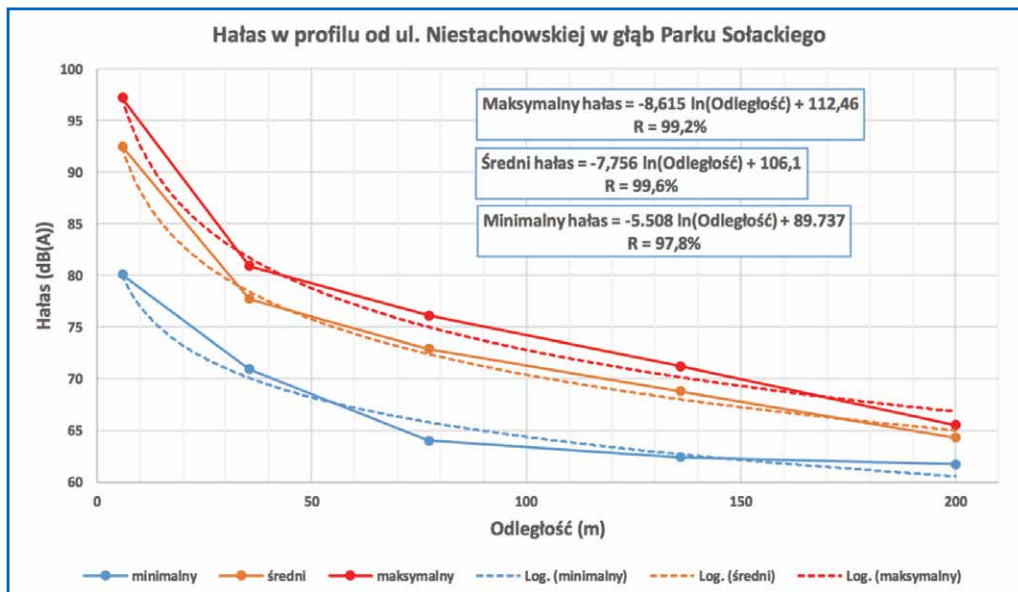


prawy klawisz myszy i z wyświetlonego menu kontekstowego wybrać opcję „Dodaj linię trendu...”. Wyświetli się wówczas okno dialogowe zatytułowane „Formatowanie linii trendu” (ryc. 85). Na zakładce „Opcje linii trendu” tego okna należy zaznaczyć (wybrać): trend logarytmiczny oraz „Wyświetl równanie na wykresie” i „Wyświetl wartości R-kwadrat na wykresie”. Po wykonaniu tych czynności można zamknąć okno dialogowe. Uzyskany wynik będzie się różnił od przedstawionego na rycinie 85, ponieważ teksty (równania funkcji i wartości R-kwadrat) zostały przeredagowane i przesunięte w inne miejsce wykresu. Zmieniono także kolor, typ i grubość linii trendu.



Ryc. 85. Procedura dodawania do wykresu maksymalnego poziomu hałasu linii trendu logarytmicznego wraz z opcją wyświetlania na wykresie równania trendu i jego współczynnika determinacji (R-kwadrat). Szczegółowe objaśnienia w tekście.

Posiadając wzór funkcji trendu można, jak wspomniano powyżej, oszacować wartość hałasu dla dowolnej odległości od ulicy Niestachowskiej zarówno w obrębie profilu, jak i poza jego zasięgiem. Przykład takich obliczeń przedstawiono na rycinie 87. Założono, że chcemy uzyskać wartości dB(A) średniego poziomu hałasu dla regularnych odstępów co 20 m, począwszy od odległości 20 m od ulicy, a kończąc na odległości 220 m. Równanie uzyskanej funkcji trendu (ryc. 86) ma ogólną postać „**Średni hałas = $a_0 \times \ln(\text{Odległość}) + a_1$** ”. W równaniu tym „ \ln ” oznacza logarytm naturalny liczby, a_0 i a_1 to odpowiednio „współczynnik kierunkowy” i „wyraz wolny” funkcji. Dla danych średniego poziomu hałasu z 23 lipca 2019 roku na profilu w Parku Sołackim $a_0 = -7,756$, $a_1 = 106,1$ (ryc. 86). Do komórek arkusza od A2 do A12 wpisujemy wartości odległości. Można do tego użyć funkcji autowypełniania. Do komórki B2 wpisujemy formułę „ $=\ln(A2)$ ” (oczywiście bez cudzysłowu). Oblicza ona logarytm naturalny liczby wpisanej do komórki A2, czyli odległości 20 m. Do komórki C2 wpisujemy formułę „ $=(B2*(-7,756))$ ”, która wykonuje mnożenie logarytmu naturalnego odległości przez współczynnik kierunkowy funkcji trendu, czyli liczbę -7,756. I na koniec, do tego wyniku dodajemy wyraz wolny funkcji, wpisując do komórki D2 arkusza formułę „ $=C2+106,1$ ”. Ostatnim krokiem procedury jest skopiowanie formuł z drugiego wiersza do wszystkich pozostałych wierszy tabeli. Robimy to w sposób następujący: (1) rozciągamy myszką zaznaczenie komórek na zakres od B2 do D2; (2) następnie naciskamy na klawiaturze kombinację klawiszy „Ctrl+C” (kopiowanie); (3) rozciągamy zaznaczenie komórek na zakres od B3 do D12 (prostokąt); (4) naciskamy na klawiaturze kombinację klawiszy „Ctrl+V” (wklejanie). Efekt tych operacji jest przedstawiony na rycinie 87. Wynika z niego między innymi, że szacowany średni poziom hałasu 20 m od ulicy Niestachowskiej wynosił 82,9 dB(A), a w miejscu odległym o 220 m równał się 64,3 dB(A).



Ryc. 86. Funkcje trendu logarytmicznego dopasowane do wyników pomiarów hałasu wykonanych 23 lipca 2019 roku w Parku Sołackim w punktach położonych w różnych odległościach od ulicy Niestachowskiej. Współczynnik determinacji (R) funkcji określa, w jakim stopniu (w ilu procentach) zmienna niezależna (Odległość) wpływa na wartość zmiennej zależnej (Hałas).

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D
	Odległość (m)	Logarytm naturalny odległości	Mnożenie Ln(Odległości) przez stałą (-7,756)	Dodanie wyrazu wolnego (106,1) = wynik końcowy dB(A)
1				
2	20	2,995732274	-23,23489951	82,87
3	40	3,688879454	-28,61094905	77,49
4	60	4,094344562	-31,75573642	74,34
5	80	4,382026635	-33,98699858	72,11
6	100	4,605170186	-35,71769996	70,38
7	120	4,787491743	-37,13178596	68,97
8	140	4,941642423	-38,32737863	67,77
9	160	5,075173815	-39,36304811	66,74
10	180	5,192956851	-40,27657334	65,82
11	200	5,298317367	-41,09374949	65,01
12	220	5,393627546	-41,83297525	64,27
13				

Ryc. 87. Przykład obliczeń wartości średniego hałasu 23 lipca 2019 roku dla regularnych odległości od ulicy Niestachowskiej na podstawie równania funkcji trendu. Szczegółowy opis w tekście.

LITERATURA

(pozycje, dla których nie podano adresów internetowych są dostępne w postaci plików PDF u opiekunów merytorycznych CMDW)

- Bocher, E., Petit, G., Fortin, N., Picaut, J., Guillaume, G., Palominos, S., 2016: OnoM@p: a Spatial Data Infrastructure dedicated to noise monitoring based on volunteers measurements, *PeerJ* 4, e2273v2. <http://dx.doi.org/10.7287/peerj.preprints.2273v2>.
- Bocher, E., Petit, G., Picaut, J., Fortin, N., Guillaume, G., 2017: Collaborative noise data collected from smartphones. *Data in Brief* 14, 498–503.
- Brüel&Kjær, 2001: Environmental Noise. Brüel&Kjær Sound & Vibration Measurement A/S, DK-2850 Nærum, Denmark, 1-67. <https://www.bksv.com/media/doc/br1626.pdf>.
- CBOS, 2009: Zagrożenie hałasem – Opinie z lat 1999 i 2009. Centrum Badania Opinii Społecznej, Komunikat z Badań, BS/122/2009, Warszawa, 1-17. http://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2009/K_122_09.PDF.
- Celestina, M., Hrovat, J., Kardous, C.A., 2018: Smartphone-based sound level measurement apps: Evaluation of compliance with international sound level meter standards. *Applied Acoustics* 139, 119-128.
- Czerniak, A., Poszyler-Adamska, A., Kayzer, D., 2007: Ocena propagacji hałasu komunikacyjnego na terenach zadrzewionych. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, Nr 1/2007, 67-79. http://yadda.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-230be23f-31bc-43a4-a5b3-21621bcf4eec/c/Czerniak_i_inni.pdf.
- Dziennik Ustaw, 2007: Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w Środowisku. *Dziennik Ustaw* Nr 120, ozycja 826, str. 8276-8280. <http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20071200826/O/D20070826.pdf>.
- Dziennik Ustaw, 2012: Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku. *Dziennik Ustaw* z 2012 r. poz. 1109, str. 1-3. <http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20120001109/O/D20121109.pdf>.
- EEA, 2014: Noise in Europe 2014. European Environment Agency, Report No 10/2014, Luxembourg, 1-68. <https://www.eea.europa.eu/publications/noise-in-europe-2014>.
- EEA, 2016: Quiet areas in Europe. The environment unaffected by noise pollution. European Environment Agency, Report No 14/2016, Luxembourg, 1-80. <https://www.eea.europa.eu/publications/quiet-areas-in-europe>.
- GIOŚ, 2016: Wytyczne do sporządzania map akustycznych. Wersja znowelizowana. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Zakład Akustyki w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym, Warszawa, 1-270. http://www.gios.gov.pl/images/dokumenty/sprawozdanie/Wytyczne_do_sporzadzania_map_akustycznych_2016.pdf.
- GIOŚ, 2018: Raport o stanie zmian klimatu akustycznego w 2017 r. na tle wielolecia obejmujący m.in. analizę trendów w odniesieniu do poszczególnych źródeł hałasu. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa, str. 53. http://www.gios.gov.pl/images/dokumenty/pms/monitoring_halasu/mh_raport_o_stanie_klimatu.pdf.
- Guillaume, G., Can, A., Petit, G., Fortin, N., Palominos, S., Gauvreau, B., Bocher, E., Picaut, J., 2016: Noise mapping based on participative measurements. *NoiseMapping*, 3(1): 140–156, <http://dx.doi.org/10.1515/noise-2016-0011>.
- iStage2, 2014: Smartphones in Science Teaching. The European Platform for Science Teachers. Science on Stage Deutschland e.V., Poststraße 4/5, 10178 Berlin, Germany, 1-73. https://www.science-on-stage.de/download_unterrichtsmaterial/iStage_2_Smartphones_in_Science_Teaching.pdf.
- Kirpluk, M., 2017: Podstawy akustyki. edycja 2017-10, str. 41. <https://www.ntlmlk.com/biblioteka/M.Kirpluk%20-%20Podstawy%20akustyki%20-%202017-10.pdf>.
- Kolawa, S., Hadryś, D., 2016: Hałas jako czynnik środowiska pracy nauczyciela. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach*, Nr 1(12), 60-73. http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-f29ff709-3262-456c-b520-48680d882a3f/c/Kolawa_S_Halas_1912__2016.pdf.
- Kołaska, A., Bryl, B., Chlebowska-Styś, A., 2018a: Raport o stanie klimatu akustycznego województwa wielkopolskiego na podstawie map akustycznych. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Poznaniu, str. 45. <http://poznan.wios.gov.pl/monitoring-srodowiska/halas/raport%20mapowy%202018.pdf>.
- Kołaska, A., Bryl, B., Chlebowska-Styś, A., 2018b: Raport oceny stanu klimatu akustycznego województwa wielkopolskiego w latach 2012–2016. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Poznaniu, str. 48. http://poznan.wios.gov.pl/monitoring-srodowiska/halas/raport%202012_2016.pdf.

- Koszarny, Z., Jankowska D., 1995: Uwarunkowania klimatu akustycznego pomieszczeń szkół podstawowych. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, XLVI, nr 3, 305-314. http://wydawnictwa.pzh.gov.pl/roczniki_pzh/files/pzhissues/id38/Uwarunkowania_klimatu_akustycznego_pomieszczen_szkol_podstawowych.pdf.
- Lebiedowska, B., 2007: Wpływ warunków meteorologicznych na propagację hałasu w terenach podmiejskich. Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, 35, 43-50. <http://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.dl-catalog-d9fa0622-06d9-4a44-97b3-f56bb1ae59ac/c/art5.pdf>.
- Licitra, G., (red.) 2013: Noise Mapping in the EU - Models and Procedures. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton FL, 1-391.
- Mapa, 2017: Mapa akustyczna miasta Poznania 2017. Urząd Miasta w Poznaniu, 1-283. http://195.216.117.150/sip/inc/data/akustyka_tekst/Mapa_akustyczna_opis_pliki/2017/tekst/Mapa_akustyczna_miasta_Poznania_2017.pdf.
- Murphy, E., King, E.A., 2016: Testing the accuracy of smartphones and sound level meter applications for measuring environmental noise. Applied Acoustics, 106, 16-22.
- Murphy, E., King, E.A., 2014: Environmental Noise Pollution. Noise Mapping, Public Health, and Policy. Elsevier Inc., Burlington, MA, 1-268.
- NIK, 2014: Ochrona mieszkańców dużych miast przed hałasem. Informacja o wynikach kontroli. Najwyższa Izba Kontroli, Warszawa, LBI-4101-11-00/2013, Nr ewid. 23/2014/P/13/134/LBI, str. 43, https://www.nik.gov.pl/plik/id,7116,v,artykul_10179.pdf.
- Noise-Planet. Scientific tools for environmental noise assessment: <http://noise-planet.org/index.html> (sprawdzone 16 lipca 2019).
- Pałęga, M., 2018: Emisja hałasu drogowego w Polsce – analiza wyników pomiaru. Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe, R. 19, nr 12: 184-189. https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-f9af8a02-3d02-4a27-8af1-b49f07cd447b/c/document__32_palega.pdf.
- Pawlas, K., 2015: Hałas jako czynnik zanieczyszczający środowisko – aspekty medyczne. Medycyna Środowiskowa Vol. 18, No. 4, 49-56. http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.psjd-0452173c-fc76-4e10-b9f3-f8b88f3bad44/c/MS_2015-4_07.pdf.
- Picaud, J., Fortin, N., Bocher, E., Petit, G., Aumond, P., Guillaume, G., 2019: An open-science crowdsourcing approach for producing community noise maps using smartphones. Building and Environment, 148: 20–33.
- Senat RP, 2012: Zagrożenie hałasem. Wybrane zagadnienia. Opracowania Tematyczne OT-612. Kancelaria Senatu, Biuro, Analiz i Dokumentacji, Zespół Analiz i Opracowań Tematycznych, Warszawa, 1-25. https://www.senat.gov.pl/gfx/senat/pl/senatopracowania/30/plik/ot-612_inter.pdf.
- Silva, L.T., Oliveira, I.S., Silva, J.F., 2016: The impact of urban noise on primary schools. Perceptive evaluation and objective assessment. Applied Acoustics, 106, 2-9.
- Trzyniec, K., 2019: Poziom natężenia hałasu w otoczeniu pojazdów komunikacji zbiorowej. Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe, R. 20, nr 1-2, 128-131. <http://economic-research.pl/Journals/index.php/atest/article/download/1481/1406/>.
- WHO, 2011: Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe. World Health Organization, WHO European Centre for Environment and Health, Bonn Office, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 1-106. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf?ua=1.
- Wilczyńska, I., Paciej, J., Hudzik, G., 2012: Ocena narażenia na hałas uczniów i nauczycieli klas I-III szkół podstawowych na przykładzie województwa śląskiego. Problemy Higieny i Epidemiologii, 93(4), 888-893. <http://www.phie.pl/pdf/phe-2012/phe-2012-4-888.pdf>.
- Zamora, W., Calafate, C.T., Juan-Carlos Cano, J.-C., Manzoni, P., 2017: Accurate Ambient Noise Assessment Using Smartphones. Sensors, 17, 917; doi:10.3390/s17040917, 1-18.
- Zannin, P.H.T., (red.) 2016: Noise pollution in urban and industrial environments: measurements and noise mapping. Nova Science Publishers, Inc., New York, 1-342. Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe, R. 19, nr 12: 184-189.
- Zuo, J., Xia, H., Liu, S., Qiao, Y., 2016: Mapping Urban Environmental Noise Using Smartphones. Sensors 16, 1692; doi:10.3390/s16101692, 1-18.

4 SCENARIUSZ ZADANIA

CENY WYBRANYCH ARTYKUŁÓW ŻYWNOŚCIOWYCH W MOJEJ MIEJSCOWOŚCI ORAZ NA OBSZARZE DORZECZA WARTY

137

CELE ZADANIA

CEL GŁÓWNY

Zapoznanie uczniów z podstawową cechą przestrzenno-ekonomiczną, tj. zmiennością cen artykułów żywnościowych w obrębie miejscowości oraz w regionie.

CELE SZCZEGÓŁOWE

1. Nabycie przez uczniów umiejętności rzetelnego i systematycznego gromadzenia danych społeczno-gospodarczych poprzez:
 - wykonanie i/lub zaakceptowanie kwestionariusza gromadzenia danych,
 - przyswojenie sposobów obserwacji cen w przestrzeni sklepu,
 - zrozumienie zasad rzetelnego gromadzenia danych,
 - opanowanie sposobów weryfikacji danych,
 - nabycie sprawności w przesyłaniu zgromadzonych danych do serwera głównego.
2. Zweryfikowanie hipotez badawczych oraz ustalenie odpowiedzi na pytania poznawcze.
3. Zrozumienie potrzeby przetwarzania zebranych danych dla uzyskania opisu uogólniającego. A w tym:
 - zapoznanie się ze średnią arytmetyczną i jej interpretacją,
 - opanowanie umiejętności obliczania średniej arytmetycznej.
4. Wykorzystanie średniej arytmetycznej cen artykułów żywnościowych do opisu ich zmienności w miejscowości, w której mieszkają, poprzez komputerowe wykreślenie map obejmujących także obszar dorzecza Warty.
5. Przygotowanie krótkiego opracowania wykazującego, że ceny artykułów żywnościowych nie są stałe w czasie oraz w przestrzeni.

Z punktu widzenia **KONSUMENTA** (osoby kupującej) CENA to ilość pieniędzy, jaką musi wydać nabywca w związku z zakupem produktu.

Dla ludności zamieszkującej dany region czy miejscowość bardzo ważną rolę odgrywają ceny artykułów żywnościowych. Są one bowiem kupowane możliwie najbliżej miejsca zamieszkania oraz muszą być kupowane, gdyż człowiek musi systematycznie spożywać niektóre artykuły – NIEZALEŻNIE OD ICH CEN.

Z perspektywy **JAKOŚCI ŻYCIA** ważne jest zatem: (1) ustalenie, jak bardzo różnią się ceny artykułów żywnościowych obserwowane w różnych miejscowościach – czyli jaka jest ich zmienność przestrzenna, i (2) udzielenie odpowiedzi – dlaczego występują różnice cen żywności w obrębie regionu czy nawet miejscowości?

HIPOTEZY PRZYKŁADOWE

Hipoteza 1

Ceny artykułów żywnościowych w sklepach wielkopowierzchniowych (np. marketach) są niższe aniżeli w małych sklepach rodzinnych.

Hipoteza 2

Ceny artykułów żywnościowych w miejscowościach małych pod względem liczby ludności są niższe aniżeli w miejscowościach dużych.

PRZYKŁADOWE PYTANIA POZNAWCZE

1. Jak rozkładają się ceny wybranych artykułów żywnościowych na obszarze województwa wielkopolskiego?
2. Który artykuł żywnościowy posiada ceny najmniej zróżnicowane na obszarze województwa wielkopolskiego?
3. W której miejscowości województwa wielkopolskiego ceny artykułów żywnościowych są najwyższe i dlaczego?

ORGANIZACJA OBSERWACJI

1. Ustalenie liczby sklepów, w których będą prowadzone obserwacje przez uczniów.
2. Wydzielenie grup dwuosobowych (dziewczynka i chłopiec), które będą prowadziły obserwacje.
3. Przydzielenie każdej grupie sklepów, w których będą prowadzone obserwacje.
4. Przygotowanie uczniów do prowadzenia obserwacji (nauczyciel – opiekun). Wydrukowanie kwestionariuszy zatwierdzonych przez uczniów po przeprowadzonej dyskusji.
5. Przygotowanie harmonogramu obserwacji dostosowanego do możliwości uczniów oraz warunków projektu.
6. Przeprowadzenie próbnej obserwacji w konkretnym sklepie pod nadzorem nauczyciela – opiekuna.

ZADANIA

1. Prowadzenie obserwacji według harmonogramu oraz staranne wypełnianie kwestionariusza.
2. Weryfikacja zebranych danych.
3. Przesłanie sprawdzonych wyników do zbioru danych (serwera głównego).
4. Obliczenie średniej arytmetycznej cen wyselekcjonowanych artykułów żywnościowych.
5. Umieszczenie informacji dotyczącej cen na mapie w formie liczb i/lub sygnatur.
6. Wykonanie map tematycznych dotyczących zmian cen w miejscowości oraz na obszarze dorzecza Warty.

ŹRÓDŁA INFORMACJI

1. Wybrane sklepy zlokalizowane w miejscowości, gdzie będą prowadzone obserwacje.
2. Obserwacje prowadzone w innych miejscowościach przez mieszkających tam uczniów biorących udział w projekcie.

SPOSOBY PRZESYŁANIA ZEBRANYCH DANYCH ORAZ ICH OPRACOWANIE

Proces opracowania informacji o cenach zgromadzonych przez uczniów, ich przesyłanie do innych uczestników projektu oraz konstruowanie wykresów i map będzie odbywał się wyłącznie z wykorzystaniem technologii informatycznych; w tym przy użyciu zestawów edukacyjnych, w które w ramach projektu zostaną wyposażone szkoły.

139

OKRES REALIZACJI PROJEKTU

Projekt będzie realizowany w ciągu całego roku szkolnego 2019/2020. Obserwacje będą prowadzone według przyjętego przez uczniów harmonogramu.

Raz na kwartał (lub częściej, jeśli tak uznają uczniowie oraz nauczyciel) odbędzie się prezentacja uzyskanych wyników.

Scenariusz prezentacji zostanie przygotowany przez uczniów pod opieką nauczyciela.

ZASADY OCENY PROJEKTU

Poszczególne etapy realizacji będą oceniane według zaproponowanej skali:

- | | |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| • przygotowanie do prowadzenia obserwacji: | 0-5 |
| • jakość zebranych danych: | 0-5 |
| • sposób opisu zmienności cen w czasie i przestrzeni: | 0-5 |
| • pomysłowość w przygotowaniu prezentacji: | 0-5 |
| • estetyka prezentacji: | 0-5 |
| • sposób i celność wygłoszenia wniosków podsumowujących projekt: | 0-5 |
| • grupowa ocena: | 0 – średnie zależne od liczebności grupy. |

Tab. 14. ARKUSZ CEN ARTYKUŁÓW ŻYWNOŚCIOWYCH

w Sklep: *Wielkopowierzchniowy / Mały (rodzinny)*

Data

L.p.	ARTYKUŁ	CENA MINIMALNA	CENA MAKSYMALNA	MARKA NAJTAŃSZA	MARKA NAJDROŻSZA	UWAGI
1.	Chleb zwykły pszenno-żytni (1 szt.)					
2.	Mięso wieprzowe (schab) (1 kg)					
3.	Mięso wołowe z kością (1 kg)					
4.	Mięso wołowe bez kości (1 kg)					
5.	Mięso drobiowe (kurczak) (1 kg)					
6.	Ryby - makrela wędzona (1 kg)					
7.	Mleko 1,5% (1 l)					
8.	Ser twaróg (1 kg)					
9.	Masło (1 kostka - 200 g)					
10.	Margaryna (1 kostka - 250 g)					
11.	Jabłka (1 kg)					
12.	Winogrona białe (1 kg)					
13.	Ziemniaki (1 kg)					
14.	Kapusta biała (1 kg)					
15.	Cukier biały (1 kg)					
16.	Kawa naturalna mielona (1 opakowanie - 250 g)					
17.	Herbata ekspresowa czarna (1 opakowanie - 50 torebek)					
18.	Czekolada mleczna (1 szt.)					

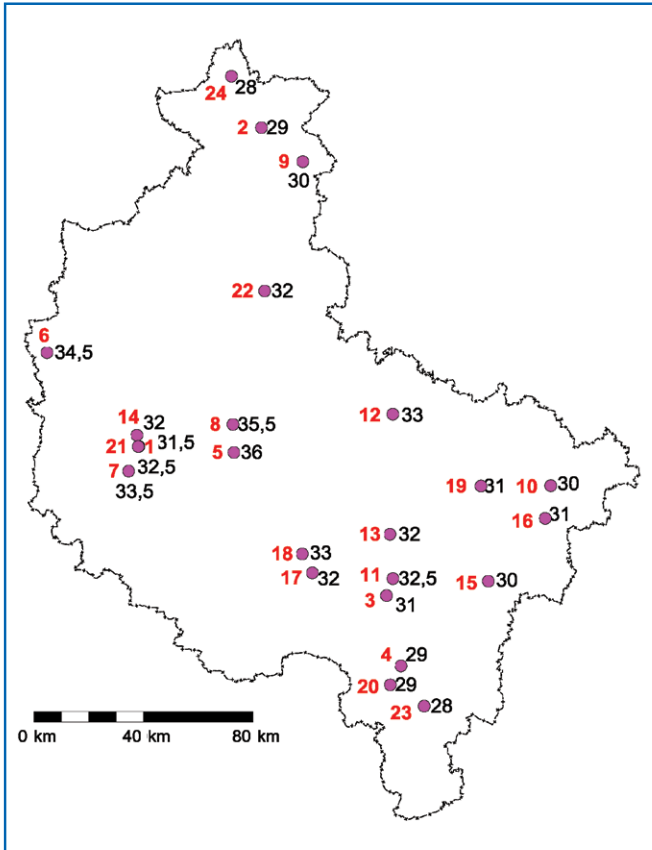
ORGANIZACJA PROCESU OBSERWACJI CEN PRZEZ UCZNIÓW

1. Dwunastoosobową grupę należy podzielić na 6 dwuosobowych zespołów. W miarę możliwości różnej płci.
2. W miejscowości, w której znajduje się szkoła, należy losowo wybrać 6 sklepów z artykułami spożywczymi, w których będą prowadzone obserwacje cen.
 - Jeśli w miejscowości zlokalizowanych jest mniej niż 6 sklepów – wówczas wszystkie sklepy będą miejscami obserwacji cen. Zespoły, które nie będą obserwowały cen, będą wykonywały prace kameralne według zasad przyjętych przez grupę.
3. Ceny artykułów będą obserwowane w ciągu roku szkolnego w następujących miesiącach:
 - październik,
 - grudzień,
 - styczeń,
 - luty,
 - marzec lub kwiecień (przed Wielkanocą),
 - czerwiec.
4. Zespoły będą obserwować rotacyjnie ceny artykułów w 6 sklepach według ustalonej listy. Oznacza to, że każdy zespół będzie w ciągu roku w każdym z 6 sklepów, np. według porządku jak poniżej.

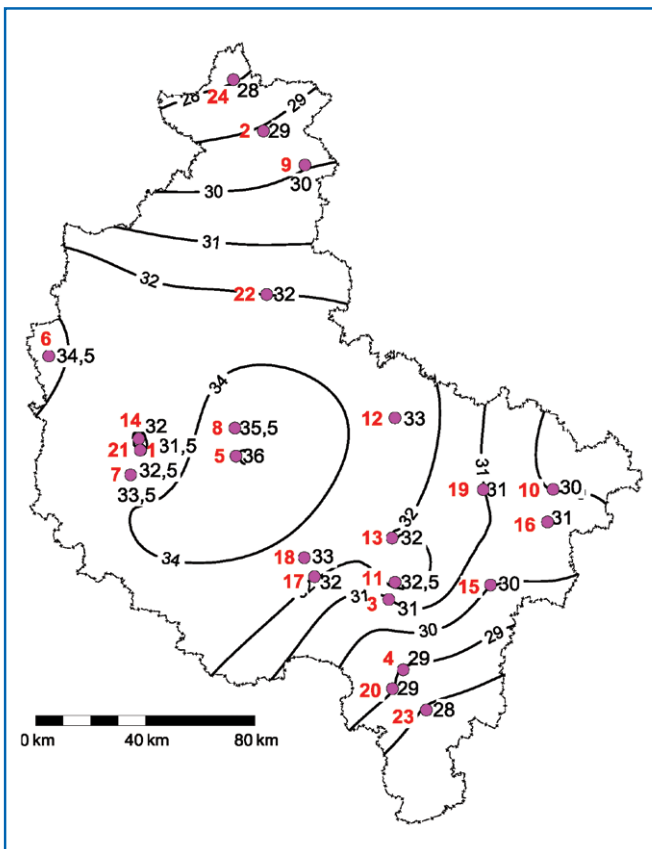
Tab. 15. **GRAFIK OBSERWACJI CEN**

SKLEP	A	B	C	D	E	F
MIESIĄC / GRUPA						
październik	1	2	3	4	5	6
grudzień	6	5	4	3	2	1
styczeń	2	3	1	5	6	4
luty	3	4	5	6	1	2
marzec / kwiecień (przed Wielkanocą)	4	1	6	2	3	5
czerwiec	5	6	2	1	4	3

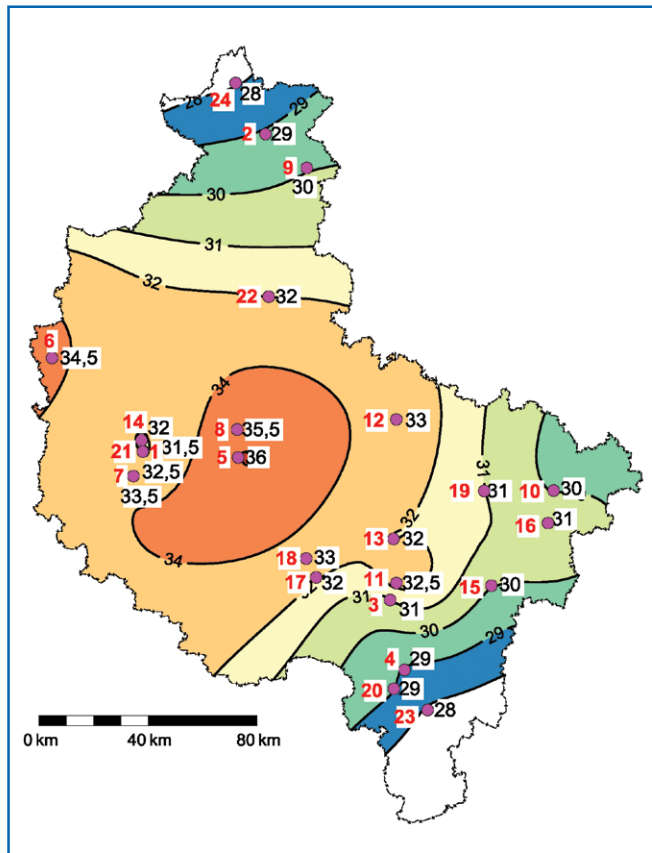
5. Uporządkowane i przetworzone dane będą wysyłane drogą internetową do bazy danych zgodnie z wymogami technicznymi.
6. Zgromadzone dane będą wykorzystywane do skonstruowania map i wykresów obrazujących rozkład i zmienność cen w czasie i przestrzeni dorzecza Warty.
Por. Mapy przykładowe.



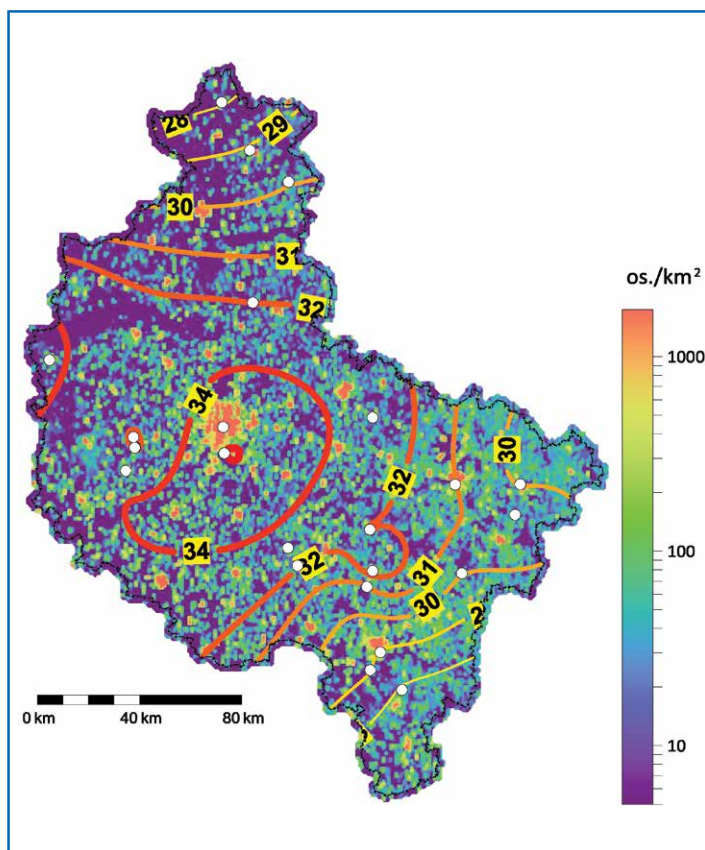
Ryc. 88. Lokalizacja i identyfikatory szkół biorących udział w pierwszej edycji podprojektu CMDW (liczby zapisane kolorem czerwonym) oraz średnie ceny w zł/kg masła w miejscowościach, w których położone są szkoły (liczby zapisane czarnym kolorem) – przykład fikcyjny.



Ryc. 89. Interpolacja cen masła (zł/kg) dla obszaru województwa wielkopolskiego (przykład fikcyjny). Interpolacja „wygładza” wartości danych pomiarowych, umożliwiając lepsze dostrzeżenie prawidłowości przestrzennych. W tym przypadku ceny są najwyższe w Poznaniu i w jego okolicach i maleją w kierunku brzeżnych części województwa, szczególnie na północ i południowy wschód.



Ryc. 90. Mapa z izoliniami cen masła (zł/kg) dla obszaru województwa wielkopolskiego (przykład fikcyjny). Kolor ułatwia ocenę rozkładu wartości. Zastosowano w tej sytuacji odmianę tęczyowej palety kolorów. Układ od kolorów zimnych do ciepłych (od niebieskiego przez zielony, żółty i pomarańczowy do czerwonego) symbolizuje przejście od wartości niskich do wysokich.



Ryc. 91. Zastosowanie mapy podkładowej w celu interpretacji rozkładu przestrzennego cen masła (zł/kg) na obszarze województwa wielkopolskiego (przykład fikcyjny). W tle, pod izoliniami, znajduje się mapa gęstości zaludnienia w siatce 1 na 1 km (dane ze spisu powszechnego w 2011 r.). Dla łatwiejszego określenia rozkładu cen zróżnicowany został kolor i grubość izolunii.



SCENARIUSZ ZADANIA

LOKALIZACJA DZIKICH WYSYPISK

CELE ZADANIA

CEL GŁÓWNY

Uświadomienie uczniów, jak nagannym postępowaniem jest zanieczyszczanie środowiska, w którym uczniowie żyją i działają, niekontrolowanym składowaniem odpadów o różnym pochodzeniu – znane jako tworzenie **dzikich wysypisk**.

CELE SZCZEGÓŁOWE

1. Nabycie przez uczniów umiejętności technicznego oraz organizacyjnego przygotowania do identyfikacji dzikich wysypisk w terenie.
2. Zapoznanie się z ustawową klasyfikacją odpadów.
3. Opanowanie sposobów identyfikacji odpadów według klasyfikacji urzędowej.
4. Przystwojenie zasad dokumentowania dzikich wysypisk:
 - a. sporządzanie szkicu topograficznego,
 - b. określanie współrzędnych topograficznych,
 - c. przygotowanie krótkiego opisu lokalizacji dzikiego wysypiska w stosunku do miejscowości oraz układu komunikacyjnego,
 - d. wykonanie zdjęć o małym i dużym powiększeniu w różnych ujęciach,
 - e. ustalenie zawartości wysypiska według tabeli przygotowanej przez uczniów – zgodnej z klasyfikacją urzędową.
5. Przygotowanie dla wójta gminy dokumentacji opisowo-graficznej wysypiska.
6. Opracowanie prezentacji komputerowej, naświetlającej problemy ochrony środowiska w bezpośrednim otoczeniu miejscowości oraz uwypuklającej lokalne problemy zrównoważonego rozwoju.

Człowiek jest jedynym gatunkiem żyjącym na Ziemi (spośród ok. 10 mln gatunków rozpoznanych) świadomie zanieczyszczającym środowisko naturalne, w którym żyje. W ten sposób degraduje system przyrodniczy tak całej Ziemi, jak i jej różne fragmenty.

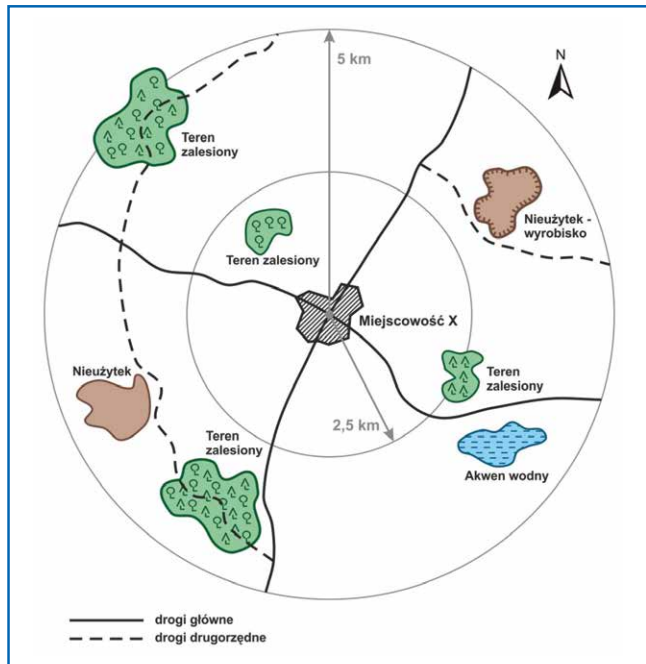
Szczególnie dotkliwe dla codziennego życia człowieka (i zwierząt), rekreacji oraz estetyki krajobrazu są dzikie wysypiska śmieci, które ze względu na niebezpieczny skład fizyczno-chemiczny nazywa się **bombami ekologicznymi**.

Pomimo istniejących regulacji prawnych i systemu kar – Naczelna Izba Kontroli wykazała, że w Polsce liczba dzikich wysypisk przyrasta średniorocznie o 30%. Istnieje kilka uwarunkowań ekonomicznych i organizacyjnych wpływających na ten stan rzeczy.

Natomiast czynnikiem, który może stopniowo ograniczać ten groźny proceder (także dla przyszłych pokoleń) – jest wzrost społecznej świadomości co do skutków dewastacji środowiska naturalnego naszej planety.

ORGANIZACJA LOKALIZOWANIA DZIKICH WYSYPISK

1. Wykonanie szkicu topograficznego (por. ryc. 92) z zaznaczeniem miejsc, w których mogą znajdować się dzikie wysypiska w promieniu 2,5 km oraz 5 km od miejscowości.



Ryc. 92. Szkic topograficzny otoczenia miejscowości X.

2. Przygotowanie przez uczniów przy współpracy z nauczycielem – opiekunem karty ewidencyjnej dzikiego wysypiska.

Tab. 16.

KARTA EWIDENCYJNA

DZIKIE WYSYPISKO ŚMIECI Nr

Lokalizacja Współrzędne geograficzne: φ λ

RODZAJ ODPADÓW					
Niebezpieczne		Obojętne		Inne, w tym komunalne	
KOD	Skład	KOD	Skład	KOD	Skład

3. Podział 12-osobowej grupy na zespoły badawcze.
4. Przygotowanie uczniów przez nauczyciela do prowadzenia obserwacji w terenie. Ponieważ zespoły będą się przemieszczać na rowerach – zwrócenie szczególnej uwagi na problemy bezpieczeństwa w ruchu drogowym.
5. Szczegółowe omówienie przez nauczyciela – opiekuna ustawowej klasyfikacji odpadów. Wykonanie ćwiczenia próbnego, obrazującego zasady klasyfikacji odpadów.
6. Sporządzenie harmonogramu lokalizowania dzikich wysypisk, dostosowanego do możliwości uczniów oraz warunków projektu.

ZADANIA

1. Lokalizowanie dzikich wysypisk według listy miejsc ich hipotetycznego występowania.
2. Klasyfikacja odpadów występujących w zlokalizowanym dzikim wysypisku według posiadanej przez uczniów listy.
3. Zespołowa weryfikacja zebranych danych przy udziale nauczyciela – opiekuna.
4. Graficzne opracowanie składu wysypiska w postaci prostych wykresów statystycznych, np. diagramu.
5. Przesłanie wyników do zbioru danych podprojektu (serwera głównego).
6. Umieszczenie zlokalizowanych dzikich wysypisk na mapie z wykorzystaniem ustalonych sygnatur.
7. Wykonanie map tematycznych dotyczących rozmieszczenia oraz składu dzikich wysypisk na obszarze dorzecza Warty.
8. Rozpoznanie przestrzennej zmienności występowania dzikich wysypisk na obszarze dorzecza Warty oraz podsumowanie badań.

ŹRÓDŁA INFORMACJI

1. Znajomość środowiska naturalnego i antropogenicznego w otoczeniu miejscowości przez nauczyciela – opiekuna oraz uczniów – nabyta wcześniej drogą indywidualnego doświadczenia.
2. Mapy ogólnogeograficzne oraz mapy pokrycia terenu umożliwiające wstępne określenie miejsc potencjalnego występowania dzikich wysypisk.
3. Wyniki wykrycia dzikich wysypisk w otoczeniu innych miejscowości przez mieszkańców w nich uczniów uczestniczących w podprojekcie.

SPOSOBY PRZESYŁANIA ZEBRANYCH DANYCH ORAZ ICH OPRACOWANIE

Dane uzyskane drogą obserwacji terenowych będą gromadzone i opracowywane przez uczniów przy współpracy z nauczycielem – opiekunem. Uwiarygodnione obserwacje będą przenoszone na mapy tematyczne, a do serwera głównego będą przesyłane wyłącznie przy użyciu technologii informacyjno-komunikacyjnych.

OKRES REALIZACJI ZADANIA

Identyfikacja przez uczniów miejsc występowania dzikich wysypisk na obszarze dorzecza Warty będzie odbywała się w ciągu całego roku szkolnego 2019/2020 według opracowanego i przyjętego przez nich harmonogramu. Po zakończeniu każdego badania terenowego uczniowie dokonają podsumowania osiągniętych wyników w postaci krótkiego raportu i prezentacji.

ZASADY OCENY ZADANIA

Ocena przygotowania oraz realizacji zadania będzie odbywała się według następującej skali:

- przygotowanie do wykrywania dzikich wysypisk na podstawie własnych obserwacji i doświadczenia: 0-5
- wykonanie szkicu topograficznego: 0-5
- umiejętność określania współrzędnych geograficznych: 0-5
- dokładność analizy składu dzikiego wysypiska: 0-5
- umiejętność sygnaturowego oznaczenia ustalonych dzikich wysypisk: 0-5
- sprawność w przesyłaniu pozyskanych danych do serwera głównego: 0-5
- pomysłowość i estetyka wykonania prezentacji: 0-5
- celność wniosków dotyczących zanieczyszczenia środowiska naturalnego w otoczeniu miejscowości, w której uczniowie pobierają naukę: 0-5
- grupowa samoocena – średnie zależne od liczebności grupy: 0-5

ORGANIZACJA BADAŃ TERENOWYCH DLA WYKRYCIA DZIKICH WYSYPISK PRZEZ UCZNIÓW

1. Dwunastoosobową grupę należy podzielić na 4 trzyosobowe zespoły.
2. Dla miejscowości, w której znajduje się szkoła, należy wykonać szkic topograficzny z zaznaczeniem terenów leśnych i nieużytków w promieniu 2,5 km oraz 5 km od miejscowości.
3. Na podstawie dotychczasowych własnych obserwacji oraz szkicu topograficznego należy sporządzić listę miejsc, gdzie mogą znajdować się dzikie wysypiska.
4. Zespoły 1-4 będą prowadziły badania terenowe w miejscach potencjalnego występowania dzikich wysypisk według przygotowanego harmonogramu w następujących miesiącach:
 - październik,
 - listopad,
 - marzec,
 - maj.
5. Zlokalizowane w terenie dzikie wysypiska będą nanoszone na mapę dorzecza Warty metodą sygnaturową.
6. Wyniki analizy składu dzikich wysypisk będą opracowywane z wykorzystaniem prostej grafiki i przesyłane drogą internetową do serwera głównego.
7. Na podstawie danych o dzikich wysypiskach, zgromadzonych na podstawie wyników badań przeprowadzonych przez wszystkie szkoły, uczniowie każdej szkoły wykonają mapy syntetyczne – charakteryzujące problem dzikich wysypisk na obszarze dorzecza Warty.
8. Na podstawie sporządzonych map uczniowie przygotowują pisemną (krótką) charakterystykę dotyczącą zanieczyszczenia środowiska w otoczeniu ich miejscowości na obszarze dorzecza Warty.

Tab. 17. GRAFIK LOKALIZOWANIA DZIKICH WYSYPISK

ZESPÓŁ	1	2	3	4
MIESIĄC				
Październik	X			
Listopad		X		
Marzec			X	
Maj				X

X – miesiąc wykrywania dzikich wysypisk przez grupę.

Tab. 18. WYKAZ ODPADÓW OBOJĘTNYCH, DLA KTÓRYCH PODSTAWOWĄ CHARAKTERYSTYKĘ ODPADÓW SPORZĄDZA SIĘ BEZ PROWADZENIA BADAŃ, o których mowa w 5 rt. 110 ust. 2 pkt 1 lit. H ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (tj. Dz.U. z 2018 r., poz. 992).

KOD ODPADU	WYSZCZEGÓLNIENIE	OGRANICZENIA
10 11 03	Odpady materiałów z włókna szklanego	Wyłącznie bez spoiwa organicznego
15 01 07	Opakowania ze szkła	-
17 01 01	Beton	Tylko wybrane odpady budowlane i rozbiórkowe*
17 01 02	Cegły	Tylko wybrane odpady budowlane i rozbiórkowe*
17 01 03	Płytki i ceramika	Tylko wybrane odpady budowlane i rozbiórkowe*
17 01 07	Mieszanki betonu, cegieł, płytek i ceramiki	Tylko wybrane odpady budowlane i rozbiórkowe*
17 02 02	Szkło	-
17 05 04	Gleba i kamienie	Oprócz warstwy uprawnej, torfu; oprócz ziemi i kamieni z miejsc skażonych
19 12 05	Szkło	-
20 01 02	Szkło	Wyłącznie szkło gromadzone oddzielnie
20 02 02	Gleba i kamienie	Wyłącznie odpady ogrodowe i parkowe; oprócz warstwy uprawnej, torfu

- * Wybrane odpady budowlane i rozbiórkowe: z niską zawartością innego rodzaju materiałów (jak metale, tworzywa sztuczne, ziemia, odpady organiczne, drewno, guma itp.):
- żadne odpady budowlane zanieczyszczone niebezpiecznymi substancjami nieorganicznymi lub organicznymi, np. ze względu na proces produkcyjny przy pracach budowlanych, skażenie gleby, składowanie i stosowanie pestycydów lub innych substancji niebezpiecznych itd., chyba że zostało w sposób jasny wykazane, że rozbierana konstrukcja nie była znacznie zanieczyszczona,
 - żadne odpady budowlane, poddane obróbce, pokryte lub malowane materiałami ze znaczną zawartością substancji niebezpiecznych.

Źródło: załącznik do Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 2015 r. w sprawie dopuszczania odpadów do składowania na składowiskach (Dz.U. z 2015 r., poz. 1277).

UWAGA 1: Wykaz wszystkich odpadów znajduje się w załączniku do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. z 2014 r., poz. 1923).

UWAGA 2: W trakcie wykonywania inwentaryzacji w terenie **uczniowie nie mogą dotykać** jakichkolwiek odpadów.



SCENARIUSZ ZADANIA

ILE DWUTLENKU WĘGLA (CO₂) WYTWARZA TWOJA RODZINA PÓPRZEZ ZUŻYCIĘ ENERGII ELEKTRYCZNEJ

150

CELE ZADANIA

CEL GŁÓWNY

Ukazanie uczniom związków pomiędzy zużyciem energii elektrycznej w domu rodzinnym a emisją CO₂, czyli gazu szklarniowego współodpowiedzialnego za długoterminowy przyrost średniej temperatury powietrza w jego warstwie przyziemnej (ogólnie w troposferze).

GAZY SZKLARNIOWE – to te składniki atmosfery ziemskiej, które poprzez swoje własności fizykochemiczne zatrzymują energię słoneczną w obrębie atmosfery ziemskiej – co w konsekwencji prowadzi do wzrostu wartości średniej temperatury powietrza w przy powierzchniowej warstwie troposfery. Do grupy gazów szklarniowych należą: para wodna, dwutlenek węgla (CO₂), podtlenek azotu, metan, freon, ozon i inne.

TROPOSFERA – najniższa warstwa atmosfery ziemskiej, której przekrój zmienia się od 7 km nad biegunami do 28 km nad równikiem. Jest mieszaniną wielu gazów. Gazy szklarniowe występujące nadmiernie w atmosferze wywołują efekt cieplarniany, czyli podwyższają średnią temperaturę powietrza w warstwie przyziemnej.

CELE SZCZEGÓŁOWE

1. Wyjaśnienie uczniom zagrożeń dla ich obecnej i przyszłej egzystencji oraz ich rodzin, wynikających z zależności pomiędzy zużyciem energii elektrycznej w gospodarstwach domowych a wytwarzaniem CO₂.
2. Próba nieodrzućania postawionych hipotez oraz udzielenia odpowiedzi na pytania poznawcze.
3. Nabycie przez uczniów umiejętności posługiwania się kalkulatorami zużycia energii elektrycznej w mało- oraz wieloosobowych rodzinach. Np. kalkulatorem firmy TAURON.
4. Opracowanie przez uczniów różnych scenariuszy, których celem będzie obniżenie zużycia energii elektrycznej w domu rodzinnym.
5. Wyjaśnienie uczniom ścisłego związku pomiędzy rodzajem surowca energetycznego, z którego produkuje się energię elektryczną, a ilością wytwarzanego w tym procesie CO₂.
6. Zapoznanie uczniów z podstawowymi zasadami zrównoważonego rozwoju, wśród których jedną z najważniejszych jest dążenie do minimalizowania emisji CO₂.
7. Przedstawienie wybranych regulacji prawnych regulujących problem emisji CO₂.

8. Wykonanie mapy obrazującej rozkład zużycia energii elektrycznej na terenie miejscowości, w której mieszkają uczniowie, z wykorzystaniem danych zgromadzonych przez uczniów.
9. Przesłanie do serwera głównego pakietu informacji o łącznej ilości CO₂ wytwarzanego w miejscowości przez rodziny uczniów (ze ścisłym zachowaniem anonimowości).

PRZYKŁADOWA HIPOTEZA

Każdy człowiek może zmniejszyć emisję gazu szklarniowego CO₂ do atmosfery poprzez oszczędne korzystanie z energii elektrycznej.

151

PRZYKŁADOWE PYTANIA POZNAWCZE

1. Jaki jest związek pomiędzy zużyciem energii elektrycznej a wielkością rodziny?
 2. Czy ilość wykorzystywanego w rodzinie sprzętu domowego zasilanego energią elektryczną wpływa na ilość CO₂ „wytworzoną” przez rodzinę?
-

ORGANIZACJA BADAŃ

1. Przedstawienie przez nauczyciela – opiekuna celu zadania badawczego i jego ścisłego związku z lokalną redukcją CO₂.
2. Zrozumienie przez uczniów zasad działania interaktywnego kalkulatora zużycia energii elektrycznej w domu firmy TAURON – dostępnego w Internecie. Wykonanie obliczeń poglądowych. Kalkulator jest dostępny pod adresem <http://kalkulator.tauron.pl/h5/>.
3. Zastosowanie kalkulatora do oceny hipotetycznego miesięcznego i rocznego zużycia energii elektrycznej w gospodarstwie domowym ucznia oraz porównanie zużycia hipotetycznego z rzeczywistym, wyszczególnionym na rachunkach za zużycie energii elektrycznej.
4. Zapoznanie uczniów ze wskaźnikiem emisyjności wyprodukowanej energii elektrycznej, wyliczonym przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (**KOBiZE**) w postaci: kg CO₂/MW lub g CO₂/kWh.
5. Przyjęcie dla roku 2017 wielkości emisji CO₂ przypadającej na 1 MWh wyprodukowanej energii elektrycznej, wyliczonego przez KOBiZE.
Np. dla roku 2016 wskaźnik ten wynosił 781 kg/MW, czyli 781 g/1 kWh.
6. Obliczenie rocznej emisji CO₂ w gospodarstwie domowym ucznia.
Jeśli np. w 4-osobowej rodzinie roczne zużycie energii elektrycznej było równe 1950 kWh (1,950 MWh, wówczas wielkość rocznej emisji CO₂ wynosiła:
1950 kWh x 781g/kWh = 1522950 g,
czyli 1522,95 kg lub 1,52295 t.
Zatem średnio w ciągu 2016 roku jeden członek rodziny ucznia „wytworzył” 380,7 kg CO₂ – wykorzystując urządzenia domowe zasilane energią elektryczną.

c.d. **Tab. 19**

9.									
10.									
11.									
12.									

ŹRÓDŁA INFORMACJI

1. Wyniki inwentaryzacji sprzętu domowego zasilanego energią elektryczną, wykonane przez ucznia w jego domu rodzinnym.
2. Dane symulowane przez kalkulator zużycia energii.
3. Informacje zawarte na rachunkach za energię elektryczną – gromadzonych w domach rodzinnych uczniów.
4. Wiadomości zawarte w publikacjach dotyczących podobnej problematyki badawczej – uzyskane metodą **WebQuest**.
5. Dane zgromadzone na serwerze głównym podprojektu.

OKRES REALIZACJI ZADANIA

Ocena ilości „wytworzonego” CO₂ w domach rodzinnych uczniów będzie dokonywana raz w miesiącu, od października do maja następnego roku, czyli w ciągu 8 miesięcy roku szkolnego.

Comiesięczne raporty będą transmitowane do centralnego komputera podprojektu.

ZASADY OCENY ZADANIA

Ocenie podlega przygotowanie oraz sposób realizacji zadania przez uczniów według skali jak poniżej:

- przyswojenie pojęć i terminów, dotyczących zrównoważonego rozwoju: **0-5**
- zrozumienie wpływu CO₂ na efekt cieplarniany: **0-5**
- rzetelność przeprowadzenia inwentaryzacji sprzętów AGD, zasilanych energią elektryczną – posiadanych przez rodzinę ucznia: **0-5**
- umiejętność przeliczania zużytej energii elektrycznej przez rodzinę w ustalonym okresie na ilość „wytworzonego” CO₂: **0-5**
- biegłość w posługiwaniu się kalkulatorem zużycia energii elektrycznej firmy TAURON: **0-5**
- sprawność w konstruowaniu mapy przedstawiającej „wytworzenie” CO₂ na obszarze dorzecza Warty: **0-5**
- umiejętność wyprowadzania wniosków na podstawie skonstruowanej mapy: **0-5**
- samoocena grupowa – średnie zależne od liczebności grupy: **0-5**

ORGANIZACJA INWENTARYZACJI SPRZĘTU, OCENY ZUŻYCIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ ORAZ WYTWARZANIA CO₂ W RODZINIE

154

1. Inwentaryzację sprzętu domowego zasilanego energią elektryczną uczniowie będą wykonywali indywidualnie, przy wykorzystaniu tabel zawartych w niniejszym tekście.
Uczniowie mogą korzystać z pomocy rodziców podczas wypełniania tabel, gdyż nie wszystkie dzieci posiadają dobrą orientację w terminologii technicznej.
2. Od października do maja – w ostatnim dniu miesiąca, uczniowie będą obliczać hipotetyczne zużycie prądu przez / przy wykorzystaniu:
 - sprzętu gospodarstwa domowego używanego w domu rodzinnym,
 - kalkulatora zużycia energii elektrycznej.
 Ponadto ustalą rzeczywiste zużycie energii elektrycznej w domu rodzinnym na podstawie rachunków płaconych przez rodziców.
Obliczanie hipotetycznego zużycia energii elektrycznej oraz zrozumienie informacji zawartych na rachunkach za jej zużycie będzie wspomagane przez nauczyciela – opiekuna.
3. Przykładowe obliczenie hipotetycznego zużycia energii elektrycznej przez niektóre urządzenia wykorzystywane w gospodarstwie domowym:
 - komputer stacjonarny o mocy 500 W, używany przez ucznia 5 godz. codziennie:

$$500 \text{ W} \times 5 \text{ h} = 2500 \text{ Wh, tj. } 2,5 \text{ kWh,}$$

$$30 \text{ dni} \times 2,5 \text{ kWh} = 75 \text{ kWh/miesiąc.}$$

Koszt zużytej energii przez komputer w ciągu miesiąca wynosi:

$$75 \text{ kWh} \times 0,55 \text{ zł} = 41,25 \text{ zł,}$$
 - odkurzacz o mocy 2000 W, używany przez 1 godzinę w ciągu 20 dni w miesiącu:

$$2000 \text{ W} \times 1 \text{ h} = 2000 \text{ Wh, tj. } 2,0 \text{ kWh,}$$

$$2 \text{ kWh} \times 20 \text{ dni} = 40 \text{ kWh.}$$

Koszt energii zużytej przez odkurzacz to:

$$40 \text{ kWh} \times 0,55 \text{ zł} = 22,00 \text{ zł,}$$
 - żarówka 100 W, świecąca 15 godzin dziennie w okresie jesienno-zimowym:

$$100 \text{ W} \times 15 \text{ h} = 1500 \text{ Wh, tj. } 1,5 \text{ kWh,}$$

$$1,5 \text{ kWh} \times 30 \text{ dni} = 45 \text{ kWh.}$$

Koszt energii elektrycznej zużytej przez żarówkę 100 W wynosi:

$$45 \text{ kWh} \times 0,55 \text{ zł} = 24,75 \text{ zł,}$$
 - żarówka energooszczędna E27, 20 W = 100 W żarówki tradycyjnej:

$$20 \text{ W} \times 15 \text{ h} = 300 \text{ Wh, tj. } 0,3 \text{ kWh,}$$

$$0,3 \text{ kWh} \times 30 \text{ dni} = 9 \text{ kWh.}$$

Koszt energii zużytej przez żarówkę E27 (20 W = 100 W) w tym samym okresie, tj. 30 dni wynosi: $9 \text{ kWh} \times 0,55 \text{ zł} = 4,95 \text{ zł,}$
 - czajnik elektryczny o mocy 2400 W, używany przez pół godziny dziennie:

$$2400 \text{ W} \times 1/2 \text{ h} = 1200 \text{ Wh, tj. } 1,2 \text{ kWh,}$$

$$30 \text{ dni} \times 1,2 \text{ kWh} = 36 \text{ kWh/miesiąc.}$$

Koszt zużytej energii przez czajnik elektryczny w ciągu miesiąca wynosi:

$$36 \text{ kWh} \times 0,55 \text{ zł} = 19,80 \text{ zł.}$$
4. Przykładowa TABELA INWENTARYZACYJNA sprzętu domowego zasilanego dziennie energią elektryczną.

Tab. 20.

TABELA INWENTARYZACYJNA SPRZĘTU DOMOWEGORodzina 4-osobowa. Współrzędne geograficzne: ϕ λ

Lp.	CHARAKTERYSTYKA RODZAJ URZĄDZENIA	Moc w W	Zużycie energii w kWh	CZAS PRACY W GODZINACH DZIENNE					
				Ciągły	Do 0,5 godz.	Do 1 godz.	Do 1,5 godz.		
1.	Lodówka	140	1,4	TAK 10 godz.					
2.	Pralka	1500	0,75		TAK				
3.	Kuchenka z płytą elektryczną	-	-						
4.	Kuchenka z płytą indukcyjną	7400	7,4			TAK			
5.	Ogrzewacz wody	2000	20,0	TAK 10 godz.					
6.	Mikrofalówka	800	0,4		TAK				
7.	Odkurzacz	1500	1,5			TAK			
8.	Żelazko	1600	0,8		TAK				
9.	Telewizor	300	1,2					TAK	
10.	6 żarówek energooszczędnych E27	10	0,01 0,01 0,015		2	1	3		
11.	5 żarówek energooszczędnych E27	7,5	0,01125 0,01500				3	2	
12.	Piekarnik elektryczny	2500	2,5			1			
Suma		17837,5	34,91						

$$34,91 \text{ kWh} \times 781 \text{ g CO}_2/\text{kWh} = 27264,7 \text{ g CO}_2 \sim 27,3 \text{ kg CO}_2$$

5. Przykładowe zastosowanie kalkulatora zużycia energii firmy TAURON. Patrz: <http://kalkulator.tauron.pl/h5/>.

Tab. 21.
RZECZYWISTE ZUŻYCIĘ ENERGII ELEKTRYCZNEJ ORAZ „WYTWORZONA” ILOŚĆ CO₂ PRZEZ RODZINĘ UCZNIĄ W CIĄGU 8 MIESIĘCY

Rodzina ucznia	MIESIĄCE															
	Październik 2018		Listopad 2018		Grudzień 2018		Styczeń 2019		Luty 2019		Marzec 2019		Kwiecień 2019		Maj 2019	
	R [kWh]	W CO ₂ [kg]	R [kWh]	W CO ₂ [kg]	R [kWh]	W CO ₂ [kg]	R [kWh]	W CO ₂ [kg]	R [kWh]	W CO ₂ [kg]	R [kWh]	W CO ₂ [kg]	R [kWh]	W CO ₂ [kg]	R [kWh]	W CO ₂ [kg]
1.	185	145	191	149	204	159	200	156	191	149	183	143	176	137	167	130
2.																
...																
...																
...																
...																
...																
N																

R – zużycie energii elektrycznej według rachunków.
W CO₂ – „wytworzony” CO₂

Tab. 22.
HIPOTETYCZNE ZUŻYCIĘ ENERGII ELEKTRYCZNEJ WG INWENTARYZACJI ORAZ „WYTWORZONA” ILOŚĆ CO₂ PRZEZ RODZINĘ UCZNIA W CIĄGU 8 MIESIĘCY

	MIESIĄCE																
	Październik 2018		Listopad 2018		Grudzień 2018		Styczeń 2019		Luty 2019		Marzec 2019		Kwiecień 2019		Maj 2019		
	H [kWh]	W CO ₂ [kg]	H [kWh]	W CO ₂ [kg]	H [kWh]	W CO ₂ [kg]	H [kWh]	W CO ₂ [kg]	H [kWh]	W CO ₂ [kg]	H [kWh]	W CO ₂ [kg]	H [kWh]	W CO ₂ [kg]	H [kWh]	W CO ₂ [kg]	
Rodzina ucznia																	
1.																	
2.																	
.																	
.																	
.																	
.																	
.																	
N																	

H – hipotetyczne zużycie energii elektrycznej według inwentaryzacji.

W CO₂ – „wytworzony” CO₂.

Tab. 23. HIPOTETYCZNE ZUŻYCIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ OBLICZONE KALKULATOREM ORAZ „WYTWORZONA” ILOŚĆ CO₂ PRZEZ RODZINĘ UCZNIĄ W CIĄGU 8 MIESIĘCY

Rodzina ucznia	MIESIĄCE																
	Październik 2018		Listopad 2018		Grudzień 2018		Styczeń 2019		Luty 2019		Marzec 2019		Kwiecień 2019		Maj 2019		
	K [kWh]	W CO ₂ [kg]	K [kWh]	W CO ₂ [kg]	K [kWh]	W CO ₂ [kg]	K [kWh]	W CO ₂ [kg]	K [kWh]	W CO ₂ [kg]	K [kWh]	W CO ₂ [kg]	K [kWh]	W CO ₂ [kg]	K [kWh]	W CO ₂ [kg]	
1.																	
2.																	
.																	
.																	
.																	
.																	
.																	
N																	

K – zużycie energii elektrycznej obliczone kalkulatorem.

W CO₂ – „wytworzony” CO₂.

Tab. 24.
ZESTAWIENIE „WYTWORZONEGO” ILOŚĆ CO₂ (W kg) PRZEZ RODZINĘ UCZNIĄ W CIĄGU 8 MIESIĘCY

	MIESIĄCE																									
	Październik 2018			Listopad 2018			Grudzień 2018			Styczeń 2019			Luty 2019			Marzec 2019			Kwiecień 2019			Maj 2019				
	W _R	W _H	W _K	W _R	W _H	W _K	W _R	W _H	W _K	W _R	W _H	W _K	W _R	W _H	W _K	W _R	W _H	W _K	W _R	W _H	W _K	W _R	W _H	W _K		
Rodzina ucznia																										
1.																										
2.																										
.																										
.																										
.																										
.																										
.																										
.																										
N																										

W_R – ilość CO₂ „wytworzona” według rachunków.

W_H – ilość CO₂ „wytworzona” według inwentaryzacji sprzętu domowego zasilanego energią.

W_K – ilość CO₂ „wytworzona” według kalkulatora zużycia energii.

Tab. 25.

SUMARYCZNE ZUŻYCIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ ORAZ „WYTWORZONEGO” CO₂ W CIĄGU 8 MIESIĘCY (PAŹDZIERNIK 2018 – MAJ 2019) WEDŁUG RACHUNKÓW (W_R)

RODZINA UCZNIĄ	ZUŻYCIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ [kWh]	„WYTWORZONE” CO ₂ [KG]
1.	1497	1168
2.		
.		
.		
.		
.		
.		
.		
N		

160

Tab. 26.

SUMARYCZNE ZUŻYCIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ ORAZ „WYTWORZONEGO” CO₂ W CIĄGU 8 MIESIĘCY (PAŹDZIERNIK 2018 – MAJ 2019) WEDŁUG INWENTARYZACJI SPRZĘTU (W_H)

RODZINA UCZNIĄ	ZUŻYCIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ [kWh]	„WYTWORZONE” CO ₂ [KG]
1.		
2.		
.		
.		
.		
.		
.		
.		
N		

Tab. 27.

**SUMARYCZNE ZUŻYCIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ ORAZ „WYTWORZONEGO” CO₂
W CIĄGU 8 MIESIĘCY (PAŹDZIERNIK 2018 – MAJ 2019) WEDŁUG KALKULATORA ZUŻYCIA ENERGII (W_K)**

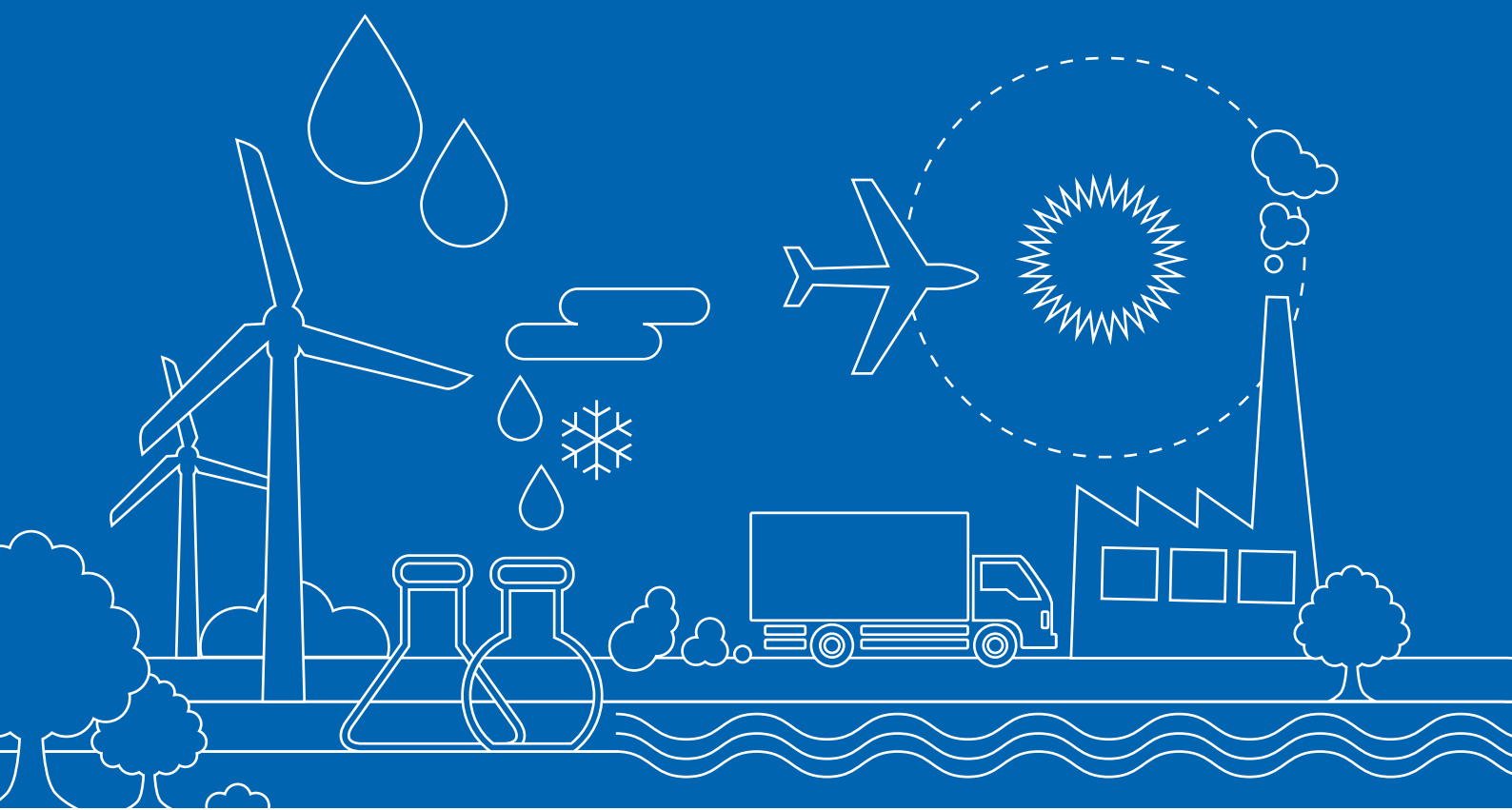
RODZINA UCZNIĄ	ZUŻYCIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ [kWh]	„WYTWORZONE” CO ₂ [KG]
1.		
2.		
.		
.		
.		
.		
.		
.		
N		



PROCEDURY EWALUACJI

PROGRAMU PODPROJEKTU
CYFROWA MAPA DORZECZA
WARTY (CMDW)

OPRACOWANIE: **WALDEMAR RATAJCZAK / ALFRED STACH**



1. OPIS KOMPETENCJI UCZNIÓW PRZEWIDYWANYCH JAKO EFEKTY REALIZACJI PROGRAMU PODPROJEKTU

Podprojekt CMDW, którego wynikiem końcowym będą mapy tematyczne udostępnione publicznie, wpłynie tak na wzrost kompetencji indywidualnych uczniów, jak i kompetencji grupowych.

OCZEKIWANE PODWYŻSZENIE KOMPETENCJI INDYWIDUALNYCH

Ze względu na osobowe cechy uczniów – przyrost ich kompetencji nie będzie identyczny. Oczekuje się natomiast, że w różnym stopniu nastąpi ich wzrost i że uczniowie:

- posiadają umiejętność identyfikacji problemów o charakterze naukowym, potrafią stawiać hipotezy oraz rozumieją potrzebę ich weryfikacji,
- potrafią ocenić rolę danych gromadzonych we współczesnych społeczeństwach, w tym tzw. Dużych Zbiorów (ang. Big Data), oraz ich znaczenie w podejmowaniu decyzji w sferze przyrodniczej oraz społeczno-gospodarczej,
- naberą umiejętności do prowadzenia obserwacji i pomiaru różnych zjawisk,
- przyswoją metody i techniki z zakresu technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICT) umożliwiające wymianę informacji, ich korygowanie oraz opracowywanie,
- opanują ze zrozumieniem wybrane techniki Geograficznych Systemów Informatycznych (GIS) w celu konstruowania map tematycznych oraz opracowania nowych problemów badawczych,
- będą zdolni do interpretacji w ujęciu statycznym i dynamicznym zjawisk zobrazowanych na mapach tematycznych,
- nabiorą biegłości w przygotowywaniu prezentacji audiowizualnych oraz sprawności w ich wygłaszaniu.

OCZEKIWANE PODWYŻSZENIE KOMPETENCJI GRUPOWYCH

Kompetencje grupowe są niezbędne w kontekście uczestnictwa jednostki w życiu społecznym oraz zawodowym. Pozwalają także unikać konfliktów i/lub je rozwiązywać. Podprojekt CMDW spowoduje:

- rozwinięcie w grupie twórczego myślenia poprzez stosowanie między innymi metody „burzy mózgów”,
- wzrost umiejętności pracy w zespole – jako efekt realizacji wspólnych zadań wykonanych z pełnym zaangażowaniem,
- wykształcenie i utrzymanie zdolności do precyzyjnego komunikowania się pomiędzy członkami grupy i nauczycielem – opiekunem,
- nabycie lub rozwinięcie umiejętności negocjowania z innymi uczniami, nauczycielem – opiekunem, a także z osobami spoza podprojektu,
- ujawnienie zdolności przywódczych u niektórych uczniów,
- umiejętność organizowania pracy i rozdzielania zadań.

2. SPOSOBY, METODY I NARZĘDZIA EWALUACJI

Do ewaluacji programu podprojektu wykorzystuje się następujące metody i narzędzia:

- obserwacji bezpośredniej prowadzonej przez nauczyciela – opiekuna według ustalonego kwestionariusza,
- róży wiatrów,
- pola siłowego,
- termometru.

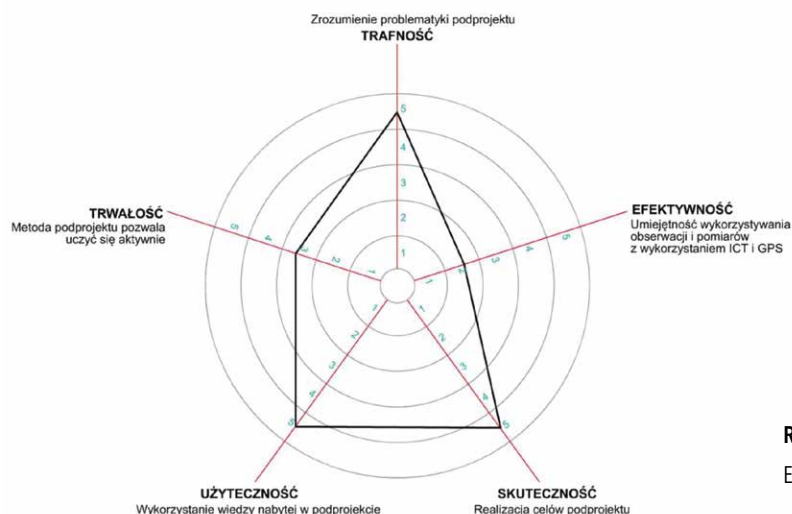
166

EWALUACJA – jest procesem, który pozwala ustalić, czy zrealizowany projekt osiągnął zakładane cele.

Kryteria ewaluacji:

- **trafność** – dopasowanie treści i celów projektu do możliwości edukacyjnych uczniów;
- **efektywność** – ustalenie kosztów osiągnięcia celów projektu;
- **skuteczność** – wykazanie, w jakim stopniu uczniowie zrealizowali cele projektu;
- **użyteczność** – określenie, w jakim zakresie uczniowie będą wykorzystywali w praktyce wiedzę nabytą podczas realizacji projektu;
- **trwałość** – stwierdzenie, czy projekt umocni przekonanie uczniów i nauczycieli o konieczności częstego stosowania tej metody aktywnego uczenia.

METODA RÓŻY WIATRÓW – ma charakter graficzno-analityczny i pozwala na jednoczesną ocenę kilku aspektów realizowanego podprojektu. Na wyznaczonych osiach reprezentujących czynniki podlegające ocenie ustala się skalę w odpowiednim przedziale np. 1–5. Całość nawiązuje do róży wiatrów znanej w meteorologii (por. ryc. 93). Każdy uczeń biorący udział w podprojekcie na dostarczonym podkładzie wykreśla własną różę wiatrów – łącząc punkty zaznaczone na poszczególnych osiach (w zależności od przyjętej oceny). Końcowym działaniem jest obliczenie średnich matematycznych dla wartości zaznaczonych na poszczególnych osiach i wykreślenie uśrednionej róży wiatrów podsumowującej udzielone odpowiedzi.



Ryc. 93.

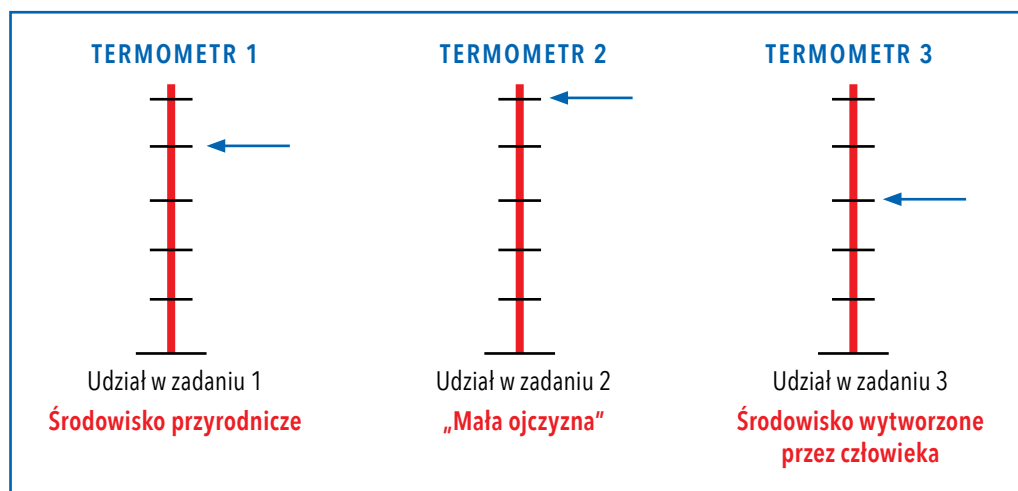
Ewaluacja – metoda róży wiatrów.

POLE SIŁOWE jest narzędziem umożliwiającym identyfikację czynników wpływających **korzystnie** i/lub **niekorzystnie** na realizację działań poddanych ewaluacji, a także na osiągnięcie założonych celów. Ewaluacji dokonuje się poprzez zestawienie przeciwstawnych sił. Jak np. w tab. 28. Czynniki pozytywne i negatywne są wpisywane w przygotowaną tabelę przez uczniów.

Tab. 28. **ZESTAWIENIE PRZECIWSTAWNYCH SIŁ**

CO UŁATWIA REALIZACJĘ PROJEKTU	CO UTRUDNIA REALIZACJĘ PROJEKTU
<ul style="list-style-type: none"> • zrozumienie jego celów, • dobre przygotowanie techniczne, • dobry kontakt z nauczycielem – opiekunem, • • • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • słabe przygotowanie teoretyczne, • brak koncentracji i motywacji, • niechęć do prac terenowych, • • • • •

METODA TERMOMETRU – pozwala na oznaczenie, na przygotowanej skali, stopnia zadowolenia uczniów z uczestnictwa w działaniach lub zadaniach związanych z podprojektem. Podobnie jak w klasycznym pomiarze temperatury – im wyższa wartość zaznaczona przez ucznia na skali, tym większe jego zadowolenie z udziału w realizacji zadania podprojektu.



Ryc. 94. Ewaluacja – metoda termometru.

Tab. 29.

SPIS I LOKALIZACJA SZKÓŁ UCZESTNICZĄCYCH W PIERWSZEJ EDYCJI CMDW ORAZ DANE POMIAROWE UŻYTE W WIZUALIZACJACH

ID	NAZWA SZKOŁY	MIEJSCOWOŚĆ	X_LL	Y_LL	X_PUWG92	Y_PUWG92	SUMA WIELOLETNIA OPADÓW (MM)	ZMIENNOŚĆ OPADÓW (MM)
1	Szkoła Podstawowa im. Bernarda Chrzanowskiego	Wojnowice	16,41373	52,30886	323743,4	496800,4	72,9	44,8
2	Szkoła Podstawowa nr 2 im. Adama Mickiewicza	Złotów	17,02501	53,36929	368638,2	613395,0	86,1	46,2
3	Zespół Szkół Publicznych – Publiczna Szkoła Podstawowa im. Bohaterów Monte Cassino	Taczanów Drugi	17,75820	51,83950	414472,5	442191,9	82,5	38,5
4	Szkoła Podstawowa im. M. Kopernika	Wysocko Małe	17,84068	51,60941	419746,8	416517,1	75,8	39,0
5	Szkoła Podstawowa nr 42 w Zespole Szkół nr 5	Poznań	16,92563	52,29898	358593,9	494579,0	76,7	39,8
6	Szkoła Podstawowa nr 1, Zespół Szkół JEDYNKA	Międzychód	15,89919	52,60542	290101,3	531143,4	71,7	39,9
7	Szkoła Podstawowa nr 2 im. Powstańców Wielkopolskich	Grodzisk Wlkp.	16,36401	52,22631	320021,6	487745,9	77,1	37,1
8	Szkoła Podstawowa nr 25 z Oddziałami Integracyjnymi i Specjalnymi im. Bohaterów Monte Cassino	Poznań	16,91553	52,39092	358200,0	504820,1	73,1	45,1
9	Szkoła Podstawowa im. Komisji Edukacji Narodowej	Łobżenica	17,25744	53,26112	383803,0	600963,5	80,2	44,1
10	Szkoła Podstawowa nr 5 im. Arkadego Fiedlera	Koło	18,62816	52,20732	474598,9	482426,1	83,3	45,7
11	Gimnazjum nr 1 im. 70. Pułku Piechoty	Pleszew	17,79010	51,89613	416774,3	448452,0	79,3	37,3
12	Szkoła Podstawowa nr 1 im. A. Borysa	Witkowo	17,77497	52,43660	416748,4	508562,0	77,9	51,0
13	Szkoła Podstawowa im. Ojca Św. Jana Pawła II	Gizałki	17,77022	52,04158	415680,3	464646,5	85,9	44,8
14	Szkoła Podstawowa im. A.W. Niegolewskich	Rudniki	16,40103	52,34539	323024,3	500893,1	70,2	41,6
15	Zespół Szkół w Cekowie-Kolonii	Ceków-Kolonia	18,29833	51,89156	451728,4	447484,1	84,2	48,9

c.d. Tab. 29

16	Szkoła Podstawowa im. Wojciecha z Brudzewa	Brudzew	18,59929	52,09980	472560,2	470482,1	87,0	47,0
17	Szkoła Podstawowa w Zespole Szkół	Rusko	17,36085	51,90944	387282,0	450508,7	80,8	40,6
18	Szkoła Podstawowa	Jaraczewo	17,30453	51,97114	383568,9	457457,9	85,6	43,7
19	Szkoła Podstawowa nr 1 im. Zofii Urbanowskiej	Konin	18,25452	52,20436	449071,4	482293,8	80,4	46,4
20	Zespół Szkół – Szkoła Podstawowa im. Polskich Olimpijczyków	Dębica	17,78563	51,54629	415819,5	409562,2	80,8	43,5
21	Gimnazjum im. Generała Kazimierza Sosnkowskiego	Opalenica	16,41059	52,30823	323527,4	496738,5	73,0	44,8
22	Gimnazjum im. Adama Mickiewicza	Żelice	17,06693	52,83267	369815,6	553650,2	78,3	46,8
23	Szkoła Podstawowa im. Stanisława Mikołajczyka	Siedlików	17,96634	51,47800	428239,0	401776,8	87,9	42,3
24	Szkoła Podstawowa	Okonek	16,85133	53,53550	357645,2	632210,5	78,8	37,4

OBJAŚNIENIA:

ID – identyfikator szkoły na mapach.

X_LL, Y_LL – współrzędne geograficzne położenia szkoły (długość i szerokość geograficzna w stopniach dziesiętnych). Aby przeliczyć stopnie dziesiętne na stopnie, minuty i sekundy należy część dziesiętną (po przecinku) pomnożyć przez 60 uzyskując określenie ilości minut, a część dziesiętną uzyskanego wyniku znowu pomnożyć przez 60 uzyskując w ten sposób sekundy. I tak współrzędna 17,78563° to 17° i (0,78563 × 60 = 47,1378) oraz (0,1378 × 60 = 8,268), czyli 17°47'08,3".

X_PUWG92, Y_PUWG92 – współrzędne płaskie położenia szkoły (w metrach w Państwowym Układzie Współrzędnych Geodezyjnych 1992). https://pl.wikipedia.org/wiki/Uk%C5%82ad_wsp%C3%B3%C5%82rz%C4%99dnych_1992 i http://www.geonet.net.pl/images/2002_12_uklady_wspolrz.pdf

Tab. 30.

SPIS I LOKALIZACJA SZKÓŁ UCZESTNICZĄCYCH W DRUGIEJ EDYCJI CMDW. OBJAŚNIENIA ZAWARTOŚCI JAK PRZY TABELI 29.

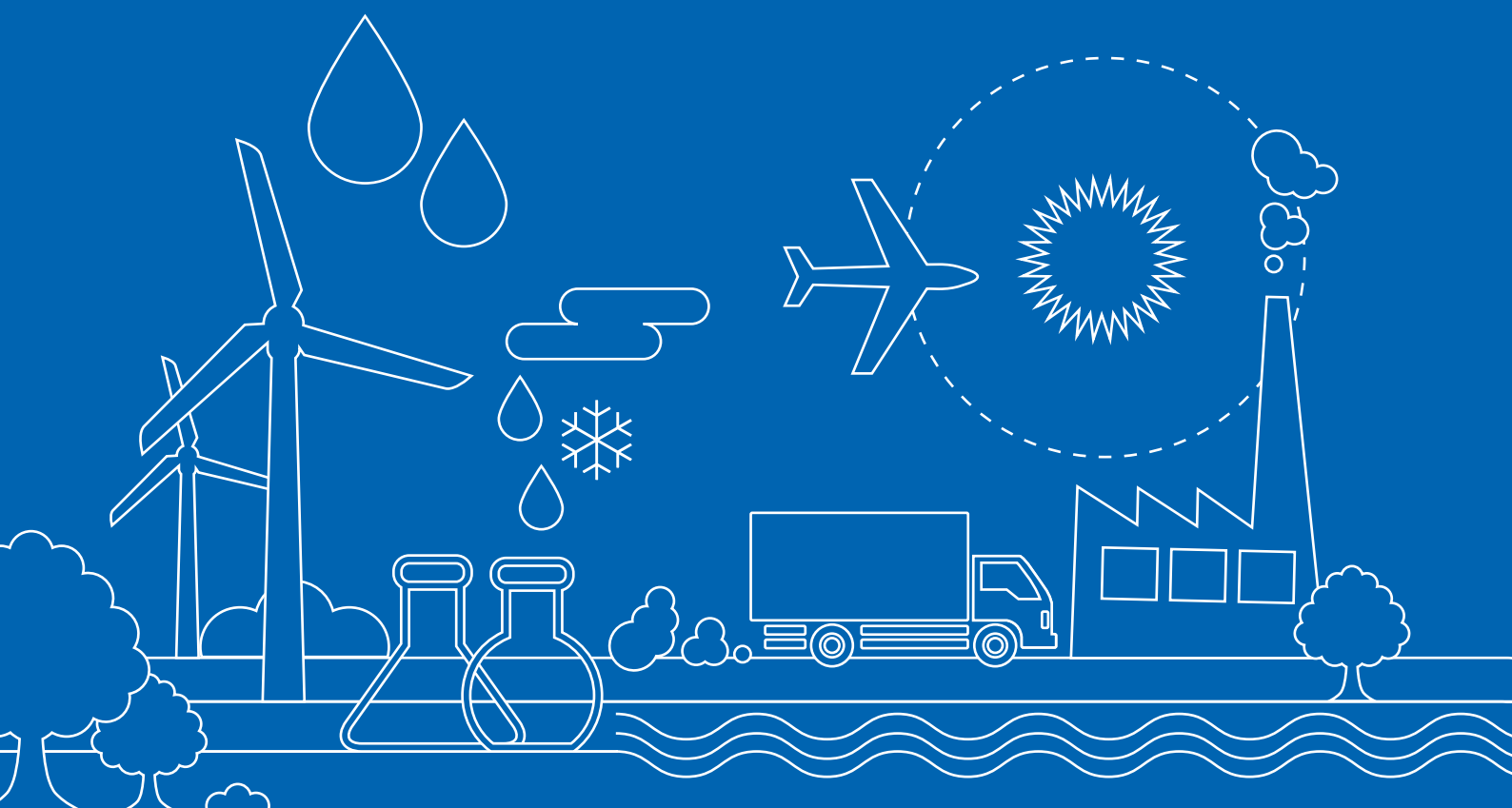
ID	NAZWA SZKOŁY	MIEJSCOWOŚĆ	X_LL	Y_LL	X_PUWG92	Y_PUWG92
1	Szkoła Podstawowa im. Polskich Noblistów	Wielichowo	16,34672	52,11746	318398,4	475689,1
2	Szkoła Podstawowa nr 15 im. Polskich Olimpijczyków	Konin	18,23451	52,19629	447694,6	481411,5
3	Szkoła Podstawowa im. Onufrego Kopczyńskiego	Czerniejewo	17,47343	52,42109	396220,7	507226,9
4	Szkoła Podstawowa im. J. Korczaka	Sośnie	17,62235	51,47168	404345,2	401468,2
5	Szkoła Podstawowa im. Bł. Edmunda Bojanowskiego*	Szelejewo Pierwsze	17,15826	51,86487	373226,1	445887,6
6	Szkoła Podstawowa nr 5	Jarocin	17,50763	51,97791	397531,2	457904,5
7	Zespół Szkolno-Przedszkolny	Kołaczkowo	17,63022	52,21682	406449,0	484301,4
8	Niepubliczne Gimnazjum	Sarbice	18,70439	52,03847	479729,6	463628,0
9	Szkoła Podstawowa im. W. Jagiełły	Borek Wielkopolski	17,24019	51,91899	379011,2	451764,7
10	Szkoła Podstawowa im. Polskich Sportowców	Tarchały Wielkie	17,69362	51,59303	409534,5	414867,7
11	Gimnazjum nr 2 im. św. Królowej Jadwigi	Pleszew	17,78385	51,89485	416341,6	448316,7
12	Szkoła Podstawowa im. Strażaków Polskich	Kowale Pańskie -Kolonia	18,53436	51,93774	467998,6	452489,0
13	Szkoła Podstawowa im. Polskich Poetów	Łubnica	16,37263	52,15045	320304,5	479291,6
14	Szkoła Podstawowa im. Kompanii Wilkowskiej Powstańców Wlkp.	Wilkowo Polskie	16,42877	52,06110	323791,1	469221,6
15	Szkoła Podstawowa nr 2 im. A. Mickiewicza	Koło	18,62716	52,18793	474519,3	480270,9

c.d. **Tab. 30**

16	Szkoła Podstawowa im. Marii Dąbrowskiej	Kaźmierz	16,58621	52,51100	336246,9	518866,9
17	Szkoła Podstawowa im. Marii Konopnickiej	Przygo- dziczki	17,92308	51,55183	425356,3	410029,1
18	Szkoła Podstawowa im. Jana III Sobieskiego	Zbiersk	18,13372	51,95358	440486,1	454501,7
19	Szkoła Podstawowa	Aleksandria	18,21291	51,61675	445522,3	416990,0
20	Szkoła Podstawowa nr 3 im. M. Konopnickiej	Koło	18,63094	52,20169	474785,7	481800,0
21	Szkoła Podstawowa	Rajsko	18,31627	51,75246	452817,7	432007,5
22	Spółeczna Szkoła Podstawowa im. M. Konopnickiej	Lipice	18,01564	52,02100	432475,6	462101,4
23	Szkoła Podstawowa	Pniewo	16,74529	53,46903	350386,3	625036,1
24	Szkoła Podstawowa im. Kard. S. Wyszyńskiego	Wysoka	17,08972	53,18454	372392,4	592733,7
25	Szkoła Podstawowa nr 3 im. M. Kopernika	Trzcianka	16,46108	53,03791	329828,1	577737,7

*) Szkoła uczestniczy w programie CMDW zarówno na poziomie podstawowym jak i gimnazjalnym.

ZAŁĄCZNIK



INSTRUKCJA OBSŁUGI URZĄDZENIA SENSEDISC SŁUŻĄCEGO DO PÓMIARÓW PARAMETRÓW ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO¹

1. KRÓTKIE WPROWADZENIE

SenseDisc to przenośny cyfrowy miernik produkowany przez firmę Jiangsu SWR Co.,Ltd., Chiny (<http://www.sensedisc.com>), przeznaczony do nauczania na bazie eksperymentów w szkołach podstawowych i średnich. Jest on wyposażony w przewodowe moduły precyzyjnych czujników. Obsługa SenseDisc jest prosta i bezpieczna, a samo urządzenie lekkie i poręczne. Kształt i konstrukcja urządzenia umożliwiają podłączenie do niego w jednym momencie 7 zewnętrznych czujników z listy ponad 20 dostępnych i jednoczesne zbieranie w rejestratorze wyników wykonywanych za pośrednictwem ich pomiarów. Oprócz możliwości rejestracji danych z zewnętrznych, wymiennych czujników, SenseDisc posiada też wbudowany na stałe przyspieszeniomierz trójosiowy, GPS, czujnik temperatury otoczenia, barometr i względny czujnik wysokich temperatur. Urządzeniem steruje się za pomocą 3,5-calowego ekranu dotykowego o rozdzielczości 480 na 320 pikseli. Zasilanie zapewnia bateria litowa o pojemności 1800 Ah, która wystarcza na 6 miesięcy czuwania (pracy w trybie *stand-by*). SenseDisc może pracować w dwóch trybach: samodzielnym (ang. *stand-alone*) i sterowanym z urządzenia zewnętrznego (komputera lub tabletu). Urządzenie zewnętrzne może pracować w systemach operacyjnych Windows, Android, Mac OS X i OS, a sterowanie może dokonywać się poprzez połączenie przewodowe (kabel USB) lub bezprzewodowe (protokół Bluetooth).

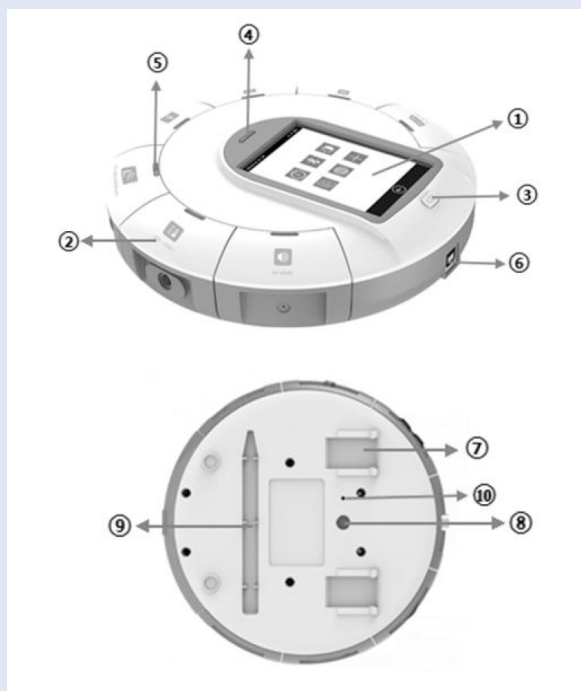
173

2. SPRZĘT

A. KOMPONENTY STANDARDOWEGO ZESTAWU SENSEDISC

LP.	KOMPONENT	OBRAZ
1	SenseDisc	
2	Rysik do ekranu dotykowego	
3	Kabel USB	
4	Zasilacz sieciowy	
5	CD z oprogramowaniem	
6	Drukowana instrukcja obsługi	
7	Torba z paskiem do przenoszenia SenseDisc	

¹ Opracowana na podstawie instrukcji angielskiej z 5 marca 2018 r. i polskiej z 16 stycznia 2018 r.

B. OBJAŚNIENIA FUNKCJI POSZCZEGÓLNYCH CZĘŚCI SENSEDISC

1. ekran dotykowy,
2. moduł pojedynczego czujnika,
3. przycisk zasilania,
4. wskaźnik (dioda) zasilania,
5. wskaźnik (dioda) aktywności czujnika,
6. port do podłączenia kabla USB,
7. podpórki (nóżki) do stawiania SenseDisc na płaskiej powierzchni,
8. gwintowany otwór do montowania SenseDisc na statywie,
9. rysik (stylus) do obsługi ekranu dotykowego,
10. otwór z przyciskiem resetowania SenseDisc.

3. SPECYFIKACJA SENSEDISC

KOMPONENT	SPECYFIKACJA
Obsługiwane systemy operacyjne	Windows, iOS, Android, Mac OS
Wbudowane czujniki	Akcelerometr trójosiowy, GPS, czujnik temperatury otoczenia, barometr
GPS	wbudowany
Miernik dla czujników zewnętrznych	wbudowany
Maksymalna częstota pomiarów	100 000 na sekundę
Zapis danych	12 bitowy
Pamięć wewnętrzna	32 MB
Wbudowana bateria	Litowa o pojemności 1800mAh
Czas czuwania (uśpienia)	Ponad 6 miesięcy
Ekran	3,5 calowy dotykowy TFT o rozdzielczości 480'320
Port / złącze	USB 2.0
Łączność bezprzewodowa	TAK (Bluetooth)
Wymiary i waga	Średnica = 170 mm, wysokość = 46 mm, waga » 440 g
Temperatura pracy	-20~ +70°C
Zasilacz sieciowy	100~240 V AC / 5 V DC 1A
Oprogramowanie	SenseDisc iLab (także w polskiej wersji językowej)
Porty na zewnętrzne czujniki	7

4. PODŁĄCZENIE MODUŁÓW CZUJNIKÓW

SenseDisc ma specyficzny kształt ze względu na sposób podłączania i układ modułów zewnętrznych czujników. Jednocześnie do rejestratora można podłączyć 7 czujników, które go otaczają i tworzą razem kolisty (dyskowy) kształt. Wszystkie moduły czujników można podłączać i odłączać w dowolnym momencie (ang. *plug-in/plug-out*), co powoduje, że użytkownik może swobodnie dostosować urządzenie do swoich wymagań. Podczas używania podłączaj czujnik do dowolnego portu w SenseDisc, jak to pokazano poniżej.



175


5. POMIAR AUTONOMICZNY

Upewnij się, że bateria SenseDisc jest przed użyciem w pełni naładowana. Jeśli bateria nie jest jednak naładowana lub nie masz takiej pewności, to podłącz kabel USB do zasilacza i do portu USB w korpusie SenseDisc. Aby naładować baterię, podłącz zasilacz do źródła zasilania lub podłącz kabel USB do gniazda w komputerze.



lub



WŁĄCZANIE: przytrzymaj przycisk zasilania  **3**, aż zabrzmi krótki sygnał dźwiękowy i zaświeci się ekran urządzenia **1**. Upewnij się, że świeci się wskaźnik czujnika, którego chcesz użyć **5**. Po włączeniu kontrolki czujników wpiętych do rejestratora powinny świecić na niebiesko (stan komunikacji czujników można kontrolować za pomocą oprogramowania). Jeżeli kontrolki czujników nie świecą na niebiesko, wyłącz urządzenie i włącz je ponownie.

WYŁĄCZANIE: przytrzymaj przycisk zasilania **3** dopóki ekran **1** i wskaźnik czujnika nie zgasną **5**.

WŁĄCZANIE / WYŁĄCZANIE MODUŁU CZUJNIKA: kliknij sześciokątną ramkę numeru czujnika w ekranie [Wczytaj] oprogramowania SenseDisc, aby włączyć lub wyłączyć czujnik.

A. INTERFEJS WEWNĘTRZNEGO OPROGRAMOWANIA SENSEDISC

Po włączeniu SenseDisc na dotykowym ekranie urządzenia pojawia się strona startowa składająca się z 3 elementów: paska stanu, ikon głównych funkcji urządzenia i dolnego paska dodatkowych funkcji.

PASEK STATUSU: wyświetla datę i godzinę, połączenie USB lub Bluetooth, aktywność GPS, symbol wykonywania pomiarów (trwania eksperymentu) poziom naładowania baterii.


Ikony głównych funkcji: pobieranie danych [**Wczytaj**], konfiguracja urządzenia [**Ustawienia**], opcje pomiarów/eksperymentu [**Eksperyment**], informacje systemowe [**Info**].

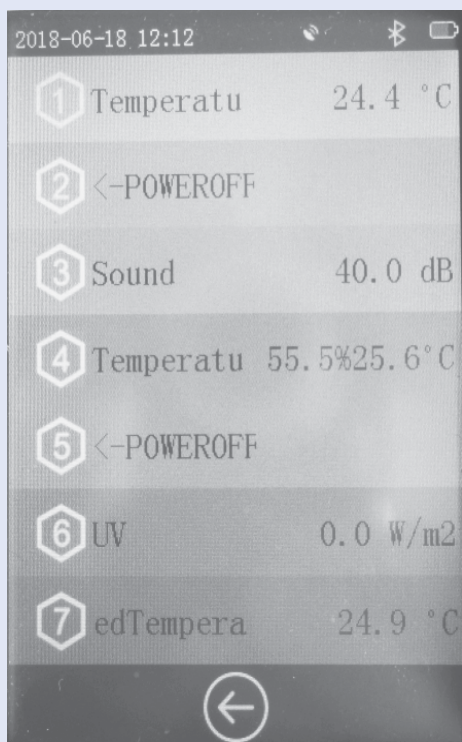
PASEK FUNKCJI: na stronie głównej wyświetla logo produktu, na następnych stronach przycisk powrotu do poprzedniej strony.






176

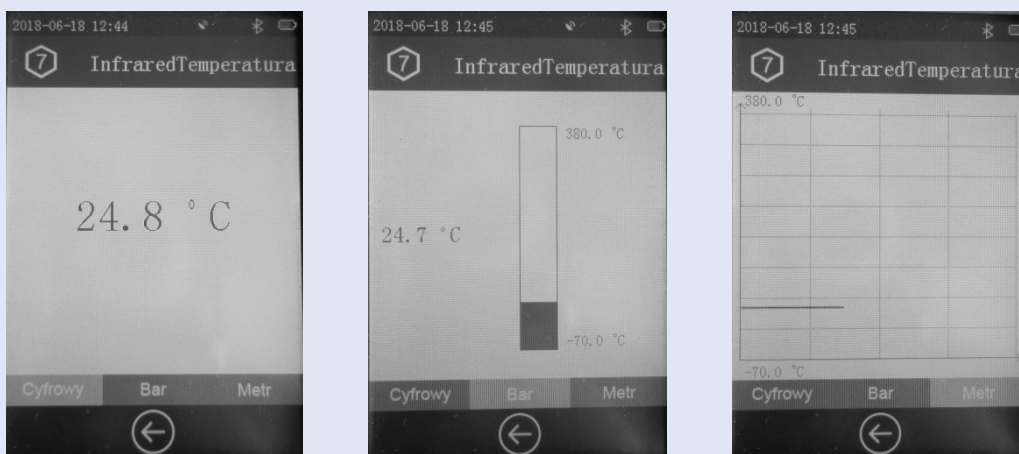
B. FUNKCJE SENSEDISC


Status czujników modułów zewnętrznych [Ikona **Wczytaj** - ]



Kliknij ikonę  , a na ekranie wyświetlone zostaną informacje o podłączonych modułach czujników, takie jak ich nazwa oraz wartość wykonywanych przez nie czasie rzeczywistym pomiarów. Jak wspomniano poprzednio, do SenseDisc można podłączyć maksymalnie 7 modułów. Na przykład zamieszczona poniżej kopia ekranu informuje, że aktywnych jest 5 na 7 czujników (numer 2 i 5 nie są zasilane (<- POWEROFF)). Moduł pierwszy to czujnik do pomiaru temperatury (aktualna temperatura = 24,4°C), moduł trzeci – czujnik pomiaru natężenia dźwięku (aktualna wartość 40,0 dB), moduł czwarty – czujnik wilgotności względnej i temperatury powietrza (aktualna wartość 55,5% i 25,6°C), , moduł szósty – czujnik natężenia promieniowania ultrafioletowego (UV, aktualna wartość 0,0 W/m²), moduł siódmy – czujnik do pomiaru temperatury w podczerwieni (aktualna wartość 24,9°C). Kliknięcie numeru czujnika w sześciokątnej ramce powoduje jego wyłączenie lub włączenie w zależności od aktualnego stanu. Kliknięcie na ikonę  powoduje powrót do okna głównego menu. Ten sam efekt można uzyskać, naciskając krótko na przycisk zasilania **3**  umieszczony pod ekranem.






Klikając na nazwę czujnika, można wyświetlić szczegółowe informacje wykonywanych aktualnie pomiarach w 3 trybach: liczbowym, słupkowym ([**Cyfrowy**], [**Bar**]), które pokazują dane chwilowe, oraz wyświetlającym wyniki pomiarów w czasie ([**Metr**]). Na poniższych kopiach ekranu jest to przedstawione na przykładzie czujnika wykonującego zdalny pomiar temperatury w podczerwieni.





Kliknięcie na ikonę  powoduje powrót do ekranu statusu czujników modułów zewnętrznych.

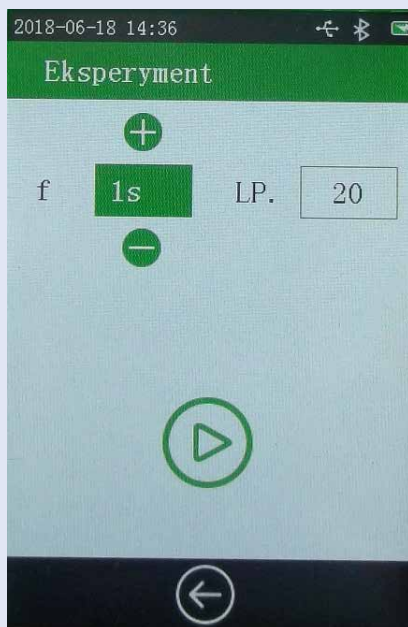
C. USTAWIENIA REJESTRATORA SENSEDISC [IKONA USTAWIENIA -]


Kliknięcie na ekranie menu głównego w ikonę  [Ustawienia] otwiera menu z 6 opcjami:



 Data Zegar	Podawanie aktualnej daty i godziny.
 Bluetooth	Włączanie/wyłączanie Bluetooth i GPS. Bluetooth to protokół transmisji radiowej krótkiego zasięgu służącej do połączenie SenseDisc z zewnętrznymi urządzeniami takimi jak komputery, tablety czy smartfony. GPS umożliwia określenie dokładnego położenia SenseDisc poprzez odbiór sygnału satelitarnego. Aktywność obu funkcji widoczna jest na pasku stanu (stała ikona  i migająca ikona ).
 Jasność	Korygowanie jasności ekranu.
 Zapisz	Zapis danych pomiarowych oraz ich eksport do urządzeń zewnętrznych.
 Ustawienia	Zmiana języka komunikatów na ekranie.
 Kalibracja	Kalibracja ekranu (dokładności położenia).




Kliknięcie na ikonę  powoduje powrót do okna głównego menu. Ten sam efekt można uzyskać, naciskając krótko na przycisk zasilania  umieszczony pod ekranem.

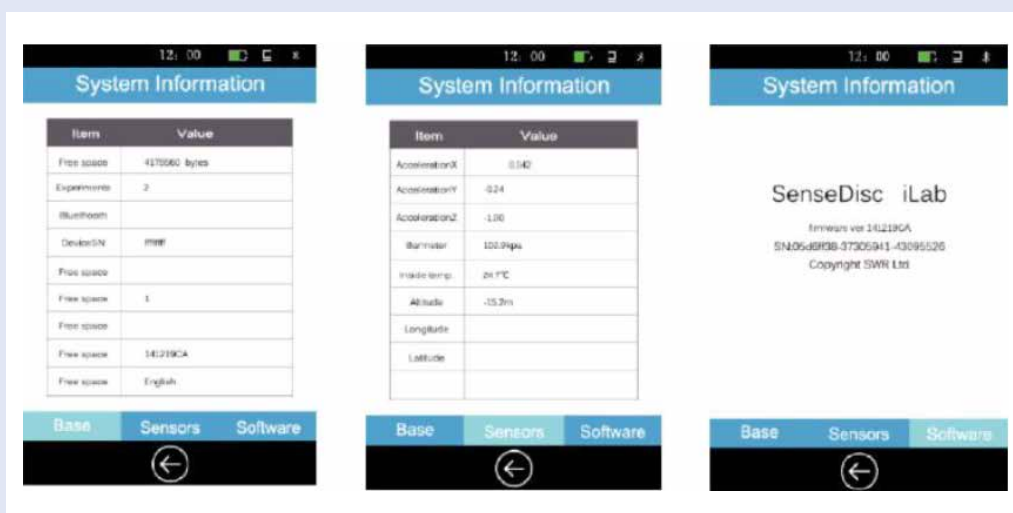
D. URUCHOMIENIE I OPCJE POMIARÓW [IKONA EKSPERYMENT - ]



Na ekranie widocznym po kliknięciu w menu głównym ikony  można określić częstotliwość i długość czasu trwania pomiarów oraz uruchomić zbieranie danych. Po zakończeniu „eksperymentu” zebrane w nim dane zostaną automatycznie zapisane. Domyślne ustawienia eksperymentu to 20 pomiarów wykonywanych raz na sekundę.

Kliknięcie na ikonę  powoduje powrót do okna głównego menu. Ten sam efekt można uzyskać, naciskając krótko na przycisk zasilania  umieszczony pod ekranem.

E. INFORMACJE SYSTEMOWE [IKONA INFORMACJE - ]

Na ekranie widocznym po kliknięciu w menu głównym ikony  wyświetlane są podstawowe dane o czujnikach i oprogramowaniu posiadanego urządzenia SenseDisc.



Kliknięcie na ikonę  powoduje powrót do okna głównego menu. Ten sam efekt można uzyskać, naciskając krótko na przycisk zasilania  umieszczony pod ekranem.

6. WSPÓŁPRACA REJESTRATORA SENSEDISC Z URZĄDZENIAMI ZEWNĘTRZNYMI

SenseDisc obsługuje nie tylko autonomiczne pomiary, ale także umożliwia sterowanie z zewnętrznego urządzenia zarówno w trybie komunikacji przewodowej, jak i bezprzewodowej. Może być podłączony do komputera PC lub tabletu (smartfona) pracującego w systemach Windows, Mac OS X, Android i iOS. Poniżej przedstawiono krótkie wprowadzenie do takiego trybu pracy SenseDisc. Ze szczegółami można się zapoznać, korzystając z osobnej instrukcji oprogramowania SenseDisc iLab.

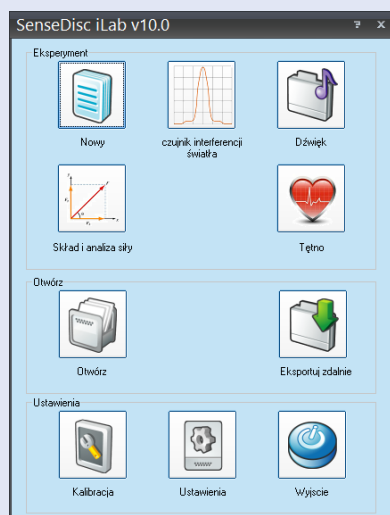
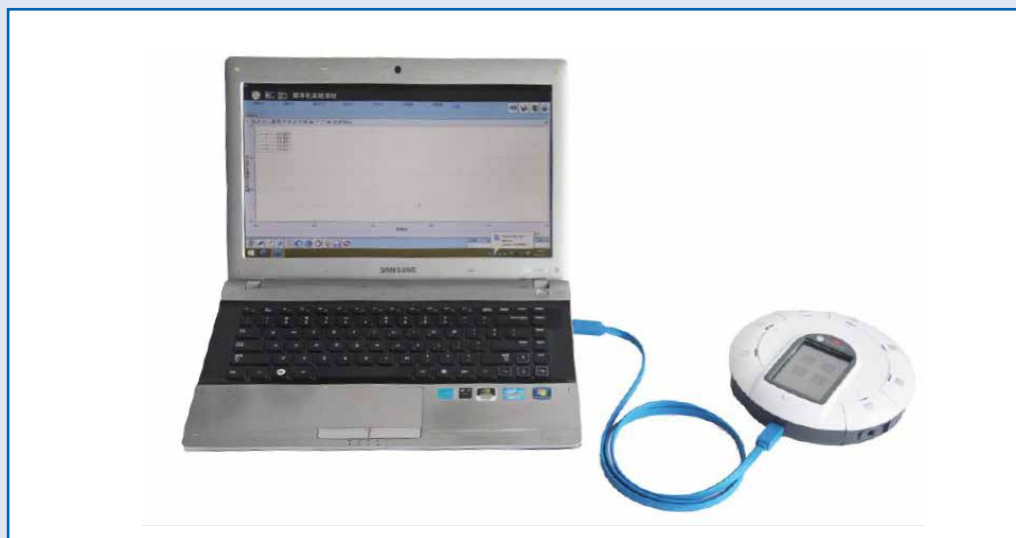
A. DOSTĘPNE TRYBY POŁĄCZENIA


TRYB POŁĄCZENIA	Windows	Mac OS X	Android	iOS
Przewodowy	✓	✓	✓	✗
Bezprzewodowy	✓	✓	✓	✓

179

B. PRACA Z URZĄDZENIAMI DZIAŁAJĄCYMI W SYSTEMIE WINDOWS I MAC OS X

Podłącz SenseDisc do komputera za pomocą kabla USB (fot. poniżej).



Kliknij na pulpicie systemu (ekranie) ikonę  oprogramowania SenseDisc iLab. Na ekranie pojawi się okno głównego menu.

OPISY WYBRANYCH CZUJNIKÓW WSPÓŁPRACUJĄCYCH Z REJESTRATOREM SENSEDISC

180

CZUJNIK NATĘŻENIA OŚWIETLENIA


Typ S0019

Zakres pomiaru: 0~55000 Luksów,
Dokładność pomiaru: $\pm 5\%$,
Rozdzielczość pomiaru: 15 Luksów.



Czujnik światła wykorzystuje silikonową komórkę fotoelektryczną jako element wykrywający. Może przekształcić natężenia światła w sygnał napięciowy, zachowując proporcje. Czujnik nadaje się do pomiaru natężenia światła widzialnego. Szczegółową definicję „natężenie oświetlenia” i jednostki układu SI służącej do jego określenia można znaleźć np. pod adresem: https://pl.wikipedia.org/wiki/Nat%C4%99%C5%B3Cenie_%C5%9Bwietlenia. Tam też podane są typowe wartości natężenia oświetlenia światłem naturalnym i sztucznym.

Elementy zestawu:

Lp.	IDENTYFIKATOR	NAZWA	ZDJĘCIE
1	S0019	Moduł z czujnikiem światła	

Podłączanie czujnika:

- Podłącz moduł z czujnikiem światła do dowolnego portu w rejestratorze SenseDisc.
- Czujnik znajduje się na powierzchni modułu – w trakcie przeprowadzania pomiaru powinien być skierowany na źródło światła.

Przykładowe eksperymenty:

- Badanie wpływu światła na proces fotosyntezy.
- Badanie związków między odległością od źródła światła a jego intensywnością.
- Badanie w cyklu dobowym związków między natężeniem oświetlenia a temperaturą i wilgotnością powietrza.

UWAGI:

- Należy zawsze kierować powierzchnię czujnika w stronę źródła światła i nie zmieniać jego orientacji w trakcie pomiaru.
- Powierzchnię czujnika należy chronić przed zarysowaniem lub innym uszkodzeniem.

CZUJNIK ODCZYNU (PH) ROZTWORU



Typ S1002

Zakres pomiaru: 0~14 pH,
Dokładność pomiaru: $\pm 0,2$ pH,
Rozdzielczość pomiaru: 0,01 pH.



Czujnik służy do pomiaru stężenia jonów wodoru (a dokładnie jonów hydroniowych H_3O^+) w roztworze w celu ustalenia poziomu jego kwasowości lub zasadowości. Wskazuje wartość pH roztworu. Tradycyjnie pH definiuje się jako ujemny logarytm dziesiętny aktywności jonów hydroniowych wyrażonych w molach na decymetr sześcienny. Pomiarów pH dokonuje się metodą potencjometryczną, którą nazywa się pH-metrią. Wykorzystuje się w niej fakt, że siła elektromotoryczna (SEM) ogniwa o identycznych elektrodach, lecz umieszczonych w roztworach o różnych stężeniach jonów hydroniowych, jest proporcjonalna do logarytmu stosunku tych stężeń. Tak więc zanurzając jedną elektrodę w roztworze o znanym pH, a drugą w próbce, można na podstawie pomiaru SEM tak utworzonego ogniwa dokładnie ustalić pH próbki. Najbardziej rozpowszechnione są pH-metry ze zintegrowanymi elektrodami (wzorcową i pomiarową) w jednej szklanej sondzie w kształcie palca. Układ ten jest zwykle oparty na wzorcowym roztworze chlorku srebra i układzie elektrod wykonanych ze srebra. Taki układ pomiarowy jest też wykorzystany w czujniku współpracującym z rejestratorem SenseDisc. Szczegółowe opisy dotyczące odczynu roztworu i pH-metrii można znaleźć pod adresami: https://pl.wikipedia.org/wiki/Skala_pH i <https://pl.wikipedia.org/wiki/PH-metr>.

Elementy zestawu:



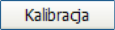
Lp.	IDENTYFIKATOR	NAZWA	ZDJĘCIE
1	S1002	Moduł pH	
2		Elektroda pomiarowa	

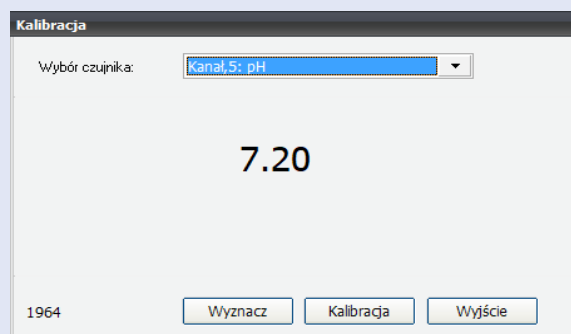
Podłączanie czujnika:

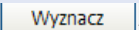
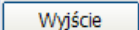
- Podłącz moduł pH do dowolnego portu w rejestratorze SenseDisc.
- Przykręć elektrodę pomiarową do gniazda BNC w module.
- Zdejmij zabezpieczenie z końcówki elektrody pomiarowej.
- Zanurz elektrodę pomiarową czujnika pH w roztworze, którego kwasowość chcesz określić.

Kalibracja

Elektroda pomiarowa pH powinna być skalibrowana przed użyciem, szczególnie wtedy, kiedy od poprzedniego jej użycia minęło sporo czasu i kiedy zależy nam na wysokiej dokładności wyników. Do wykonania kalibracji potrzebne są dwa roztwory o znanej wartości pH (tak zwane wzorce lub bufory pehametryczne). Najczęściej stosuje się wzorec obojętny o pH 6,86 (wzorec fosforanowy) oraz drugi bądź zakresu kwaśnego (wzorec ftalanowy o pH wynoszącym 4,01) bądź zasadowego (wzorec boraksowy o pH wynoszącym 9,18). Kalibrację można wykonać tylko wtedy, kiedy rejestrator SenseDisc jest podłączony (przewodowo lub bezprzewodowo) z komputerem lub tabletem, na którym został uruchomiony program SenseDisc iLab.

- Po uruchomieniu  wybieramy z grupy „Ustawienia” opcję Kalibracja . Z listy aktywnych czujników wybieramy „Czujnik pH”.
- Elektrodę opłukaną w wodzie destylowanej i osuszoną bibułą lub ręcznikiem papierowym zanurz w pierwszym roztworze wzorcowym, np. obojętnym o pH wynoszącym 6,86. Kiedy wartość pomiarowa (wyświetlana w lewym dolnym rogu okna) będzie stabilna, kliknij przycisk .



- Powtórz poprzedni krok z drugim roztworem wzorcowym (o pH 4,01 lub o pH 9,18). Nie zapomnij o opłukaniu wodą destylowaną i osuszeniu elektrody przed włożeniem do drugiego roztworu wzorcowego.
- Wymij elektrodę z roztworu, opłucz wodą destylowaną i wytrzyj bibułą.
- Kliknij , a następnie .

Uwaga: Roztwór do kalibracji czujnika musi mieć znaną wartość pH. Jeżeli nie jesteś pewien wartości pH posiadanego roztworu, nie przeprowadzaj kalibracji.

Przykładowe eksperymenty:

- Porównywanie pH różnych wód naturalnych: opadowych (z rynny, z kałuży po deszczu), rzecznych, gruntowych (ze studni), jeziornych, z torfowiska itp.
- Analizy zmienności sezonowej pH wody w rzece lub zbiorniku wodnym.
- Miareczkowanie kwasem lub zasadą.
- Badanie wpływu rozpuszczania CO₂ zawartego w wydychanym powietrzu na pH wody = proces zakwaszania wód opadowych.

UWAGI:

- Jeśli chcemy porównać pH różnych roztworów, należy zadbać, aby próbki miały zbliżoną, a najlepiej taką samą, temperaturę – temperatura ma wpływ na mierzoną wartość pH. Zalecana temperatura próbki to ok. 20 do 25°C. Pomiary w roztworach o temperaturze bliskiej 0°C są obciążone dużym błędem.
- Przed rozpoczęciem pomiarów należy elektrodę opłukać wodą destylowaną. Szklanej bańki elektrody nie można intensywnie wycierać papierem – jest ona zrobiona z podatnego na zarysowanie szkła sodowego i łatwo ulega uszkodzeniu. Następnie zalecane jest opłukanie elektrody mierzonym roztworem.
- Aby zachować sprawność elektrody, jej szklaną kulkę należy przechowywać w osłonce zawierającej nasycony roztwór KCl. Jeżeli elektroda została wysuszona, powróci do stanu pełnej sprawności po 24 h zanurzenia w nasyconym roztworze KCl.
- Nie należy przechowywać elektrody w wodzie destylowanej lub wodzie dejonizowanej.
- Należy unikać używania czujnika w roztworach o ekstremalnej kwasowości lub o wysokiej temperaturze.

CZUJNIK TEMPERATURY**Typ S0009**



Zakres pomiaru: -40~135 °C,
 Dokładność pomiaru: $\pm 0,6$ °C,
 Rozdzielczość pomiaru: 0,1 °C.



Moduł temperatury wykorzystuje elektroniczny czujnik temperatury NTC, którego oporność (rezystancja) zmienia się w zależności od zmiany temperatury otoczenia. Czujnik musi znajdować w kontakcie z substancją, której temperatura ma być określona. Nadaje się zatem przede wszystkim do pomiaru temperatury powietrza (lub innych gazów), temperatury cieczy i substancji sypkich (np. gleby). Nie wymaga on kalibracji i charakteryzuje go relatywnie wysoka stabilność pomiaru.

183

Elementy zestawu:

Lp.	IDENTYFIKATOR	NAZWA	ZDJĘCIE
1	S0009	Moduł temperatury	
2		Sonda pomiarowa	

Podłączanie czujnika:

- Podłącz moduł temperatury do dowolnego portu w rejestratorze SenseDisc.
- Podłącz sondę pomiarową do portu w module.

Przykładowe eksperymenty:

- Przebieg dobowy temperatury powietrza/gleby/wody w cieku (zbiorniku wodnym) w zależności od typu pogody.
- Wpływ parowania na temperaturę.
- Wpływ różnego podłoża (gleba, roślinność, beton, asfalt) na temperaturę powietrza w ujęciu przestrzennym.
- Porównywanie przewodności cieplnej różnych materiałów.
- Związek pomiędzy temperaturą wrzenia cieczy a ciśnieniem powietrza.

UWAGI:

- Nie wkładaj żadnej z części sondy w otwarty płomień lub źródło wysokiej temperatury.
- W trakcie badania temperatury cieczy należy unikać zanurzenia w cieczy innej części sondy niż pręt ze stali nierdzewnej.
- Po zakończonych pomiarach należy dokładnie oczyścić sondę.
- Dokonując pomiarów, nie przekraczaj podanego zakresu temperatur.

CZUJNIK WILGOTNOŚCI WZGLĘDNEJ**Typ S1008**



Zakres pomiaru: 0~100%,
 Dokładność pomiaru: $\pm 4\%$ w zakresie 10~90%,
 Rozdzielczość pomiaru: 0,1%.



184

Czujnik dołączony do tego modułu działa na zasadzie pomiaru zmian zależnej od wilgotności stałej dielektrycznej polimeru (tzw. czujnik pojemnościowy). Urządzenia takie umożliwiają monitoring wilgotności względnej powietrza i są odporne na takie zjawiska jak kondensacja wody na powierzchni przyrządu i chwilowe działanie wysokiej temperatury. Czujniki pojemnościowe są jednak czułe na zanieczyszczenia, a ich dokładność zmienia się z czasem ze względu na tzw. dryf i efekty starzenia.

Elementy zestawu:

Lp.	IDENTYFIKATOR	NAZWA	ZDJĘCIE
1	S1008	Moduł wilgotności względnej	
2		Sonda pomiarowa	

Podłączanie czujnika:

- Podłącz moduł wilgotności względnej do dowolnego portu w rejestratorze SenseDisc.
- Podłącz sondę pomiarową do portu w module.

Przykładowe eksperymenty:

- Przebieg dobowy wilgotności względnej i temperatury powietrza w zależności od typu pogody.
- Wpływ różnego podłoża (gleba, roślinność, beton, asfalt) na wilgotność względną i temperaturę powietrza w ujęciu przestrzennym.
- Pomiar właściwości higroskopowych różnych substancji (np. kwasu siarkowego).

UWAGI:

- Jeżeli w otoczeniu następuje kondensacja pary wodnej, należy zapobiec przedostaniu się cieczy do części obwodowej czujnika.
- Czas reakcji czujnika będzie szybszy w miejscu z dobrym przepływem powietrza.
- Jeżeli powietrze w otoczeniu, w którym dokonywane są pomiary, jest zanieczyszczone, należy ochronić czujnik nylonowym materiałem.

CZUJNIK POZIOMU DŹWIĘKU


Typ S0021

Zakres pomiaru: 40~92 dB,
 Dokładność pomiaru: ± 4 dB,
 Rozdzielczość pomiaru: 0,1 dB.



Moduł zawiera wbudowany mikrofon, który może mierzyć nie tylko siłę dźwięku (dB) w otoczeniu, ale także bezpośrednio określać kształt jego fali (mV). Czujnik bowiem rejestruje reakcję na częstotliwość dźwięku, co umożliwia pomiar prędkości rozchodzenia się dźwięku i ocenę parametrów fali dźwiękowej.

Elementy zestawu:

Lp.	IDENTYFIKATOR	NAZWA	ZDJĘCIE
1	S0021	Moduł poziomy dźwięku	

Podłączanie czujnika:

- Podłącz moduł z czujnikiem poziomu dźwięku do dowolnego portu w rejestratorze SenseDisc.
- Czujnik (mikrofon) znajduje się wewnątrz modułu – w trakcie przeprowadzania pomiaru powinien być skierowany na źródło dźwięku.

Przykładowe eksperymenty:

- Pomiar poziomu natężenia dźwięku pochodzącego z różnych źródeł.
- Pomiar natężenia hałasu w środowisku w różnym otoczeniu (ruchliwa ulica, park miejski, las itp.).
- Pomiar natężenia hałasu w środowisku w ciągu doby.
- Pomiar prędkości rozchodzenia się dźwięku w powietrzu.
- Synteza fali dźwiękowej. Rezonans fali dźwiękowej.

UWAGI:



- Upewnij się, że mierzona intensywność dźwięku jest zgodna z zakresem pomiarowym czujnika. Jeżeli jest większa od jego górnej granicy, odsuń czujnik od źródła dźwięku lub, jeśli możesz, zmniejsz jego poziom.
- Czujnik nie jest wodoodporny, dlatego jeżeli pomiary dokonywane są w wilgotnym otoczeniu, upewnij się, że żadna ciecz nie dostanie się do otworu mikrofonu.

CZUJNIK PRZEWODNICTWA ELEKTRYCZNEGO**Typ S1003**Zakres pomiaru: 0~20000 $\mu\text{S}/\text{cm}$,Dokładność pomiaru: $\pm 4\%$,Rozdzielczość pomiaru: 6 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

186

Czujnik przewodności wykorzystuje się do pomiaru przewodnictwa (konduktywności) elektrycznego (elektrolitycznego) roztworu i jego zmian. Przewodnictwo elektryczne roztworu jest proporcjonalne do całkowitego stężenia jonów (aniony i kationy) przenoszących ładunki elektryczne. Może być zatem wykorzystywane jako wskaźnik mineralizacji (zasolenia) wody. Stosowany w tym celu czujnik konduktometryczny składa się, w najprostszym przypadku, z dwóch jednakowych elektrod. Napięcie zmienne przyłożone do elektrod powoduje przemieszczanie się pomiędzy elektrodami jonów zawartych w roztworze. Im więcej jonów znajduje się w roztworze, tym większy jest prąd płynący między elektrodami. Czujnik ze zmierzonego prądu, na podstawie prawa Ohma, oblicza tzw. przewodność czynną. Współcześnie elektrody konduktometryczne składają się z dwóch lub trzech cienkich pasków platyny znajdujących się w jednej obudowie.

Elementy zestawu:

Lp.	IDENTYFIKATOR	NAZWA	ZDJĘCIE
1	S1003	Moduł przewodnictwa elektrycznego	
2		Elektroda pomiarowa	

Podłączanie czujnika:

- Podłącz moduł przewodnictwa elektrycznego do dowolnego portu w rejestratorze SenseDisc.
- Przykręć elektrodę pomiarową do gniazda BNC w module.
- Zdejmij zabezpieczenie z końcówki elektrody pomiarowej.
- Zanurz elektrodę pomiarową w roztworze, którego przewodnictwo chcesz określić.

Przykładowe eksperymenty:

- Porównywanie przewodnictwa elektrycznego różnych wód naturalnych: opadowych (z rynny, z kałuży po deszczu), rzecznych, gruntowych (ze studni), jeziornych, z torfowiska itp.
- Analizy zmienności sezonowej przewodnictwa elektrycznego wody w rzece lub zbiorniku wodnym.
- Badanie stopnia zanieczyszczenia wody. Na przykład pomiary przewodnictwa wody w rzece wzdłuż jej biegu: w obrębie lasu, powyżej i poniżej dużej miejscowości, powyżej i poniżej miejsc zrzutu ścieków itp.
- Badanie wpływu dodatku różnych substancji na poziom mineralizacji (przewodnictwo) wody.

UWAGI:

- Czujnik elektrody konduktometrycznej powinien być opłukany wodą destylowaną i osuszony przed każdym kolejnym pomiarem.
- Elektrode należy utrzymywać w czystości i zapobiegać osadzaniu się na niej osadów i innych zanieczyszczeń.
- Elektroda jest kalibrowana fabrycznie, co pozwala natychmiast wykonywać typowe pomiary. Kiedy jednak zależy nam na dużej precyzji, np. przy analizach zmienności czasowej i przestrzennej stopnia zanieczyszczenia wody (dobre wychwycenie niewielkich różnic), wówczas zaleca się przeprowadzenie dodatkowej jej kalibracji z użyciem roztworów wzorcowych o znanym przewodnictwie elektrycznym. Kalibrację wykonuje się podobnie jak w przypadku elektrody do pomiaru pH (patrz strona 124), korzystając z odpowiedniej funkcji programu SenseDisc iLab.


CZUJNIK UV**Typ S1040**

Zakres pomiaru: 0~400 W/m²,
Dokładność pomiaru: ±5%.



Czujnik UV jest eksperymentalnym urządzeniem służącym do pomiaru natężenia promieniowania ultrafioletowego. Jest to fragment widma promieniowania elektromagnetycznego (np. światła słonecznego) obejmujący fale o długości od 100 do 400 nm (0,0001-0,0004 mm). Czujnik UV konwertuje intensywność promieniowania ultrafioletowego w proporcjonalny sygnał napięcia wyjściowego. Promieniowanie ultrafioletowe nie jest rejestrowane przez ludzkie oko i ma negatywny wpływ na zdrowie. Długotrwała ekspozycja na najczęściej występujący zakres UV uszkadza włókna kolagenowe w skórze, co przyspiesza procesy starzenia. Może też powodować zaćmę (tzw. zaćma fotochemiczna), czyli zmętnienie soczewki. Promieniowanie UV ze słońca jest jednak w dużej części zatrzymywane w atmosferze w tzw. warstwie ozonowej. Jej degradacja w wyniku działania zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery przez człowieka powoduje jednak znaczący wzrost ilości dochodzącego do powierzchni Ziemi promieniowania UV. Czujnik UV w SenseDisc jest wbudowany bezpośrednio w dołączanym module.

Elementy zestawu:

Lp.	IDENTYFIKATOR	NAZWA	ZDJĘCIE
1	S1040	Moduł UV	

Podłączanie czujnika:

- Podłącz moduł UV do dowolnego portu w rejestratorze SenseDisc.

Przykładowe eksperymenty:

- Pomiar zmienności natężenia promieniowania UV w świetle słonecznym w cyklu dobowym.
- Pomiar zmienności natężenia promieniowania UV w świetle słonecznym w cyklu sezonowym, a szczególnie w słoneczne, letnie dni, kiedy dużo osób się opala.
- Określanie wpływu zanieczyszczeń powietrza na natężenie promieniowania UV w świetle słonecznym, np. poprzez porównywanie wyników jednoczesnych pomiarów w centrum miejscowości i poza jej granicami (np. na dużej polanie w lesie).
- Badanie wpływu różnych natężeń promieniowania ultrafioletowego (przy wykorzystaniu lampy ultrafioletowej) na współczynnik przeżywalności biologicznej (niektóre zakresy promieniowania UV mają właściwości bakteriobójcze).

UWAGI:

- W trakcie eksperymentu czujnik powinien być skierowany na źródło promieniowania ultrafioletowego (np. w kierunku słońca).
- Wykonując pomiar, musimy unikać patrzenia na źródło emitujące UV.

CZUJNIK ZAWARTOŚCI TLENU / NASYCENIA TLENEM (DO/O2)**Typ S1007**

Zakres pomiaru:	0~100000 ppm (part per milion - części na milion),
Dokładność pomiaru:	±2 ppm,
Rozdzielczość pomiaru:	3% w zakresie 0~5000 ppm, 4% w zakresie 5000~50000 ppm, 6% w zakresie 50000~100000 ppm.



Gazy, a w tym tlen, rozpuszczają się w cieczach w różnym stopniu. Rozpuszczalność ta zależy zarówno od rodzaju gazu, jak i rozpuszczalnika oraz od warunków zewnętrznych takich jak temperatura i ciśnienie. Gdy powietrze kontaktuje się z wodą, wówczas tlen atmosferyczny rozpuszcza się w wodzie. Ilość tlenu rozpuszczonego w wodzie zależy od wielu czynników:

- czy zapewniony jest czas na osiągnięcie równowagi,
- czy jest odpowiednie mieszanie ułatwiające osiągnięcie pełnego nasycenia,
- od temperatury wody,
- od ciśnienia powietrza,
- od zawartości soli w wodzie oraz
- od obecności innych substancji w wodzie, które mogą zużywać tlen.

Ponieważ zawartość tlenu wpływa na przebieg licznych procesów biologicznych i chemicznych, to pomiar zawartości tlenu rozpuszczonego w roztworach elektrolitów jest bardzo ważnym problemem. Do tego celu najpowszechniej stosuje się membranowe elektrody tlenowe, które dają możliwość określenia zawartości tlenu w roztworze w czasie rzeczywistym. Składają się one z anody, katody i specjalnej membrany przepuszczalnej dla tlenu, ale nie przepuszczalnej dla innych gazów, niektórych jonów i zanieczyszczeń. W trakcie pomiaru należy zanurzyć elektrodę w roztworze, aby doszło do przepływu jonów pomiędzy anodą a katodą. Czujnik DO/O2 może być także wykorzystywany do pomiaru zawartości tlenu w gazach. Zawartość tlenu wyrażona w mg/L to rzeczywiste jego stężenie w roztworze. Nasycenie natomiast jest pojęciem podobnym do wilgotności względnej powietrza i oznacza, ile w wodzie jest tlenu (w procentach) w stosunku maksymalnej jego rozpuszczalności wynikającej z aktualnego jego ciśnienia w powietrzu i temperatury. W warunkach normalnego ciśnienia atmosferycznego i temperatury 0°C w wodzie może rozpuścić się ok. 14,6 mg/L O₂. Rozpuszczalność tlenu w wodzie maleje wraz z temperaturą, a nasycenie wody tlenem może być większe od 100% (tzw. przesylenie tlenem).

Elementy zestawu:

Lp.	IDENTYFIKATOR	NAZWA	ZDJĘCIE
1	S1005	Moduł zawartości tlenu/ nasycenia tlenem (DO/O2)	
2		Elektroda pomiarowa	

Podłączanie czujnika:

- Podłącz moduł zawartości tlenu / nasycenia tlenem (DO/O2) do dowolnego portu w rejestratorze SenseDisc.
- Przykręć elektrodę pomiarową do gniazda w module.
- Zanurz elektrodę pomiarową w roztworze, w którym chcesz określić zawartość tlenu / nasycenie tlenem.

Przykładowe eksperymenty:

- Określanie zawartości tlenu rozpuszczonego i nasycenia tlenem na różnych głębokościach i w różnych porach roku w zbiorniku wodnym (stawie lub jeziorze).
- Zmienność zawartości tlenu w wodzie w cieku lub zbiorniku wodnym w cyklu dobowym.
- Wpływ zawartości tlenu w powietrzu na efektywność fotosyntezy.
- Porównanie zawartości tlenu w gazie wydychanym przez człowieka w stosunku do powietrza atmosferycznego.

UWAGI:

- Należy unikać kontaktu czujnika (elektrody) z substancjami organicznymi i tłustymi.
- Jeżeli elektroda została zanieczyszczona osadem (np. niesionym przez wodę w rzece), należy ją zanurzyć na 3 minuty w 10-% rozcieńczonym kwasie chlorowodorowym, natomiast jeżeli jest zanieczyszczona substancjami organicznymi, można ją moczyć przez 10 minut w 80% alkoholu, a następnie wypłukać.

CZUJNIK CO₂**Typ S1007**

Zakres pomiaru:	0~100000 ppm (part per milion - części na milion),
Dokładność pomiaru:	±2 ppm,
Rozdzielczość pomiaru:	3% w zakresie 0~5000 ppm, 4% w zakresie 5000~50000 ppm, 6% w zakresie 50000~100000 ppm.





Dwutlenek węgla (CO₂) występuje w stanie wolnym w atmosferze i związanym (np. jako składnik CaCO₃). Jest on produktem spalania i oddychania. Jest wykorzystywany przez rośliny w procesie fotosyntezy. Tworzy się przy utlenianiu i fermentacji

substancji organicznych. Występuje w kopalniach, cukrowniach, gorzelniach, wytwórniach win, silosach zbożowych, browarach i studzienkach kanalizacyjnych. Dwutlenek węgla jest jednym z tzw. gazów cieplarnianych wpływających na wzrost temperatury w atmosferze. Jego zawartość systematycznie rośnie od ponad 200 lat w wyniku masowego spalania paliw kopalnych (węgla, ropy naftowej, gazu ziemnego) oraz wycinania i wypalania lasów. Ocenia się, że ok. 1750 roku zawartość CO₂ w atmosferze wynosiła 275 ppm, a obecnie (IV 2018) przekroczyła już 408 ppm (wzrost o 48%). Stężenie to wykazuje regularne wahania roczne wynoszące ok. 6–7 ppm, z minimum na początku zimy i maksimum na początku lata. Czujnik wykorzystuje zjawisko absorpcji światła przez przepływającą pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem mieszaninę gazów (np. powietrza z zawartością CO₂). W skład układu pomiarowego wchodzi dioda nadawcza emitująca światło w zakresie 3,8–4,3 nm oraz dwie fotodiody odbiorcze uwrażliwione poprzez specjalne filtry na zakres referencyjny 4,2–4,3 nm oraz zakres mierzony 3,8–3,9 nm. Czujnik CO₂ charakteryzuje się dobrą selektywnością, wysoką czułością pomiaru, długą żywotnością i niskim zużyciem energii. Nie wymaga też wstępnego nagrzewania.

Elementy zestawu:

190

Lp.	IDYFIKATOR	NAZWA	ZDJĘCIE
1	S3000	Moduł uniwersalny	
2		Czujnik CO ₂	

Podłączanie czujnika:

- Podłącz moduł uniwersalny do dowolnego portu w rejestratorze głównym.
- Czujnik CO₂ połącz z gniazdem w module.

Przykładowe eksperymenty:

- Proces fotosyntezy i oddychania roślin – zmiany stężenia CO₂ w lesie (w parku) w cyklu dobowym.
- Ocena jakości powietrza w różnych lokalizacjach (przy ruchliwym skrzyżowaniu, na boisku szkolnym, w parku, w lesie itp.).
- Porównanie gazu wydychanego przez człowieka z powietrzem atmosferycznym.
- Emisja CO₂ w procesie fermentacji.

UWAGI:

- Czujnik CO₂ został fabrycznie prekalibrowany, można go zatem użytkować bez konieczności ponownej kalibracji. Jeżeli jednak wartości pomiaru wydają się być odchylone, np. z powodu długotrwałego ciągłego użytkowania, należy przeprowadzić kalibrację czujnika w następujący sposób: (1) podłączyć czujnik CO₂ do rejestratora głównego, (2) jeżeli mierzona wartość jest stabilna przez 5 minut, należy przez 5 sekund przytrzymać przycisk reset w czujniku.
- Czujnik CO₂ może ulec uszkodzeniu, jeżeli do jego wnętrza dostanie się jakikolwiek płyn.
- Należy unikać używania czujnika w zanieczyszczonych (zapyłonych) pomieszczeniach.
- CO₂ to gaz cięższy od powietrza, dlatego w celu osiągnięcia jak najlepszych wyników przeprowadzanych doświadczeń, zaleca się jego koncentrację w mniejszych pojemnościach.

CZUJNIK TEMPERATURY W PODCZERWIENI**Typ S0010**



Zakres pomiaru:	-70~380°C,
Dokładność pomiaru:	±8°C w zakresie -70~0°C, ±5°C w zakresie 0~60°C, ±8°C w zakresie 60~120°C, ±10°C w zakresie 120~180°C, ±12°C w zakresie 180~240°C, ±14°C w zakresie 240~380°C,
Rozdzielczość pomiaru:	0,1°C.



191

Każde ciało o temperaturze wyższej od zera absolutnego ($0\text{K} = -273,14^\circ\text{C}$) emituje promieniowanie elektromagnetyczne o energii i widmie proporcjonalnym do jego temperatury. Rejestrując emitowane przez to ciało promieniowanie, jesteśmy w stanie nawet z bardzo dużej odległości określić temperaturę jego powierzchni. Na przykład temperatura powierzchni Słońca odległego od Ziemi o ok. 150 mln km wynosi 5778 K (ok. 5505°C). Czujnik temperatury w podczerwieni składa się z systemu optycznego, fotodetektora, wzmacniacza sygnału i elementów przetwarzania sygnału. „Termometr na podczerwień” może zmierzyć dzięki temu promieniowanie obiektu w podczerwonej części widma elektromagnetycznego i określić bez potrzeby bezpośredniego kontaktu temperaturę jego powierzchni. Czujnik charakteryzuje się szybkim czasem reakcji.

Elementy zestawu:

Lp.	IDENTYFIKATOR	NAZWA	ZDJĘCIE
1	S1005	Moduł temperatury w podczerwieni	
2		Czujnik temperatury w podczerwieni	

Podłączanie czujnika:

- Podłącz moduł termometry w podczerwieni do dowolnego portu w rejestratorze głównym.
- Czujnik temperatury w podczerwieni połącz z gniazdem w module.
- Skieruj sondę przodem do badanego obiektu, zachowując dystans co najmniej 2 cm.

Przykładowe eksperymenty:

- Pomiar temperatury liści na drzewie w różnych, także trudno dostępnych miejscach.
- Pomiar zmian temperatury powierzchni gleby, powierzchni budynku na różnych wysokościach itp. w trakcie doby.
- Określenie relacji między kolorem ciała (jego emisyjnością) a zmierzoną w podczerwieni temperaturą.

UWAGI:

- Czujnika nie można wkładać bezpośrednio w źródło ognia ani dotykać nim bardzo gorącej powierzchni.
- Przy dokonywaniu pomiaru temperatury powierzchni obiektu należy pamiętać o zachowaniu odległości co najmniej 2 cm między sondą a badanym obiektem.

WBUDOWANY LOKALIZATOR GPS

Zakres pomiaru: cała Ziemia (bez ograniczeń),
Dokładność pomiaru: ± 2 m.

Rejestrator SenseDisc wyposażony jest we wbudowany system lokalizacji GPS (ang. *Global Positioning System*). Jest to system nawigacji satelitarnej, obejmujący swoim zasięgiem całą kulę ziemską. Jego zadaniem jest dostarczenie użytkownikowi informacji o jego położeniu oraz ułatwienie nawigacji w terenie. Działanie GPS polega na pomiarze czasu dotarcia sygnału radiowego z satelitów do odbiornika. Znając prędkość fali elektromagnetycznej oraz znając dokładny czas wysłania danego sygnału, można obliczyć odległość odbiornika od satelitów. Do określenia dokładnego położenia odbiornik GPS musi odebrać sygnał z co najmniej 4 satelitów. Odbiornik oblicza pozycję geograficzną (długość, szerokość geograficzną oraz wysokość elipsoidalną) i następnie podaje ją w wybranym układzie odniesienia – standardowo jest to WGS 84 (*World Geodetic System 1984*), a także aktualny czas z bardzo dużą dokładnością. GPS w rejestratorze SenseDisc umożliwia określenie dokładnej lokalizacji miejsca wykonywania pomiarów, a także może rejestrować trasę przemieszczania się. Dzięki temu możliwe jest dokładne określenie relacji przestrzennych – np. zmniejszanie natężenia dźwięku wraz z oddalaniem się od źródła hałasu.

192

WBUDOWANY BAROMETR

Zakres pomiaru: 50~110kPa,
Dokładność pomiaru: ± 4 kPa (względna dokładność: 0,05kPa).

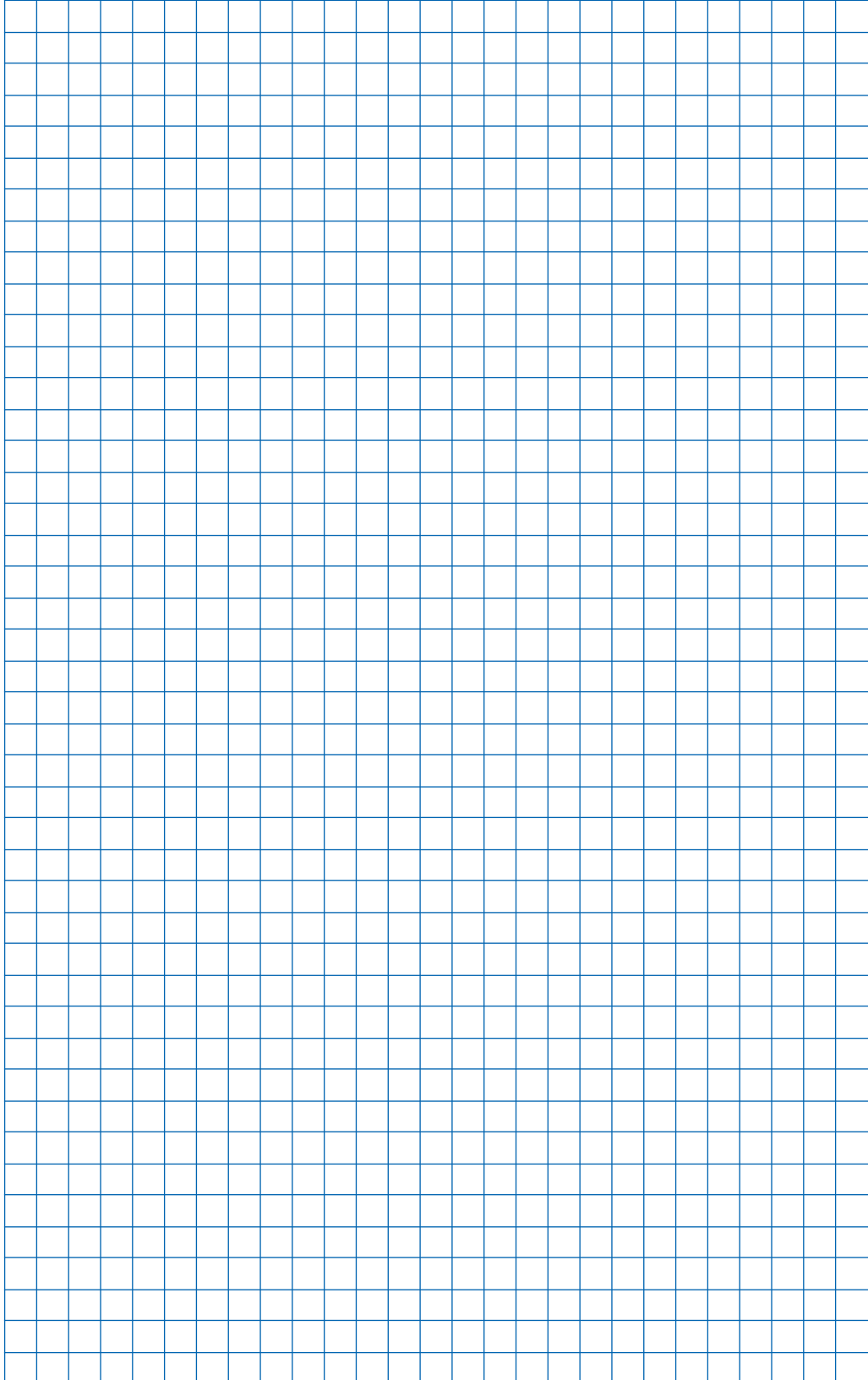
Czujnik umożliwia zmierzenie aktualnej wartości i zmian ciśnienia atmosferycznego wokół rejestratora, np. ze względu na zmianę wysokości w terenie. W wielu pomiarach ciśnienie atmosferyczne ma wpływ na wynik, np. przy określaniu wilgotności powietrza czy też rozpuszczalności tlenu w wodzie.

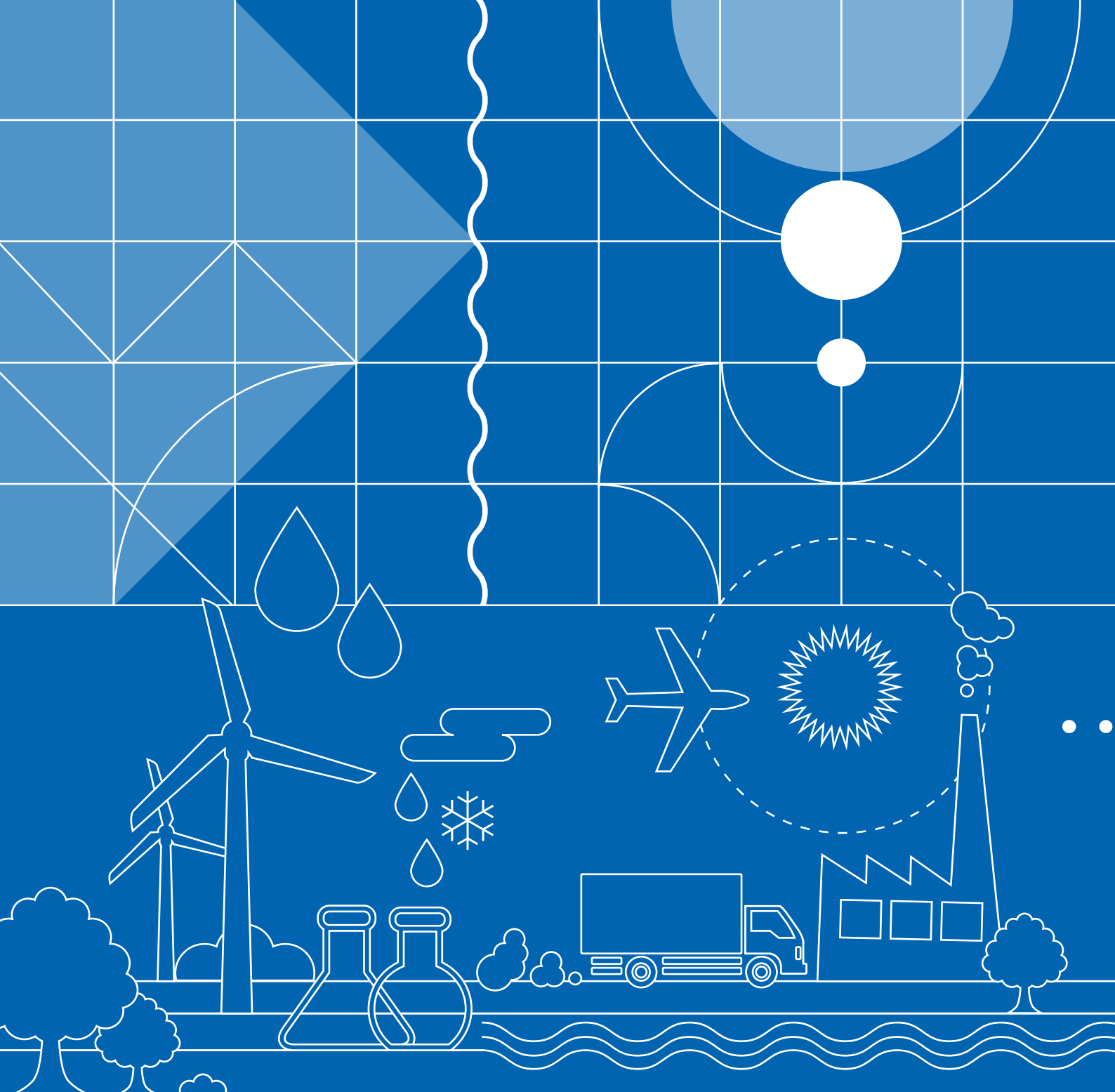
WBUDOWANY CZUJNIK TEMPERATURY OTOCZENIA

Zakres pomiaru: $-100\sim 85^{\circ}\text{C}$,
Dokładność pomiaru: $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

W przypadku niektórych eksperymentów, kiedy temperatura ma duży wpływ na wynik, ciągła jej rejestracja może pomóc w zapewnieniu stabilnego środowiska wykonywania pomiarów. Ponadto wbudowany czujnik może również służyć do monitorowania zmiany temperatury powietrza w ciągu dnia.

NOTATKI





ISBN: 978-83-951548-7-4