



European
Commission

JRC SCIENCE AND POLICY REPORTS

Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách (BAT) pro výrobu buničiny, papíru a lepenky

*Směrnice o průmyslových emisích
2010/75/EU
(integrované prevenci a
omezování znečištění)*

Michael Suhr, Gabriele Klein, Ioanna Kourti,
Miguel Rodrigo Gonzalo, Germán Giner
Santonja, Serge Roudier, Luis Delgado Sancho

2015



Joint
Research
Centre

Report EUR 27235 EN

Evropská komise

Společné výzkumné centrum (JRC)
Institut pro perspektivní technologické studie

Kontaktní údaje

Evropský úřad pro IPPC
Adresa: Joint Research Centre, Edificio Expo c/ Inca Garcilaso 3, E-41092 Seville, Španělsko
E-mail: JRC-IPTS-EIPPCB@ec.europa.eu
Tel.: +34 95 4488 284
Fax: +34 95 4488 426

<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu>
<https://ec.europa.eu/jrc/en/institutes/ipts>

Právní upozornění

Podle rozhodnutí Komise ze dne 12. prosince 2011 o opakovaném použití dokumentů Komise (2011/833/EU) je tento dokument BREF předmětem opakovaného bezplatného užívání s výjimkou částí, které jsou chráněny právy třetích stran a které mohou být v dokumentu obsaženy (např. obrázky, tabulky, data, písemný materiál) Pro další využití těchto částí je nutné získat práva zvláště od jejich příslušných držitelů. Evropská komise není odpovědna za jakékoliv důsledky vyplývající z opakovaného použití této publikace. Při každém opakovaném použití je nutné uvést jako zdroj tento dokument a užít jej bez zkrácení původního významu nebo sdělení.

Všechny obrázky © Evropská unie 2015, s výjimkou: Fotografie na titulní straně, z levého horního do pravého dolního rohu: 1. © Fotolia.com - Inzyx; 2. © Fotolia.com -Moreno Soppelsa; 3. © Fotolia.com -EyeMark; 4. © Fotolia.com -itrija; 5. © Fotolia.com -Moreno Soppelsa; 6. © Fotolia.com -miket; 7. © Fotolia.com -hxdyl.

JRC95678
EUR 27235 CS
ISBN 978-92-79-48167-3 (PDF)
ISSN 1831-9424 (on-line)
doi:10.2791/370629
Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské unie, 2015
© Evropská unie, 2015

Rozmnožování je povoleno pod podmínkou uvedení zdroje.

Shrnutí

Referenční dokument BREF nazvaný „Výroba buničiny, papíru a lepenky“ tvoří součást řady, která prezentuje výsledky výměny informací mezi členskými státy EU, dotčenými průmyslovými odvětvími, neziskovými organizacemi zaměřenými na ochranu životního prostředí a Komisí, jejímž cílem bylo vypracovat, zrevidovat a v případě potřeby aktualizovat referenční dokumenty o BAT, jak požaduje čl. 13 odst. 1 směrnice 2010/75/EU o průmyslových emisích. Tento dokument vydala Evropská komise podle čl. 13 odst. 6 uvedené směrnice. Tento dokument BREF pro výrobu buničiny, papíru a lepenky pokrývá průmyslové činnosti popsané v kapitolách 6.1(a) a 6.1(b) přílohy I směrnice 2010/75/EU, tzn. integrovanou a neintegrovanou výrobu v průmyslových zařízeních:

- (a) buničiny ze dřeva nebo jiných vláknitých materiálů;
- (b) papíru nebo lepenky s výrobní kapacitou větší než 20 tun za den.

Zejména pak tento dokument pokrývá následující procesy a činnosti:

- výrobu chemické buničiny:
 - (a) sulfátovým procesem (sulfátová buničina)
 - (b) sulfitovým procesem (sulfitová buničina)
- výrobu mechanických a chemicko-mechanických vláknin
- zpracování sběrového papíru s odstraňováním tiskařské černi (zesvětlování) a bez něho
- výrobu papíru a navazující procesy
- všechny regenerační kotle a vápenné pece provozované v celulózkách a papírnách.

Důležitou problematikou při provádění směrnice 2010/75/EU v průmyslu výroby buničiny, papíru a lepenky jsou emise oxidů dusíku, oxidů síry, prachu, celkové redukované síry a čpavku do ovzduší; emise organického uhlíku, nerozpuštěných pevných látek, dusíku, fosforu a adsorbovatelných organicky vázaných halogenů do vody. Dokument BREF obsahuje devět kapitol. Kapitoly 1 a 2 poskytují všeobecné informace o průmyslu buničiny, papíru a lepenky a o běžných průmyslových procesech a technikách používaných v tomto odvětví. Kapitoly 3, 4, 5, 6 a 7 se zabývají následujícími konkrétními sektory: proces výroby sulfátové buničiny, proces výroby sulfitové buničiny, výroba mechanické a chemicko-mechanické vlákniny, zpracování sběrového papíru s odstraňováním a bez odstraňování tiskařské černi (zesvětlování) a výroba papíru a související procesy. Pro každý sektor obsahuje těchto pět kapitol informace a údaje týkající se aplikovaných procesů a technik; vlivu zařízení na životní prostředí s ohledem na skutečné emise, spotřebu surovin, vody a energie a vzniku odpadu; technik prevence nebo snižování dopadu zařízení na životní prostředí; a nově vznikajících technik. V kapitole 8 jsou uvedeny Závěry o nejlepších dostupných technikách (BAT) podle čl. 3 odst. 12 výše uvedené směrnice pro průmysl výroby buničiny, papíru a lepenky. Kapitola 9 je věnována závěrečným poznámkám a doporučením pro budoucí práci týkající se tohoto odvětví.

Nejlepší dostupné techniky (BAT)
Referenční dokument pro výrobu
buničiny, papíru a lepenky

Směrnice o průmyslových emisích 2010/75/EU
Integrovaná prevence a omezování znečištění

Autoři:

Michael Suhr
Gabriele Klein
Ioanna Kourti
Miguel Rodrigo Gonzalo
Germán Giner Santonja
Serge Roudier
Luis Delgado Sancho

2015

EUR 27235 CS

Poděkování

Tuto zprávu vypracoval Evropský úřad pro integrovanou prevenci a omezování znečištění (EIPPCB) ve Společném výzkumném středisku Evropské komise - Institutu pro perspektivní technologické studie (IPTS) pod vedením Serge Roudiera (ředitel EIPPCB) a Luise Delgada Sancha (vedoucí oddělení udržitelné výroby a spotřeby).

Autory tohoto dokumentu BREF byli Michael Suhr, Gabriele Klein, Ioanna Kourti, Miguel Rodrigo Gonzalo a Germán Giner Santonja. Michael Parth se podílel na reaktivaci technické pracovní skupiny a zahájil revizi BREF.

Tato zpráva o projektu byla vypracována v rámci provádění směrnice o průmyslových emisích (2010/75/EU) a je výsledkem výměny informací podle článku 13 této směrnice.

Hlavními zdroji informací pro tuto zprávu byly:

- v rámci průmyslu - Konfederace evropského papírenského průmyslu (CEPI);
- v rámci environmentálních nevládních organizací - Evropská kancelář pro životní prostředí (EEB);
- v rámci členských států EU - Dánsko, Finsko, Francie, Itálie, Německo, Nizozemsko, Polsko, Portugalsko, Rakousko, Španělsko, Švédsko a Spojené království;
- v rámci nečlenských zemí EU - Norsko.

Celý tým EIPPCB zajišťoval příspěvky a vzájemné revize.

Tento dokument je jedním z řady plánovaných dokumentů dále uvedených (v čase psaní nebyly připraveny návrhy všech dokumentů):

Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách	Kód
Keramický průmysl	CER
Běžné čištění odpadních vod a odpadních plynů. Systémy managementu v chemickém průmyslu	CWW
Emise ze skladování	EFS
Energetická účinnost	ENE
Zpracování železných kovů	FMP
Průmysl potravin, nápojů a mléka	FDM
Průmyslové chladicí systémy	ICS
Intenzivní chov drůbeže a prasat	IRPP
Výroba železa a oceli	IS
Velká spalovací zařízení	LCP
Výroba velkoobjemových anorganických chemikálií – amoniak, kyseliny a průmyslová hnojiva	LVIC-AAF
Výroba velkoobjemových anorganických chemikálií – pevné a ostatní látky	LVIC-S
Výroba velkoobjemových organických chemikálií	LVOC
Nakládání s hlusinou z úpravy a těžby při hornické činnosti	MTWR
Výroba skla	GLS
Výroba speciálních organických chemikálií	OFC
Zpracování neželezných kovů	NFM
Výroba cementu, vápna a oxidu hořečnatého	CLM
Výroba chloru a alkalických hydroxidů	CAK
Výroba polymerů	POL
<i>Výroba buničiny, papíru a lepenky</i>	<i>PP</i>
Výroba speciálních anorganických chemikálií	SIC
Rafinérie minerálních olejů a plynu	REF
Jatka a průmysl zpracovávající jejich vedlejší produkty	SA
Kovárny a slévárny	SF
Povrchové úpravy kovů a plastů	STM
Povrchové úpravy používající organická rozpouštědla	STS
Koželužský průmysl	TAN
Textilní průmysl	TXT
Spalování odpadů	WI
Zpracování odpadů	WT
Chemická konzervace dřeva a dřevěných výrobků	WPC
Výroba desek na bázi dřeva	WBP
Referenční dokument	
Ekonomie a mezisložkové vlivy	ECM
Obecné principy monitorování	MON

Elektronické verze návrhů a hotových dokumentů jsou veřejně dostupné a lze je stáhnout z <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/>.

PŘEDMLUVA

1. Status tohoto dokumentu

Pokud není uvedeno jinak, odkazy na „směrnici“ v tomto dokumentu označují směrnici Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU o průmyslových emisích (integrované prevenci a omezování znečištění) (přepracované znění).

Původní referenční dokument (BREF) o nejlepších dostupných technikách (BAT) pro výrobu buničiny, papíru a lepenky přijala Evropská komise v roce 2001. Tento dokument je výsledkem revize zmíněného dokumentu BREF. Revize byla zahájena v dubnu 2006.

Tento referenční dokument o BAT pro výrobu buničiny, papíru a lepenky je součástí řady, která prezentuje výsledky výměny informací mezi členskými státy EU, dotčenými průmyslovými odvětvími, neziskovými organizacemi zaměřenými na ochranu životního prostředí a Komisí, jejímž cílem bylo vypracovat, zrevidovat a v případě potřeby aktualizovat referenční dokumenty o BAT, jak požaduje čl. 13 odst. 1 směrnice. Tento dokument vydala Evropská komise podle čl. 13 odst. 6 uvedené směrnice.

Jak je uvedeno v čl. 13 odst. 5 směrnice, bylo dne 26. září 2014 přijato prováděcí rozhodnutí Komise 2014/687/EU o závěrech o BAT obsažených v kapitole 8, které bylo 30. září 2014 následně zveřejněno.¹

2. Účastníci výměny informací

Jak požaduje čl. 13 odst. 3 směrnice, založila Komise Fórum na podporu výměny informací, které je složeno ze zástupců členských států, dotčených průmyslových odvětví a nevládních organizací podporujících ochranu životního prostředí (rozhodnutí Komise ze dne 16. května 2011, které ustanovuje fórum pro výměnu informací podle čl. 13 směrnice 2010/75/EU o průmyslových emisích (2011/C 146/03), Úř. věst. C 146, 17. 05. 2011, str. 3).

Členové fóra jmenovali odborníky do technické pracovní skupinu (TWG), která byka hlavním zdrojem informací pro vypracování tohoto dokumentu. Práci této TWG vedl Evropský úřad pro IPPC (součást Společného výzkumného centra Komise).

3. Struktura a obsah tohoto dokumentu

Kapitola 1, oddíly 2.1 až 2.8 z kapitoly 2 a první oddíly kapitol 3 až 7 poskytují všeobecné informace o výrobě buničiny, papíru a lepenky a o průmyslových procesech používaných v tomto odvětví.

Druhé oddíly kapitol 3 až 7 a oddíl 2.6.2 obsahují údaje a informace týkající se vlivu závodů na životní prostředí v tomto sektoru, které byly v době zpracování tohoto dokumentu v provozu, a to z hlediska běžných současných emisí, spotřeby a charakteru surovin, spotřeby vody, využití energie a produkce odpadů.

Oddíl 2.9 a třetí oddíly kapitol 3 až 7 popisují podrobněji techniky prevence, nebo pokud prevence není možná, tak i techniky snižování vlivu zařízení v tomto sektoru na životní prostředí, které byly brány v úvahu při určování BAT. Tyto informace zahrnují (tam, kde je to relevantní) úroveň vlivu zařízení na životní prostředí (např. množství emisí a spotřeby), které lze s použitím technik dosáhnout,

¹ Úř. věst. L 284, 30.9.2014, str. 76.

dále související monitorování a náklady a také otázky mezisložkových vlivů, které jsou s těmito technikami spojené.

Kapitola 8 prezentuje závěry o BAT, jak je definuje čl. 3 odst. 12 směrnice.

Čtvrté oddíly kapitol 3 až 7 obsahují informace o „nově vznikajících technikách“, jak je definuje čl. 3 odst. 14 směrnice.

Závěrečné poznámky a doporučení pro budoucí práci jsou uvedeny v kapitole 9.

4. Informační zdroje a odvození BAT

Tento dokument je založený na informacích shromážděných z mnoha zdrojů, zejména prostřednictvím technické pracovní skupiny (TWG), která vznikla speciálně pro výměnu informací podle článku 13 směrnice. Informace shromažďoval, porovnával a posuzoval Evropský úřad pro IPPC (součást Společného výzkumného centrum Komise), který také vedl práci při určování BAT a stanovil zásady technické odbornosti, transparentnosti a nestrannosti. Práce TWG a všech ostatních přispěvatelů je velmi oceňována.

Závěry o BAT byly stanoveny prostřednictvím iteračního, který obsahuje následující kroky:

- identifikace klíčových otázek životního prostředí v tomto odvětví (např. emise do vody, zejména organické znečištění, celkové nerozpuštěné látky atd.; emise do ovzduší z regeneračních kotlů, vápenných pecí nebo spalovacích zařízení pro výrobu páry a energie, obtěžování zápachem a hlukem);
- zkoumání technik, které mohou nejlépe tyto klíčové otázky řešit;
- zjištění nejlepších úrovní vlivu na životní prostředí na základě údajů dostupných v Evropské unii i celosvětově;
- zkoumání podmínek, za kterých bylo takových výkonností dosaženo, tj. nákladů a mezisložkových vlivů a hlavních důvodů, které podpořily zavádění těchto technik;
- výběr nejlepších dostupných technik (BAT), s nimi spojených úrovní emisí (a dalších ukazatelů vlivu zařízení na životní prostředí) a navazujícího monitorování pro toto odvětví podle čl. 3 odst. 10 a přílohy III směrnice.

Odborný posudek Evropského úřadu pro IPPC a technické pracovní skupiny (TWG) hraje klíčovou roli v každém z těchto kroků i ve způsobu, jakým jsou zde prezentovány informace.

Pokud byla ekonomická data k dispozici, byla uvedena spolu s jednotlivými technikami prezentovanými v kapitolách 3, 4, 5, 6 a 7. Tyto údaje poskytují hrubou představu o rozsahu nákladů a přínosů. Skutečné náklady a přínosy spojené s použitím určité techniky však mohou do značné míry záviset na konkrétní situaci dotyčného závodu, kterou nelze v tomto dokumentu plně vyhodnotit. Při absenci dat týkajících se nákladů jsou na základě pozorování stávajících provozů učiněny závěry o hospodářské životaschopnosti dané techniky.

5. Revize referenčních dokumentů o BAT (BREF)

BAT je dynamický koncept, a proto i revize dokumentů BREF je kontinuálním procesem. Mohou se například objevit nová opatření a techniky, neustále se vyvíjí věda a technologie a v průmyslových odvětvích jsou úspěšně zaváděny nové nebo nově vznikající procesy. Tento dokument bude pravidelně revidován a v případě potřeby i odpovídajícím způsobem aktualizován, aby zahrnoval i tyto změny a jejich důsledky pro BAT.

6. Kontaktní údaje

Všechny připomínky a návrhy by měly být zasílány Evropskému úřadu pro IPPC při Institutu pro perspektivní technologické studie sídlícímu na následující adrese:

European Commission

Institute for Prospective Technological Studies

European IPPC Bureau

Edificio Expo

c/ Inca Garcilaso, 3

E-41092 Seville, Spain

Telefon: +34 95 4488 284

Fax: +34 95 4488 426

E-mail: JRC-IPTS-EIPPCB@ec.europa.eu

Internet: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu>

OBSAH

PŘEDMLUVA	I
OBSAH	IV
SEZNAM OBRÁZKŮ	VIII
SEZNAM TABULEK	X
OBLAST PŮSOBNOSTI	XII
1 VŠEOBECNÉ INFORMACE	1
1.1 SPOTŘEBA PAPÍRU V EVROPĚ	1
1.2 PŘEHLED VÝROBY BUNIČINY, PAPÍRU A LEPENKY	4
1.3 EVROPSKÝ PRŮMYSL CELULÓZY A PAPÍRU	7
1.4 EVROPSKÝ PAPIRENSKÝ PRŮMYSL	13
1.5 KLASIFIKACE CELULÓZEK A PAPIREN PRO ÚČELY TOHOTO DOKUMENTU	18
1.6 EKONOMIKA A ZAMĚSTNANOST V PRŮMYSLU CELULÓZY A PAPÍRU V EU.....	20
1.7 HLAVNÍ ENVIRONMENTÁLNÍ PROBLÉMY VÝROBY BUNIČINY A PAPÍRU.....	24
2 SPOLEČNÉ PROCESY A TECHNIKY PRO CELÉ ODVĚTVÍ CELULÓZY A PAPÍRU	33
2.1 INTEGROVANÉ NEBO MULTIPRODUKTOVÉ CELULÓZKY A PAPIRNY	34
2.1.1 Definice neintegrovaných, integrovaných a multiproduktových závodů	34
2.1.2 Navrhovaný přístup k odhadu emisí pro integrované chemické celulózky nebo multiproduktové závody	36
2.1.3 Navržená metoda posuzování emisí pro konkrétní vypouštěné odpadní vody... ..	37
2.2 MĚŘENÍ (MONITORING)	39
2.2.1 Obecné aspekty měření (monitoringu) emisí v celulózkách a papírnách	39
2.2.1.1 Zahnuté zdroje emisí.....	40
2.2.1.2 Zahnuté provozní podmínky	40
2.2.1.3 Zpracování dat.....	41
2.2.1.4 Prezentace údajů o emisích.....	42
2.2.2 Zpracování údajů o emisích v celulózkách a papírnách	42
2.2.2.1 Kontrola (monitoring) vypouštěných odpadních vod.....	42
2.2.2.1.1 Místa odběru vzorků.....	43
2.2.2.1.2 Metody odběru vzorků a období a frekvence analýz.....	43
2.2.2.1.3 Hlavní parametry a analytické metody.....	46
2.2.2.1.4 Vzájemný vztah mezi koncentrací a vypočteným emisním zatížením.....	47
2.2.2.1.5 Zvláštní problém ovlivňující srovnatelnost údajů o emisích.....	50
2.2.2.2 Měření (monitoring) emisí do ovzduší	50
2.2.2.2.1 Místa odběru vzorků.....	50
2.2.2.2.2 Metody odběru vzorků u kontinuálního/diskontinuálního měření	51

2.2.2.2.3	Hlavní parametry a analytické metody.....	56
2.2.2.2.4	Referenční podmínky	58
2.2.2.2.5	Vzájemný vztah mezi koncentrací a specifickým emisním zatížením	59
2.2.2.2.6	Měření difuzních emisí v sulfátových celulózkách	60
2.2.2.3	Kontrola (monitoring) pevného odpadu	62
2.3	PŘÍJEM, SKLADOVÁNÍ A MANIPULACE S VLÁKNITÝMI MATERIÁLY A CHEMIKÁLIEMI ..	63
2.3.1	Zpracování dřeva.....	63
2.3.1.1	Operace ve skladu dřeva.....	63
2.3.1.2	Odkornění.....	65
2.3.2	Skladování chemikálií a chemických přísad a manipulace s nimi.....	65
2.3.2.1	Použití základních chemikálií a chemických přísad.....	65
2.3.2.2	Nařízení EU o skladování a používání chemikálií a manipulaci s nimi	69
2.3.2.3	Skladování a přeprava chemikálií a manipulace s nimi.....	71
2.4	DODÁVKY VODY PRO PROCESY A CHLAZENÍ.....	72
2.4.1	Úprava surové vody	72
2.4.1.1	Úprava procesní vody.....	72
2.4.1.2	Úprava napájecí vody pro kotle.....	72
2.4.2	Chladicí systémy a použití chladicí vody	73
2.4.2.1	Druhy chladicích systémů v celulózkách a papírnách.....	73
2.5	SPOTŘEBA ENERGIE V CELULÓZKÁCH A PAPIRNÁCH.....	76
2.5.1	Otázky ke zvážení při čtení hlášených údajů o spotřebě energie.....	77
2.5.2	Příklady celkové spotřeby energie v procesech celulózek a papíren	79
2.5.3	Význam procesních jednotek pro celkovou spotřebu energie v procesu.....	82
2.5.4	Spotřeba energie na podpůrné činnosti	83
2.6	VÝROBA PÁRY A ELEKTRICKÉ ENERGIE V CELULÓZKÁCH A PAPIRNÁCH.....	85
2.6.1	Použité spalovací procesy a techniky	85
2.6.1.1	Hlavní využívaná paliva a jejich příprava	86
2.6.1.2	Výroba energie	88
2.6.1.2.1	Zařízení na výrobu páry	88
2.6.1.2.2	Zařízení kombinované výroby elektřiny a tepla (KVET).....	89
2.6.1.2.3	Kotle s fluidním ložem.....	91
2.6.2	Běžné emise do ovzduší z výroby páry a elektřiny.....	93
2.6.2.1	Emise prachu	93
2.6.2.2	Emise SO ₂ a jiných plynných znečišťujících látek.....	95
2.6.2.3	Emise NO _x	96
2.6.2.4	Emise CO	97
2.7	ČISTÍRNÝ ODPADNÍCH VOD.....	99
2.8	PŘEHLED ZBYTKŮ Z VÝROBY A PEVNÝCH ODPADŮ.....	103

2.9	OBECNÉ TECHNIKY, KTERÉ JE DOBRÉ ZVAŽOVAT PŘI STANOVENÍ BAT SPOLEČNÝCH PRO VŠECHNY CELULÓZKY A PAPIRNY	105
2.9.1	Systemy environmentálního řízení (EMS)	105
2.9.2	Skladování surovin a manipulace s nimi	108
2.9.2.1	Snižování emisí ze zpracování dřeva	108
2.9.2.2	Suché odkornění	110
2.9.2.3	Bezpečné skladování a manipulace se základními chemikáliemi a chemickými přísadami	112
2.9.2.4	System posuzování vlivu na životní prostředí pro chemikálie	113
2.9.2.5	Nahrazení potenciálně škodlivých látek méně škodlivými alternativami	114
2.9.3	Optimalizované vodní hospodářství	119
2.9.4	Modelové hodnocení optimalizace opatření pro vodní okruhy	122
2.9.5	Analýza energetické účinnosti, hospodaření s energií a energetické auditů	125
2.9.6	Snižování spotřeby energie použitelné pro všechny nebo většinu druhů závodů	128
2.9.6.1	Snižování spotřeby tepelné energie	129
2.9.6.1.1	Rekuperace tepla z radiálních ventilátorů používaných ve vakuových systémech	129
2.9.6.1.2	Využívání termokompresorů	129
2.9.6.1.3	Izolace parního potrubí a potrubních armatur kondenzátorů	131
2.9.6.1.4	Sušení biopaliva a kalů s využitím přebytečného tepla	131
2.9.6.1.5	Další opatření ke snížení spotřeby tepelné energie	133
2.9.6.2	Snižování spotřeby elektrické energie	134
2.9.6.2.1	Energeticky účinné vakuové systémy pro odvodnění	134
2.9.6.2.2	Používání vysoce účinných elektromotorů	134
2.9.6.2.3	Energeticky účinný frekvenční měnič pro čerpadla, ventilátory a kompresory	135
2.9.6.2.4	Další opatření na snížení spotřeby elektrické energie	136
2.9.6.3	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	136
2.9.7	Snižování emisí do ovzduší z kotlů na směsná paliva a biomasu a z pomocných kotlů	141
2.9.7.1	Snižování emisí prachu	141
2.9.7.2	Snižování emisí NO _x	144
2.9.7.2.1	Primární opatření na snížení emisí NO _x	144
2.9.7.2.2	Selektivní nekatalytická redukce (SNCR)	148
2.9.7.3	Snižování emisí SO ₂ a dalších plynných znečišťujících látek	151
2.9.8	Prevence, minimalizace, recyklace a zpracování zbytků z procesů – minimalizace pevných odpadů určených na skládky	155
2.9.9	Snižování emisí při používání komplexotvorných (chelatačních) činidel v bělicích technologiích na bázi peroxidu vodíku	162
2.9.10	Zajištění hladkého provozu a minimalizace náhodných úniků	168
2.9.11	Snížení zátěže spojené se znečištěním odpadních vod	169

2.9.11.1	Primární čištění odpadních vod.....	169
2.9.11.2	Sekundární čištění odpadních vod.....	170
2.9.11.2.1	Aerobní biologické čištění odpadních vod.....	170
2.9.11.2.2	Anaerobní biologické předčištění odpadních vod.....	173
2.9.11.2.3	Řízení biologické čistírny odpadních vod a optimální dávkování živin.....	175
2.9.11.2.4	Techniky snižování P a N.....	179
2.9.11.3	Terciární čištění odpadních vod.....	179
2.9.11.3.1	Chemické srážení.....	179
2.9.11.3.2	Nitrifikace a denitrifikace.....	180
2.9.11.3.3	Ozonizace a biofiltrace.....	180
2.9.11.3.4	Další techniky snižování celkových NL.....	181
2.9.12	Prevence rizik spojených se znečištěním při ukončování provozu.....	182
2.9.13	Snižování hluku.....	186
2.9.14	Snížení emisí pachových látek.....	189
2.10	OBECNÉ TRENDY V ODVĚTVĚ VÝROBY BUNIČINY A PAPÍRU.....	193
	GLOSÁŘ POJMŮ A ZKRATEK.....	195
	LITERATURA.....	211

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1.1:	Spotřeba papíru dle regionů v roce 2007	3
Obrázek 1.2:	Proces výroby papíru	5
	7	
Obrázek 1.3:	Výroba buničiny podle regionů v roce 2008.....	7
Obrázek 1.4:	Celková výroba buničiny podle druhů v Evropě v roce 2008 (země sdružené v CEPI)	8
Obrázek 1.5:	Výroba buničiny podle druhů v Evropě (země sdružené v CEPI)	9
Obrázek 1.6:	Geografické a velikostní rozložení celulózek v celé Evropě.....	9
Obrázek 1.7:	Počet celulózek dle objemu v Evropě v letech 1998 a 2008 (evropské země sdružené v CEPI)	10
Obrázek 1.8:	Obchod s buničinou směrem do evropských zemí a z evropských zemí sdružených v CEPI v roce 2008.....	10
Obrázek 1.9:	Využití sběrového papíru v 18 zemích CEPI v roce 2008	11
Obrázek 1.10:	Obchodní toky sběrového papíru z Evropy a do Evropy v roce 2008.....	12
Obrázek 1.11:	Výroba papíru podle regionů v globálním kontextu v roce 2008.....	13
Obrázek 1.12:	Přehled rozšíření papírenského průmyslu v Evropě pro 18 zemí CEPI (2008).....	14
Obrázek 1.13:	Počet papíren dle objemu v Evropě v roce 2008.....	15
Obrázek 1.14:	Počet papíren dle objemu v zemích CEPI v letech 1998 a 2008.....	16
Obrázek 1.15:	Obchod s papírem z Evropy a do Evropy v roce 2008 (95 % výroby pro evropské země sdružené v CEPI)	17
Obrázek 1.16:	Klasifikace evropských celulózek a papíren v tomto dokumentu včetně příslušných kapitol ..	19
Obrázek 1.17:	Typické kolísání cen komerční buničiny	21
Obrázek 1.18:	Celkový vývoj zaměstnanosti v Evropě (země CEPI) v letech 1991–2008	22
Obrázek 1.19:	Struktura výrobních nákladů v evropském průmyslu buničiny a papíru v roce 2009	23
Obrázek 1.20:	Vývoj specifické spotřeby a emisí (kg znečišťujících látek/tunu výrobku) v evropském průmyslu celulózy a papíru v letech 1990 až 2008	24
	25	
Obrázek 1.21:	Vývoj absolutní spotřeby a emisí v evropském průmyslu celulózy a papíru v letech 1990 až 2008	25
Obrázek 1.22:	Letecký pohled na integrovaný závod na výrobu sulfátové buničiny, mechanické vlákniny a papíru s kotelnou a čistírnou odpadních vod.....	25
Obrázek 1.23:	Spotřeba surovin v papírenství v zemích CEPI v letech 1991–2008	27
Obrázek 1.24:	Spotřeba nevláknitého materiálu v zemích CEPI v letech 1991–2008	28
Obrázek 1.25:	Podíly spotřeby primární energie v evropském průmyslu celulózy a papíru v roce 2008.....	29
Obrázek 2.2:	Různé formy zpracování a hlášení údajů o emisích z celulózek a papíren	39
Obrázek 2.3:	Příklad pro přepočítání koncentrace dotčené látky znečišťující vodu (mg/l) na denní emisní zatížení a specifické emisní zatížení a průtoky	48
Obrázek 2.4:	Příklad převodu koncentrace dané látky znečišťující ovzduší (mg/Nm ³) na specifický emisní faktor (např. kg prachu/ADt)	59
Obrázek 2.5:	Příklad: hromada štěpky na betonové ploše v závodě M–real Hallein AG.....	64

Obrázek 2.6:	Spotřeba surovin v sektoru výroby papíru a lepenky ve vztahu ke světové výrobě papíru v roce 2005 (podíly na objemu).....	66
Obrázek 2.7:	Tržní podíl speciálních chemikálií ve světové výrobě papíru a lepenky (podíly suchého objemu)	67
Obrázek 2.8:	Koloběh chemických přísad v procesu výroby papíru na příkladu biocidů	68
Obrázek 2.9:	Možnosti používání a vypouštění chladicí vody	75
Obrázek 2.10:	Schematický přehled subsystémů ke zvážení při porovnání energetických bilancí celulózek a papíren	78
Obrázek 2.11:	Cyklus vody a páry v zařízení s výhradní výrobou páry.....	89
Obrázek 2.12:	Příklad zařízení KVET v celulózce nebo papírně	90
Obrázek 2.13:	Příklad jednotky CCGT jako jednotky KVET v závodě s protitlakou parní turbínou a okruhem nasycené páry.....	91
Obrázek 2.14:	Různé koncepty aplikací biologického čištění odpadních vod pro různé druhy papíru a zjednodušující trendy organického zatížení	100
Obrázek 2.15:	Hlavní procesy čištění odpadních vod z výroby buničiny a papíru a rozsahy pro vhodné aplikace	100
Obrázek 2.16:	Neustálé zlepšování modelu EMS	106
Obrázek 2.17:	Pragmatický přístup k posouzení množství nesnadno biologicky rozložitelných přísad, které lze očekávat v odpadních vodách z papíren po čištění	115
Obrázek 2.18:	Schéma osudu chemických přísad ve výrobě papíru, včetně externího čištění	116
Obrázek 2.19:	Kroky k nižší spotřebě vody a nižšímu emisnímu zatížení životního prostředí.....	120
Obrázek 2.20:	Přístup analýzy dat a simulace	123
Obrázek 2.21:	Systematické hodnocení a lepší využití energie v papírnách	126
Obrázek 2.22:	Metoda řízení pro kontinuální měření (monitoring) a optimalizaci spotřeby energie.....	127
Obrázek 2.23:	Schéma termokompresoru.....	130
Obrázek 2.24:	Vzájemný vztah mezi palivovou účinností a zvoleným poměrem tepla k výkonu pro zařízení CCGT.....	138
Obrázek 2.25:	Údaje o denních průměrných emisích pro fluidní kotel s probubláváním vybavený SNCR v celulózce KRAFT SE 1	150
Obrázek 2.26:	Blokové schéma cirkulačního fluidního kotle UPM–Kymmene Rakousko.....	154
Obrázek 2.27:	Možný rozhodovací diagram pro nakládání s odpady z papíren.....	156
Obrázek 2.28:	Možnosti recyklace zbytků z papíren a faktory, jimiž se řídí volba metod zpracování	157
Obrázek 2.29:	Palivový trojúhelník pro odpady a zbytky z papírenského průmyslu (poskytl IFP)	159
Obrázek 2.30:	Hodnoty emisí podle toho, jak je závod provozován.....	168
Obrázek 2.31:	Zjednodušené schéma kombinované anaerobní a aerobní čistírny odpadních vod.....	173

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1.1:	Funkční využití papíru a lepenky.....	1
Tabulka 1.2:	Spotřeba papíru na jednoho obyvatele a podle zemí v roce 2008	2
Tabulka		1.3:
	Celková výroba hlavních druhů buničiny vyrobených v roce 2008 v Evropě (země CEPI) a podíl integrované výroby, resp. komerční buničiny.....	8
Tabulka 1.4:	Spotřeba elektrické energie v zemích CEPI v letech 2005 – 2007.....	29
Tabulka 2.1:	Příklady odběrových období pro příslušné znečišťující látky	44
Tabulka 2.2:	Příklad frekvence analýzy příslušných parametrů odpadních vod v celulózkách a papírnách v několika zemích	46
Tabulka 2.3:	Měřené parametry a analytické metody používané ve třech vzorových zemích	47
Tabulka 2.4:	Kontinuální/diskontinuální-periodické měření emisí z procesů v sulfátových celulózkách na příkladech pěti členských států	54
Tabulka 2.5:	Kontinuální/diskontinuální-periodické měření emisí do ovzduší ze spalovacích zařízení v příkladech pěti členských států	55
Tabulka		2.6:
	Metody měření podle sloučenin a zdrojů pro emise do ovzduší používané v celulózkách a papírnách (situace ve Finsku).....	57
Tabulka 2.7:	Referenční hodnoty obsahu kyslíku pro různá spalovací zařízení ve vybraných zemích	58
Tabulka 2.8:	Plynné emise síry jako S z bodových i nebodových (plošných) zdrojů ze švédského závodu na výrobu komerční sulfátové buničiny.....	61
Tabulka 2.9:	Specifická spotřeba energie přímo použité v procesu výroby a s výrobou související pomocná zařízení pro některé příklady celulózek a papíren.....	79
Tabulka 2.10:	Posouzení subsystémů s ohledem na jejich význam pro spotřebu energie.....	82
Tabulka 2.11:	Obvyklé hodnoty spotřeby energie u obecných činností v závodech	84
Tabulka 2.12:	Klíčové údaje pro různé druhy zařízení KVET.....	90
Tabulka 2.13:	Rozsah dosažených emisí tuhých znečišťujících látek z parních kotlů na různá paliva a kontrolních opatření (suchý plyn, standardní podmínky) aplikovaných v evropských závodech	94
Tabulka 2.14:	Dosažené hodnoty emisí SO ₂ z pomocných kotlů pro různé druhy paliv a použitá opatření (při 6 % O ₂ , suchý plyn, standardní podmínky).....	95
Tabulka 2.15:	Dosažené hodnoty emisí NO _x z pomocných kotlů pro různá paliva a použitá opatření.....	97
Tabulka 2.16:	Dosažené hodnoty emisí CO pro různá paliva a použitá opatření.....	98
Tabulka 2.17:	Biologické čištění odpadních vod z výroby buničiny a papíru	101
Tabulka 2.18:	Příklady zbytků z procesů výroby buničiny a papíru	103
Tabulka 2.19:	Informace pro každou techniku.....	105
Tabulka 2.20:	Environmentální aspekty a opatření ke snížení vlivů zpracování dřeva na životní prostředí..	109
Tabulka 2.21:	Znečištění odpadní vody před biologickým čištěním v případě mokrého a suchého odkornění	111
Tabulka 2.22:	Příklady závodů používajících katalytickou dezinfekci.....	117
Tabulka 2.23:	Porovnání vlivu činnosti zařízení s plynovou turbínou a kombinovaným cyklem na životní prostředí a dodávek energie pro spotřebu veřejnosti v Německu.....	139
Tabulka 2.24:	Příklady dat o emisích prachu z kotlů v papírnách používajících různá paliva a vybavených ESP nebo textilními filtry	142

Tabulka 2.25:	Údaje o nákladech na zařízení na odstranění prachu z menších spalovacích zařízení	143
Tabulka 2.26:	Údaje o emisích NO _x z fluidních kotlů v papírnách používajících primární nebo sekundární opatření na snížení emisí NO _x	146
Tabulka 2.27:	Příklady údajů o emisích NO _x z plynových kotlů v rakouských papírnách používajících techniky snižování emisí NO _x	147
Tabulka 2.28:	Údaje o emisích NO _x pro příklad zařízení CCGT v rakouských papírnách používajících techniky snižování emisí NO _x	147
Tabulka 2.29:	Údaje o emisích SO ₂ pro příklad fluidních kotlů z papíren využívajících různá paliva nebo jejich směsi (AT, DE, FR, FI).....	153
Tabulka 2.30:	Údaje o emisích ze závodu UPM-Kymmene Rakousko	154
Tabulka 2.31:	Obvyklá rozpětí pevných zbytků (mokrý hmotnost) odesílaných k likvidaci z různých druhů výroby buničiny a papíru	160
Tabulka 2.32:	Dva příklady závodů s nízkým objemem zbytků odesílaných ke koncové likvidaci	161
Tabulka 2.33:	Biologicky rozložitelná komplexotvorná (chelatační) činidla s téměř plnou funkčností	164
Tabulka 2.34:	Příklady opatření na regulaci živin a emise dosažené v devíti závodech na výrobu buničiny a papíru	178
Tabulka 2.35:	Příklad opatření na regulaci celkových NL a dosažené emise z výroby buničiny a papíru	181
Tabulka 2.36:	Cílové hladiny hluku v některých evropských zemích.....	188

OBLAST PŮSOBNOSTI

Tento dokument BREF se zabývá činností specifikovanou v kapitolách 6.1(a) a 6.1(b) přílohy I směrnice 2010/75/EU, tzn. integrovanou a neintegrovanou výrobou v průmyslových provozech:

- a) buničiny ze dřeva nebo jiných vláknitých materiálů;
- b) papíru nebo lepenky s výrobní kapacitou překračující 20 tun za den.

Zejména pak tento dokument pokrývá následující procesy a činnosti:

- chemická buničina:
 - proces výroby sulfátové buničiny
 - proces výroby sulfitové buničiny
- výroba mechanické a chemicko-mechanické vlákniny
- zpracování sběrového papíru s odstraňováním a bez odstraňování tiskařské černi (zesvětlování)
- výrobu papíru a související procesy
- všechny regenerační kotle a vápenné pece provozované v celulózkách a papírnách

V tomto dokumentu jsou zahrnuta spalovací zařízení v závodě pro výrobu páry a energie se jmenovitým tepelným příkonem od 5 MW_t do 50 MW_t. Jsou zde zahrnuty všechny regenerační kotle bez omezení kapacity a vápenné pece v celulózkách a papírnách.

Tento dokument se nezabývá následujícími činnostmi:

- výrobou buničiny z jiné než dřevné vláknité suroviny (např. rostlinná buničina);
- stacionárními motory s vnitřním spalováním;
- spalovacími zařízeními jinými než regeneračními kotli se jmenovitým tepelným příkonem nižším než 5 MW_t;
- sušárnami s vnitřními hořáky pro papírenské stroje a natírací zařízení.

Další referenční dokumenty, které jsou důležité pro odvětví uvedené v tomto dokumentu, jsou následující:

Referenční dokument	Předmět
Průmyslové chladicí systémy (ICS)	Průmyslové chladicí systémy, např. chladicí věže, deskové výměníky tepla
Ekonomika a mezisložkové vlivy (ECM)	Ekonomické a mezisložkové vlivy technik
Emise ze skladování (EFS)	Emise z nádrží, potrubí a skladovaných chemických látek
Energetická účinnost (ENE)	Všeobecná energetická účinnost
Velká spalovací zařízení (LCP)	Výroba páry a elektřiny v celulózkách a papírnách pomocí spalovacích zařízení se jmenovitým tepelným příkonem ≥ 50 MW _t
Obecné principy monitorování (MON)	Monitorování emisí
Spalování odpadů (WI)	Spalování a spoluspalování odpadů v místě vzniku
Zpracování odpadů (WT)	Úprava odpadů jako paliva

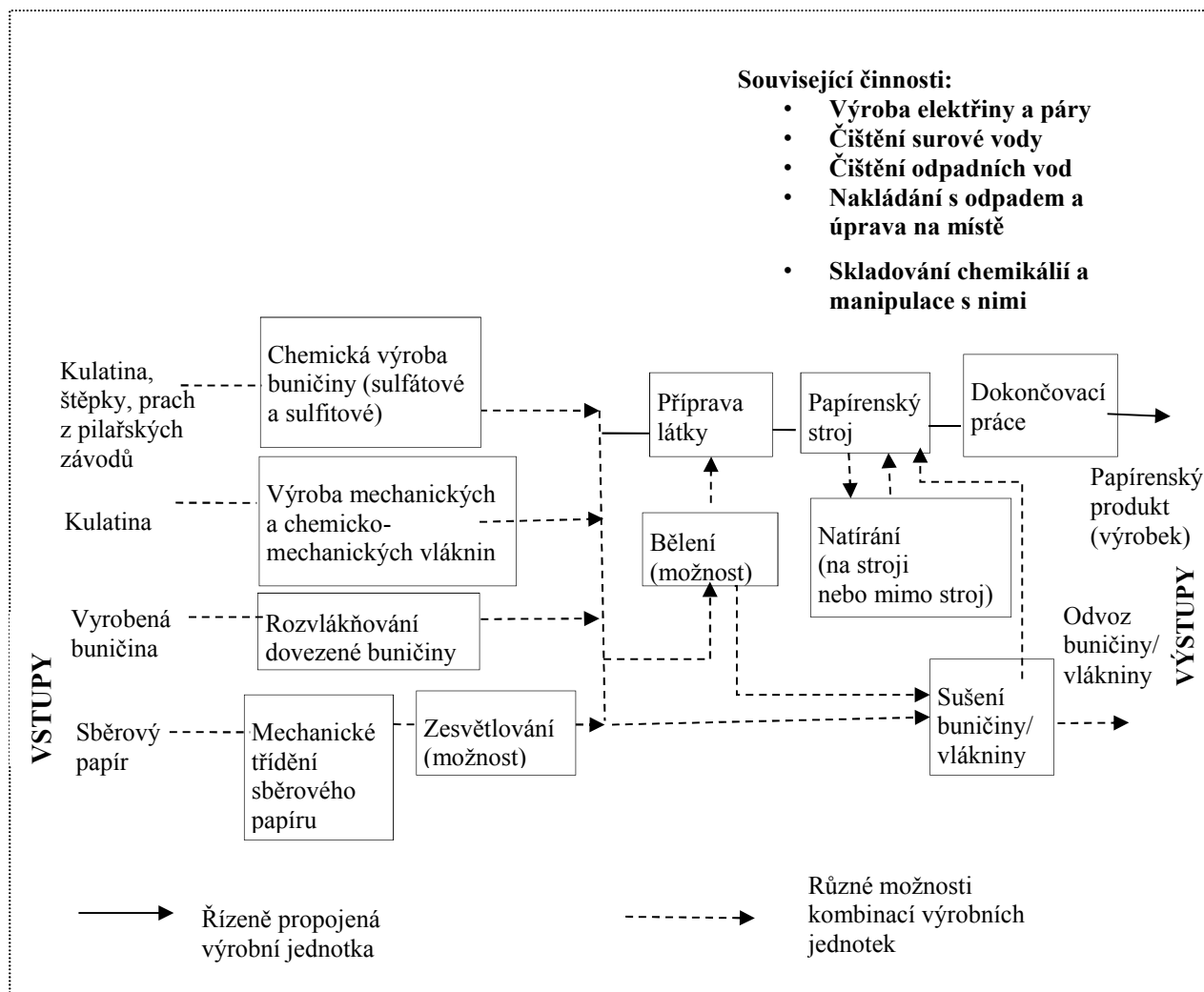
Rozsah tohoto dokumentu BREF nezahrnuje témata, která se týkají pouze bezpečnosti na pracovišti nebo bezpečnosti výrobků, protože tato problematika není předmětem směrnice. Jsou brána v úvahu pouze tehdy, když mají vliv na problémy spadající do obsahu směrnice.

Papírna může jednoduše zpracovávat buničinu vyrobenou jinde, nebo může být integrovaná s výrobou buničiny na stejném pracovišti. To znamená, že činnosti podílející se na rozvláknování a zpracování sběrového papíru a činnosti nezbytné pro výrobu papíru mohou být prováděny odděleně, nebo v kombinaci na stejném místě. Celulóžky a papírný pracují neintegrováním nebo integrováním

způsobem. Výroba mechanických vláknin a zpracování sekundárních vláken je obvykle integrovanou součástí výroby papíru, ale nyní se také stává samostatnou činností.

Tento dokument se zabývá procesy potřebnými pro výrobu buničiny a papíru v integrovaných závodech na výrobu papíru a celulózy, stejně jako v neintegrovaných celulózkách (komerční buničina) a neintegrovaných papírnách používajících pro výrobu papíru nakupovanou buničinu.

Hlavní operace zahrnuté v tomto dokumentu jsou ilustrovány na následujícím obrázku:



V tomto dokumentu nejsou zahrnuty přípravné procesy, např. lesnické zpracování, výroba provozních chemikálií mimo pracoviště a přeprava použitých materiálů, ani následné činnosti, např. zpracování a potisk papíru. Posledně uvedené však mají vliv na kvalitu sběrového papíru a na procesy přípravy použitých papírenských výrobků.

Existují také různé ekologicky relevantní procesy a pracovní operace, které se výslovně nevztahují k výrobě buničiny a papíru, a proto jsou v tomto dokumentu jen stručně uvedeny. Patří k nim:

- skladování chemikálií a manipulace s nimi
- čištění surové vody
- chladič a vakuové systémy
- měření (monitoring) emisí.

Výroba buničiny z jiné než dřevné vláknité suroviny (např. rostlinná buničina) zde není zahrnuta, protože je příliš specifická. Tato zařízení musí být hodnocena případ od případu.

1 VŠEOBECNÉ INFORMACE

1.1 Spotřeba papíru v Evropě

V rozvinutých společnostech je používání velkého množství papírenských a lepenkových výrobků pro většinu lidí každodenní realitou. Papír, jak ho známe, existuje již více než dva tisíce let a úspěšně konkuruje moderním elektronickým informačním médiím, moderním plastovým i kompozitním obalovým materiálům. Tabulka 1.1 ukazuje hlavní funkční způsoby využití papíru a lepenky.

Tabulka 1.1: Funkční využití papíru a lepenky

Funkční využití	Typické druhy	Typické koncové výrobky	Trendy a poznámky
K ukládání, sběru a distribuci informací	<ul style="list-style-type: none"> Novinový papír Natíraný a nenatíraný magazinový papír (SC a LWC papír) Natíraný a nenatíraný bezdřevý papír pro tisk a psaní 	<ul style="list-style-type: none"> Noviny Časopisy Knihy Počítačový tisk Xerografické kopie Letáky Ilustrace 	<ul style="list-style-type: none"> Větší využívání vícebarevného tisku a kopírování Vyšší míra používání sběrového papíru jako suroviny Vyšší míra používání přísad
K balení pro přepravu, distribuci a ochranu	<ul style="list-style-type: none"> Papír na krycí vrstvu vlnité lepenky Pytlový papír Papír na zvlněnou vrstvu (lepenky) Skládací kartonážní lepenka Karton na nápojové obaly Obalový papír 	<ul style="list-style-type: none"> Sáčky Krabice Obalové papíry Převážné bedny Krabice s vnitřními přihrádkami 	<ul style="list-style-type: none"> Vyšší míra používání při distribuci potravin a tekutin nebo nápojů Rostoucí poptávka po papírových obalech díky nakupování on-line Celkově zvýšená recyklace obalových materiálů Zvýšené využívání kompozitních materiálů
Použití v oblasti hygieny: <ul style="list-style-type: none"> péče o tělo čistota prevence nemocí 	Tenké papíry/hygienický program: <ul style="list-style-type: none"> suchý krep vlhký krep 	<ul style="list-style-type: none"> Toaletní papír Kuchyňské utěrky Odličovací ubrousky Ubrousky Ručníky na ruce Nemocniční papírové oblečení Tampony 	<ul style="list-style-type: none"> S rostoucí životní úrovní se zvyšuje spotřeba Konec řetězce papíru, tj. obecně nerecyklovatelné Využívání primárních vláken pro koncové (vrcholové) výrobky
Široký rozsah využití pro speciální papír	<ul style="list-style-type: none"> Úřední papír Filtrační papír Ohnivzdorné druhy papíru 	<ul style="list-style-type: none"> Bankovky Známky Vzduchové filtry Kávové filtry Papír na pečení 	Stále rostoucí počet nových aplikací

Zdroj: [1, Finnish BAT Report 1997], upraveno EIPPCB.

K dalším trendům, které nejsou výše uvedeny, patří: mnohé výrobky v sobě kombinují stále více funkcí, jako je např. tisk na obaly a ručníky; některé druhy obalů se sníženou gramáží splňující požadavky zákazníků (lehké balení nebo vlnitá lepenka); snaha o zlepšení recyklovatelnosti papíru, například existují celé pracovní skupiny zaměřující se na inkousty (tiskařskou čern/barvy) a další materiály používané při tisku nebo zpracování papíru, které mohou mít negativní dopad na recyklovatelnost papíru.

Spotřeba papíru a lepenky úzce souvisí s životní úrovní a ekonomickou situací uživatelské populace a v dlouhodobém horizontu je patrná silná korelace mezi zvýšením spotřeby těchto výrobků a růstem hrubého národního produktu (HNP).

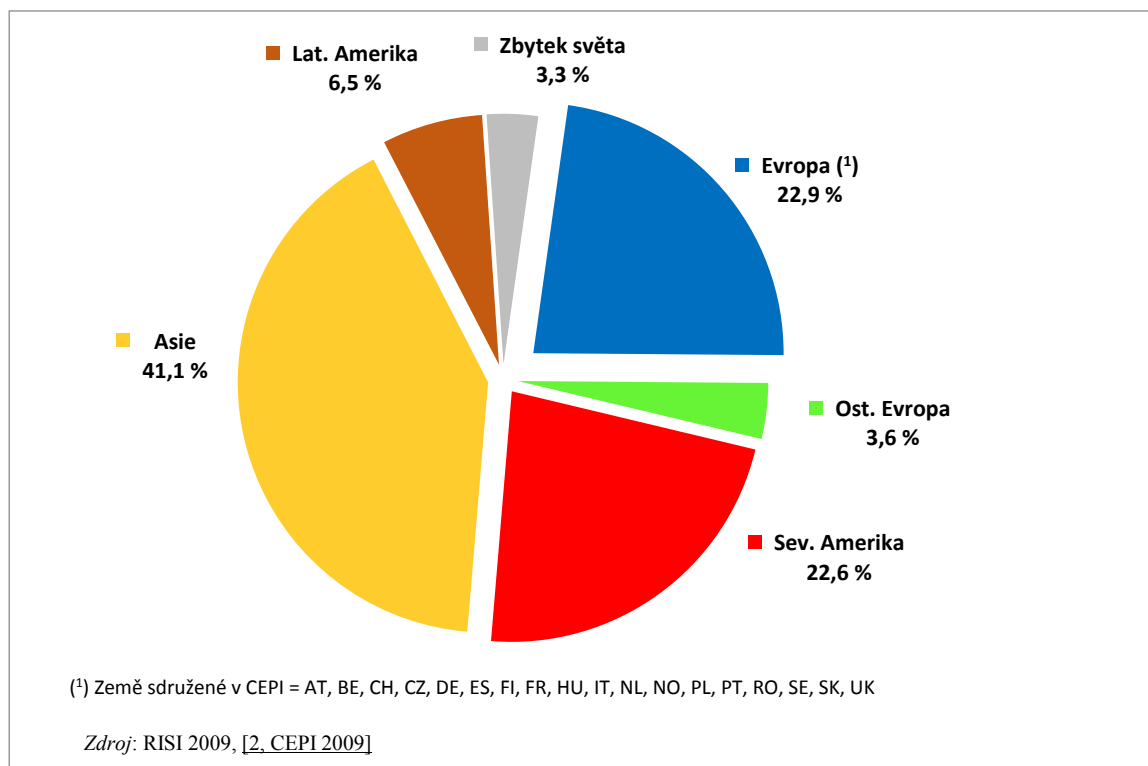
Tabulka 1.2 ukazuje spotřebu papíru na jednoho obyvatele a celkovou spotřebu papíru podle zemí (vypočtené hodnoty).

Tabulka 1.2: Spotřeba papíru na jednoho obyvatele a podle zemí v roce 2008

Členské státy EU	Spotřeba ⁽¹⁾ na osobu (kg)		Spotřeba ⁽¹⁾ podle zemí (10 ³ t)		Počet obyvatel (10 ⁶)	
	1995	2008	1995	2008	1995	2008
Rakousko	185	257	1 468	2 140	7,9	8,3
Belgie	256	346	2 589	3 691	10,1	10,7
Bulharsko	30	49	249	376	8,4	7,6
Kypr	NA	137	NA	108	0,6	0,8
Česká republika	67	149	693	1 549	10,3	10,4
Dánsko	217	225	1 134	1 234	5,2	5,5
Estonsko	35	109	50	146	1,4	1,3
Finsko	256	291	1 303	1 540	5,1	5,3
Francie	162	179	9 629	11 462	59,3	64,0
Německo	206	286	16 815	23 525	81,5	82,2
Řecko	85	107	902	1 199	10,6	11,2
Maďarsko	49	90	508	906	10,3	10,0
Irsko	99	113	357	496	3,6	4,4
Itálie	160	187	9 108	11 126	56,8	59,6
Lotyšsko	28	83	71	188	2,5	2,3
Litva	20	61	74	206	3,6	3,4
Lucembursko	NA	NA	NA	245	0,4	0,5
Malta	70	88	26	36	0,4	0,4
Nizozemsko	202	246	3 121	4 040	15,4	16,4
Polsko	40	115	1 551	4 364	38,6	38,1
Portugalsko	80	108	803	1 147	10,0	10,6
Rumunsko	15	31	345	663	22,7	21,5
Slovensko	61	93	325	503	5,4	5,4
Slovinsko	121	171	240	344	2,0	2,0
Španělsko	131	160	5 151	7 267	39,3	45,3
Švédsko	208	228	1 831	2 089	8,8	9,2
Spojené království	197	186	11 398	11 401	57,9	61,2
Země mimo EU						
Norsko	174	168	758	794	4,3	4,7
Švýcarsko	218	218	1 528	1 656	7,0	7,6
USA	332	266	87 409	87 687	263	307
Čína	22	59	26 499	79 130	1 205	1 339
Indonésie	14	25	2 641	5 916	189	240
Japonsko	239	242	30 018	30 694	126	127
Brazílie	35	45	5 433	8 871	155	199
Egypt	9	21	606	1 751	67	83
Svět celkem	49	58	276 231	391 325	5 637	6 772

(¹) Spotřeba = výroba + dovoz – vývoz
Poznámka: Tam, kde nejsou údaje k dispozici, je uvedeno NA.
Zdroj: RISI 2009, [2, CEPI 2009].

V roce 2008 byla průměrná světová spotřeba na osobu 58 kg a celkově cca 391,3 milionů tun papíru. Rozložení spotřeby papíru v hlavních světových regionech je zobrazeno na obr. 1.1 (data pro „Evropu“ jsou uvedena pro 18 zemí sdružených v CEPI a „zbytek Evropy“ je uveden samostatně). Evropa spotřebovává cca jednu čtvrtinu papíru na světě.



Obrázek 1.1: Spotřeba papíru dle regionů v roce 2007

1.2 Přehled výroby buničiny, papíru a lepenky

Průmysl celulózy a papíru poskytuje základní/nezbytný výrobek – papír – více než 5 miliardám lidí po celém světě. Původně byla výroba papíru pomalý a pracný proces. V současnosti probíhá rozvlákňování a výroba papíru v nákladných technických zařízeních a na nejmodernějších a vysokorychlostních papírenských strojích, které vyrábějí papír rychlostí dosahující až 2 000 m/min. a v pásech, jejichž šířka může přesáhnout osm metrů.

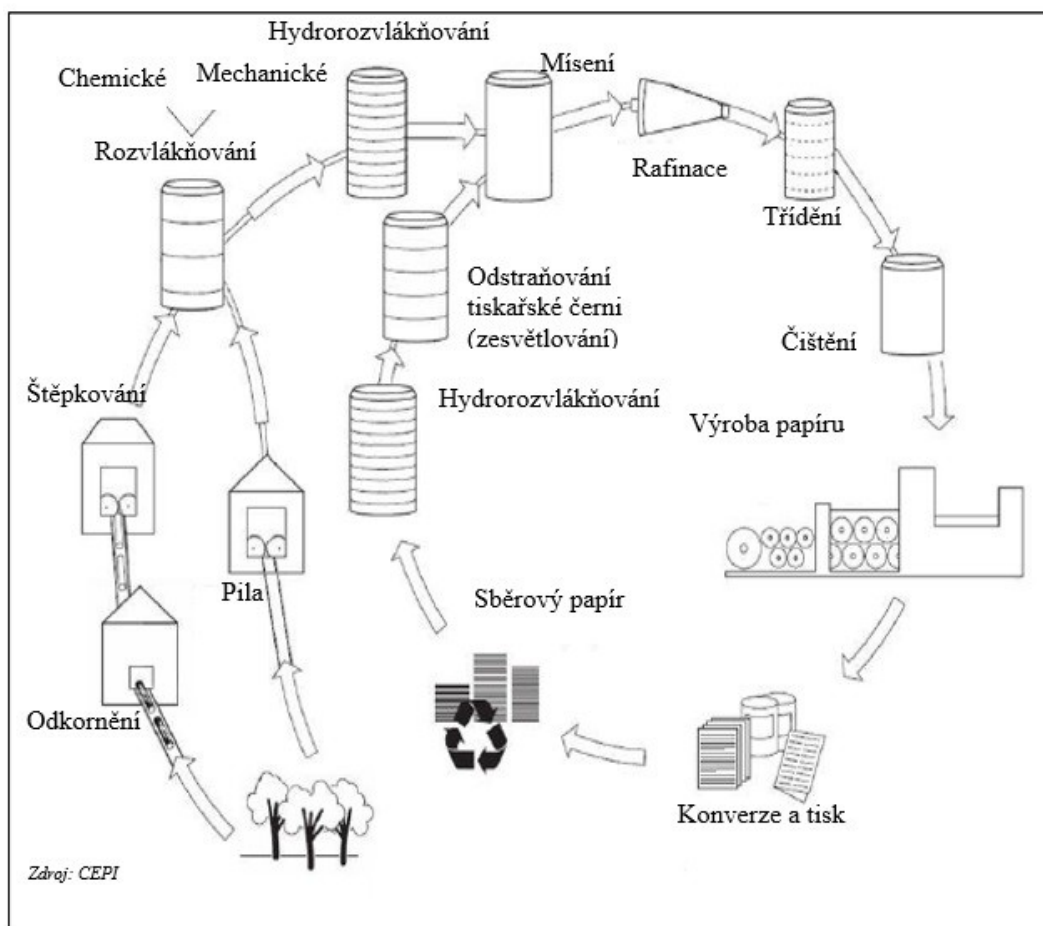
Papír je v podstatě list (pás) tvořený vlákny buničiny s řadou přidaných složek, které v případě potřeby ovlivní kvalitu tohoto listu a jeho vhodnost pro zamýšlené koncové použití.

Pojmy papír a lepenka (kat. 6.1 písm. b), příloha I směrnice 2010/75/EU o průmyslových emisích se obvykle používají k označování hmotnosti vyrobeného pásu (gramáž), kdy papír má cca 160 – 220 g/m² a těžší listy (pásky) jsou považovány za lepenku (karton). Hodnota gramáže, od níž se papír již říká lepenka, se však mezi jednotlivými zeměmi mírně liší.

Sjednocený seznam druhů papíru a lepenky [3, CEPI 2007] nijak neodkazuje na gramáž, ale definuje pojem karton jako papír nebo lepenku používané především k výrobě pevných kartonových obalů. Kartony jsou vícevrstvé, obvykle složené ze tří nebo více vrstev. Kartonu se také někdy říká pevná lepenka, skládačková lepenka, karton/lepenka na krabice nebo lepenka na odnosné obaly, ale i surová lepenka k potahování.

Oficiální definice ISO 4046 (2002) „Papír, lepenka, vlákniny a související názvosloví“ se shoduje především s definicí seznamu CEPI: v obecném smyslu lze termín „papír“ použít k popisu jak papíru, tak i lepenky. Základní rozdíl mezi papírem a lepenkou obvykle spočívá v tloušťce nebo gramáži, ačkoli v některých případech bude rozdíl založen na vlastnostech nebo koncovém použití. Například některé materiály s nižší gramáží, jako jsou některé druhy skládačkových lepenek a vlnitých výrobků, jsou obecně označovány jako „lepenka“, zatímco jiné materiály s vyšší gramáží, například některé druhy savého papíru, plstěného papíru a malířského papíru, jsou obvykle označovány jako „papír“.

Buničina k výrobě papíru může být vyrobena z primárního (panenského) vlákna chemickými či mechanickými způsoby nebo může být vyrobena opětovným rozvlákňováním papíru určeného k recyklaci (RCF). V Evropě je hlavní základní surovinou dřevo – papír k recyklaci (sběrový papír) představuje cca 50 % ze spotřeby vláken, ale v několika málo případech lze použít i slámu, konopí, travu, bavlnu a jiný materiál na bázi celulózy. Obr. 1.2 uvádí přehled procesu rozvlákňování a výroby papíru.



Obrázek 1.2: Proces výroby papíru

Při procesu výroby papíru se dřevní kulatina nejprve odkorní a naseká na malé štěrky. Potom se přidá voda a za přítomnosti tepla se mechanickým nebo chemickým způsobem dřevo rozdělí na jednotlivá vlákna (buničinu). Po hrubém a jemném třídění a někdy i rafinaci dojde k dalšímu naředění vláken s vodou. Pak je tato vlákninová suspenze nastříkána na ploché síto, které velmi rychle prochází papírenským strojem. Po odtečení vody se vlákna spojí dohromady. Pásky papíru jsou stlačovány mezi válci, které vymačkají další vodu, materiál slisují a vytvoří hladký povrch. Vyhřívané válce pak papír vysuší a suchý papír se rozřeže do menších rolí a někdy i do pásů.

Přesné složení dřeva se liší podle druhu, ale těmi nejdůležitějšími složkami jsou celulóza, hemicelulóza a lignin. Dřevo přirozeně obsahuje cca 50 % vody a pevnou složku obvykle tvoří z cca 45 % celulóza, z 25 % hemicelulóza, z 25 % lignin a z 5 % jiné organické a anorganické materiály. Při chemickém rozvlákňování se k rozpuštění ligninu a uvolnění vláken používají chemikálie.

Lignin a mnoho dalších organických látek se tak dostává do roztoku, ze kterého se pak získávají zpět chemikálie a energetický obsah ligninu a ostatních organických látek. Rozsah tohoto získávání je závislý na použité chemické bázi a konfiguraci procesu. Při procesech mechanického rozvlákňování se k oddělení vláken využívají mechanické smykové síly a většina ligninu zůstává s vlákny, přestože dochází i k rozpouštění některých organických látek.

Buničiny vyrobené různými způsoby mají odlišné vlastnosti, díky čemuž jsou vhodné pro konkrétní výrobky. Většina buničiny se vyrábí za účelem následné výroby papíru nebo lepenky. Některá je určena k jiným účelům, např. na silné dřevovláknité desky nebo textilní výrobky vyrobené z rozpustné celulózy (viz kap. 4.1.1.3).

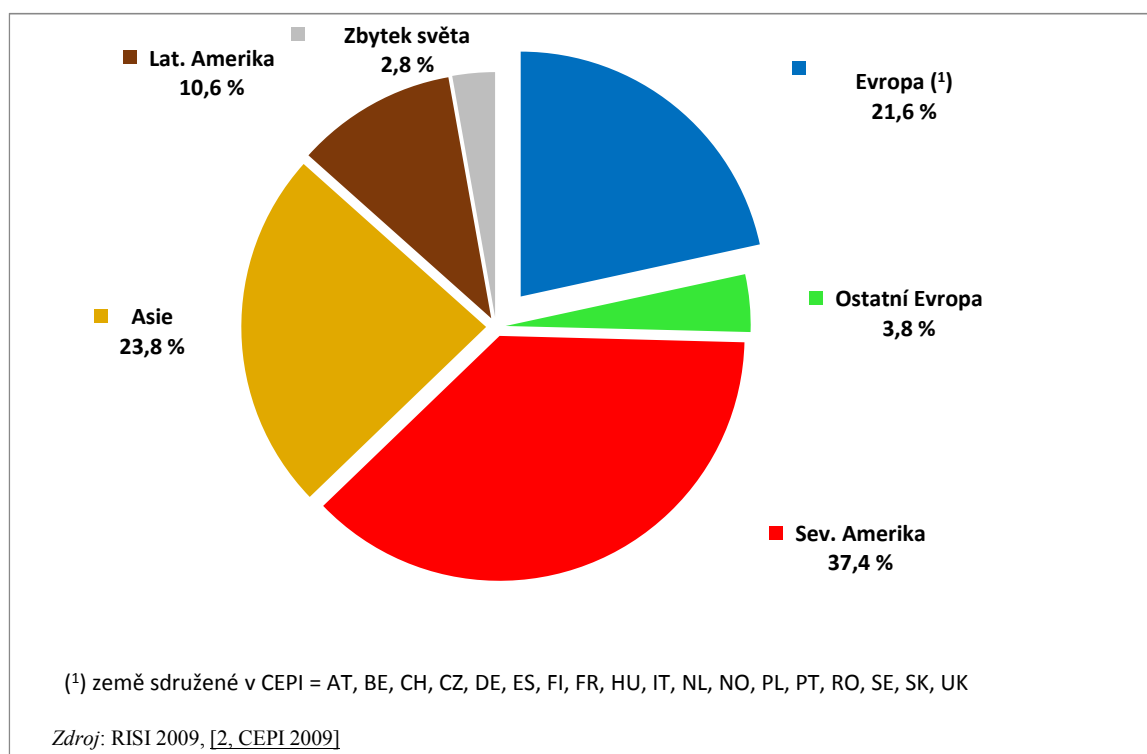
V Evropě více než 50 % vláken z papírenského průmyslu pochází ze sběrového papíru. Papír vyrobený s použitím sběrového papíru jako zdroje vlákniny je spojen s určitým vyčištěním od nečistot (příměsí) daných předchozím použitím, což může zahrnovat např. zesvětlování (odstranění tiskářské černi) v závislosti na kvalitě recyklovaného materiálu a požadavcích na koncový výrobek recyklačního procesu. Vlákna mohou být opakovaně použita vícekrát – v závislosti na kvalitě recyklovaného

materiálu a účelu koncového výrobku. Výrobek z papíru mohou tvořit až ze 45 % jeho hmotnosti také plnidla, nátěry a další nevláknenné látky. Základními kroky jsou sběr a třídění, které do značné míry určují kvalitu sběrového papíru. Oddělený sběr přispívá k vysoké úrovni recyklace.

V rámci evropského papírenského průmyslu se vyrábí mnoho různých druhů papíru. Z důvodů vhodné aplikace konceptu BAT mohou být rozděleny do různých skupin (viz kap. 1.5).

1.3 Evropský průmysl celulózy a papíru

Evropa hraje v globálním papírenském průmyslu důležitou roli. Jak ukazuje obrázek 1.3 (data pro „Evropu“ byla hlášena pouze pro 18 zemí sdružených v CEPI), Evropa je druhým největším výrobcem a třetím největším spotřebitelem papíru a lepenky, na prvním místě je Severní Amerika a Asie je Evropě velmi blízko. Její úloha ve výrobě buničiny je velmi významná – roční výroba dřevní buničiny v Evropě je cca 41,8 milionů tun a toto vyráběné množství představuje cca 22 % celkové světové výroby buničiny (192,4 milionů tun).



Obrázek 1.3: Výroba buničiny podle regionů v roce 2008

Většina vláknitého dřeva (kulatina a štěpky) používaného v Evropě pro rozvláknování se dodává z domácích zdrojů: v roce 2008 bylo 79 % neboli 88,1 milionů tun vlákniny dodáno z domácích zdrojů a zbývajících 21 % neboli 23,6 milionu tun bylo dovezeno do evropských celulózek, které tak použily celkem 111,7 milionů tun vláknitého dřeva (Zdroj: Eurostat, CEPI).

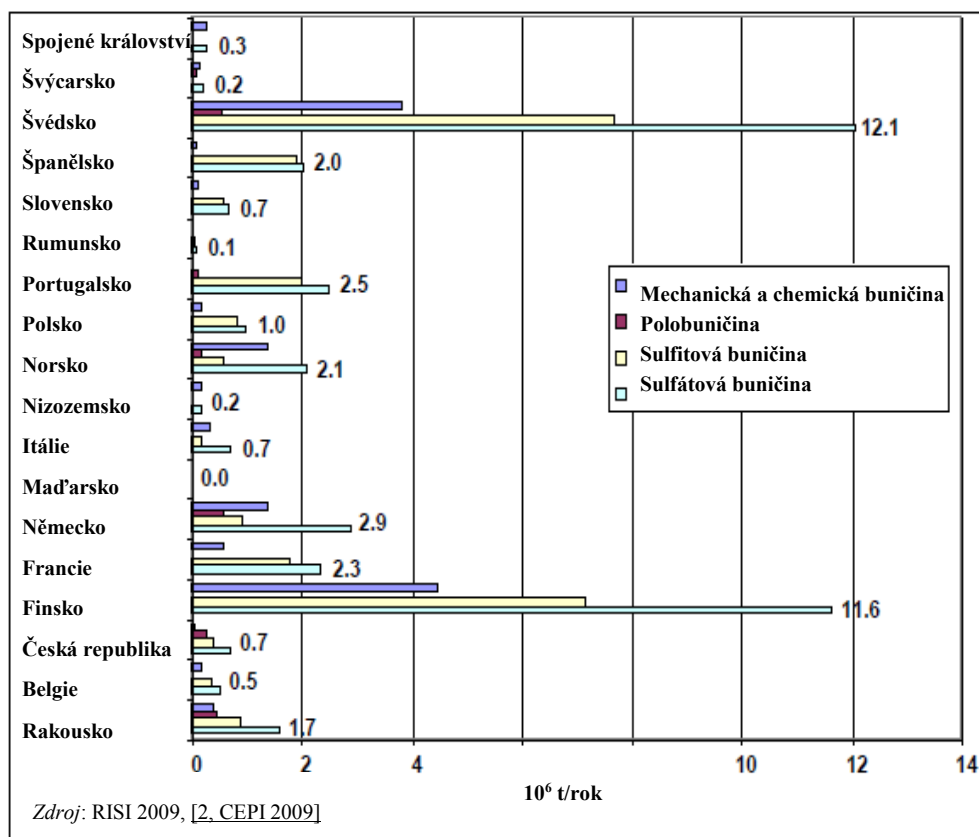
Dodávky buničiny zajišťují komerční výrobci buničiny a společnosti, které používají převážnou část své výroby buničiny v rámci své vlastní integrované výroby papíru a na otevřeném trhu prodávají jen přebytky. V Evropě se komerční buničina vyrábí především ve Finsku, Švédsku, Francii, Portugalsku, Španělsku, Rakousku, Německu a Polsku. V rámci komerční buničiny je převažujícím druhem bělená sulfátová buničina, která tvoří více než tři čtvrtiny celé komerční výroby (3/4 z 13,3 milionů tun buničiny). Z toho byl na otevřený papírenský trh dodán pouze 1 milion tun sulfitové buničiny (včetně rozpustné buničiny a speciální buničiny pro chemické aplikace) a 0,9 milionu tun mechanické (dřevovina, TMP) a chemické polobuničiny.

Finsko a Švédsko jsou hlavními výrobci buničiny z jehličnatých a listnatých dřevin a značné množství buničiny z tvrdého dřeva dodává na trh také Španělsko a Portugalsko. Více než 50 % sulfátové buničiny a sulfitové buničiny vyráběné v Evropě se používá v integrované výrobě buničiny a papíru. Tabulka 1.3 ukazuje celkovou výrobu hlavních druhů buničiny vyráběné v Evropě a podíl integrované výroby a komerční buničiny v rámci každého druhu (údaje za rok 2008).

Tabulka 1.3: Celková výroba hlavních druhů buničiny vyrobených v roce 2008 v Evropě (země CEPI) a podíl integrované výroby, resp. komerční buničiny

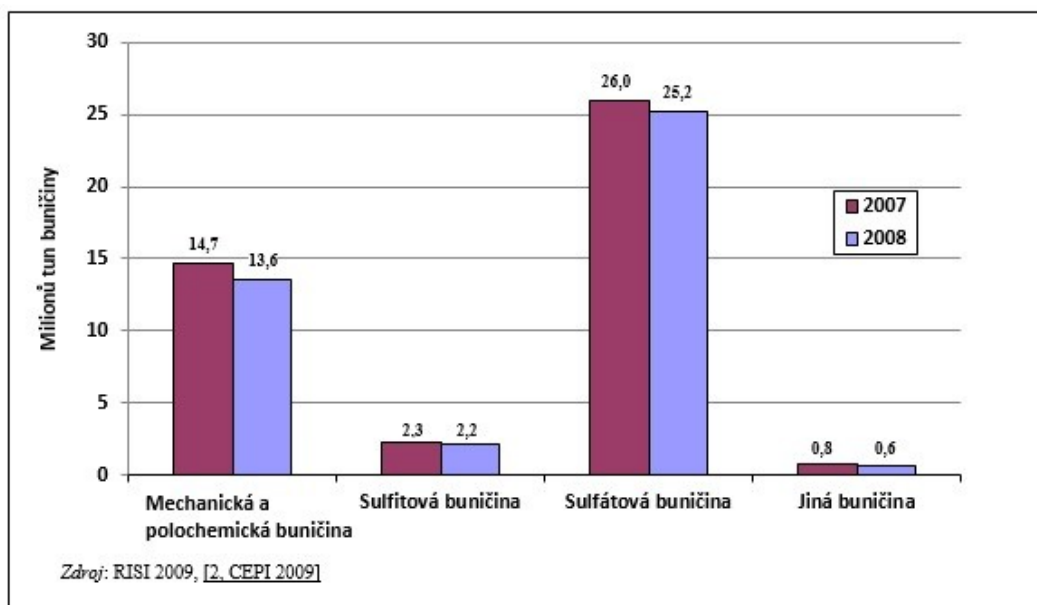
Druhy buničiny	Celková výroba (10 ⁶ t)	Integrovaná (10 ⁶ t/rok)	Integrovaná (%)	Komerční buničina (10 ⁶ t/rok)	Komerční buničina (%)
Mechanická a chemická polobuničina	13,6	12,17	93,6 %	0,87	6,4 %
• sulfitová	2,2	1,07	53,5 %	1,02	46,5 %
• sulfátová	25,2	13,76	54,6 %	11,4	45,4 %
Chemická buničina celkem	27,4	14,93	54,5 %	12,47	45,5 %
Celková dřevní buničina pro výrobu papíru	40,9	27,61	67,5 %	13,3	32,5 %
Jiná buničina	0,6	0,55	92,2 %	0,05	7,8 %
Buničina celkem	41,6	28,21	67,8 %	13,4	32,2 %

V roce 2008 bylo ve Finsku a Švédsku vyrobeno cca 23,7 milionů tun/rok buničiny (dohromady 57 % z celkové výroby buničiny, která činí 41,9 milionů tun), zatímco Portugalsko, Španělsko, Rakousko, Německo, Norsko a Francie dohromady vyrobily cca 13,8 milionů tun (33 % z celkové výroby). Čtyři největší trhy s buničinou jsou v Itálii, Německu, Francii a Spojeném království. Obrázek 1.4 ukazuje celkovou výrobu buničiny v Evropě v roce 2008 pro tři hlavní druhy. Jsou také uvedeny celkové výroby dřevní buničiny v jednotlivých zemích. Zaokrouhlené údaje uvedené v obr. 1.4 a obr. 1.5 pokrývají více než 95 % výroby v Evropě.



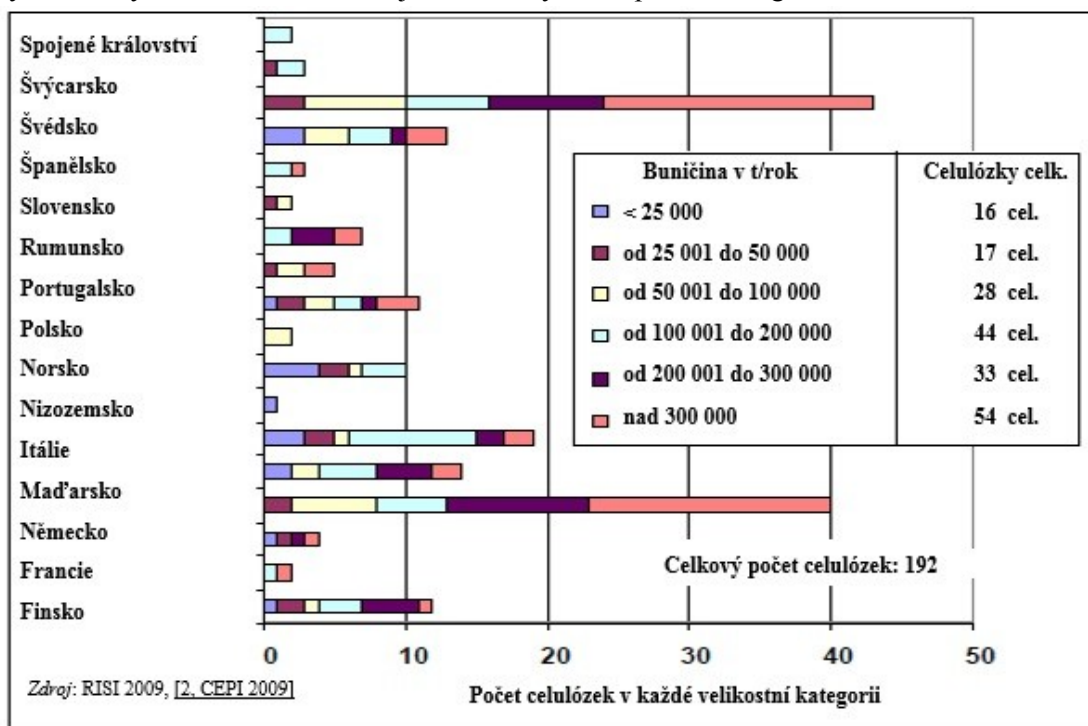
Obrázek 1.4: Celková výroba buničiny podle druhů v Evropě v roce 2008 (země sdružené v CEPI)

Hlavními druhy dřevní buničiny pro papírenství byly v roce 2008 v celé Evropě sulfátová buničina (60 % z celkové výroby buničiny), následovaná mechanickou a chemickou polobuničinou (32 % z celkové výroby buničiny) a sulfitovou buničinou (5 % z celkové výroby buničiny). Obr. 1.5 uvádí údaje o výrobě buničiny v celé Evropě v letech 2007 a 2008 pro hlavní druhy buničiny.



Obrázek 1.5: Výroba buničiny podle druhů v Evropě (země sdružené v CEPI)

Obrázek 1.6 zobrazuje geografické rozložení celulózek v Evropě. Celkový počet celulózek zahrnuje všechny celulózky, včetně těch, které nejsou uvedeny v sloupcovém diagramu.

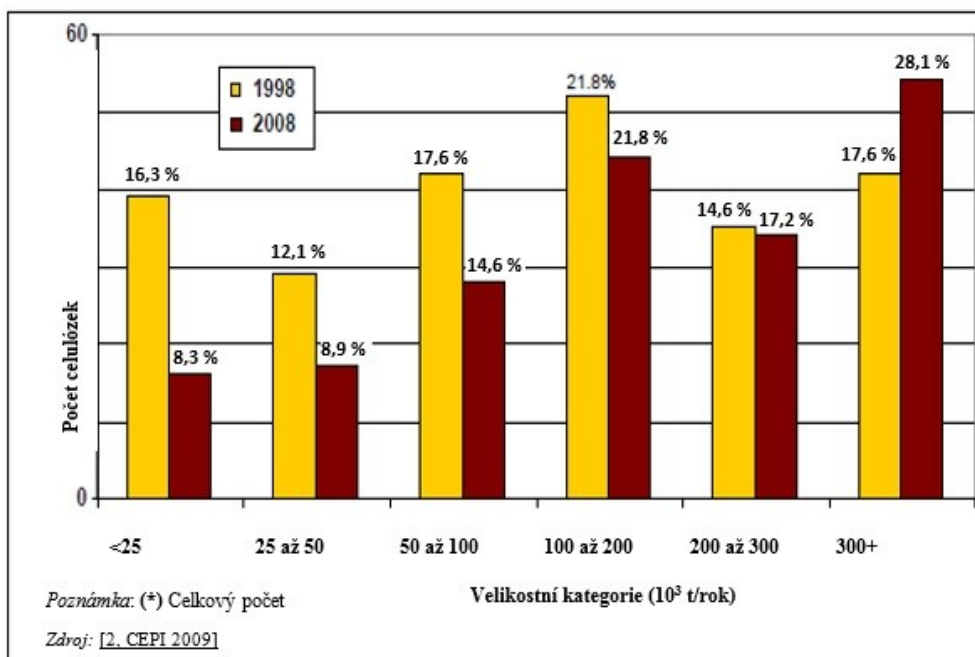


Obrázek 1.6: Geografické a velikostní rozložení celulózek v celé Evropě

Celkový počet celulózek (všech druhů) v Evropě je 192. Z hlediska jednotlivých druhů se většina sulfátové výroby (celkem 77 celulózek) nachází ve Švédsku (21) a Finsku (17), přičemž je vyrovnávají Španělsko (9), Francie (8), Portugalsko (6), Polsko (3) a Rakousko (3). Většina sulfitové výroby (celkem 16 celulózek) se nachází ve Švédsku (4), Německu (4) a Rakousku (3) a jednotlivé celulózky jsou v dalších pěti zemích.

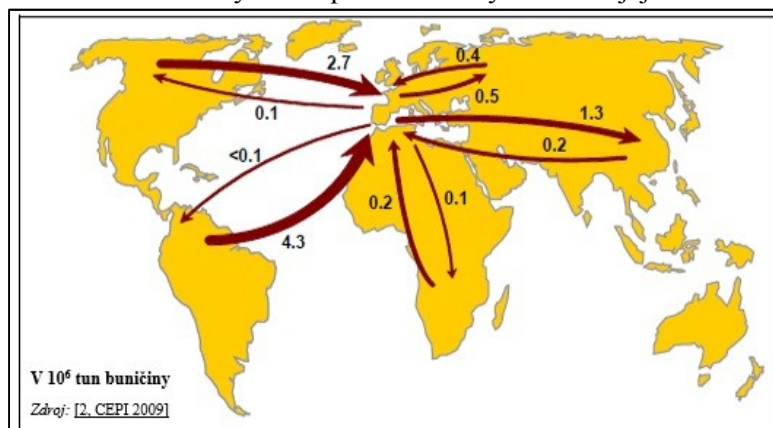
V Evropě je 72 závodů na výrobu mechanické vlákniny. Nacházejí se především ve Finsku (20), Německu (14), Švédsku (9), Norsku (7), Francii (6), Itálii (4) a Rakousku (4). Hlavními výrobci chemické polobuničiny (celkem 18 závodů) jsou Švédsko (7), Finsko (3), Itálie (2) a Nizozemsko (2) a po jednom závodě mají některé další země.

Švédsko a Finsko mají většinu velkých celulózek s kapacitou více než 300 000 tun/rok a jen několik málo menších závodů o velikosti menší než 25 000 tun/rok. Obrázek 1.7 ukazuje počet celulózek podle objemu za roky 1998 a 2008 (pozn.: údaje pro některé země odhadla CEPI). Během těchto deseti let byl roční nárůst výroby buničiny v průměru 1,4 %, ale počet celulózek se snížil z 249 na 192. Ve stejnou dobu se průměrná kapacita celulózek v Evropě zvýšila z 165 100 tun/rok v roce 1998 na 239 000 tun v roce 2008.



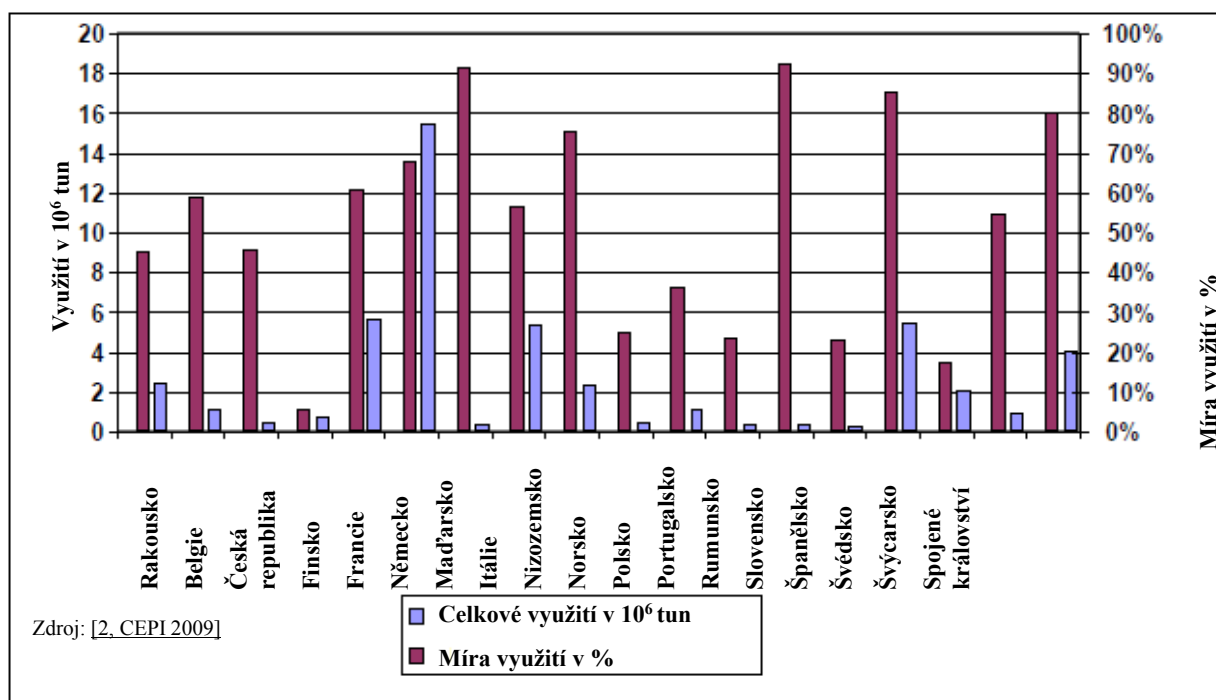
Obrázek 1.7: Počet celulózek dle objemu v Evropě v letech 1998 a 2008 (evropské země sdružené v CEPI)

Obrázek 1.8 ukazuje toky vývozu a dovozu buničiny směrem mimo Evropskou unii z hlediska mezinárodního obchodu. V roce 2008 bylo vyvezeno cca 2,1 milionu tun buničiny a 7,8 milionů tun bylo dovezeno, tj. Evropa měla v této komoditě s ostatními regiony negativní obchodní bilanci, která byla 5,7 milionu tun buničiny. Hlavním exportním regionem byla Asie a nejvýznamnějšími oblastmi, ze kterých byla buničina importována, jsou Severní a Jižní Amerika. V letech 2000 až 2008 byl zaznamenán trend mírného zvýšení exportu buničiny a snížení jejího dovozu.



Obrázek 1.8: Obchod s buničinou směrem do evropských zemí a z evropských zemí sdružených v CEPI v roce 2008

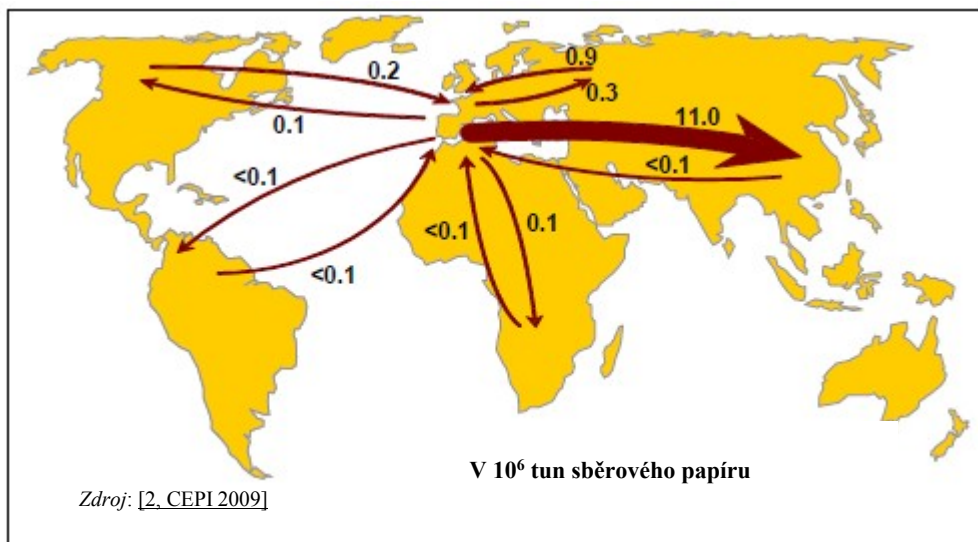
Kromě primárních (panenských) vláken použil v roce 2008 evropský papírenský průmysl 48,6 milionů tun sběrového papíru, stejné množství jaké činila celková spotřeba primární (panenské) buničiny (48,5 mil. tun za rok). Tyto údaje zahrnují pouze oblast CEPI; příspěvek devíti zemí EU, které nejsou v CEPI, je omezený: 1,3 milionů tun sběrového papíru, tj. 2,7 % celkového množství v CEPI (Zdroj: RISI). Míra využití recyklovaného vlákna (celkový sběrový papír děleno celkovou výrobou papíru a lepenky) je vysoká v zemích s vysokou hustotou obyvatel a vysokou spotřebou papíru na osobu, jako je např. Maďarsko, Německo, Francie, Španělsko, Nizozemsko, Itálie nebo Velká Británie, jak je uvedeno v obrázku 1.9. Pro účely bez zesvětlování se používá cca dvě třetiny sběrového papíru – bez odstraňování tiskařské černi (30 milionů tun) a cca jedna třetina (18 milionů tun) se používá pro výrobu zesvětleného papíru – papíru s odstraňovanou tiskařskou černí, jako je novinový papír, jiné grafické a hygienické papíry.



Obrázek 1.9: Využití sběrového papíru v 18 zemích CEPI v roce 2008

V roce 2008 byla průměrná míra využití sběrového papíru v zemích CEPI 49,1 %. Tato míra kolísá podle různých druhů papíru a lepenky, např. pro novinový papír je míra využití sběrového papíru 91,0 %, pro grafické papíry kromě novinového (kvalitnější druhy) 10,3 %, pro krabicové materiály 91,2 %, kartonové lepenky 40,7 % a u papíru pro domácnost a hygienické použití je 50,1 % [2, CEPI 2009].

Od roku 2000 se poptávka po sběrovém papíru zvýšila, zejména na asijském trhu. V roce 2008 bylo vyvezeno 11,0 milionů tun sběrového papíru do Asie (7,9 milionů tun do Číny, což byl čtyřnásobek za posledních 10 let), která je hlavním dovozním trhem pro sběrový papír. Obrázek 1.10 ukazuje obchodní toky sběrového papíru do Evropy a z Evropy v roce 2008.

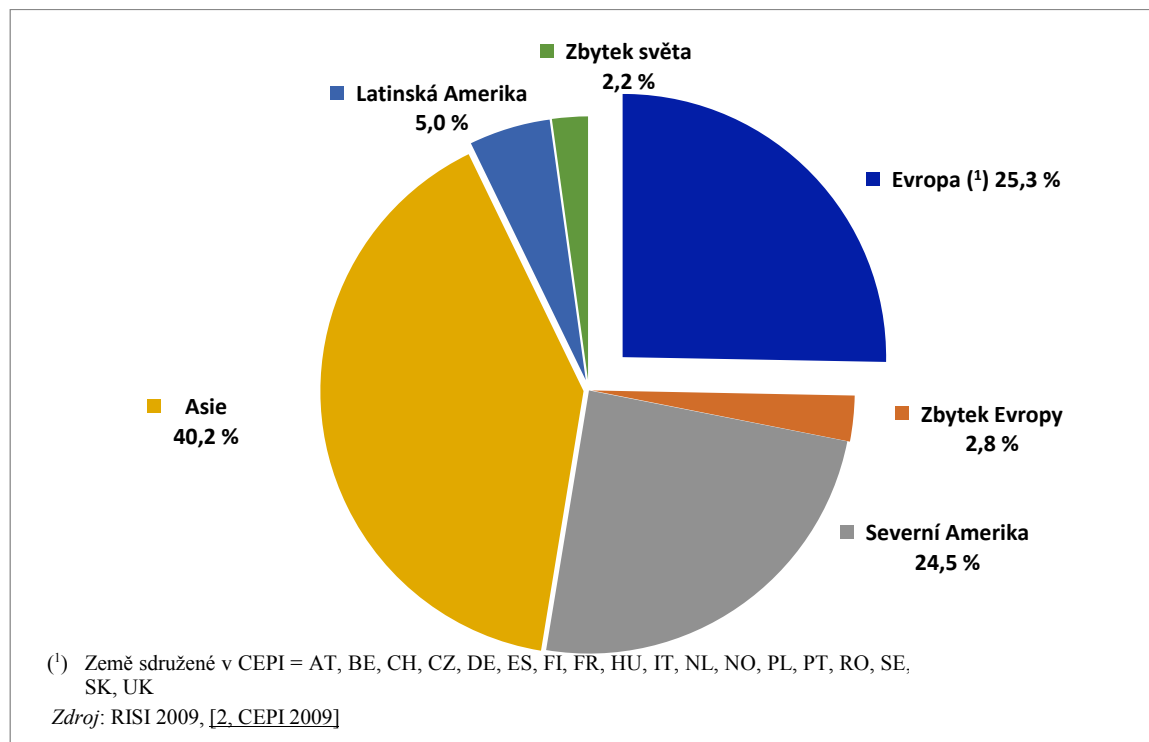


Obrázek 1.10: Obchodní toky sběrového papíru z Evropy a do Evropy v roce 2008

Sběrový papír se stal celosvětovou komoditou a v budoucnu může docházet k jeho nedostatku, jehož následkem bude zvýšení cen tohoto důležitého zdroje vlákniny.

1.4 Evropský papírenský průmysl

V roce 2008 tvořila celosvětová výroba papíru a lepenky 390,9 milionů tun [2, CEPI 2009]. Hlavními výrobci byly Asie, Severní Amerika a Evropa (data pro „Evropu“ byla hlášena pouze pro 18 zemí sdružených v CEPI). Obrázek 1.11 ukazuje výrobu papíru podle regionů v globálním kontextu v roce 2008.

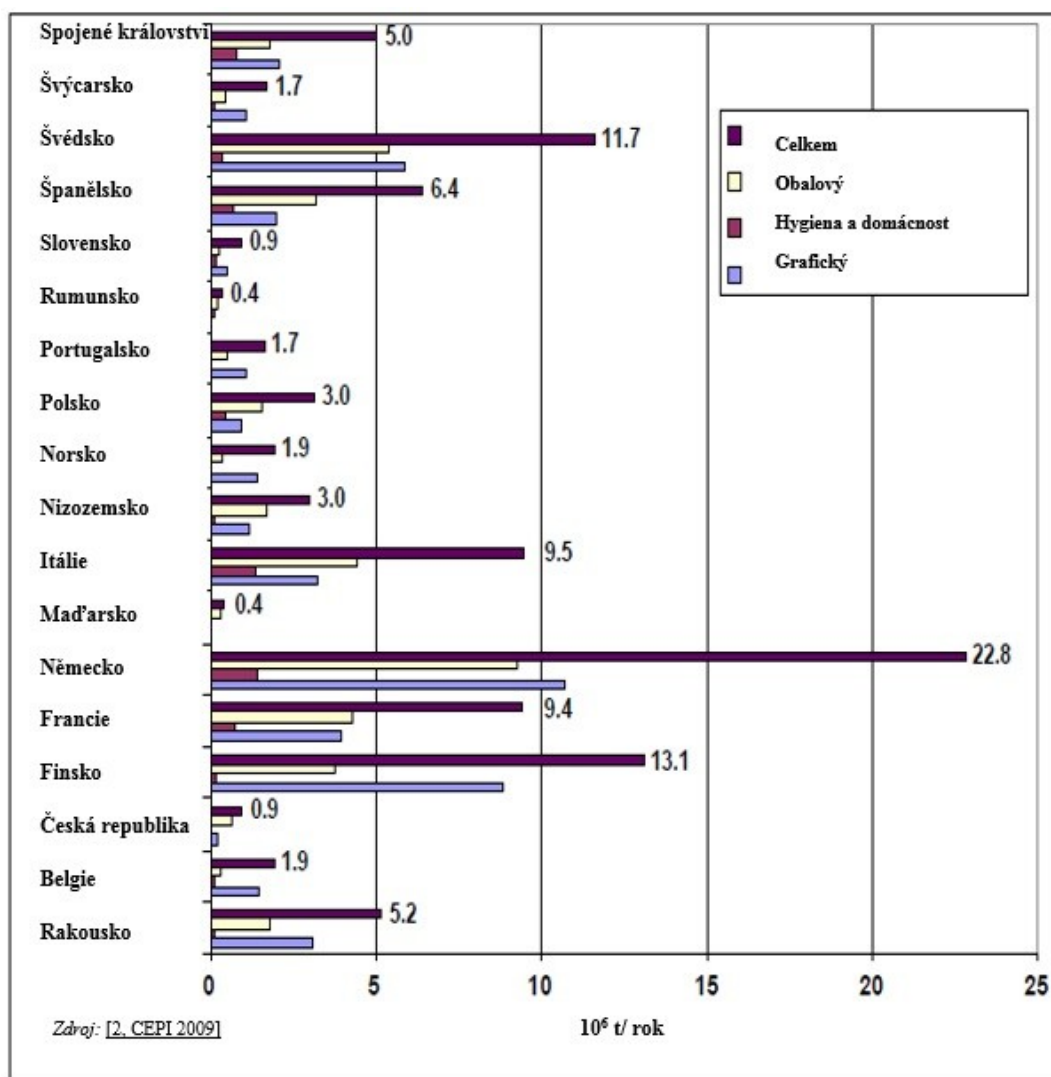


Obrázek 1.11: Výroba papíru podle regionů v globálním kontextu v roce 2008

V zemích EU-27 tvořila v roce 2008 celková výroba papíru a lepenky 98,9 milionů tun. Od poloviny 90. let minulého století se výroba evropského papírenského průmyslu zvýšila průměrným ročním tempem o 2–3 %.

V roce 2008 tvořil grafický papír 48,0 % z celkové výroby papíru. Největší skupiny v rámci tohoto druhu (každá z cca 10 milionů tun ročně) tvoří novinový papír, natíraný mechanický grafický papír a nenatíraný a natíraný bezdřevý grafický papír. Obalový papír tvořil celkem 40,7 %, výrobky pro domácnost a hygienické výrobky 6,8 % a 4,5 % představovaly jiné výrobky z papíru. Ze 47,5 milionů tun vyrobeného grafického papíru (oblast CEPI) byla méně než polovina natíraná (19,5 milionů t/rok).

Kapitola 1.3 ukazuje, jak je výroba papíru po celé Evropě rozšířenější než výroba buničiny. Obrázek 1.12 rozlišuje mezi grafickými papíry (novinový papír, nenatíraný mechanický, nenatíraný bezdřevý, natíraný mechanický a bezdřevý papír), papíry pro hygienu a domácnost (toaletní papír a další hygienické papíry) a obalovými papíry (krabicové materiály, skládací kartonážní lepenka, obalový papír do 150 g/m² a ostatní papíry určené zejména pro balení).



Obrázek 1.12: Přehled rozšíření papírenského průmyslu v Evropě pro 18 zemí CEPI (2008)

V Evropě v roce 2008 patřily mezi osm předních zemí vyrábějících papír a lepenku Německo (22,8 %), Finsko (13,1 %), Švédsko (11,7 %), Itálie (9,5 %), Francie (9,4 %), Španělsko (6,4 %), Rakousko (5,2 %) a Spojené království (5,0 %).

V rámci rozlišení hlavních druhů byly nejvýznamnějšími výrobci grafických papírů Německo (22,5 %), Finsko (18,6 %), Švédsko (12,3 %), Francie (8,3 %), Itálie (6,8 %), Rakousko (6,5 %) a Velká Británie (4,3 %).

V rámci těchto druhů se výroba novinového papíru tradičně soustředí do Finska a Švédska. Zvýšené využívání recyklovaných vláken u mnoha evropských výrobců způsobilo, že se umístění tohoto průmyslu přesunulo do velkých spotřebitelských center, jako je Německo, Francie, Velké Británie a Španělsko. Vzhledem k charakteru novinového papíru jako komoditního druhu mají výrobní zařízení většinou relativně velkou kapacitu strojů (cca 300 000 t/rok v průměru na jeden stroj).

Tiskové a psací druhy papíru s obsahem dřeva se vyrábějí především ve Finsku a Německu, což dohromady představuje cca 60 % podíl na celkové výrobě. Papíry s obsahem dřeva dodávají velkokapacitní integrované papírny (250 000 t/rok v průměru na jeden stroj, ale lze najít i větší nebo menší papírny i zařízení).

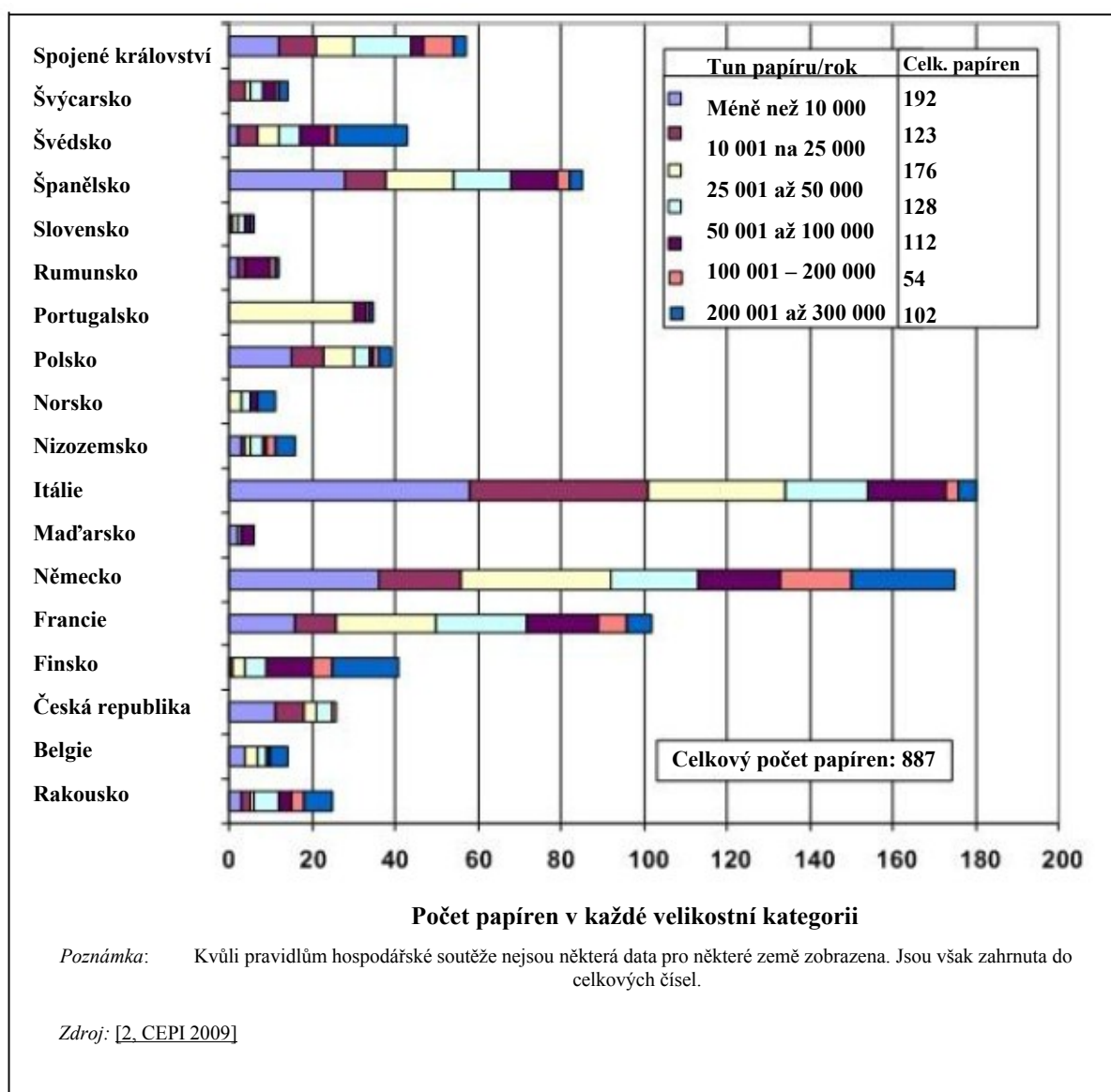
Ve výrobě bezdřevého tiskového a psacího papíru hrají vedoucí úlohu Německo, Francie, Finsko, Itálie, Švédsko a Rakousko, přičemž nezanedbatelné množství papíru se vyrábí i ve většině ostatních evropských zemí. Většinu trhu tvoří malý počet koncentrovaných výrobců (150 000 t/rok v průměru na jeden stroj, ale lze najít i větší nebo menší papírny i stroje).

Hlavními výrobci krabicových materiálů jsou Německo, Francie, Španělsko, Itálie a Švédsko. Představují cca 60 % celkové výroby. Výroba založená na recyklovaných vláknech roste rychleji než výroba na bázi primárních (panenských) vláken. Typická kapacita papírenského stroje je 200 000 – 400 000 t/rok.

Pro výrobu kartonové lepenky se jako surovina používá jak sběrová tak i primární (panenská) vláknina. Třídy založené na recyklovaných vláknech dodávají převážně Německo, Itálie, Nizozemsko a Francie, zatímco výroba skládací kartonážní lepenky a nápojových kartonů je soustředěna ve Skandinávii. Výrobní kapacita se skládá z poměrně malých papíren a strojů a průměrná kapacita stroje je 33 000 tun za rok, s výjimkou papíren, které se nacházejí ve Finsku a Švédsku a které mají průměrnou kapacitu stroje 100 000 – 150 000 t/rok.

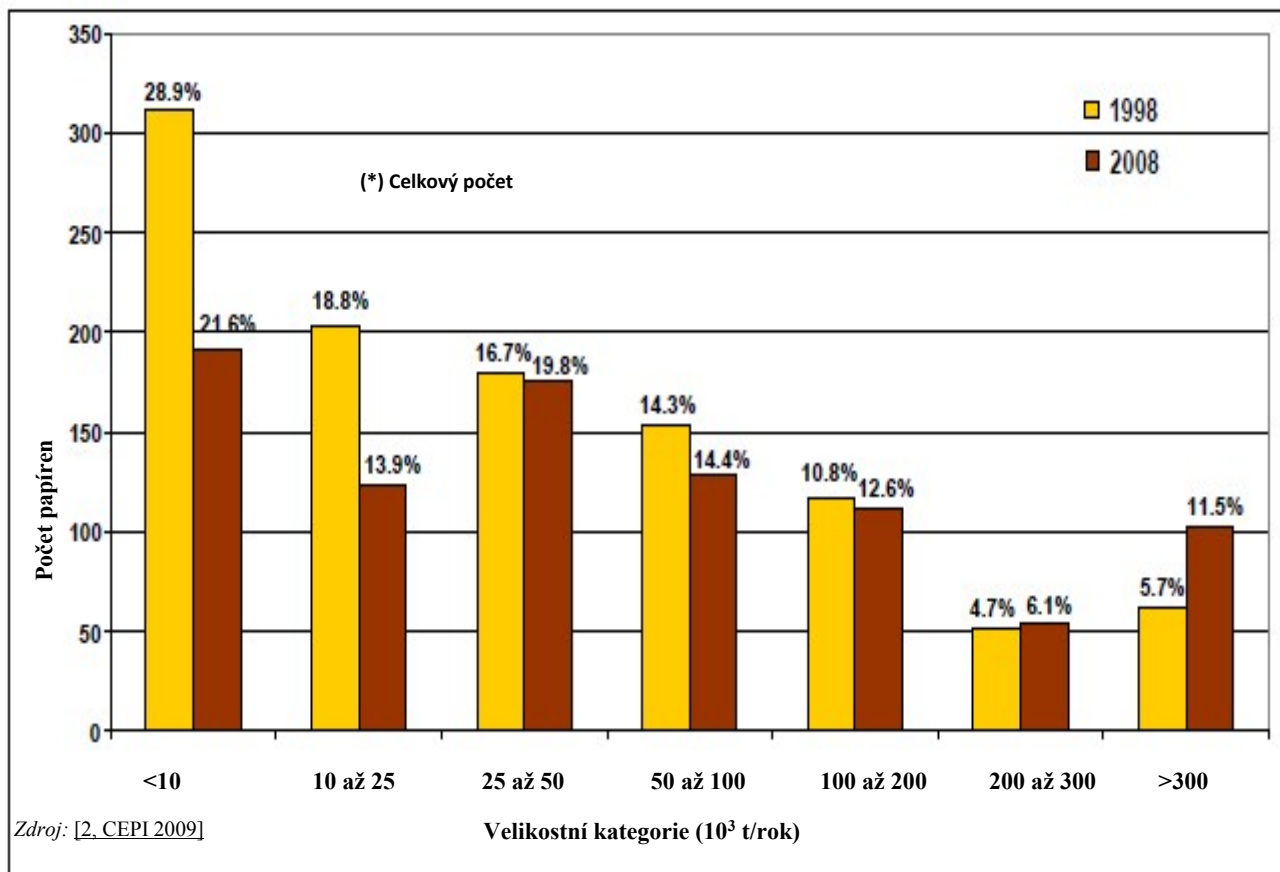
Výroba hygienických papírů (tissue) je soustředěna v pěti zemích – Německo, Itálie, Velké Británie, Francie a Španělsko vyrábějí více než 75 % hygienických papírů v Evropě. Ačkoli hygienický papír vyrábí celkem více než 60 papíren, dominují čtyři evropské výrobci, kteří vyrábějí dohromady přes 40 % a dvě americké firmy tvoří dohromady 20 % z celkové výroby. Stále existuje mnoho malých společností vyrábějících 10 000 tun za rok nebo méně; jedná se o soukromé nebo rodinné závody. Průměrná velikost stroje je relativně malá cca 30 000 – 60 000 t/rok.

Obrázek 1.13 ukazuje počet papíren v různých velikostních kategoriích v rámci celé Evropy v roce 2008.



Obrázek 1.13: Počet papíren dle objemu v Evropě v roce 2008

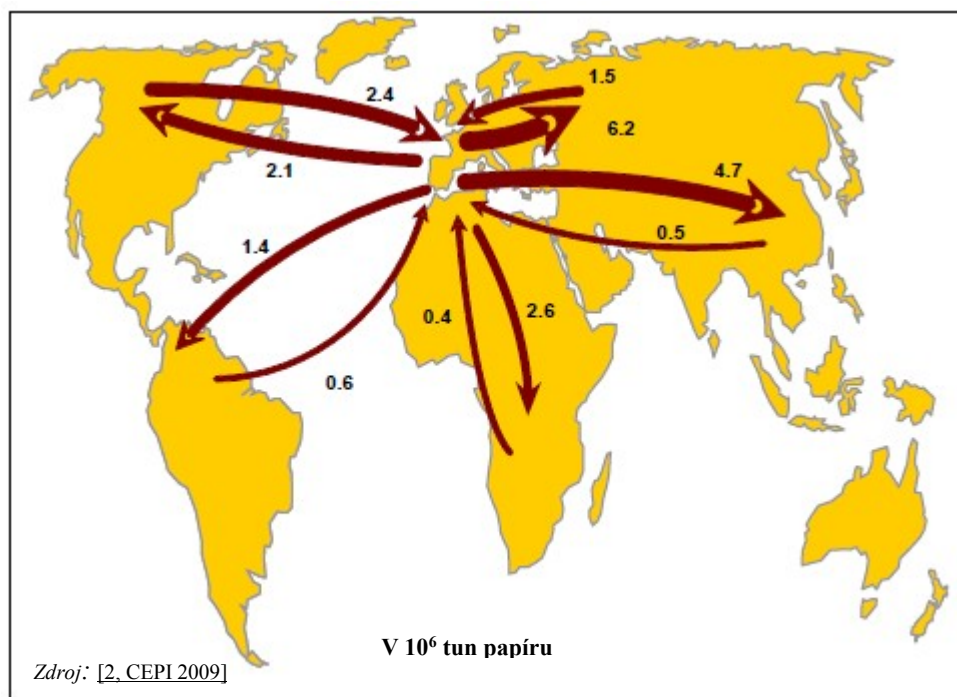
V roce 2008 byl celkový počet papíren v Evropě 887, většina z nich se nacházela v Itálii, Německu, Francii, Španělsku a Velké Británii, jež mají dohromady 599 papíren. Celkem 102 velmi velkých papíren se nachází v kategorii nad 300 000 tun za rok a 192 papíren je v kategorii malých s kapacitou méně než 10 000 tun ročně. Ve srovnání s výrobou buničiny je v provozu relativně vysoký počet malých a středních papírenských výrobních zařízení: 491 papíren s výrobní kapacitou nižší než 50 000 tun/rok, neboli o něco více než polovina papíren. Existuje trend k uzavírání menších papíren a budování větších výrobních zařízení. Obrázek 1.14 tento trend v posledních deseti letech potvrzuje. V roce 2008 tvořila průměrná vypočítaná kapacita papírenského stroje cca 123 000 t/rok.



Obrázek 1.14: Počet papíren dle objemu v zemích CEPI v letech 1998 a 2008

Přibližně jedna třetina buničiny vyrobené v Evropě je komerční buničina, tj. dvě třetiny závodů zahrnují integrovanou výrobu buničiny a papíru. Mechanické druhy papíru, jako novinový papír, SC a LWC, jsou obvykle integrovány s mechanickou buničinou a často používají pouze malé množství chemické buničiny. Úroveň integrace je velmi vysoká zejména u výroby ze sběrového papíru; téměř všechny papírny zpracovávající sběrový papír zahrnují zpracování sběrového papíru a některé z nich přidávají určité množství nakupované buničiny. Výroba bezdřevého papíru v Evropě je však založena především na kupované buničině, tj. má vysoký podíl neintegrovaného papírenského průmyslu, zatímco v severovýchodních zemích byly papírny v mnoha případech postaveny vedle celulózek.

V roce 2008 tvořily celkové dodávky do dalších evropských zemí 45,0 milionů tun, dovozy v rámci Evropy pak 45,3 milionu tun. Pokud se týče mezinárodního obchodu, obr. 1.15 ukazuje, že vývozy do zemí mimo Evropu tvořily 17,0 milionů tun, dovozy ze zemí mimo EU dosáhly 5,4 milionů tun. Od roku 2000 byl pozorován trend ke zvyšování vývozu papíru a pro většinu regionů snižování dovozu papíru.



Obrázek 1.15: Obchod s papírem z Evropy a do Evropy v roce 2008 (95 % výroby pro evropské země sdružené v CEPI)

1.5 Klasifikace celulózek a papíren pro účely tohoto dokumentu

Často se vyskytující vysoký stupeň integrace procesů v průmyslu celulózy a papíru znamená, že přístup k celulózkám a papírnám musí být spojen nejenom s popisem jednotkových výrobních procesů či linek, ale také s popisem celého závodu. Například s cílem snížit objem odpadních vod se voda obvykle recirkuluje z papírny do celulózky, což někdy znesnadňuje jasné rozlišení mezi těmito dvěma závody.

Mělo by se také vzít v úvahu, že různá zařízení a procesy (např. bělení) prováděné s vlákny u podobných výrobků mohou vést k různým emisím. Papírenské výrobky, které se jeví jako podobné (např. grafický papír), mohou být vyrobeny prostřednictvím různých procesů a technik souvisejících s různou mírou spotřeby a emisí.

Například novinový papír může být vyroben z brusné dřevovinové vlákniny-buničiny (SGW), lisované dřevovinové vlákniny-buničiny (PGW), termomechanické vlákniny-buničiny (TMP), rafinerové mechanické vlákniny-buničiny (RMP), chemicko-termomechanické vlákniny-buničiny (CTMP), sulfítové buničiny, bělené sulfátové buničiny z měkkého dřeva (BSKP) nebo odbarvené buničiny (DIP). Bělosti, které má být u buničiny dosaženo (rozsah bělení), bude mít také vliv na počáteční emisní zatížení. Při posuzování úrovně spotřeby a emisí by se proto přístup orientovaný na výrobek (v tomto případě: novinový papír) měl doplnit přístupem zaměřeným na proces. Je třeba vzít v úvahu hlavní procesy, které jsou zodpovědné za různé emisní úrovně (např. rozsah oxidačního bělení mechanické vlákniny), a posoudit i dostupná opatření ke snižování emisí.

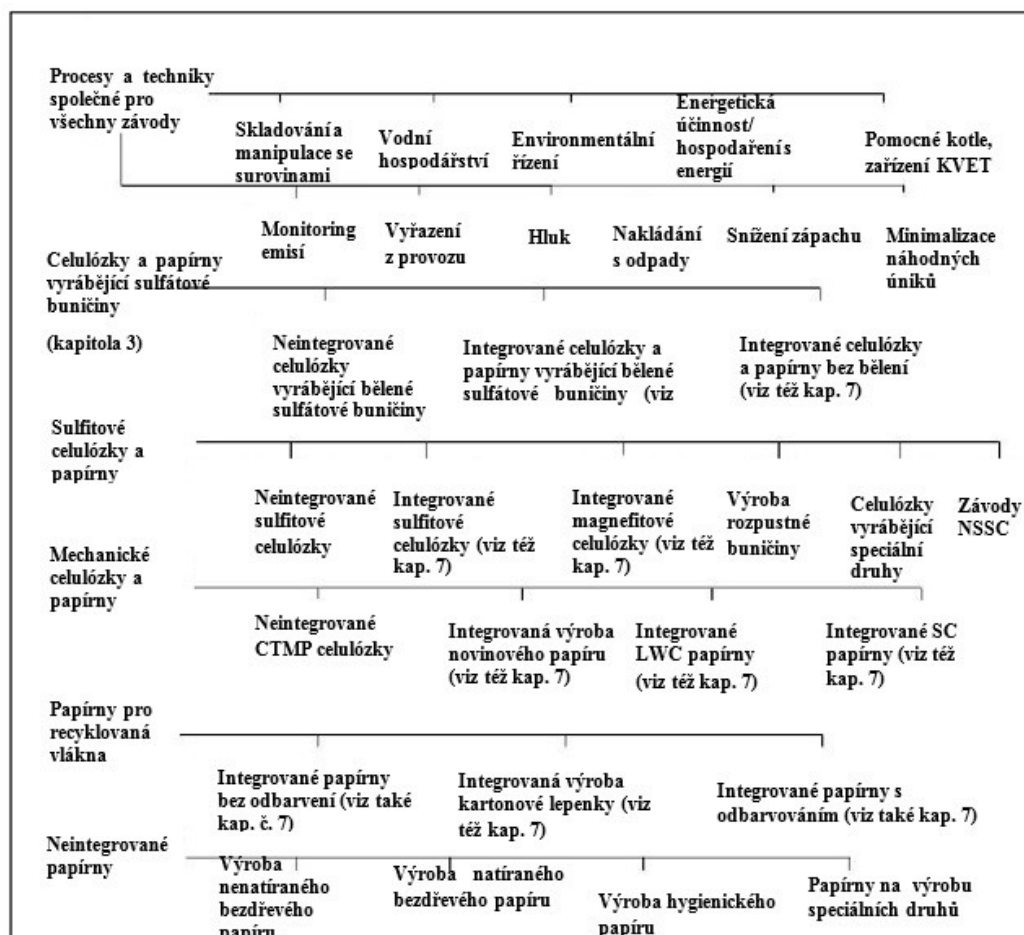
Dalším příkladem, který ukazuje, že odhad emisí z celulózek a papíren by měl vycházet z kombinace přístupu orientovaného na výrobek a přístupu zaměřeného na proces, je výroba hygienického papíru. Také u výroby hygienického papíru existuje trend používat pro dodávku vlákniny směs surovin (např. směs různých druhů primárních-panenských a druhotných-sekundárních vláken). Volba konkrétního vlákninového složení má různé důvody, například náklady na vláknité materiály, logistické aspekty, požadavky zákazníků na kvalitu vyráběného papíru. Existují papírny na výrobu hygienického papíru (většinou se jedná o toaletní papír) využívající druhotné-sekundární vlákno/sběrový papír od 10 % do 100 %. V určitém rozsahu je vyšší podíl sběrového papíru obvykle spojen s vyšším zatížením vypouštěnými organickými látkami. A konečně několik celulózek, resp. papíren, jsou konglomeráty multiproduktových závodů (viz kap. 2.1), takže je někdy obtížné alokovat přesně celkové vypouštěné množství pro určitý vyráběný buničinový nebo papírenský výrobek, když se neberou v úvahu konkrétní procesy.

Zabýváme-li se celulózkami a papírnami z environmentálního hlediska s cílem určit jejich emise, měl by se zaujmout kombinovaný přístup:

- posuzující celou celulózku nebo papírnu
- beroucí v úvahu jednotlivé výrobky a druhy vyráběných výrobků.

V návaznosti na tento přístup pak tento dokument v kap. 3 až 7 popisuje nejdůležitější druhy vyráběných výrobků a postupů používaných při výrobě buničiny, papíru a lepenky zvláště pro pět hlavních druhů těchto závodů. Hlavní druhy výroby buničiny a papíru se dále dělí na podkategorie. Struktura evropského průmyslu celulózy a papíru a uspořádání tohoto dokumentu jsou uvedeny v obr. 1.16.

Procesy a techniky v odvětví výroby buničiny a papíru, které jsou společné pro všechny/většinu závodů nezávisle na druhu vyráběné buničiny nebo papíru, jsou popsány v kap. 2.



Obrázek 1.16: Klasifikace evropských celulózek a papíren v tomto dokumentu včetně příslušných kapitol

Rozlišuje se následujících pět hlavních skupin celulózek a papíren:

- celulózký sulfátové buničiny (kap. 3)
- sulfitové celulózký (kap. 4)
- mechanické a chemicko-mechanické celulózký a papírny (kap. 5)
- závody na zpracování sběrového papíru (kap. 6)
- neintegrované papírny včetně papíren na výrobu speciálních druhů (kap. 7). Tato sekce zahrnuje také papírenskou část integrovaných závodů na výrobu sulfátové buničiny, sulfitové buničiny, CTMP a CMP.

Nejdůležitější druhy celulózek a papíren v rámci každé z těchto skupin jsou také zobrazeny v obr. 1.16. Vzhledem k rozmanitosti použitých surovin a procesů využitých při výrobě buničiny a papíru však nebude tato struktura nikdy obsahovat všechny případy, např. multiproduktové závody mohou provozovat různé linky na rozvlákňování ve stejné lokalitě (viz kap. 2.1) a neklasifikovat se tak jasně do jedné z těchto skupin.

Většina čtenářů nemusí studovat celý dokument, ale pouze ty kapitoly nebo jejich části, které se týkají daného druhu závodu. Například celulózkami vyrábějící komerční sulfátovou buničinu se zabývá pouze kapitola 3; na integrované celulózký a papírny vyrábějící sulfátové buničiny by měly odkazovat kap. 3 a kap. 7 (které uvádějí výrobu papíru a související činnosti); příslušné informace o integrovaných závodech na zpracování sběrového papíru lze najít v kap. 6 a 7.

Buničina vyrobená z jiných než z dřevných vláken tvoří jen malou část výroby (oblast CEPI: 0,6 milionu tun/rok; AT, HU, IT, PT, ES) a je příliš specifická na to, aby mohla být důkladně popsána v tomto dokumentu. Tyto buničiny proto nejsou do tohoto dokumentu začleněny. Pro ně by BAT a BAT-AEL měly být určovány zvlášť případ od případu.

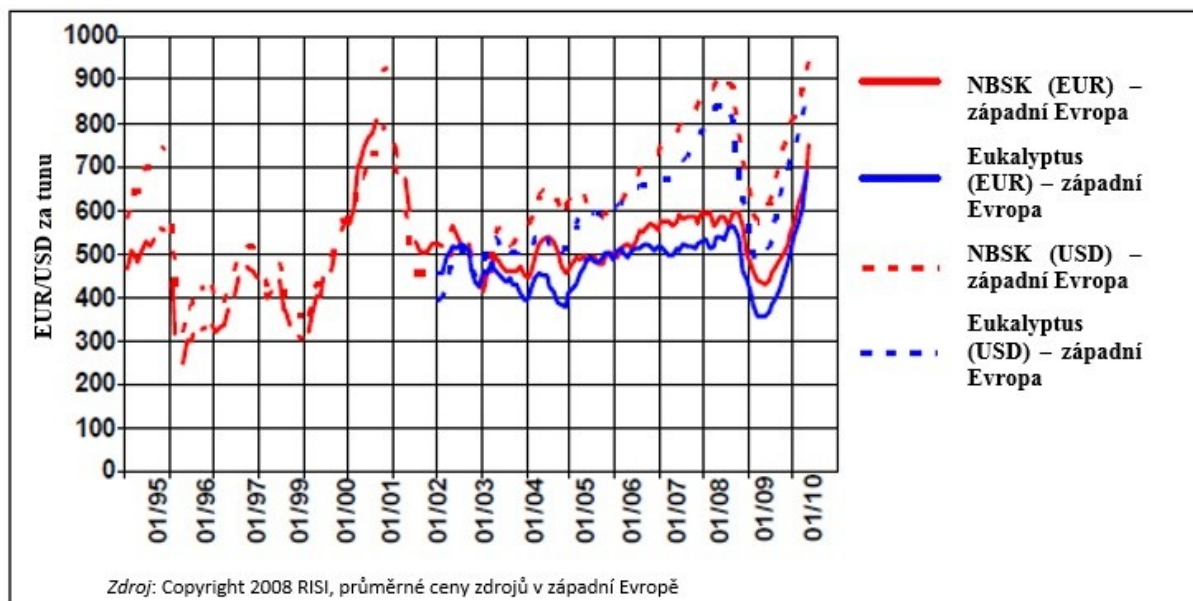
1.6 Ekonomika a zaměstnanost v průmyslu celulózy a papíru v EU

Průmysl celulózy a papíru je kapitálově náročné odvětví, což se odráží v tom, že jak dlouhodobé, tak i variabilní investiční plány, zahrnují nárůst přeshraniční integrace. Od poloviny 90. let investovalo toto odvětví v průměru 6–8 % z celkových tržeb do zlepšení kapacity a do vývoje strojů a dalšího hmotného majetku s cílem dosáhnout vyšší kvality surovin a energetické účinnosti, ale také dále zlepšovat vliv závodů na životní prostředí. Ve srovnání s ostatními regiony se také zvýšila produktivita.

Průmysl celulózy a papíru prošel procesem konsolidace a globalizace, který stále ještě nedosáhl stabilnějšího stavu. Proces koncentrace vede ke snížení počtu společností. V důsledku těchto změn se výrazně mění struktura tohoto průmyslu. V letech 1991 až 2008 se výroba buničiny zvýšila z 34,0 na 41,9 milionu tun, zatímco počet celulózek se ve stejné době snížil z 295 na 193 závodů. U výroby papíru byl trend podobný: v letech 1991 až 2008 se výroba zvýšila z 65,9 milionů tun na 98,9 milionů tun, zatímco počet papíren se snížil z 1 292 na 887. Průměrná velikost papíren se během stejného období zvýšila z 57 300 na 122 800 tun/rok [2, CEPI 2009]. Mnoho společností se rozrostlo díky investicím a zvýšením kapacity, ale také konsolidací nebo uzavřením velkého počtu malých zastaralých papíren a závodů na výrobu lepenky. Evropský papírenský průmysl je tak tvořen relativně malým počtem velmi velkých nadnárodních skupin na jedné straně a velkým počtem malých závodů na straně druhé. Velké množství relativně malých závodů vedlo k rozvoji strategií pro mezery na trhu.

Od počátku 90. let došlo k podstatné změně vlastnické struktury. Typickými rysy byly v tomto vývoji koncentrace výrobců do větších společností a slučování papíren a zámořských výrobců buničiny do větších společností. Společnosti z USA, Jihoafrické republiky nebo Indonésie byly začleněny do užších obchodních vztahů s evropskými výrobci papíru a lepenky nebo tyto vztahy vytvořily. Stejně tak byly zaznamenány trendy v regionální a lokální integraci uvnitř některých zemí, jako je např. Švédsko a Finsko. To odráží globální charakter současného podnikání ve výrobě papíru a buničiny. Kromě hlavních trhů v USA, Evropě a Japonsku se důležitým hráčem na trhu stala Asie, a zejména pak Čína. Čína byla v roce 2011 největším světovým výrobcem papíru po EU-27 (98,9 milionů tun) a USA v roce 2008 vyrobily 79,8 milionů tun. Jihovýchodní asijské trhy pravděpodobně porostou a budou lídrem světové spotřeby papíru. Jižní Amerika, a zejména Brazílie, se také stala lídrem ve výrobě komerční buničiny. Mezinárodní obchod s papírem a papírenskou vlákninou (buničina, sběrový papír) bude pravděpodobně i nadále rysem tohoto odvětví, které poroste ve všech hlavních výrobních oblastech. Nejrychlejší růst bude vidět v obchodu s papírem a lepenkou, protože země s přebytkem vlákniny dávají přednost zpracování před exportem.

Pro průmysl celulózy a papíru je typické, že dochází k extrémnímu kolísání cen, např. výkyvy cen komerční sulfátové buničiny vyplývají z hospodářských cyklů a vývoje hrubého domácího produktu (HDP), ale i spekulací v oblasti surovin a směnných kurzů měn. Nerovnováha nabídky a poptávky má také vliv na kolísání cen v závislosti na dotčeném druhu a trhu (např. nadměrná kapacita a současné dočasné zvýšení a poklesy poptávky spojené s řízením zásob). Pokud jde o druhy papíru, obecný trend spočívá v tom, že reálné ceny v dlouhodobém horizontu klesají. Kolísání cen není stejné u všech buničinných a papírenských výrobků. Čím blíže je společnost maloobchodu a koncovému spotřebiteli, tím menší je kolísání cen jejích výrobků. Například cena buničiny je mnohem proměnlivější než cena hygienického papíru. Čím menší jsou transakce a čím nižší je poptávka ze strany zákazníka, tím menší je tendence ke kolísání. Obrázek 1.17 (Copyright: RISI) ukazuje typické výkyvy cen komerční buničiny na světovém trhu pro tzv. buničinu NBSK (Nordic Bleached Softwood Kraft) a pro eukalyptovou buničinu – tj. dva druhy buničiny používané na světovém trhu jako referenční.



Obrázek 1.17: Typické kolísání cen komerční buničiny

Ceny sběrového papíru prošly v posledních třech letech také dramatickým vývojem z hlediska kolísání. Sběrový papír se obchoduje v celosvětovém měřítku a na dostupnost a ceny má obrovský dopad Čína.

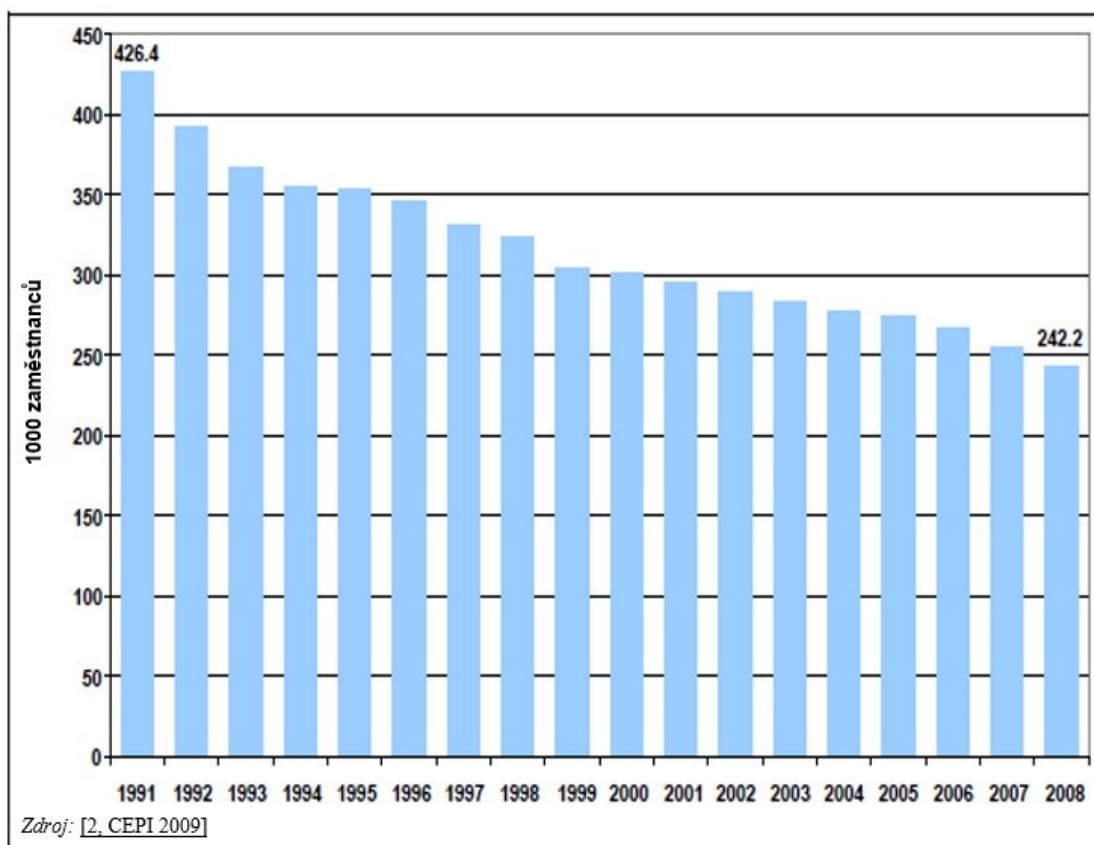
Od roku 2007 zůstávala cena dřeva v Evropě pevná, dokonce následoval i nárůst, zejména u borovice a břízy. Kolísání způsobila konkurence u dřeva používaného pro výrobu energie, které je podporováno z veřejných dotací na výrobu obnovitelné energie, zejména na bázi biomasy. Kolísání cen dřeva ještě posílilo prudké zvýšení cla zavedeného Ruskem na exportované dřevo, které vzrostlo z 1,5 EUR v roce 2006 na 15 EUR v roce 2008. Toto opatření mělo přímý vliv na Finsko, ale v menším měřítku také vedlo k nárůstu cen celulóзовého dřeva ve zbytku Evropy.

Výroba buničiny a papíru je energeticky náročná odvětví. V průměru 21 % výrobních nákladů pochází ze spotřeby paliva a elektřiny [4, CEPI 2009], a proto zlepšení energetické účinnosti výrobního procesu má konkurenční i environmentální přínos. Vyšší ceny elektřiny a plynu a zvýšení povědomí o udržitelnosti v posledních letech zaměřilo pozornost tohoto odvětví na energetickou účinnost. Nárůst cen energií evropský papírenský průmysl výrazně ovlivnil.

Celková poptávka po papíru a lepence obecně vykazuje vzestupný trend – celosvětová spotřeba papíru vzrostla z 30 milionů tun v roce 1946 na 214 milionů tun v roce 1987. Tempo růstu se od roku 1987 mírně snížilo a celosvětová spotřeba papíru tvořila v roce 1996 cca 280 milionů tun. V letech 1991 až 2008 rostla spotřeba papíru v Evropě průměrným tempem o 2,1 % ročně. V roce 2008 dosáhla světová spotřeba výše 391,3 milionů tun. Začátek finanční a hospodářské krize na konci roku 2008 tento trend prudce zastavil a zahájil pokles spotřeby papíru u většiny druhů.

Dominujícími výrobci buničiny jsou průmyslové země severní polokoule, tj. USA, Kanada, Švédsko, Japonsko a Finsko, ale tato výroba se rychle rozvíjí také v Jižní Americe, jako např. v Brazílii a Chile. V Evropě se zejména Finsko a Švédsko na příjmy z vývozu buničiny a papíru do značné míry spoléhají. Je to způsobeno vysoce „lokální“ povahou těchto výrobků, tzn. na podporu výroby je třeba jen velmi malý objem dovozu. V důsledku finanční krize, která následovala po celosvětové recesi, se světová výroba buničiny v roce 2008 snížila o 1,4 % a stejný vývoj byl pozorován i v Evropě, ale výraznější (-4,6 %). Výroba komerční buničiny vykazuje v Evropě pokles o 0,1 %.

V roce 2008 toto odvětví vykázalo obrat 78,3 miliardy EUR, poskytlo přímá pracovní místa 243 300 lidem v Evropě [2, CEPI 2009] a ještě více lidem v rámci nepřímé zaměstnanosti. Aritmeticky jedna zaměstnaná osoba vyrobí cca 172 tun buničiny a 407 tun papíru za rok (pouze aproximované údaje založené na hrubých předpokladech, protože nejsou k dispozici žádná data zvláště pro buničinu a papír). Díky tomu je papírenský průmysl finančně velmi náročným sektorem s vysokou produktivitou práce. Produktivita práce je cca 0,50 dokončené metrické tuny za hodinu na zaměstnance, což řadí evropský papírenský průmysl na druhou pozici hned za Japonsko [4, CEPI 2009]. Obrázek 1.18 ukazuje vývoj zaměstnanosti v oblasti výroby buničiny, papíru a papírenských výrobků v Evropě (země sdružené v CEPI) od roku 1990. Trend externalizace některých úkolů, jako je např. údržba a logistika, zčásti vysvětluje tento pokles.

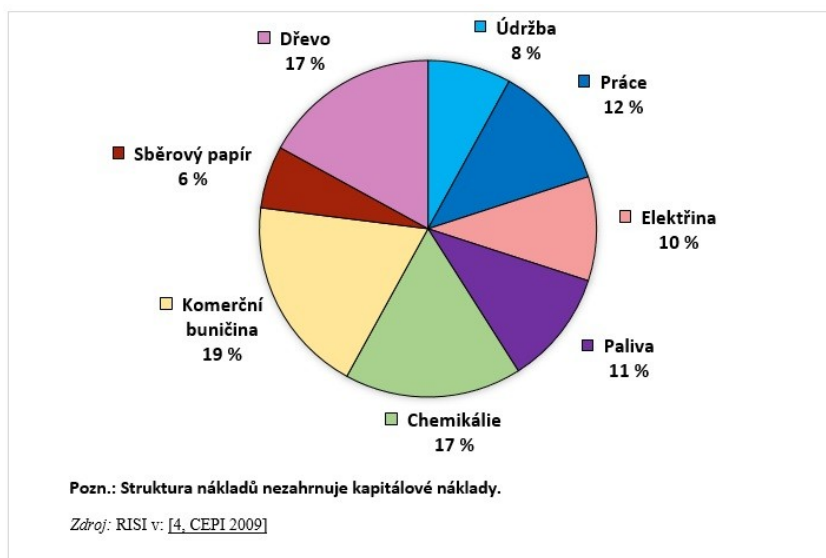


Obrázek 1.18: Celkový vývoj zaměstnanosti v Evropě (země CEPI) v letech 1991–2008

Konkurenceschopnost odvětví celulózy a papíru úzce souvisí s globálními trendy, které ovlivňují ekonomiky jako je Rusko, Čína, Indie a další asijské oblasti. Tyto země značně investovaly do nových kapacit a hrají stále větší roli v přetváření surovinové nabídky a poptávky. To platí zejména pro Čínu, která vytvořila kolem poloviny z celkové nové kapacity v posledních pěti letech. Konkurenceschopnost je také ovlivněna směnným kurzem měn a výkyvy sazeb za nákladní dopravu i otevřeností trhu (evropské trhy jsou plně otevřené na rozdíl od většiny rozvíjejících se trhů, které mají celní i necelní bariéry).

Evropský papírenský průmysl je jedním z vůdčích technologických odvětví, které si zachovalo svou konkurenceschopnost s ostatními regiony světa i přes vysoké výrobní náklady. Zvýšení nákladů na výrobu a suroviny a rozvoj papírenství v některých částech Asie a Latinské Ameriky však způsobují evropskému průmyslu buničiny a papíru značné problémy.

Obrázek 1.19 ukazuje strukturu průměrných výrobních nákladů v evropském průmyslu buničiny a papíru v roce 2009. Výrobní náklady obsahují některé spotřební materiály potřebné k výrobě nekonvertovaných výrobků připravených k expedici. Kapitálové náklady a náklady na dopravu nejsou zahrnuty.



Obrázek 1.19: Struktura výrobních nákladů v evropském průmyslu buničiny a papíru v roce 2009

V Evropě je v provozu relativně velký počet malých a středních papírenských výrobních zařízení (více než 50 % celkového počtu zařízení). Tyto závody často čelí odlišným problémům z hlediska konkurenceschopnosti s většími závody. Působí často na malých trzích, někdy vyplňují mezery na trhu a mají jinou úroveň expozice vůči mezinárodní konkurenci. Rozšíření trhu specifického pro daný druh výrobků je často více lokální nebo je omezeno na velmi konkrétní zákazníky ve srovnání s většími závody vyrábějícími jednotlivé druhy ve velkém. Menší papírny jsou vystaveny jevu zvanému „úspory z rozsahu“ (snížení průměrných nákladů na jednotku vyplývající ze zvýšené výroby, realizované prostřednictvím provozní účinnosti a dalších opatření ke snížení nákladů).

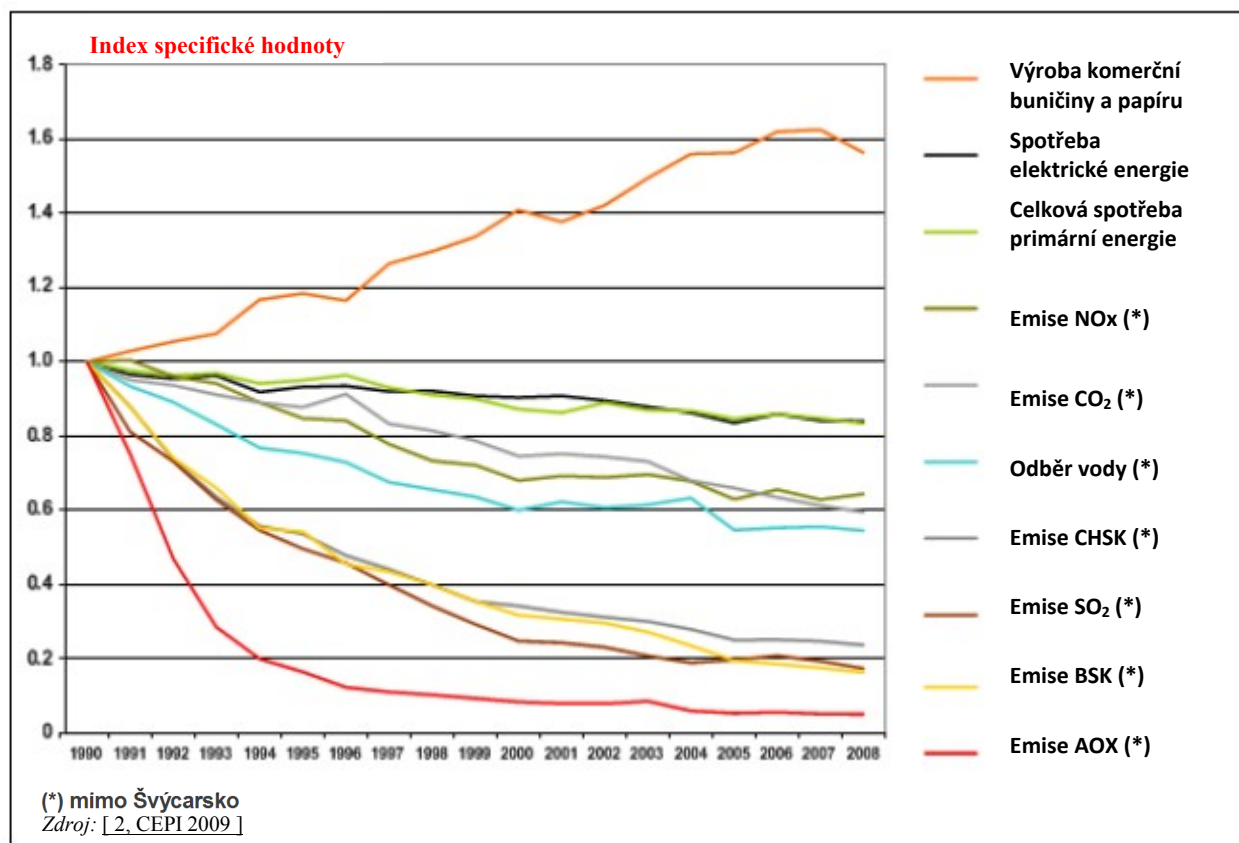
Mezi významné výhody spojené s větším objemem provozu patří kupní síla k získání suroviny a zařízení za zvýhodněnou cenu, optimalizace dopravy, větší specializace managementu a zaměstnanců (vysoký stupeň znalostí a specializace na provoz zařízení) potřebných pro zavedení výrobních procesů a zlepšení marketingových kapacit. Dalším faktorem, který by mohl přinést určité výhody na základě rozsahu výroby, je struktura potřebná pro řízení procesů: závody větších rozměrů lze řídit pomocí mnohem sofistikovanějšího a produktivnějšího zařízení (protože jejich vyšší náklady lze snadněji amortizovat) a vyžadují méně zaměstnanců. Proto, jak se zvyšuje výrobní kapacita, tak roste i možnost využití specializovaného řízení. Velikost závodu by mohla ovlivnit míru „ziskovosti“ a „účinnosti“ papírny, díky technologickým úsporám z rozsahu, což znamená, že se zvýšením výroby dochází i k reálným úsporám zdrojů [7, Italian TPS 2007]. Společnosti větších rozměrů tak v papírenském odvětví mají možnost lépe řídit náklady s cílem dosáhnout konkurenčních cen a zvýšení ziskovosti, které by jim mohlo umožnit, aby byly lépe připraveny na další investice do nových technologií. Význam úspor z rozsahu v papírenství pochází z technologií, které jsou potřebné. Ve skutečnosti je papírenský průmysl typickým kapitálově náročným sektorem, kde je poměr mezi kapitálem a prací na jednotku výrobku velmi vysoký a důležitou roli hrají technologie. Konsolidace výrobních procesů má tendenci odměňovat velkokapacitní provozy, ale i ty provozy, které integrují výrobu buničiny s výrobou papíru. Dalším faktorem, který by mohl přinést určité výhody na základě rozsahu výroby, je možnost větších závodů přilákat více kvalifikovaných pracovníků.

V papírenském průmyslu existuje silná tendence společností ke slučování, která vytváří hospodářské potíže nejslabším závodům, jak bylo vidět například v sektoru obalového papíru. Sloučení je méně podstatné tam, kde existuje možnost zavedení odlišné kvality a tam, kde malé závody mohou snadněji dosáhnout podílu na trhu. Pro zvýšení konkurenceschopnosti mají menší závody často tendenci poskytovat svým zákazníkům specifičtější výrobky a větší flexibilitu, což v mnoha případech končí vysoce specializovanou výrobou.

1.7 Hlavní environmentální problémy výroby buničiny a papíru

Celkový vývoj úrovně spotřeby a emisí od roku 1990

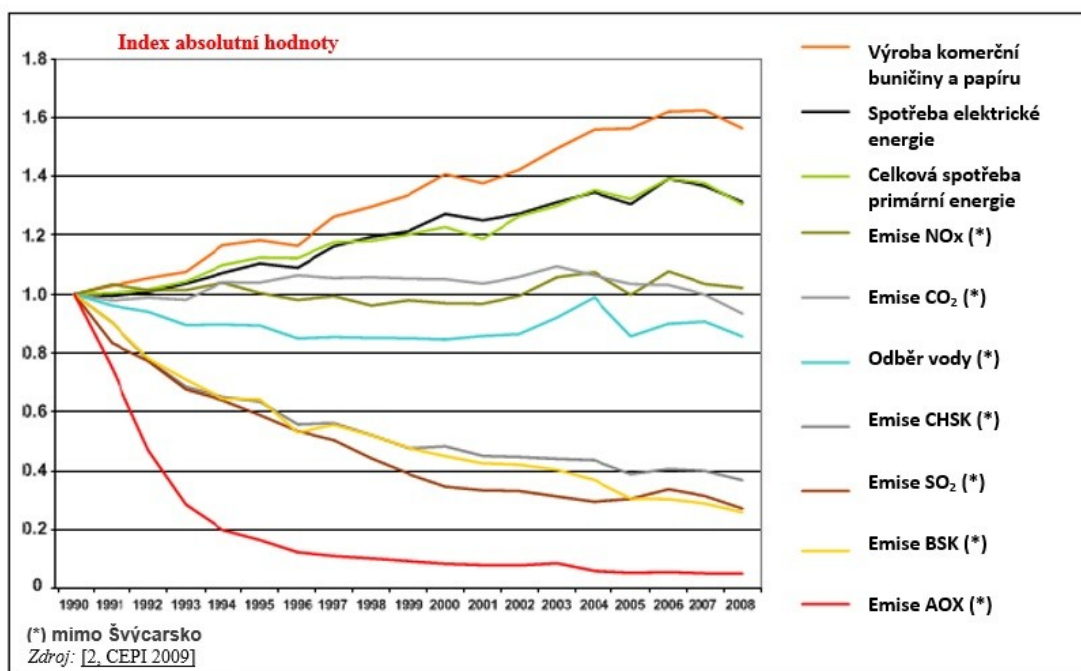
Průmysl celulózy a papíru je historicky považován za hlavního spotřebitele přírodních zdrojů (dřevo), energie (fosilní paliva, ale s podstatným podílem „bioenergie“, elektřina) a vody a je významným přispěvatelem k vypouštění znečišťujících látek a emisí do životního prostředí. Technologické změny, využívání systémů environmentálního a energetického řízení, zvýšená recyklace papíru, zaměstnávání vysoce vzdělaných a obětavých pracovníků, investice do ekologických opatření a neustálé zlepšování znamenaly přibližně od roku 1980 postupné snižování ekologické stopy a snížily emise o 80–90 % nebo i více na bázi konkrétních výrobků (na tunu výrobku). Obrázky 1.20 a 1.21 ukazují vztah mezi výrobou celulózy a papíru a úrovněmi spotřeby a emisí.



Obrázek 1.20: Vývoj specifické spotřeby a emisí (kg znečišťujících látek/tunu výrobku) v evropském průmyslu celulózy a papíru v letech 1990 až 2008

Index hodnot pro konkrétní výrobky (viz obr. 1.20) ukazuje, že spotřeba energie a emise na tunu komerční buničiny a papíru se snižují, zatímco výroba papíru a buničiny se od roku 1990 zvýšila o 60 %. Specifická spotřeba elektřiny a celková spotřeba primární energie klesaly pomalejším tempem než emise.

Index absolutních hodnot zobrazený na obr. 1.21 sleduje poněkud jiný trend. Ukazuje, jak se v letech 1990 až 2008 změnily v absolutních číslech úroveň výroby buničiny a papíru, emisí a spotřeby v evropských celulózkách a papírnách. Spotřeba primární energie a elektřiny stoupá v podobné míře jako nárůst výroby (ve zdroji není uvedeno, zda jsou do těchto hodnot zahrnuty emise CO₂, NO_x a SO₂ z výroby nakoupené elektřiny); emise do vody a emise SO₂ do ovzduší byly sníženy i přes trvalý růst výroby; emise NO_x a CO₂ do ovzduší a odběr vody zůstávají přibližně stabilní, přestože se výroba zvyšuje.



Obrázek 1.21: Vývoj absolutní spotřeby a emisí v evropském průmyslu celulózy a papíru v letech 1990 až 2008

Na obr. 1.22 je znázorněn letecký pohled na poměrně velký integrovaný závod, kde se vyrábí sulfátová buničina a jejíž část je čerpána do přilehlé (výroba mechanické vlákniny) papírny. Aktivita zahrnuje i výrobu energie a čištění odpadních vod. Obrázek ukazuje rozšíření většího závodu a obvyklý vzhled moderních zařízení.



Obrázek 1.22: Letecký pohled na integrovaný závod na výrobu sulfátové buničiny, mechanické vlákniny a papíru s kotelnou a čistírnou odpadních vod

I přes výrazné zlepšení životního prostředí, kterého bylo dosaženo od roku 1990, je nutné dosáhnout dalšího pokroku, aby se zajistilo, že každá část výrobního procesu bude šetrná k životnímu prostředí. Současné ekologické problémy v odvětví výroby papíru a buničiny lze dále shrnout.

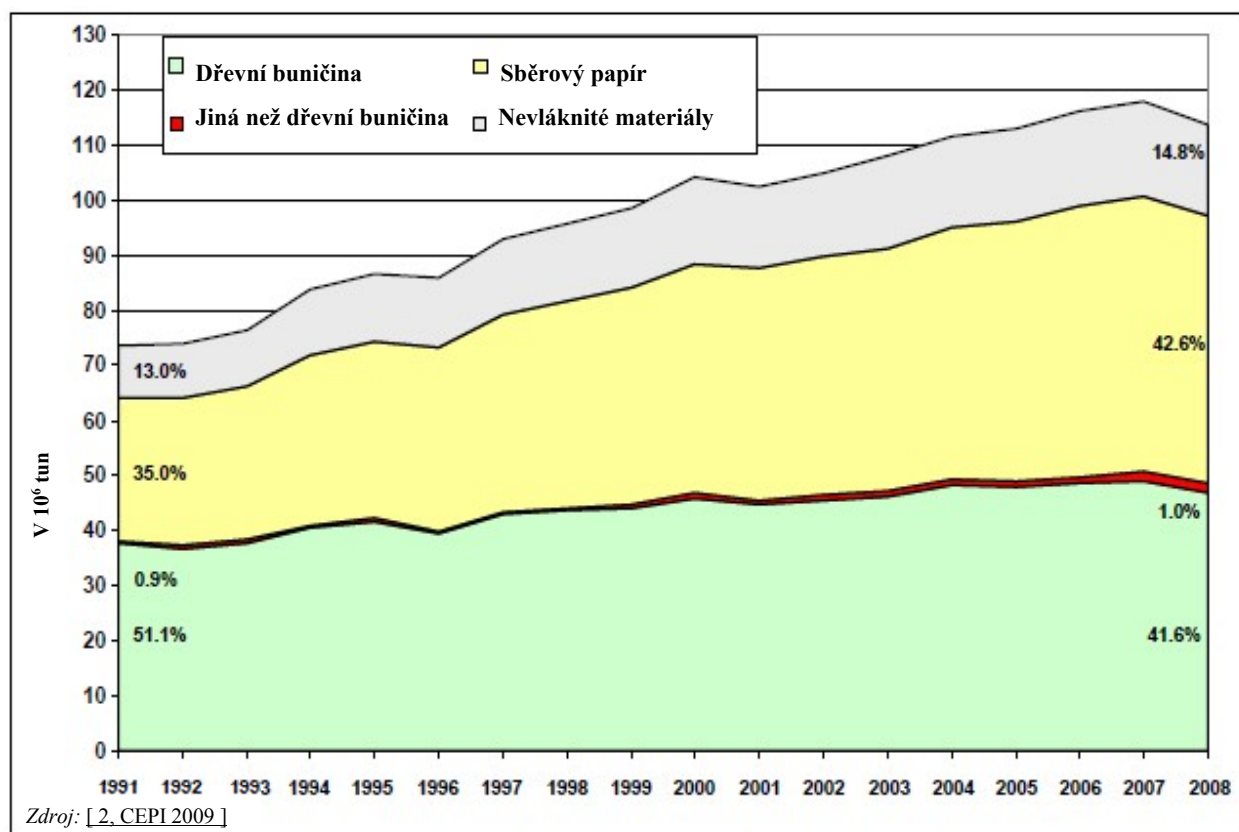
Dodávka vláknitého (celulózového) dřeva, primárního vlákna, sekundárních-druhotných vláken a nevláknitých materiálů

Mezi suroviny používané v evropském papírenství patří buničina, sběrový papír, nevláknité materiály (např. plnidla, nátěry a chemické přísady) a v omezeném rozsahu i ostatní vláknité materiály (např. bavlna, len, kůra, konopí, juta, sláma a hadry). Díky používání dřeva jako hlavní suroviny je papírenský průmysl založen na obnovitelném zdroji. Ve většině evropských zemí se certifikace trvale udržitelného lesního hospodářství stala důležitým nástrojem k zajištění toho, že dřevo použité k výrobě pochází z odpovědně spravovaných lesů, kde se rovnoměrně zohledňují hospodářské, environmentální a sociální dopady. Ekologické organizace založily první systém certifikace pod hlavičkou Forest Stewardship Council (FSC). Následovalo pak několik dalších systémů. Druhým nejrozšířenějším systémem je dnes Program PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification). Třebaže certifikace byla původně vytvořena s cílem bojovat proti odlesňování v tropech, většina certifikovaných lesů se nachází na severní polokouli, z toho téměř 100 milionů m³ je v Evropě. Celkem je certifikováno 10 % (cca 380 milionů hektarů) světových lesů. Certifikace spotřebitelského řetězce (Chain of Custody) umožňuje sledovat suroviny v celém řetězci z lesa až ke koncovému výrobku, což výrobci umožňuje označit výrobek jako certifikovaný. Kromě rostoucí poptávky po certifikovaném zboží ze strany účastníků trhu (např. vydavatelé, tiskárny) to byl i určitý vývoj politiky, který vedl vlády k tomu, aby se stále více angažovaly v oblasti certifikace, např. prostřednictvím FLEGT (EU přijala Akční plán boje proti ilegální těžbě dřeva od roku 2004 nazvaný „Forest Law Enforcement, Governance and Trade“) a ekologických veřejných zakázek.

Rostoucí konkurence mezi dřevem pro bioenergií a dřevem pro papírenský průmysl představuje nový úkol z hlediska dlouhodobé dostupnosti a nákladů.

Jakmile jsou výrobky založené na lesním hospodaření spotřebovány, začíná pro většinu z nich nový život jako cenná druhotná surovina nebo jako biopalivo. Sběrový papír v roce 2008 představoval 42,7 % celkových použitých surovin a 50 % použité vlákniny. Sběrový papír poskytuje důležitý doplňující zdroj vlákniny pro výrobu papíru. Snižuje množství papíru v toku odpadů, čímž snižuje i tlak na kapacitu skládek a emise skleníkových plynů z rozkladu papíru na skládkách. Mnoho evropských zemí oficiálně přijalo své vlastní cíle v oblasti sběru papíru a vyvinulo značné úsilí ke zvýšení povědomí veřejnosti o programech sběru papíru a o jejich přínosech pro společnost a životní prostředí.

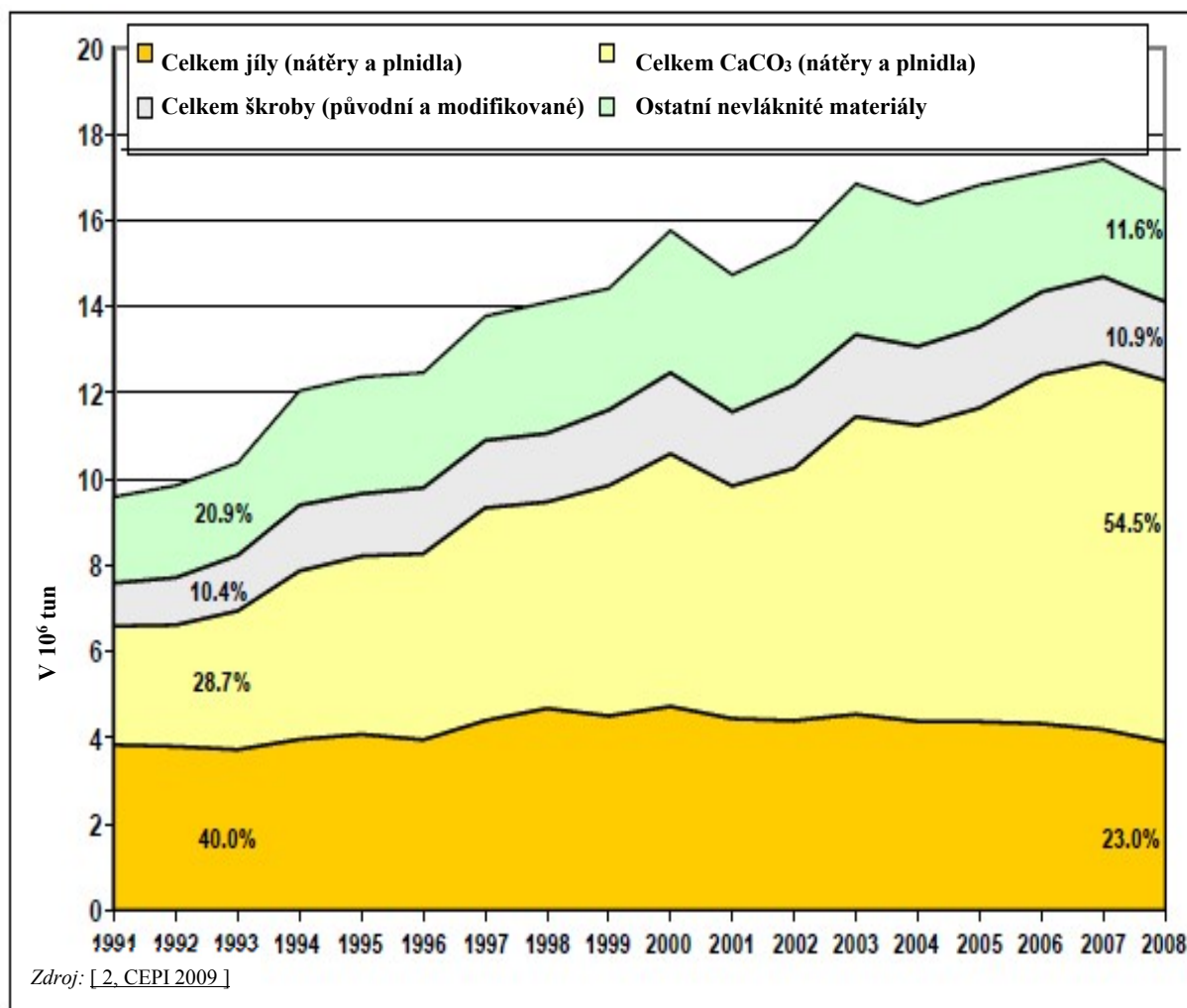
Trend spotřeby surovin pro papírenství v letech 1991 až 2008 je zobrazen na obr. 1.23. Evropský papírenský průmysl v roce 2008 použil 48,6 milionů tun papíru k recyklaci, což byl pokles o 2,6 % oproti předchozímu roku. Od roku 1991 vzrostla spotřeba papíru pro recyklaci o 89 % (cca 23 milionů tun).



Obrázek 1.23: Spotřeba surovin v papírenství v zemích CEPI v letech 1991–2008

V roce 2011 se v Evropě použilo téměř stejné množství dřevní buničiny a sběrového papíru. V nadcházejících letech lze očekávat pravděpodobně pomalý nárůst recyklace, protože zpracování sběrového papíru v Evropě dosáhlo velmi pokročilé úrovně. V některých členských státech lze z hlediska sběru a recyklace dosáhnout pokroku. Obecně lze říci, že ekodesign, recyklace, třídění a sběr jsou oblasti, kde je stále možné dosáhnout dalšího pokroku.

Mezi nevláknité materiály, které jsou používány ve větším množství v papírenství, patří kaolín, uhličitán vápenatý, škrob a další nevláknité materiály (chemické přísady). Evropský papírenský průmysl v roce 2008 použil 16,7 milionů tun těchto surovin, což je 14,7 % surovin používaných v tomto odvětví. Obrázek 1.24 ukazuje spotřebu nevláknitých materiálů v zemích CEPI v letech 1991 až 2008. Značný nárůst využívání uhličitánu vápenatého vyžaduje pozornost, protože tento trend vede k vyšší koncentraci CaCO_3 v provozních vodách papíren zpracovávajících sběrový papír (viz kap. 6.3.5).

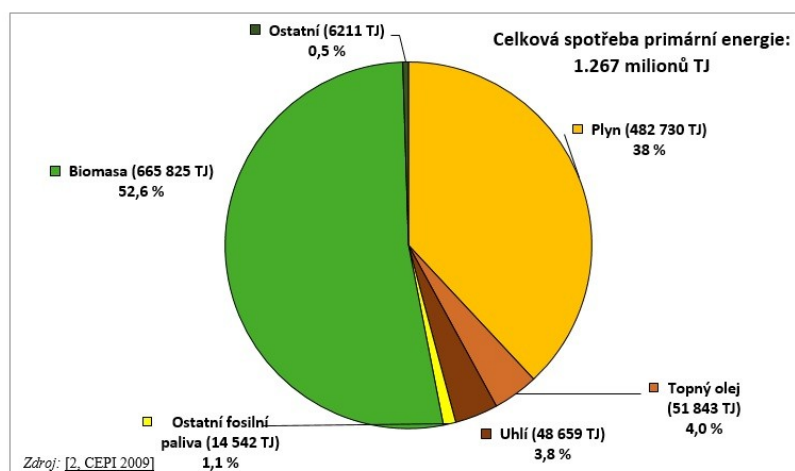


Obrázek 1.24: Spotřeba nevláknitého materiálu v zemích CEPI v letech 1991–2008

Plnidla, nátěry a škrob často dodává několik velkých výrobců chemikálií. Pokud jde o škrob, výrobci v Evropě používají kukuřici, pšenici nebo brambory. Kaolín a uhličitán vápenatý jsou nerosty těžené po celém světě a uhličitán vápenatý částečně vzniká procesem srážení ($\text{CaO} + \text{CO}_2$).

Využívání paliv a energie, emise CO_2 a změny klimatu

Průmysl celulózy a papíru je velmi energeticky náročným odvětvím. Existuje široká různorodost buničinných a papírenských výrobků a procesů a každý má jiné energetické požadavky. Výroba 1 tuny papíru vyžaduje v průměru cca 11,5 GJ primární energie v závislosti na použitých surovinách a vlákninovém složení, druhu a kvalitě vyráběného papíru a použitých metodách. Energie potřebná pro výrobu papíru je srovnatelná s jinými energeticky náročnými výrobky, například cementem nebo ocelí. Na druhé straně nejdůležitějším přírodním zdrojem pro výrobu papíru je biomasa, především dřevo jako hlavní zdroj vlákna, jehož použití je považováno z hlediska CO_2 za neutrální. Dnešní průmysl celulózy a papíru je největším uživatelem a producentem energie z obnovitelných zdrojů a do značné míry spoléhá na biopaliva: cca 50 % veškeré primární energie je založeno na biomase. Na obr. 1.25 jsou znázorněny podíly energetických zdrojů na spotřebě primární energie v evropském průmyslu celulózy a papíru v roce 2008. Biomasa činí 52,5 %.



Obrázek 1.25: Podíly spotřeby primární energie v evropském průmyslu celulózy a papíru v roce 2008

Energetická účinnost a snižování spotřeby fosilních paliv jsou pro tento sektor důležitým tématem a mají konkurenční a environmentální důsledky. V mnoha evropských zemích se připravují programy energetické účinnosti pro toto odvětví. Celková poptávka po provozní energii je však stále vysoká.

Dalším klíčovým aspektem vlivu tohoto sektoru na životní prostředí je vlastní výroba elektřiny a tepla. Průmysl celulózy a papíru je jedním z největších spotřebitelů kombinované výroby elektřiny a tepla (KVET), která papírnám umožňuje ušetřit cca 30 % energie ve srovnání s konvenčními technologiemi, a přispívat tak ke snižování emisí skleníkových plynů. V roce 2007 bylo 95,79 % celkové vlastní výroby elektřiny pro evropské celulóžky a papírny vyrobeno prostřednictvím KVET nebo cca 50 919 GWh. Tabulka 1.4 ukazuje spotřebu elektrické energie v zemích CEPI v letech 2005 až 2007 a procentuální podíl elektřiny vyrobené prostřednictvím KVET ve srovnání s celkovou vlastní výrobou elektřiny.

Tabulka 1.4: Spotřeba elektrické energie v zemích CEPI v letech 2005 – 2007

Spotřeba elektrické energie	2005	2006	2007
Vlastní výroba elektřiny (GWh)	49 591	50 873	53 157
– množství vyrobené elektřiny prostřednictvím KVET (%)	95,55	95,96	95,79
Nakoupená elektrická energie (GWh)	74 926	79 194	76 980
Prodaná elektrická energie (GWh)	– 8 557	– 8 893	– 9 105
Celková spotřeba elektrické energie (GWh)	115 838	121 192	120 742

Poznámka: CEPI celkem: AT, BE, CH, CZ, DE, ES, FI, FR, IT, NL, NO, PL, PT, SE, SK, UK, mimo HU.
Zdroj: [2, CEPI 2009], [4, CEPI 2009]

Evropský průmysl celulózy a papíru má přímé emise cca 37 milionů tun CO₂ ročně, což tvoří 2 % emisí v rámci EU ETS (Evropský systém obchodování s emisemi) a méně než 1 % celkových emisí EU (údaje za rok 2008, zdroj: EU Community Independent Transaction Log (CITL)). Součástí systému EU ETS je cca 900 zařízení a pouze cca 260 zařízení v tomto systému není [2, CEPI 2009]. Emise CO₂ jsou převážně způsobeny spalovacími procesy: výroba elektřiny a tepla potřebného pro procesy. Nepřímé emise jsou způsobeny nakoupenou elektřinou (cca 62 % celkové spotřeby elektrické energie).

Směrnice 2009/29/ES Evropského parlamentu a Rady ze dne 23. dubna 2009, kterou se mění směrnice 2003/87/ES s cílem zlepšit a rozšířit systém pro obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů ve Společenství (směrnice EU ETS) obsahuje řadu prováděcích opatření, které Komise přijme po předchozím souhlasu členských států. Důležité je opatření, kterým Komise určila odvětví vystavená

značnému riziku „úniku uhlíku“ (tj. riziku konkurenční a obchodní nevýhody kvůli dodatečným nákladům způsobeným nadměrnými náklady na nabytí povolenek na emise CO₂). Po konzultacích byl průmysl celulózy a papíru zařazen na seznam energeticky náročných odvětví s rizikem „úniku uhlíku“ (buničina má intenzitu obchodu přes 30 % a papír přes 10 % a náklady na CO₂ přes 5 %).

Využití vody

Voda je jedním z hlavních prvků pro výrobu papíru. Je důležitým zdrojem pro papírenský průmysl už od začátku až do dnešního dne učinil tento průmysl velký pokrok při čištění a snižování množství vody používané v papírenském průmyslu. Došlo k určitému rozvoji směrem k uzavření okruhů vody v celulózkách a papírnách. A v regionech s nedostatkem vodních zdrojů nebo suchým podnebím bude v zájmu zachování kapitálově náročných výrobních lokalit nutné další snížení spotřeby vody na tunu výrobku. Tyto lokality budou pravděpodobně první, které budou vyvíjet nové techniky a metody řízení řešící úsporu vody. Dalšími důvody rozvoje technik využívajících méně vody budou pravděpodobně regionální náklady na surovou a odpadní vodu. Existuje však trend, aby nebyl kladen velký důraz na uzavírání okruhů vody v běžných celulózkách a papírnách, a to vzhledem k častým souvisejícím technickým nedostatkům, jako je vodní kámen, zvýšená koroze, hromadění solí nebo mimoprocesní prvky v technologické vodě apod. Dnes neexistují žádné celulózky sulfátové buničiny provozované kontinuálně, které by kompletně recyklovaly odpadní vody z bělírny. Jedna celulózka CTMP, sodíkové bělicí zařízení sulfátové celulózky a několik výrobců papíru vlnitých materiálů a papíru na krycí vrstvu vlnité lepenky používající recyklované vlákno (Testliner) dosáhly nulových hodnot vypouštěné odpadní vody.

Z hlediska integrace je cílem směřovat k co nejmenším možným dopadům celulózek a papíren, což znamená koncept s širším rozsahem problémů a výzev při minimalizaci spotřeby zdrojů (voda, energie, vláknina, chemické přísady) a emisí, minimalizaci mezisložkových vlivů, kdy je třeba brát v úvahu ekonomické aspekty a pracovní prostředí. V několika papírnách lze pozorovat zvýšený podíl recirkulace vyčištěných provozních vod díky realizaci moderních systémů čištění odpadních vod integrovaných do výroby. Na využívání vody se však nemá pohlížet odděleně od ostatních hlavních prvků pro výrobu, kterými jsou energie, vláknina a chemické přísady a řádné fungování všech technických zařízení. Spotřeba energie, využívání chemických přísad, provozuschopnost papírenských strojů a kvalita výrobků jsou úzce spjaty s množstvím vody používaným na tunu papíru nebo buničiny a měly by se posuzovat integrovaným způsobem.

Emise do vody

Znepokojení veřejnosti týkající se používání chloru v provozech s bělírny/bělicím programem s ohledem na potenciální nebezpečí pro životní prostředí způsobilo dramatické snížení využívání molekulárního chloru jako bělicí chemikálie od roku 1990. Orgány ochrany prostředí v mnoha zemích nastavily přísná omezení pro vypouštění chlorovaných organických látek (měřeno jako AOX) do vodního prostředí. Snížení AOX bylo dosaženo kombinací několika opatření: v západní Evropě bylo používání molekulárního chloru zcela nahrazeno chlordioxidem a používáním bezchlorových bělicích látek, jako jsou molekulární kyslík, peroxid vodíku, ozon nebo kyselina peroctová.

Díky podstatnému snížení obsahu chloridů v odtocích bylo možné uzavřít systém závodu a recirkulovat odpadní vodu z bělicího provozu zpět do systému regenerace chemikálií v závodě. Snížení jak chlorovaných, tak i nechlorovaných organických látek v odpadních vodách z celulózek bylo dosaženo do značné míry prostřednictvím opatření v rámci procesu, jako jsou: zvýšená delignifikace před bělicím zařízením pomocí modifikované várky, další kyslíkové stupně, systém sběru úkapů, účinné praní a také stripování a opětovné použití kondenzátů. Dalším faktorem, který přispívá ke snížení emisí AOX a nechlorovaných toxických organických sloučenin do vodních recipientů, byla instalace různých druhů externích čistíren.

Emise do vody byly v průběhu času řešeny a podstatně zlepšovány. Z důvodu poměrně velkého množství vody na výtoku, zejména u větších závodů, bude pro průmysl celulózy a papíru v budoucnu i nadále výzvou snížení zbývajících zatížení špatně biologicky rozložitelných organických látek, včetně některých chemických přísad, jako jsou chelatační (komplexotvorná) činidla (EDTA, DTPA), emisí živin (dusík a fosfor), které způsobují eutrofizaci v recipientech, a také vypouštění nerozpuštěných látek.

Emise do ovzduší

Chemické celulóžky v minulosti vypouštěly značné emise sirných látek (acidifikaci), ale v posledních letech byly emise sirných látek do ovzduší sníženy zejména díky výraznému pokroku v provozní technologii. Regenerační kotle a vápenné pece jsou stále důležitým zdrojem látek znečišťujících ovzduší, jako jsou prach, NO_x, SO₂, CO a v některých případech H₂S.

Kvůli potřebě tepla a elektřiny většina celulózek a papíren provozuje vlastní kotelny, pomocné kotle, parní bloky nebo kombinovanou výrobu tepla a elektřiny. Tato zařízení významně přispívají k celkovým průmyslovým emisím i přes vysokou účinnost spalování a efektivní čištění spalin. Klíčové emise do ovzduší spojené se spalováním paliv pro výrobu energie (NO_x, SO₂, prach) tak zůstanou pro tento sektor problémem, protože směrnice 2001/81/ES Evropského parlamentu a Rady o národních emisních stropích pro některé látky znečišťující ovzduší (směrnice NEC) usiluje o omezení emisí znečišťujících látek způsobujících acidifikaci a eutrofizaci a také předcházení tvorby ozonu. Záměr přesunout se směrem k dlouhodobým cílům spočívajícím v nepřekračování kritických hodnot a zatížení a v účinné ochraně všech lidí před známými zdravotními riziky v důsledku znečištění ovzduší bude také vyžadovat určitou další snahu na straně mnoha závodů, které stále mají potenciál ke zlepšení.

Pevný odpad

Mnoho společností se rozhodlo pro realizaci plánů integrovaného nakládání s odpady, které se snaží minimalizovat množství odpadů odesílaných na skládku a dále zvýšit podíl odpadů, které se opětovně používají nebo recyklují (včetně získávání energie). Mezi cíle v rámci hospodaření s odpady v odvětví výroby buničiny a papíru patří jejich použití jako obnovitelná paliva, látky zlepšující půdu nebo suroviny pro jiná průmyslová odvětví nebo jejich konverze na produkty s přidanou hodnotou pro ostatní uživatele. Nové koncepty v tomto sektoru jsou zaměřeny na nejlepší možné využití a energetické využívání většiny odpadů vzniklých na místě, pokud možno i recyklace popela, např. ve stavebnictví nebo cementárnách, anebo použití popela pro stabilizaci půdy. Obecným cílem je minimalizovat množství odpadu odváženého na skládky. Cílem těchto řešení je dosáhnout za přijatelných nákladů snížení odpadu, obnovy zdrojů a energetické účinnosti.

Zápach a hluk

Očekává se, že na lokální úrovni bude obtěžování zápachem a hlukem z papíren nebo celulózek i v budoucnu prioritou pro environmentální opatření v tomto sektoru.

Doprava

Doprava je zásadní téma pro evropský průmysl, zejména vzhledem k úzce souvisejícím otázkám energetiky, změn klimatu, využívání fosilních paliv, hluku a kvůli dalším problémům souvisejícím s dopravou. Doprava je neodmyslitelnou součástí tohoto odvětví, jehož suroviny se obvykle nacházejí ve značné vzdálenosti od koncových trhů.

Silniční doprava zůstává hlavním druhem dopravy pro evropskou distribuci buničiny a papíru a vzhledem k současné poptávce na trhu tomu tak bude pravděpodobně i nadále. Alternativy, jako je železnice, často nespĺňují očekávání sektoru v oblasti nákladů a služeb. Tam, kde je to dostupné a možné, může být nákladově efektivní a environmentálně šetrnou alternativou lodní doprava. Společnosti často používají síť založenou na železniční, silniční a vodní dopravě. Lze však očekávat, že politika ke zmírnění změn klimatu prostřednictvím internalizace vnějších nákladů a integrace dopravy do systému obchodování s emisemi, budou dále zvyšovat snahu na výdaje spojené s přepravou surovin a hotových výrobků.

2 SPOLEČNÉ PROCESY A TECHNIKY PRO CELÉ ODVĚTVÍ CELULÓZY A PAPIŘU

Jak číst tuto kapitolu

Některé procesy a postupy v průmyslu celulózy a papíru jsou společné pro většinu závodů nezávisle na druhu vyráběné buničiny nebo druhu papíru. Ty jsou popsány v této kapitole. Tyto procesy/operace mohou hrát jen podpůrnou roli pro hlavní výrobu buničiny a papíru nebo mohou přispívat k vlivu činnosti závodu na životní prostředí a mít vliv na nejlepší dostupné techniky spojeným s procesem, které jsou popsány podrobněji v kapitole 8. Křížové odkazy směřují čtenáře na podrobnější aspekty, o kterých je pojednáno v kapitolách týkajících se jednotlivých procesů.

Kapitola začíná diskusí o obecném pojetí toho, jak přistupovat k emisím u integrovaných závodů na výrobu buničiny a papíru nebo závodů vyrábějících více výrobků (viz kap. 2.1).

Pak jsou uvedeny informace a údaje o obecných postupech používaných v rámci tohoto sektoru (od kap. 2.2). Jedná se o horizontální témata nebo činnosti, které se nevztahují k jedné konkrétní činnosti týkající se buničiny a papíru. Smyslem této kapitoly je sledovat toky hlavních surovin, které vstupují do celulózek nebo papíren, které jsou zde převedeny na buničinnové a papírenské výrobky (zdroje vlákniny, chemické přísady, voda, energie), a popisovat obecné techniky, které lze zvažovat v rámci integrované prevence a omezování znečištění.

Kapitola o běžných procesech a technikách je členěna podobně jako ostatní kapitoly týkající se procesů (3 až 7) v tomto dokumentu: začíná popisem použitých technik a ukazuje jejich vliv na životní prostředí (viz kap. 2.2 až 2.8).

Úrovně spotřeby a emisí jsou zde uvedeny pouze pro dva případy: (a) úrovně spotřeby energie týkající se energetického využití jsou uvedeny (kap. 2.5.2 a 2.5.4), pokud je to považováno za nezbytné pro pochopení obecných aspektů; (b) u výroby páry a elektrické energie v celulózkách a papírnách jsou úrovně spotřeby a emisí uvedeny zde (kap. 2.6.2) a platí pro ně stejný přístup jako pro specifické procesy v kapitole 3 až 7.

Potom jsou od kapitoly 2.9 popsány obecné postupy, které se zvažují při stanovení BAT. A také ty techniky z kapitoly 2, které jsou považovány za BAT pro toto odvětví jako celek, jsou shrnuty v kap. 8.1 „Nejlepší dostupné techniky“. Tyto nejlepší dostupné techniky jsou vhodné pro snížení celkových emisí, a ovlivní proto dopady celulózek a papíren na životní prostředí.

Pro získání úplného náhledu na BAT pro konkrétní zařízení je nutné kapitolu 2 chápat ve spojení s příslušnými kapitolami 3 až 7, které se vztahují na dané celulózky a papírny.

2.1 Integrované nebo multiproduktové celulóžky a papírný

Tato kapitola o integrovaných celulóžkách a multiproduktových závodech vysvětluje zvláštní rysy, které je třeba zvažovat u integrované výroby celulóžy a papíru, a čtenáři tohoto dokumentu doporučuje, jak postupovat při odhadu emisí z integrovaného závodu, který v jednom areálu vyrábí různé druhy buničiny a papíru.

Pro různé oblasti výroby buničiny a papíru jsou v kap. 8 popsány BAT-AEL spojené s výrobkem a procesem.

BAT-AEL pro chemické rozvlákňování a také pro výrobu papíru jsou popsány v kap. 8 pro neintegrováné závody. V praxi však velmi často existují integrované, a dokonce multiproduktové závody. V takových případech je důležité zaujmout vhodný přístup k odhadu emisí, který kombinuje příspěvek z jednotlivých dotčených procesů (rozvlákňování a výroby papíru). Takový přístup, který navrhuje smíšený výpočet pro vypouštění odpadních vod, je uveden v kap. 2.1.2. Tento přístup vyžaduje definici podmínek pro neintegrováné, integrované a multiproduktové závody.

2.1.1 Definice neintegrováných, integrováných a multiproduktových závodů

Neintegrováné závody

Neintegrováný závod znamená buď:

- celulóžku, která vyrábí tržní buničinu a neprovozuje papírenské stroje. Tržní buničina je buničina vyrobená a obvykle sušená na místě jednoho závodu a určená k prodeji výrobcům papíru na jiných místech, nebo
- papírnu, která zpracovává buničinu vyrobenou jinde a vyrábí papír.

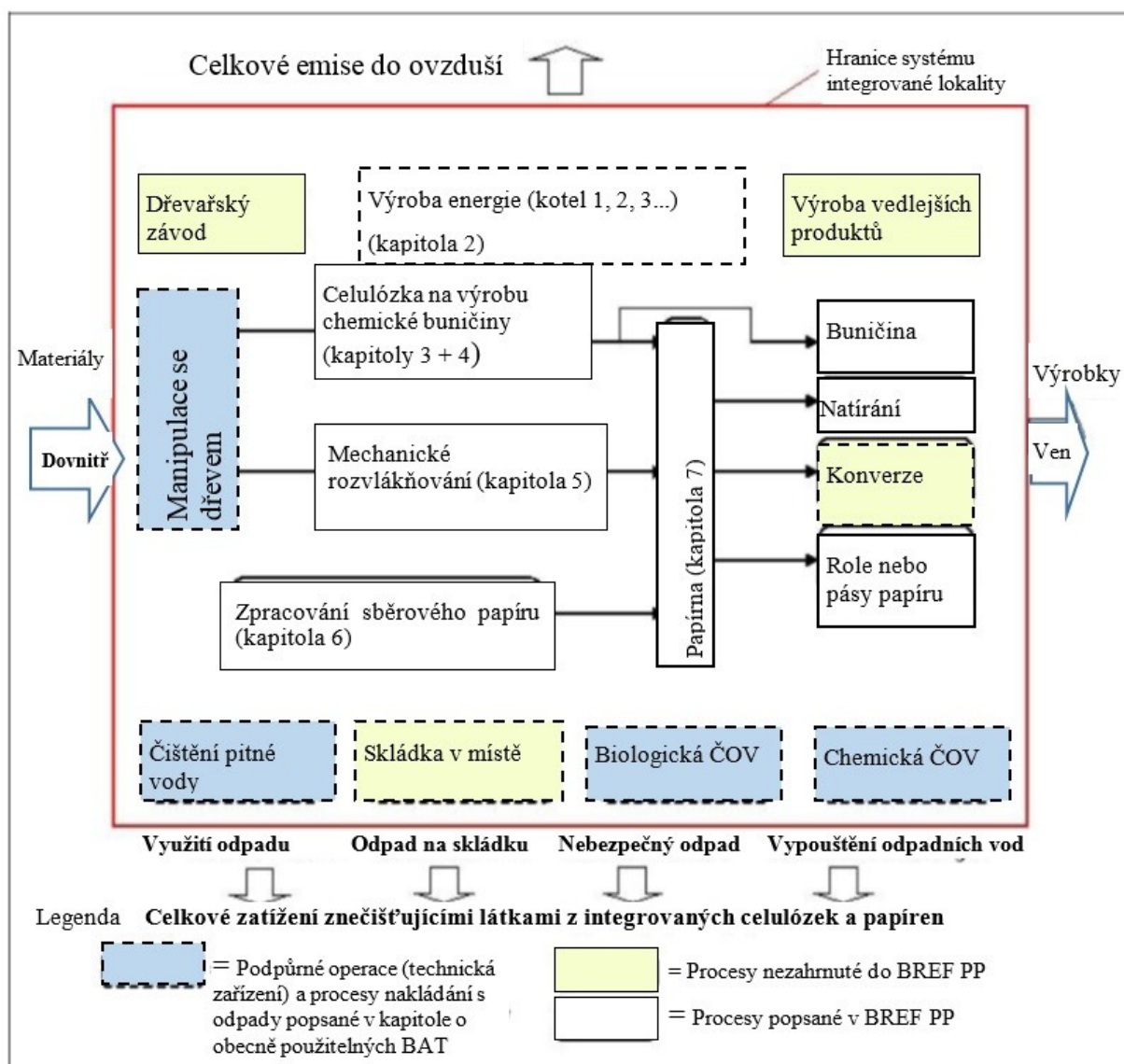
Integrované závody

Integrovaná výroba znamená, že v témže závodě jsou vyráběny buničina i papír. Buničina se před výrobou papíru nesusí. Integrované závody však mohou použít i sušenou buničinu získanou jinde. Míra integrace se může lišit od běžného integrovaného závodu na výrobu mechanické vlákniny (buničiny) a papír až po multiproduktové integrované závody. Existují především následující druhy integrováných závodů:

- chemické celulóžky (na výrobu sulfátové nebo sulfitové buničiny) s výrobou papíru;
- mechanické rozvlákňování s výrobou papíru;
- závody na zpracování sběrového papíru a výrobu papíru;
- kombinace mechanického rozvlákňování a zpracování sběrového papíru spolu s výrobou papíru;
- ostatní kombinace, např. chemickou buničinu a sběrový papír lze použít na stejném místě k výrobě jediného výrobku. V některých závodech se také může vyrábět navíc určité množství mechanické vlákniny (buničiny);
- multiproduktové závody.

Multiproduktové závody

Jako „multiproduktový závod“ se označuje výrobní lokalita, kde se vyrábí široké spektrum výrobků na bázi dřeva (řezivo, chemická buničina, mechanická vláknina nebo buničina ze zpracování sběrového papíru, různé druhy papíru a lepenky a vedlejší produkty získané ze dřeva). Schéma takového multiproduktového závodu a hlavních procesů a možných kombinací je uvedeno na obr. 2.1. Tento obrázek také ukazuje, kde jsou v tomto dokumentu jednotlivé postupy popsány.



Obrázek 2.1: Přehled různých procesů v multiproduktovém závodě a místa, která jsou popsána v tomto dokumentu

Multiproduktové závody mohou provozovat různé rozvláknovací linky a mohou vyrábět druhy papíru i z kombinace různých surovin. Existují multiproduktové závody s výrobou papíru i bez výroby papíru. Závod vyrábějící např. sulfátovou buničinu a CTMP, ale žádný papír, je také multiproduktovým závodem, nikoli však závodem integrovaným.

U složitých integrovaných celulózek a papíren jako je většina multiproduktových závodů existují základní rozdíly mezi emisemi do ovzduší z bodového zdroje a vypouštěním odpadních vod.

Plynné emise z bodových zdrojů jsou vypouštěny z vybraných procesů přímo do ovzduší (potom, co prošly zařízením na čištění vzduchu, pokud je k dispozici) a lze je přiřadit k určitému zdroji emisí. Nebodové zdroje, jako jsou silné a slabé plyny z celulózek na výrobu sulfátové buničiny, se sbírají z různých míst v závodě a obvykle se spalují, a tak se přeměňují na bodový zdroj. Navíc se nahromaděné zapáchající plyny uvolňují jako difuzní emise.

Odpadní vody z různých procesů integrované výroby jsou obvykle směsné a čistí se společně v biologické čistírně odpadních vod. Ve velkých integrovaných závodech, které používají různé výrobní linky/stroje, je kolísání emisí ze závodu v průběhu času menší než u menších závodů a je možné dosáhnout plynulejšího fungování biologické čistírny odpadních vod (kolísání emisí během různých

období je popsáno v kap. 10.2.1). Za běžných okolností se měří pouze na výpusti. Za čistírnou není možné rozlišit toky vypouštěné z jednotlivých procesů do životního prostředí.

U některých integrovaných závodů lze vzít v úvahu další zatížení znečišťujícími látkami, které však nemají další významný vliv: (i) některé závody provozují zařízení PCC (srážení uhličitánu vápenatého), které vytváří vysrážený uhličitán vápenatý používaný při výrobě papíru z páleného vápna a oxidu uhličitého. Odpadní voda s obsahem pevných látek ze zařízení PCC je odváděna do systému odpadních vod integrovaného závodu, což má za následek zvýšení počátečních emisí NL přivedených do čistírny odpadních vod; (ii) průsakové vody a kondenzační vody ze sušení dřeva na pilách mohou být svedeny do integrované čistírny odpadních vod. Zatížení těchto vod spotřebou kyslíku a živinami je však menší; (iii) konverze vedlejších produktů z výroby sulfátové buničiny, například další zpracování terpentýnu a tálového oleje v konverzních zařízeních umístěných v rámci integrované lokality. Odpadní vody z těchto společností často se zahraničním vlastníkem (např. Arizona Chemicals Oy pro lokalitu Stora Enso Oulu, Forchem Oy pro lokalitu UPM/Botnia Rauma) jsou svedeny do integrovaných čistíren odpadních vod.

Množství emisí do ovzduší a odpadů lze alokovat podle zdroje znečišťující látky. Emise z pomocných kotlů, regeneračních kotlů nebo vápenných pecí lze přiřadit k příslušné technické jednotce. V multiproduktových závodech však může být do regeneračního kotle přiváděno palivo z různých procesů, např. ze sulfátového procesu, linky na vlákna NSSC nebo jiných procesů. To platí i pro složky odpadu spojené s jednotlivými procesy. Hodnoty BAT-AEL pro tyto jednotlivé technické jednotky/procesy jsou uvedeny v kapitole 8 tohoto dokumentu.

2.1.2 Navrhovaný přístup k odhadu emisí pro integrované chemické celulózky nebo multiproduktové závody

Jak bylo uvedeno výše, v integrovaných nebo multiproduktových závodech existuje společné čištění odpadních vod z různých výrobních sekcí. V důsledku toho je obtížný odhad emisí pro integrované nebo multiproduktové závody pro odpadní vody.

Technické popisy základních výrobních operací v integrovaných nebo multiproduktových závodech lze nalézt v odpovídajících kapitolách tohoto dokumentu, např. podpůrné operace (zařízení), procesy a techniky, které jsou společné pro všechny závody, v kap. 2, chemické rozvlákňování v kap. 3 a 4, různé druhy mechanického rozvlákňování v kap. 5, zpracování sběrového papíru v kap. 6 a výrobu papíru v kap. 7.

V případě integrovaných závodů s mechanickým rozvlákňováním a zpracováním sběrového papíru nemusí být rozdělení nezbytné, protože mechanické rozvlákňování a zpracování sběrového papíru jsou provozovány téměř výhradně integrovaným způsobem.

Z praktických důvodů pro tyto dva druhy rozvlákňování (mechanické rozvlákňování a zpracování sběrového papíru) popis procesů, technik, BAT a BAT-AEL zahrnuje jak mechanické rozvlákňování/zpracování sběrového papíru, tak i výrobu papíru (pouze podrobný popis procesů a technik výroby papíru najde čtenář v kap. 7). Jestliže však závod vyrábí komerční mechanickou vlákninu nebo komerční odbarvenou vlákninu (DIP), platí pro něj stejné úrovně emisí spojené s použitím BAT jako pro integrovaný závod. To proto, že znečištění vzniklé během výroby papíru nebo případně během sušení buničiny, se výrazně neliší.

U parametrů, jako je spotřeba pitné vody, tok odpadní vody, specifické emisní zatížení (např. kg CHSK/ADt), celkové procesní teplo a spotřebu elektrické energie, lze pomocí dále uvedené metody pro konkrétní vypouštěné odpadní vody vypočítat celkovou spotřebu tepla a elektrické energie v procesu, hodnoty specifických emisí/spotřeby pro integrované chemické celulózky nebo multiproduktové závody. To neplatí pro běžné integrované papírny na bázi RCF a mechanické celulózky a papírny, které nejsou multiproduktovými závody.

Pro výpočet emisního zatížení multiproduktového integrovaného závodu lze použít rovnici 1 v kap. 2.1.3. Pokud však multiproduktový integrovaný závod provozuje procesy, které nejsou zahrnuty do tohoto dokumentu (například pily, viz obr. 2.1), ale které ovlivňují celkové emisní zatížení (např. zatížení odpadních vod z pily, z konverze vedlejších produktů, z výroby PCC), musí být tyto emise vzaty v úvahu při odhadu emisí pro celý závod.

Odhad lze ověřit na základě kontinuálních nebo pravidelných (jednorázových) měření emisí do ovzduší a vody, vážením jednotlivých složek odpadu a v případě spotřeby zdrojů a energie i pomocí přímých dat o výrobě v závodě.

2.1.3 Navržená metoda posuzování emisí pro konkrétní vypouštění odpadní vody

Jak bylo uvedeno výše, odpadní vody z procesů integrované výroby jsou obvykle směsné a údaje o emisích po čištění se obvykle měří jen v jednom místě na výpusti. Chceme-li vzít v úvahu individuální příspěvek z rozvlákňování a výroby papíru do měřeného celkového znečištění navrhuje se zjednodušení, které poskytuje dostatečně přesné výsledky. Navržený způsob odhadu je založen na principu aditivních podílů na vypouštění z jednotlivých sektorů/operací integrované celulózy a papírny. Tato metoda odhadu se nevztahuje na společné papírny na bázi RCF a mechanické celulózy a papírny (tj. ty, které nejsou multiproduktovými závody). Důvodem je, že pro tyto závody vyrábějící pouze vlákninu-buničinu (DIP, komerční mechanická vláknina) nebyly poskytnuty žádné údaje a také to, že v Evropě je v provozu jen několik závodů tohoto druhu. Jejich zátěž ze znečištění lze aproximovat pomocí hodnot spotřeby a emisí na tunu výrobku vyráběného v integrovaných závodech.

Zatížení určitou znečišťující látkou (znečišťující látka P, např. CHSK) z integrované chemické celulózy nebo multiproduktového závodu lze vypočítat podle rovnice 1:

$$\text{Rovnice 1: } \text{Load}_P = \text{LOAD}_{P1} \times \text{PROD}_1 + \text{LOAD}_{P2} \times \text{PROD}_2 + \text{LOAD}_{Pn} \times \text{PROD}_n$$

kde

- Load_P:** Celkové emisní zatížení znečišťující látkou P (např. CHSK) z integrované chemické celulózy nebo multiproduktového závodu. Toto zatížení by mělo být vyjádřeno pro stejné referenční období jako odpovídající čistá výroba (PROD). Jednotkou je kg znečišťující látky/den pro průměrné denní hodnoty nebo kg znečišťující látky/rok pro roční průměry.
- LOAD_{r(1,... n)}:** Hodnoty emisí znečišťující látky (P) pro různé druhy výroby buničiny a papíru.
- PROD_(1,... n):** Odpovídající čistá výroba (např. ADt/den nebo ADt/rok) každého druhu buničiny nebo papíru vyráběného v integrovaném závodě, stanovená pro stejné referenční období jako zatížení.

Jako výsledek rovnice 1 pro integrovanou chemickou celulózu a papírnu nebo multiproduktový závod dostaneme celkové emisní zatížení (např. kg CHSK/den) znečišťující látkou P (např. CHSK) za vybrané období (den, měsíc nebo rok).

Při použití rovnice 1 pro posouzení celkového zatížení integrovaného závodu je třeba mít na paměti, že tyto vypočítané hodnoty neberou v úvahu všechny vlastnosti integrovaných procesů, a jsou proto pouze orientační. V integrovaných závodech by se toto posuzování mělo provádět po dílčích procesech (rozvlákňování, výroba papíru atd.), které jsou popsány v tomto dokumentu.

Stejně odhady lze provádět pro odpovídající toky (m³/ADt) hlavních dotčených výrobních procesů s cílem určit celkový spojený tok (např. m³/den) z integrovaného nebo multiproduktového závodu (podle rovnice 2):

$$\text{Rovnice 2: } \sum \textit{flow} = (\textit{flow1} \times \textit{PROD}_1 + \textit{flow2} \times \textit{PROD}_2 + \textit{flown} \times \textit{PROD}_n)$$

Zkratky používané v rovnici 2 mají obdobný význam jako zkratky pro zatížení v rovnici 1, zatížení je však zde nahrazeno tokem. V různých případech bude možná nutné zvažovat dodatečné další emisní zdroje a opatření pro prevenci a omezování emisí.

Všechny spolehlivé metody odhadu by měly brát v úvahu vlastnosti různých toků odpadních vod, jejich biologickou rozložitelnost, typ a účinnost metody odstraňování u čistírny odpadních vod a data z výroby. Avšak v mnoha případech samotný proces čištění určuje finální emise více než vlastnosti vstupujících odpadních vod, čímž snižuje význam odhadované alokace emisních zatížení. Alokaci tak lze zjednodušit použitím transparentních předpokladů nebo posouzením účinnosti odstraňování daného systému čištění odpadních vod.

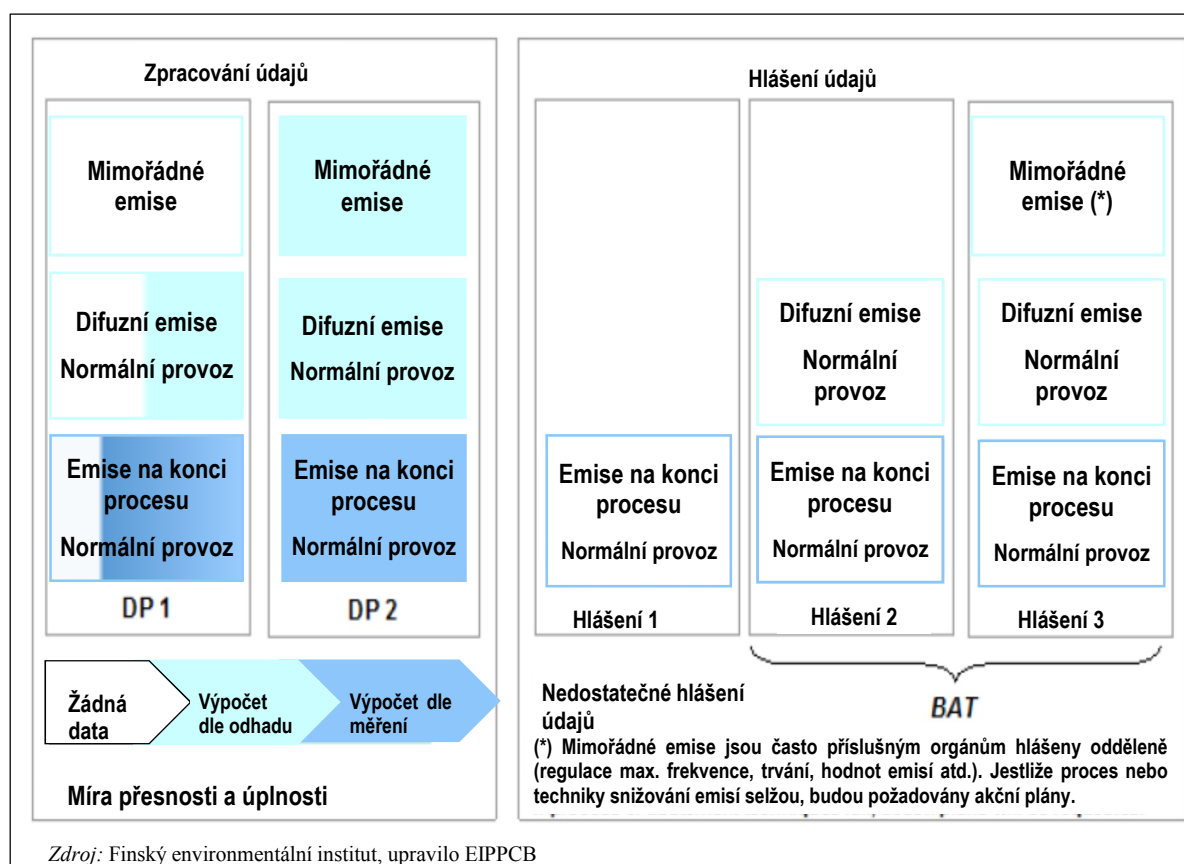
Některé integrované závody vyvinuly své vlastní individuální metody odhadu pro alokaci zatížení znečišťujícími látkami. Tyto metody jsou buď založené na poněkud orientačních předpokladech a pravidlech, nebo na laboratorním či pilotním testování různých složek odpadních vod, jakož i na dlouhodobých zkušenostech s fungováním čistírny odpadních vod. Ve druhém případě jsou obvykle k dispozici výsledky zkoušek biologické rozložitelnosti složek odpadních vod, obsah a využitelnost živin pro biomasu a celková množství snížení jejich obsahu v čistírně. Pomocí těchto informací a dat o objemu výroby a o toku a vlastnostech vstupujících složek odpadních vod mohou provozovatelé posoudit příspěvek různých výrobních procesů integrovaného závodu k celkovému emisnímu zatížení naměřenému v místě vypouštění.

Další podrobnosti na toto téma najde čtenář v příloze I (viz kap. 10.1), která popisuje dva příklady skutečných multiproduktových závodů a popisuje, jak lze v praxi odhadovat emise pro konkrétní druh vypouštěné odpadní vody.

2.2 Měření (monitoring)

2.2.1 Obecné aspekty měření (monitoringu) emisí v celulózkách a papírnách

Způsob, jakým jsou emise měřeny, silně ovlivňuje porovnatelnost údajů o vznikajících emisích, které se používají mimo jiné i pro stanovení BAT–AEL. Čtenář by měl mít na paměti, že v závislosti na účelu měření a podávání zpráv (např. kontrola shody nebo podávání zpráv o vlivu činnosti organizace na životní prostředí) se používají různá referenční období (denní, měsíční, roční průměry), viz kap. 2.2.1.3. Obrázek 2.2 ukazuje schematicky různé formy tvorby dat včetně příslušných druhů emisí, které se musí vzít v úvahu během tvorby dat a hlášení emisí z celulózek a papíren. Stupeň přesnosti a úplnosti různých metod stanovování emisí je také uveden na obrázku: přímo měřené emise a hodnoty vypočtené na základě přímého měření jsou obvykle přesné a úplné.



Obrázek 2.2: Různé formy zpracování a hlášení údajů o emisích z celulózek a papíren

Pro porovnání celkových emisí z celulózek a papíren musí být zahrnuty všechny příslušné emisní zdroje a provozní podmínky, tj. standardní, difuzní a fugitivní emise za „běžných provozních podmínek“ a „jiných než běžných podmínek“ (zahrnuje předvídatelné a nepředvídatelné provozní podmínky). Mimořádné uvolňování emisí během předvídatelných podmínek vzniká například během rutinního spouštění a ukončování provozu, během údržby nebo v důsledku běžného kolísání vstupních nebo procesních podmínek. Mezi nepředvídatelné podmínky patří např. neočekávané kolísání vstupních nebo procesních podmínek nebo selhání procesu, techniky snižování emisí nebo měřicího (monitorovacího) zařízení, anebo lidská chyba.

Podrobnější popis těchto konceptů je uveden v Referenčním dokumentu o obecných principech monitorování [269, COM 2003].

2.2.1.1 Zahrnuté zdroje emisí

Emise do vody

Celulóžky a papírny mají obvykle jen jeden bod vypouštění (viz kap. 2.2.2.1.1). Odpadní vody vypouštěné z celulózek a papíren se obvykle shromažďují ze všech částí závodu, smísí se a odvádějí se na vlastní čistírnu odpadních vod. V několika málo případech se shromážděné odpadní vody vypouští do kanalizace. Emise mohou zahrnovat chladicí vodu (pokud je znovu použita jako procesní voda) a často se berou v úvahu pouze procesní odpadní vody. Difuzní emise do vody nejsou podstatné, pokud jsou realizovány sběrné systémy a kanalizační systémy jsou pravidelně kontrolovány a udržovány.

Emise do ovzduší

U emisí do ovzduší musí být vzato v úvahu několik zdrojů pro usměrňované emise (především u spalovacích procesů). Hlavní druhy zařízení v celulózkách a papírnách, které emitují znečišťující látky do ovzduší, jsou uvedeny v kap. 2.6.1 a jsou dále popsány v kap. 2.2.2.2.1, kap. 2.2.2.2.2 a podrobněji v příslušných částech kapitol 3 až 7 (kapitoly související s procesy), které pojednávají o emisích do ovzduší. Pro řadu procesů jsou také důležité difuzní emise a je třeba je vzít v úvahu. Difuzní emise mohou hrát důležitou roli především v některých chemických celulózkách (viz kap. 2.2.2.2.6 a kap. 3.3.15). Shromažďování, čištění a měření difuzních emisí ze sulfátových celulózek je popsáno v kap. 2.2.2.2.6 a kap. 3.3.15. Ve většině sulfitových celulózek se téměř veškerý přízemní SO₂ a zápachající plyny shromažďují a spalují nebo promývají (viz kap. 4.3.22). Při vykazování celkových emisí síry ze sulfátových celulózek by se ve všech případech, kdy slabě koncentrované plyny nejsou (téměř) zcela shromážděny a vyčištěny, zápachající plyny z velkého počtu bodových zdrojů měly pravidelně měřit, posuzovat a vykazovat zvlášť. Nepříjemný zápach je prvním indikátorem difuzních emisí z procesů.

2.2.1.2 Zahrnuté provozní podmínky

Emise do vody

Běžné provozní podmínky zahrnují všechny činnosti, které se vyskytují pravidelně během běžné výroby a které mohou mít dopad na používání vody a vypouštěné hodnoty, např. údržba nebo běžné kolísání vstupních nebo procesních podmínek:

- i. U chemických celulózek běžné provozní podmínky zahrnují úkapy z varny buničiny nebo z regenerační linky, změnu výrobní kapacity, změnu dřevní suroviny, změnu kvality produktů, např. bělost (ISO %), pravidelnou údržbu a čištění. Informace o integrovaných celulózkách a papírnách – viz dále také bod iv. (papírny).
- ii. U mechanických celulózek běžné provozní podmínky zahrnují změnu cílů rafinace a použité dřevní suroviny, změnu kvality výrobků, např. bělost (ISO %), pravidelnou údržbu a čištění. Informace o integrovaných celulózkách a papírnách – viz dále také bod iv. (papírny).
- iii. U závodů na bázi RCF běžné provozní podmínky zahrnují změnu kvality použitého sběrového papíru. Informace o výrobě papíru – viz také bod iv. (papírny).
- iv. U papíren běžné provozní podmínky zahrnují změnu druhů papíru a jeho kvalitu, přetrhy papíru, zastavení a spuštění papírenského stroje nebo jiných částí procesu kvůli přetržení papíru, pravidelnou údržbu a čištění zařízení, nádrží, potrubí, komor a podlah.

U emisí do vody jsou rozdíly mezi „běžnými provozními podmínkami“ a „mimořádnými provozními podmínkami“ obecně méně významné vzhledem k ředění a vyrovnávacím účinkům z důvodu velkých objemů vody, která je shromažďována a směřována v kanalizaci na místě, vyrovnávacích nádrží před biologickým stupněm, v některých případech i z důvodu použití nouzových nádrží (úkapy) a objemu a retenční doby v samotné čistírně odpadních vod. Hodnoty emisí stanovené v povolení obvykle pokrývají všechny druhy provozních podmínek.

Mimořádné provozní podmínky, pokud k nim dojde, jsou obvykle definovány v povolení nebo jsou hlášeny příslušným orgánům (počet událostí, časový interval, během kterého se vyskytly mimořádné emise, příčina, naměřené hodnoty emisí a kroky plánované nebo uskutečněné pro návrat do předchozího stavu). Takové mimořádné provozní podmínky mohou zahrnovat například testování nových chemických přísad, jiných nových materiálů nebo technologického zařízení, což může mít dopad na účinnost čištění odpadních vod.

Emise do ovzduší

Běžné provozní podmínky zahrnují všechny činnosti, ke kterým dochází během běžných výrobních dnů v pravidelných intervalech nebo nepravidelně (např. přetržení papíru) a patří mezi ně zejména postupy, které jsou součástí běžné údržby. Obsahují také typické kolísání emisí v důsledku změny vstupních nebo procesních podmínek.

Mezi běžné provozní podmínky, i když často ovlivňují emise do ovzduší, patří:

- změna podmínek zatížení pro kotle;
- běžné kolísání vstupních nebo procesních podmínek;
- změna druhu výrobku nebo jeho kvality;
- přerhy papíru nebo jiné přerušení v jiných částech procesu;
- pravidelná údržba a úklid v pravidelných intervalech (pravidelné čištění filtrů, praček nebo jiných částí zařízení na snižování emisí nebo měřicích systémů);
- dohled nad zařízením a „externí“ měření.

Zvláštní opatření lze stanovit pro časová období spouštění nebo vypínání systému. Mezi takové situace, které jsou obvykle definovány v povolení, patří konkrétní procesy, během nichž:

- zařízení na čištění odpadních plynů musí být vypnuto z bezpečnostních důvodů (nebezpečí deflagrace, zanášení nebo koroze);
- zařízení na čištění odpadních plynů není plně účinné kvůli nedostatečnému toku odpadního plynu; nebo
- shromažďování a čištění odpadních plynů není vůbec nebo dostatečně proveditelné, protože nádoby jsou v daném čase naplňovány nebo vyprazdňovány.

U regeneračních kotlů sulfitových celulózek, s ohledem na emise SO_2 ve většině závodů, je nutné rozlišovat dvoje různé provozní podmínky: periody „běžných provozních podmínek“ a periody „kyselého provozu“ (proplachování a čištění inkrustací v pračkách). V pořadí druhé uvedené se týkají provozního režimu, kdy jsou pračky čištěny preventivně od usazenin siřičitanu hořečnatého (MgSO_3). Během cyklů čištění pračky se zvyšují emise, protože jedna z praček nebo poslední pračka není v provozu a musí být kompenzována ostatními pračkami.

2.2.1.3 Zpracování dat

Roční údaje o průměrných emisích by měly pokrývat všechny úniky ze všech provozních zdrojů a za všech podmínek, včetně emisí na konci procesu a difuzních emisí během běžného provozu, ale i mimořádné provozní emise, pokud k nim dojde. Údaje jsou obvykle založeny na přímých měřeních (např. kontinuální a diskontinuální-periodická měření) nebo nepřímém měření (např. výpočty, hmotnostní bilance a emisní faktory). Roční zatížení by mělo pokrýt téměř 100 % celkového provozního času v případě vody (třeba poznamenat: četnost analýzy). V případě emisí do ovzduší je 100 % celkové provozní doby pokryto, pouze pokud jsou použity kontinuální měřicí systémy nebo nástroje pro konkrétní výpočty a jsou shromažďovány nebo vzaty v úvahu veškeré difuzní emise (viz pravý sloupec na obr. 2.2).

Reprezentativní denní údaje o průměrných emisích odrážejí to, čeho se obvykle dosahuje za delší a setrvalé časové období. Všechny emise, které se měří, ať už kontinuálně, diskontinuálně nebo pomocí jednorázových vzorků, jsou zaznamenány a hlášeny.

Pro účely podávání zpráv o reprezentativních dosažených emisích nebo BAT-AEL pro krátké referenční období, jako jsou např. denní průměrné emise, je často třeba posouzení sady dat, aby se tak umožnilo odstranění dat zavádějících a nereprezentativních. V mnoha případech má smysl nezabývat se neobvyklými extrémními maximálními hodnotami. Pokud by do hlášení reprezentativních dosažených denních průměrných emisí nebo BAT-AEL byly zahrnuty všechny maximální hodnoty, v některých případech by to mohlo mít za následek velmi velké, zavádějící rozpětí emisí, které by nereprezentovalo skutečný vliv činnosti závodu na životní prostředí, jelikož neobvykle nízké nebo vysoké emisní hodnoty by byly nadhodnoceny (protože se vyskytují pouze během velmi krátkého časového intervalu). Proto pro hlášení reprezentativních denních průměrných hodnot mohou být určité mimořádné provozní podmínky a neobvyklé maximální hodnoty z velmi omezeného počtu provozních dní vypuštěny. Lze použít různé metody, např. statistické postupy (95. percentil) nebo analýzu příčin neobvyklých maximálních emisí, s cílem posoudit individuálně reprezentativnost těchto údajů.

Další informace o kolísání emisí během různých referenčních období a vztazích mezi různými použitými referenčními obdobími (denní, měsíční a roční průměrné hodnoty) čtenář najde v příloze II kap. 10.2.

2.2.1.4 Prezentace údajů o emisích

Emise do vody měřené jako hodnoty koncentrací by měly být vždy doplněny odpovídajícím průtokem odpadních vod naměřeným ve stejném časovém intervalu, v jakém probíhalo vzorkování. Hodnoty koncentrací bez znalosti odpovídajícího toku mají jen malý význam. Současné odečítání hodnot průtoku a koncentrace umožňuje výpočet zatížení znečišťujícími látkami vypouštěnými do recipientu (nebo kanalizace). Zatížení lze vyjádřit v kg znečišťující látky/den (nebo měsíc či rok) nebo jako specifické emisní zatížení na výrobek (kg znečišťující látky na tunu výrobku).

Při výpočtu emisního zatížení u emisí do ovzduší by se mělo provést simultánní měření koncentrace, odpovídajícího průměrného objemového toku (tj. za stejných standardních podmínek a obsahu kyslíku) a provozní doby a o výsledcích podávat zprávy, aby se odvodila srovnatelná emisní zatížení. Pomocí těchto emisních zatížení lze vypočítat specifické emisní faktory, jako např. kg NO_x/ADt.

2.2.2 Zpracování údajů o emisích v celulózkách a papírnách

2.2.2.1 Kontrola (monitoring) vypouštěných odpadních vod

Kontrola vypouštěných odpadních vod zahrnuje odběr reprezentativních vzorků odpadních vod, analýzy, interpretace a jejich hlášení. Pro určení odpovídajících parametrů ve všech členských státech existují standardizované postupy a metody pro odběr vzorků a analýzu odpadních vod. Tyto postupy by měly využívat příslušné mezinárodní normy (např. Evropský výbor pro normalizaci (CEN), ISO) nebo vnitrostátní normy, které zajistí poskytování údajů rovnocenné vědecké kvality.

Analýzu by měly provádět akreditované laboratoře (ISO 17025). Techniky používané při kontrole (monitoringu) jsou obecně popsány v referenčním dokumentu o obecných principech monitorování [269, COM 2003]. Dále jsou proto popsány pouze aspekty, které se vztahují konkrétně na celulózky a papírny.

Při měření v rámci kontroly dodržování předpisů musí vždy být využívány standardní postupy a metody pro stanovení hlavních emisních parametrů. Lze také použít rychlé zkušební metody. Výsledky zrychlených testů by se měly pravidelně kontrolovat (například měsíčně) ve vztahu k normám EN nebo (pokud nejsou normy EN k dispozici) ve vztahu k jiným normám, které zajišťují poskytování údajů

rovnocenné vědecké kvality. Tyto zrychlené testy se také často používají pro jiná interní měření nebo analýzu některých toků a koncentrací v rámci interního monitoringu (viz další kapitola).

2.2.2.1.1 Místa odběru vzorků

Odběr v místě vypouštění (pro parametry stanovené v povolení)

Za běžných okolností se hlášená data vztahují k místu, kde jsou odpadní vody vypouštěny do recipientu, tj. po externím vyčištění. Ve většině případů to je bod, ve kterém odpadní voda opouští čistírny odpadních vod a slučuje se buď s recipientem (vypouštění), nebo s toky odpadních vod z jiných zdrojů (nepřímé vypouštění do kanalizace). Většina celulózek a papíren vypouští přímo do recipientu a zajišťuje, aby se odpadní vody rychle smísily s recipientem, v některých případech pomocí speciálních rozptylovacích zařízení.

Odběr vzorků v rámci programu interního měření

Mnoho závodů navíc odebírá vzorky z mnoha jiných míst v rámci závodu a v čistírně odpadních vod jako součást svého interního řízení kvality nebo vlastního měřicího programu. Tyto komplexnější měřicí programy mohou zajistit, aby výrobní procesy a související čistírny fungovaly dle projektované kapacity a dosahovaly cílové výkonnosti. Navíc se lze snadněji vyhnout možným poruchám čistírny odpadních vod a každého jejího technického celku anebo je zjistit v rané fázi. Pokud dojde k poruše, analýza údajů z interního měření dokáže poruchu rychle posoudit, a mohou tak být přijata nápravná opatření. Aplikace tohoto druhu interního měření umožňuje účinné řízení řádného fungování čistírny odpadních vod. Za tímto účelem mnoho závodů odebírá další vzorky z přítoků a odtoků z každé části čistícího systému pro zjištění hlavních parametrů procesu.

2.2.2.1.2 Metody odběru vzorků a období a frekvence analýz

Vzorky se obvykle odebírají způsobem úměrným průtoku pomocí kontinuálních automatických vzorkovačů. V některých případech (dostatečná stabilita proudění) se používají i časově proporcionální odběry. Zdá se, že existují rozdíly mezi jednotlivými zeměmi a závody z hlediska úplného a přesného kontinuálního měření různých parametrů: používají se různá vzorkovací období, liší se i četnost analýzy daného parametru a v několika málo případech se používají i jiné metody analýzy (např. N_{celk}).

Odběr vzorků pro analýzu lze provádět v rámci různých odběrových období:

- Jednorázový nebo náhodný vzorek, který se týká jediného vzorku odebraného z toku odpadních vod.
- Směsný nebo složený vzorek, který se týká vzorku, který je odebírán kontinuálně v daném období, nebo vzorek sestávající z několika vzorků odebraných buď kontinuálně, nebo diskontinuálně v daném období a smíchaných dohromady. Nejběžnějším odběrovým obdobím v tomto sektoru je 24 hodin (24hodinový směsný vzorek). Ve většině případů se používají kontinuální vzorky založené na průtoku.
- V některých zemích se používají různá referenční období: (i) Německo a Polsko používají také kratší období (např. dvouhodinové směsné vzorky); (ii) v Itálii se hodnoty koncentrací určují z náhodných nebo tříhodinových směsných vzorků, zatímco zatížení se vypočítává z průměrných hodnot vzorků při měření koncentrace; (iii) ve Finsku se v některých případech odebírají a analyzují týdenní, nebo dokonce i měsíční složené vzorky.
- V Německu se v některých závodech odebírá tzv. kvalifikovaný náhodný vzorek, který se týká vzorku složeného nejméně z pěti náhodných vzorků odebraných během nejvýše dvou hodin v intervalech, které nejsou kratší než dvě minuty a smíchaných dohromady. Podobný vzorek se odebírá i v Polsku (tři náhodné vzorky odebrané během nejvýše dvou hodin).

Obvykle se od pondělí do neděle odebírají 24hodinové směsné vzorky. V některých výrobních závodech ve Finsku, Norsku a Švédsku se odebírají 24hodinové vzorky od pondělí do pátku a jeden 72hodinový vzorek od pátku do pondělí. V druhém jmenovaném případě jsou průměrné denní hodnoty založeny na průměrném zatížení za víkend a měřeném průtoku pro každý samostatný den.

Tabulka 2.1 uvádí příklady odběrových období pro příslušné parametry v odpadních vodách z celulózek a papíren.

Tabulka 2.1: Příklady odběrových období pro příslušné znečišťující látky

Země	N _{celk.}	CHSK	BSK ₇ nebo ₅	P _{celk.}	N _{celk.}	AOX	EDTA	Chlorečnany
AT (*)	24 h CS	24 h CS	24 h CS	24 h CS	24 h CS	24 h CS		
DE (**)	DCS	DCS	BSK ₅ DCS	DCS	DCS ⁽¹⁾	DCS	Různé případy ⁽²⁾	Neměřeno
FI	DCS	DCS	BSK ₇ WCS nebo MCS ⁽³⁾ ⁽⁴⁾	WCS nebo MCS ⁽³⁾ ⁽⁴⁾	WCS nebo MCS ⁽³⁾ ⁽⁴⁾	WCS nebo MCS ⁽³⁾ ⁽⁴⁾	Neměřeno	Neměřeno
NE	DCS	DCS	–	24 MS nebo MCS ⁽⁵⁾	DCS nebo MCS ⁽⁵⁾	DCS	Neměřeno	Neměřeno
PL	DCS, QS ⁽⁶⁾	DCS, QS ⁽⁶⁾	BSK ₅ , DCS, QS ⁽⁶⁾	DCS, QS ⁽⁶⁾	DCS, QS ⁽⁶⁾	DCS	Neměřeno	Neměřeno
SE	DCS	DCS	Pouze vnitřní kontrola závodu	WCS	WCS	WCS	WCS	WCS v závodech na bázi ECF
UK	RS nebo DCS	RS nebo DCS	RS nebo DCS ⁽⁷⁾	RS nebo DCS ⁽⁷⁾	RS nebo DCS ⁽⁷⁾	Neměřeno		
IT (*)	RS, THCS	RS, THCS	RS, THCS	RS, THCS	RS, THCS	RS, THCS	Neměřeno	
Ostatní země	Dostatečně kvalifikovaná data nejsou k dispozici							
<p><i>Poznámka:</i> RS = náhodný vzorek; THCS = tříhodinový směsný vzorek; DCS = denní (24hodinový) směsný vzorek odpovídajícího toku; 24 h CS = 24hodinový směsný vzorek odpovídajícího toku, WCS = týdenní (jednou týdně) směsný vzorek; MCS = měsíční (jednou za měsíc) směsný vzorek. Vzorky se odebírají kontinuálně a způsobem úměrným toku.</p> <p>Rakousko</p> <p>(*) Počet měření za rok u interního měření nebo kontrola dodržování předpisů je definován příslušným orgánem. U velkých závodů může interní měření určitých parametrů dosahovat i kontinuálního měření: kontrola podle předpisů až 5krát za rok.</p> <p>Německo</p> <p>(**) Pro kontroly emisí ze strany povolovacích orgánů je odběrovým obdobím pro příslušné znečišťující látky: CHSK, BSK, P, N, AOX v Německu dvouhodinový směsný vzorek nebo kvalifikovaný náhodný vzorek.</p> <p>(1) V některých případech byly údaje vykazované jako N_{celk.} stanoveny jako anorganický dusík. V odpadní vodě z celulózek a papíren je podíl organicky vázaného dusíku obvykle vysoký a rozdíl mezi TN_b a N_{anorg} je často významný.</p> <p>(2) EDTA nebo DTPA (s obsahem organického dusíku) se stanovuje zvlášť pouze v některých závodech.</p> <p>Finsko</p> <p>(3) Vzorek vztažený k toku se ukládá do mrazáku pomocí sběrné nádoby.</p> <p>(4) Některé závody analyzují tyto parametry také denně.</p> <p>Norsko</p> <p>(5) V závislosti na recipientu dochází k častějším odběrům vzorků, obvykle každý čtvrtý týden, analyzují se týdenní směsné vzorky nebo vzorky z posledních 72 hodin.</p> <p>Polsko</p> <p>(6) V některých případech se používá kvalifikovaný náhodný vzorek (QS). Týká se vzorku složeného nejméně ze tří náhodných vzorků odebraných během nejvýše dvou hodin v pravidelných časových intervalech a smíchaných dohromady.</p> <p>Spojené království</p> <p>(7) Některé závody neměří BSK₅, P_{celk.} a N_{celk.}.</p> <p>Itálie</p> <p>(*) Počet měření za rok: u interního měření je definovaný systémem vnitřního měření; u kontroly podle předpisů je definovaný příslušným orgánem. Náhodné vzorky korespondují s využíváním zrychlených testů (např. interní měření), zatímco tříhodinové směsné vzorky jsou navázány na kontrolu podle předpisů.</p>								

Ukazuje se, že odběrová období a frekvence měření jsou podobné, ale liší se do určité míry mezi jednotlivými zeměmi i mezi závody v rámci jedné země (viz např. případy z Finska a Německa). Tyto odlišnosti by se měly zvažovat při porovnávání údajů o emisích mezi závody a zeměmi.

Všechny země měří nerozpuštěné látky, organické látky jako např. CHSK, živiny N a P a ve většině případů také obsah AOX. Ve většině zemí a závodů se u každého vzorku analyzuje CHSK (případně TOC), $N_{\text{celk.}}$, fosfor a dusík (pro sledování P a N se často používá metoda dr. Langeho). V ostatních zemích a závodech se $P_{\text{celk.}}$, $N_{\text{celk.}}$, AOX a chlorečnanů analyzují pouze u týdenních směsných vzorků. Například ve Švédsku se sledují emise chlorečnanů ze sulfátových celulózek bez elementárního chloru (ECF). Ostatní země chlorečnanů neměří vůbec.

EDTA/DTPA se analyzují u týdenních směsných vzorků v některých chemických nebo mechanických celulózkách, např. ve Švédsku a Německu. EDTA není běžný parametr a je sledována pouze tehdy, když se používá jako komplexotvorné (chelatační) činidlo, a nikoli ve všech případech. Současná povolení, např. v Německu, obsahují cílové hodnoty pro denní zatížení EDTA vypouštěné do recipientu, které mají být měřeny.

Protože po biologickém čištění jsou biologicky rozložitelné organické látky většinou odstraněny, dostává se hodnotám BSK v současnosti méně pozornosti a tento parametr se v mnoha závodech měří jen jednou za týden.

Kromě druhu odběru vzorků nebo odběrového období hraje při interpretaci a porovnání údajů o emisích důležitou roli i frekvence analýzy hlavních parametrů. Příklad frekvence analýzy je uveden v tab. 2.2. Všechny vzorky jsou uvedeny jako 24hodinové směsné vzorky. Frekvence analýzy se může lišit mezi jednotlivými parametry (P, N, AOX) i mezi závody v téže zemi. CHSK a $N_{\text{celk.}}$ se analyzují denně v podobě složeného 24hodinového vzorku, BSK jednou za týden. Zbývající parametry mají z hlediska četnosti měření poměrně široký rozsah. Toto je třeba mít na paměti například při porovnávání AOX hlášených jako „roční průměrné hodnoty“.

Tabulka 2.2: Příklad frekvence analýzy příslušných parametrů odpadních vod v celulózkách a papírnách v několika zemích

Země	NL _{celk.}	CHSK	BSK ₅	P _{celk.}	N _{celk.}	AOX	EDTA	Chlorečnany
Portugalsko	24 MS	24 MS	24 MS	24 MS	24 MS	24 MS	Neměřeno	Neměřeno
	(¹)	(¹)	(²)	(²) nebo (³) nebo (⁵)(*)	(²) nebo (³) nebo (⁵)(*)	(³) nebo (⁴) nebo (⁵) nebo (⁶)(*)	NA	NA
Finsko	24 MS	24 MS	24 MS nebo WCS nebo MCS	24 MS nebo WCS nebo MCS	24 MS nebo WCS nebo MCS	24 MS nebo WCS nebo MCS	Neměřeno	Neměřeno
	(¹)	(¹)	(¹) nebo (²) nebo (⁵)	(¹) nebo (²) nebo (⁵)	(¹) nebo (²) nebo (⁵)	(¹) nebo (²) nebo (⁵)	NA	NA
Německo	24 MS, denně	24 MS, denně	BSK ₅ týdně z jednoho DCS (⁸)	Jednou za týden jeden 24 MS (⁸)	Jednou za týden jeden 24 MS (⁸)	DCS 4 x za rok	Pro různé případy, pokud je měřitelné	Neměřeno
Polsko	Frekvence analýz je stanovena v různých případech v integrovaném povolení. Pro celulóžky a papírny je frekvence obvykle větší, například jednou za měsíc. Některé větší závody odebírají 24hodinové směsné vzorky každý den a analyzují tyto vzorky denně ve své vlastní laboratoři pro účely své vlastní kontroly.							
Ostatní země	Dostatečně kvalifikovaná data nejsou k dispozici							
<p><i>Poznámka:</i> NA = údaje nejsou k dispozici 24 MS = 24hodinový směsný vzorek odpovídající toku.</p> <p>Portugalsko <i>Zdroj:</i> CELPA Associates, 2009; (¹) analyzováno denně; (²) analyzováno jednou za týden; (³) dvě analýzy za měsíc; (⁴) příležitostná analýza; (⁵) Analyzováno jednou za měsíc; (⁶) analyzováno každých šest měsíců. (*) Podle povolení.</p> <p>Finsko (¹) Analyzováno denně; (²) analyzováno jednou za týden; (⁵) analyzováno jednou za měsíc.</p> <p>Německo (⁸) Mnoho závodů analyzuje tyto parametry také denně.</p> <p><i>Zdroj:</i> VDP, 2009.</p>								

Stanovení N a P v dlouhých intervalech neposkytuje provozovateli informace potřebné pro okamžitý zásah v případě nedostatečného dávkování živin nebo poruchy biologické čistírny odpadních vod. V těchto závodech se však provádí další interní měření.

Jako součást interního měření se v několika biologických čistírnách odpadních vod úspěšně používá on-line měření dusíku a fosforu pro řízení dávkování živin (např. DE, FI, SE). Tato on-line analýza vzorků, které se odebírají kontinuálně a proporcionálně podle průtoku, umožňuje v těchto případech přesnou kvantifikaci živin v čistírně a v případě špatného výkonu čistírny nebo nedostatečného dávkování živin pak učinit rychlá opatření.

2.2.2.1.3 Hlavní parametry a analytické metody

Všechny vzorky jsou odebírány nefiltrované akreditovanými laboratořemi dle ISO 17025 nebo laboratořemi, které úřady akceptují a které jsou pokud možno certifikovány podle jiných norem ISO (např. ISO 9001), a tyto vzorky jsou následně analyzovány (CHSK, BSK, NL_{celk.}). Použité analytické metody jsou standardizovanými metodami a příslušné orgány dané země je akceptují. Lze očekávat, že tyto analytické metody budou velmi podobné a výsledky budou mezi jednotlivými zeměmi srovnatelné. Důkazem tohoto tvrzení je tab. 2.3, která uvádí analytické metody používané ve třech vybraných evropských zemích. Všechny země používají standardizované metody, které jsou založeny na podobných principech měření.

Tabulka 2.3: Měřené parametry a analytické metody používané ve třech vzorových zemích

Parametr	Analytické metody používané ve Finsku	Analytické metody používané v Německu	Analytické metody používané v Portugalsku
Tok	Průtokoměr (magnetický a ultrazvukový) nebo průtokoměr na bázi hladiny	Průtokoměr (magnetický a ultrazvukový)	Ultrazvukový průtokoměr nebo BS 3680 – část 4C nebo průtokoměr Parshall
NL	SFS–EN 872: 1,6 µm (GF/A)	DIN EN 872 1,6 µm (GF/A)	SMEWW 2540B, D nebo EN 872 nebo SMEWW 250D; 1,5 µm
CHSK (neusazený, nefiltrovaný vzorek)	SFS 5504 ISO 15705	DIN EN 38409 nebo zrychlené testy, které jsou považovány za ekvivalentní standardním metodám (seznam poskytuje Dr. Lange)	SMEWW 5220B, D nebo ISO 15705 nebo ISO 6060:1989; také zrychlené testy
TOC	Nepoužito	EN–1484 nefiltrovaný	Nepoužito
BSK ₅ nebo 7 (neusazený, nefiltrovaný vzorek)	SFS–EN 1899 a SFS–EN 25813 nebo SFS–EN 25814	DIN EN 1899–1	SMEWW 5210B, D nebo SMEWW 2510B nebo ISO 5815–1
P _{celk.}	SFS–EN 6878 nebo SFS–EN 1189 nebo SFS 3026	Spektrometrické, často zrychlené testy	SMEWW 4500–P, A, B4, C, D, E, H nebo ISO 6878 nebo MI N° 133
N _{celk.}	SFS–EN 11905 nebo SFS 5505	DIN EN ISO 11732, DIN EN 10304–2, DIN EN ISO 13395, často zrychlený test (součet N _{anorg.})	SMEWW 4500 N a 4500NO3 I nebo ISO 11905–1 nebo ISO 10048 nebo MI N° 135
AOX	SFS–EN 1485	EN ISO 9562	EN ISO 9562 nebo DIN 38409–H14
Vodivost	SFS–EN 27888	DIN–EN 27888	Žádná data
EDTA	Neměřeno	DIN 38413–3	Neměřeno
Chlorečnany	Neměřeno	Neměřeno	Neměřeno
Teplota	Žádná data	On–line	Žádná data
pH	Žádná data	On–line	Žádná data

Poznámka:
SMEWW = standardní metody zkoušení vody a odpadních vod;
EN = Evropské normy (EN) jsou metody, které byly ratifikovány Evropským výborem pro normalizaci (CEN). Po ratifikaci platí evropské normy beze změn jako vnitrostátní normy (s výjimkou např. úvodní předmluvy).
V Německu data hlášená jako N_{celk.} byla stanovena jako anorganický dusík.
Pro stanovení N_{celk.} se v Evropě používají různé metody a druhy filtrů: Rakousko (0,45µm papírový membránový filtr), Švédsko (1,6µm filtr), Nizozemsko (7–12 µm filtr), Itálie (membránový filtr 0,45 µm), Španělsko (0,7 µm filtr ze skleněných vláken), Německo (1,6µm filtr), Velká Británie (1,2µm filtr ze skleněných vláken), Belgie (7–12µm filtrační papír), Francie (20–25µm filtrační papír, některé závody 2µm filtr).

Zdroj: Papírenská sdružení FI, DE, PT

Mnoho závodů využívá ve svém každodenním provozu zrychlené testy (např. Dr. Lange, Hach). Výsledky těchto zrychlených testů jsou pravidelně kontrolovány a výsledky jsou porovnávány se standardizovanými metody, například EN nebo ISO metodami, aby se garantovaly srovnatelné a spolehlivé údaje.

2.2.2.1.4 Vzájemný vztah mezi koncentrací a vypočteným emisním zatížením

Na základě spolehlivého měření koncentrace a toků lze údaje o emisích transformovat na specifické emisní faktory nebo zatížení. Údaje o emisích v obou formách jsou velmi užitečné pro regulátora i provozovatele. V odvětví výroby buničiny a papíru je docela běžné vyjadřovat údaje o emisích

jako specifické emisní zatížení (např. kg CHSK/ADt). V některých zemích je však častější nastavení povolených hodnot vyjádřených jako koncentrace (např. mg CHSK/l). Proto tento dokument uvádí obě jednotky a dále popisuje, jak BAT-AEL jako emisní zatížení lze převést na hodnoty koncentrací a naopak.

Je-li hodnota emisí určena pouze ve formě hodnoty koncentrace, pak tato hodnota pro znečišťující látky platí v místě, kde emise opouštějí zařízení, a jakékoli ředění (tj. přidávání více vody, která není užitečná pro proces a není nutná ani pro kvalitu výrobku) před tímto bodem při stanovení těchto hodnot není bráno v úvahu.

Doporučuje se, aby hodnoty koncentrace a zatížení byly vždy interpretovány vzhledem k odpovídajícímu průtoku, a posuzovalo se tak emisní zatížení životního prostředí stejně jako lokální vliv koncentrovaného toku odpadních vod na recipient. Nebudou penalizována opatření na úsporu vody, která udržují nebo snižují emisní zatížení, ale která mohou zvýšit naměřené hodnoty koncentrace.

Současná praxe evropských celulózek a papíren spočívá v tom, že se z naměřených koncentrací vypočítá zatížení znečišťujícími látkami, které se uvolňují do životního prostředí. Většina povolení odkazuje na hodnoty maximálního zatížení, které jsou odvozeny od BAT-AEL pro danou znečišťující látku. V povoleních jsou zatížení často vyjádřena jako denní, měsíční nebo roční zatížení (např. kg CHSK/den, t CHSK/měsíc, t CHSK/rok). Tyto hodnoty jsou odvozeny z hodnot vycházejících z technického řešení, které jsou specifické pro daný výrobek, vyjádřených v kg znečišťující látky na tunu vyrobeného konečného výrobku (např. kg CHSK/ADt). Standardy kvality životního prostředí mohou vyžadovat další opatření.

Na obr. 2.3 je pomocí příslušných rovnic vysvětlen výpočet denních emisních zatížení a specifických emisních zatížení na daný výrobek. Dále následuje příklad výpočtu pro skutečný závod a pro parametr CHSK. Výpočet může být stejný i pro všechny ostatní dotčené parametry a jiná referenční období (měsíční nebo roční časové intervaly).

Výpočet denního emisního zatížení a specifického zatížení a toků vychází ze spolehlivé znalosti následujících údajů:

- koncentrace dané znečišťující látky během definovaného časového období [např. mg/l ze smíšeného 24hodinového vzorku]
- průtok určený během stejného časového intervalu jako hodnota koncentrace [např. m³/den]
- čistá výroba během jednoho a téhož časového intervalu [např. ADt/den].

Rovnice (1) pro denní zatížení CHSK [kg CHSK/den]

Koncentrace ⁽¹⁾ [mg/l] × odpovídající průtok ⁽²⁾ [m³/den] / 1000

Rovnice (2) pro specifickou zatížení CHSK [kg CHSK/ADt]

Zatížení CHSK za den [kg CHSK/den] / čistá denní výroba [kg ADt/den]

Rovnice (3) pro specifický průtok [m³/ADt]

Denní průtok/denní čistá výroba

Stejný výpočet lze provést pro měsíční a roční průměrné hodnoty emisí. Pro měsíční specifické zatížení CHSK je denní zatížení CHSK sečteno a vyděleno čistou měsíční výrobou; pro roční specifické zatížení CHSK je zatížení CHSK pro všechny dny v roce sečteno a vyděleno čistou roční výrobou. Stejným způsobem mohou být tyto hodnoty stanoveny i pro velmi krátké referenční období (např. dvouhodinové smíšené vzorky a odpovídající dvouhodinový tok).

⁽¹⁾Výsledky laboratorní analýzy 24hodinových smíšených vzorků.

⁽²⁾Průtok se měří průtokoměry pro příslušné sledované období (den, týden, měsíc, rok).

Obrázek 2.3: Příklad pro přepočítání koncentrace dotčené látky znečišťující vodu (mg/l) na denní emisní zatížení a specifické emisní zatížení a průtoky

Výpočet pro skutečnou sulfátovou celulózu je příkladem vzájemného vztahu mezi naměřenou koncentrací a denním emisním zatížením a specifickým zatížením na výrobek pro parametr CHSK.

Koncentrace CHSK na výtoku z čistírny odpadních vod tohoto závodu je 397 mg/l (měřeno v 24hodinovém smíšeném vzorku). Odpovídající průtok během tohoto dne je 44 204 m³/den (on-line měření během odpovídajících 24 hodin). Denní zatížení CHSK lze vypočítat podle rovnice (1) vynásobením koncentrace a průtoku, což vychází na 17 549 kg CHSK/den. Čistá výroba buničiny během tohoto dne činí 1840 ADt/den (hodnota odpovídajícího dne).

Specifické zatížení CHSK na výrobek lze vypočítat dle rovnice (2), což je $17\,549 / 1840 = 9,5$ kg CHSK/ADt. Specifický průtok odpadní vody podle rovnice (3) je 24 m³/ADt.

V povoleních pro evropské celulózu a papírny se pro výpočet specifické zatížení na výrobek používají dva různé přístupy pro odpovídající výrobu: „čistá výroba“ a „instalovaná maximální kapacita“. Všechny hodnoty emisí a BAT-AEL jsou vztaženy výhradně k čisté výrobě (vzducho-suché) nebo „prodejnému výrobku“, abychom v tomto dokumentu prezentovali srovnatelná a výsledovatelná data (viz dále bod II).

I. Instalovaná maximální kapacita stroje

Instalovaná maximální kapacita stroje je definovaná kapacita výroby koncového výrobku zváženého za výrobními stroji a odsouhlasená úřady. Tato hodnota se vztahuje k roční maximální čisté výrobní kapacitě celulózu nebo k čisté výrobní kapacitě papírenského stroje (tj. papíru vyrobenému za navijákem, nařezanému a zabalenému – bez započítání papíru z přetřhů). Maximální kapacita stroje je fixní hodnota (nezávislá na skutečné výši výroby za dané časové období), která se nemění, dokud provozovatel nepožádá povolovací orgán o navýšení výrobní kapacity. Instalovaná maximální kapacita stroje se obvykle od skutečné výroby liší (viz dále bod II). Výsledek je zcela srovnatelný s prodejním výrobkem, když závod pracuje na plnou kapacitu. U dodržování povolení se specifické zatížení (např. kg CHSK/ADt) počítají na základě skutečného toku a skutečných koncentrací a výrobní kapacity stanovené v povolení. Pro externí komunikaci či podávání zpráv o vlivu organizace na životní prostředí tyto společnosti navíc často používají faktory emisního zatížení vycházející ze skutečné čisté výroby. Pro tento dokument byly údaje o emisích z těchto závodů poskytnuty na základě skutečné čisté výroby, aby byly k dispozici srovnatelné údaje.

II. Čistá výroba

(i) U papíren se čistá výroba vztahuje na nezabalenou, prodejnou výrobu za poslední navíjecí řezačkou, tj. před konverzí. U natíracích strojů mimo linky je čistá výroba po nátěru. U papíren na výrobu hygienického papíru se čistá výroba týká prodejných tun hygienického papíru z výrobního stroje před procesy převíjení a s vyloučením všech jader.

(ii) U komerčních celulózek (neintegrovaných závodů) se čistá výroba buničiny vztahuje na tonáž po zabalení (buničina při 90 % suchosti, tzv. „air dry“ – AD).

(iii) U integrovaných celulózek a papíren se čistá výroba buničiny vztahuje na tonáž po zabalení (buničina při 90 % suchosti, tj. AD) a buničinu převedenou do papírny (buničina vypočtená při 90 % suchosti, tj. AD). Pro čistou výrobu papíru v integrované celulózce a papírně viz (i).

Papírny někdy odkazují také na „prodejný výrobek“, který pro buničinu je stejný jako čistá výroba vysvětlená výše; u výroby papíru pak „prodejný výrobek“ odkazuje na hmotnost papíru, který je odeslán do skladu.

2.2.2.1.5 Zvláštní problém ovlivňující srovnatelnost údajů o emisích

V Německu je pro mnohá průmyslová odvětví N_{celk} stále definován jako součet anorganického dusíku, tj. dusitanového N, dusičnanového N a amoniakálního N. Organicky vázaný dusík není ve většině případů zahrnut. Za obvyklých okolností proto hodnoty dusíku hlášené z německých celulózek a papíren obsahují pouze část celkového vázaného dusíku (TN_b) vypouštěného do životního prostředí; proto naměřené a hlášené emise dusíku z německých papíren mají tendenci být nižší ve srovnání s papírnami ze zemí, kde se TN_b nebo N_{celk} měří a hlásí, v závislosti na podílu organického dusíku, který daný vzorek obsahuje.

2.2.2.2 Měření (monitoring) emisí do ovzduší

Účelem měření emisí je získat přesné, reprezentativní a srovnatelné údaje o množství emitovaných znečišťujících látek (viz kap. 2.2.1). Výsledky měření emisí se používají pro kontrolu dodržování předpisů, za účelem informování veřejnosti, pro výpočet emitovaného zatížení a pro optimalizaci emisního chování (např. s ohledem na NO_x a CO) nebo fungování systémů na čištění odpadních plynů (např. pokud jde o SO_2).

Používají se také k porovnání vlivu činnosti různých zařízení a technologií na životní prostředí a stanovení hodnot emisí spojených s aplikací BAT.

Nejmodernější měření emisí zahrnuje zvážení mnoha aspektů. Pro naplnění výše uvedených cílů by postup měření měl pokud možno využívat příslušné normy CEN, normy ISO nebo vnitrostátní či mezinárodní normy, které zajistí poskytování údajů rovnocenné vědecké kvality. Postup měření zahrnuje:

- lokalizaci míst odběru vzorků (např. EN 15529)
- výběr měřicích systémů (např. EN ISO 14956, EN 50379–1–3)
- kalibraci a využívání referenčních měřicích metod
- nastavení měřicích systémů
- kontrolu funkčnosti
- výpočet nejistot (např. EN ISO 20988)
- dostupnost měřicích systémů
- údržbu měřicích systémů
- realizaci zajištění kvality a systému kontroly kvality (např. EN 14181)
- měření (monitoring) relevantních parametrů procesu, jako je obsah kyslíku, teplota, tlak, obsah vodní páry, objem odpadních plynů (většinou se vypočítá), paliva, podmínky zatížení (např. EN 15529)
- výpočet koncentrací emisí (výběr nezpracovaných dat, použité algoritmy) a emitovaného zatížení
- podávání zpráv (hlášení).

Obecné informace o tom, jak vybrat reprezentativní místo odběru vzorků pro emise do ovzduší nebo problémy související s načasováním (frekvence měření, průměrná doba, pokrytí všech příslušných provozních dob), dostupností měřicích systémů nebo kontrolou funkčnosti, kalibrací a hlášením najde čtenář v referenčním dokumentu obecné principy monitorování [269, COM 2003].

Dále jsou popsány pouze nejrelevantnější aspekty specifické pro tento sektor, které by se měly zvažovat s ohledem na měření související s BAT.

2.2.2.2.1 Místa odběru vzorků

Správné umístění míst odběru vzorků silně ovlivňuje přesnost a srovnatelnost výsledků měření emisí. Obecně platí, že správná místa odběru vzorků lze vybrat pro každý bodový zdroj v celulózkách

a papírnách; například to jsou spalovací zařízení (tj. regenerační kotle, vápenné pece, kotle s fluidním ložem, speciální hořáky pro spalování zápachajících plynů, pomocné kotle, např. kotle na olej nebo plyn, kotle na biomasu, např. kotle na kůru nebo kotle na více druhů paliv, vlastní spalovny výplivů, kalů nebo biomasy, kogenerační zařízení, např. CCGT) či jiné zdroje (např. rozpouštěcí nádrže, pračky v celulózových linkách na čištění zbytkových plynů z praní, třídění a bělení v sulfátových celulózkách, sušičky papíru nebo natírací stroje). Pro lokalizaci míst odběru vzorků jsou k dispozici schválené normy (například EN 15529), které by měly být použity. V mnoha členských státech je požadován certifikát od akreditovaného odborníka, který dokládá, že místa odběru vzorků se nacházejí tak, aby umožňovala reprezentativní měření emisí. Reprezentativnost vzorku je zásadní. Dalším aspektem je volba schválených měřicích systémů.

2.2.2.2 Metody odběru vzorků u kontinuálního/diskontinuálního měření

Rozhodnutí, zda by znečišťující látka měla být měřena kontinuálně nebo diskontinuálně/periodicky, závisí především na velikosti zařízení, používaných palivech, toku odpadních plynů, době provozu, podmínkách zatížení, normách environmentální kvality, rizicích pro životní prostředí spojených s emisemi a také na případných místních podmínkách. Schválené systémy pro kontinuální měření jsou na trhu k dispozici pro různé znečišťující látky, včetně prachu, SO₂, NO_x, CO, C_{org.} a HCl. Výsledky kontinuálního měření lze použít k výpočtu celkových ročních emisí nebo ke zjištění dočasných výkyvů emisí během provozu (půlhodinová hodnota, denní průměrná hodnota atd.).

V některých členských státech se emise prachu, NO_x a SO₂ měří kontinuálně, když kapacita závodu přesahuje 30 MWt (CO: 10 MWt). V některých členských státech je kontinuální měření (CM) vyžadováno dokonce i u menších zařízení v případě rychle se měnících podmínek zatížení, nebo pokud emisní chování nelze odpovídajícím způsobem řídit (např. v důsledku častých poruch).

Realizací systému CM provozovatel získá okamžitou zpětnou vazbu ohledně aktuální emisní situace i trendů emisí. S těmito znalostmi je možné zlepšit emisní chování daného zařízení, například optimalizací podmínek spalování (NO_x, CO, C_{org.}), pomocí systému čištění spalin (SO₂) nebo prostřednictvím palivové směsi. To je zejména důležité, pokud se opakovaně mění vlastnosti palivového mixu (např. výhřevnost, obsah vody) nebo podmínky zatížení. CO jako parametr řízení spalování lze vždy měřit kontinuálně s nízkými náklady.

Další výhodou je možnost informovat veřejnost přes internet o emisích ze zařízení, což vede v mnoha případech ke zlepšení vztahů mezi provozovatelem a jejich sousedy. Výsledky CM lze také propojit s údaji o kvalitě ovzduší, což umožňuje bezprostřední a adekvátní reakci v případě překročení limitních hodnot.

Implementace systému CM je spojena s vyššími investičními a provozními náklady ve srovnání se systémem diskontinuálního/periodického měření emisí. Kontinuální měřicí systémy jsou obvykle pravidelně kontrolovány prostřednictvím paralelních měření referenčními metodami.

Diskontinuální/periodické měření se provádí pravidelně pomocí určitého počtu nezávislých postupů stanovení. Rozhodujícími parametry jsou stanovení nejistoty měření a s ní spojených podmínek zatížení, které by měly být pro závod reprezentativní.

Diskontinuální/periodické měření se často používají pro emisní zdroje s menším tokem spalin. Diskontinuální/periodické měření vypovídají o stavu emisí v rámci zvoleného vzorkovacího období. Je-li záměrem diskontinuálního/periodického měření poskytnout spolehlivý obrázek o celkových emisích za dobu delší, než je vzorkovací období, např. den, měsíc nebo rok, je důležité mít statisticky odůvodněný počet vzorků. Počítají-li se celkové emise na základě několika vzorků, které představují pouze menší časový interval z celkových provozních hodin, nebudou pravděpodobně dobře reprezentovat skutečnou situaci. To je způsobeno tím, že procesy nejsou stabilní a převládající provozní podmínky nebo poruchy mohou vypočtené výsledky výrazně ovlivnit.

Nezávisle na použitém systému by měli provozovatel i kontrolní orgány mít k dispozici podrobnou zprávu o použitých postupech (strategie, přístroje, systémy, nejistota, nezpracovaná data, parametry

procesu, podmínky zatížení, použité palivo, fungování systémů na čištění odpadních plynů, odběry vzorků, zpracování vzorků) a o výsledcích měření emisí.

Oznamovací povinnost může zahrnovat kromě měření celkového prachu i stanovení PM₁₀ a PM_{2,5} (stanovené podle rozdělení velikostí). Složení prachu je určeno samostatným měřením, např. jednou nebo dvakrát za rok.

Tabulka 2.5 ukazuje metody obvykle používané při odběru vzorků emisí do ovzduší v rámci některých členských států, které poskytly údaje o svých postupech při měření (ostatní země neposkytly údaje nebo jsou jejich údaje pouze neúplné či nejasné). Tyto příklady poskytují dostatečný důkaz o tom, že kontinuální měření jsou použitelná u většiny emisních zdrojů:

i) Rakousko: jako obecná povinnost se kontinuální měření emisí vyžaduje pro:

- spalování kapalných a pevných paliv pro
 - o prach a CO, pokud jmenovitý tepelný příkon překročí 10 MW
 - o NO_x a SO₂, pokud jmenovitý tepelný příkon překročí 30 MW
- spalování plyných paliv pro
 - o CO, pokud jmenovitý tepelný příkon překročí 10 MW
 - o NO_x, pokud jmenovitý tepelný příkon překročí 30 MW.

Některé úřady však vyžadují kontinuální měření i při nižší kapacitě. Pokud je zároveň spalován odpad, může být kontinuální měření vyžadováno i pro další znečišťující látky nebo pro nižší kapacity dle směrnice EU o spalování odpadů (*zdroj: Umweltbundesamt, 2010*).

ii) Finsko: Tabulky 2.4 a 2.5 ukazují, že v mnoha celulózkách a papírnách se většina parametrů měří kontinuálně; některé závody pak měří diskontinuálně.

iii) Polsko: V úvahu se berou všechny zdroje emisí, které jsou vybaveny mechanickou ventilací. Kromě hlavních emisních zdrojů uvedených v tab. 2.5 jsou tak zahrnuty i následující zdroje emisí: zařízení na praní a třídění buničiny, bělicí zařízení, pračka pro zařízení s tálovým olejem, pračka odplynů z rozpouštěcích nádrží, zařízení na hašení vápna, odlučovače prachu u řezání papíru, v některých případech také emise ze skladovacích nádrží, vápenného kalu a filtrů zeleného louhu.

iv) Portugalsko: Kromě měření velkých emisních zdrojů uvedených v tab. 2.4 a 2.5 se v portugalských sulfátových celulózkách provádějí pravidelná měření toku, prachu, SO₂ a celkové redukované síry ve spalinách (TRS) nebo H₂S u odplynu z rozpouštěcí nádrže a pračky na varnách buničiny, která čistí zbytkové plyny a difuzní emise z varen buničiny a dalšího technologického zařízení (praní, třídění, kyslíkové delignifikace, bělení a zařízení pro výrobu ClO₂). Navíc se pravidelně měří chlór za prací linkou pro výrobu bělené buničiny. Příležitostně se měří VOC u regeneračního kotle, vápenné pece a samostatného hořáku pro spalování zapáchajících plynů.

v) Švédsko: Podle švédské environmentální agentury se většina parametrů měří kontinuálně u regeneračních kotlů, vápenných pecí, hořáků TRS, pomocných kotlů a při spoluspalování odpadů. V případech, kdy je zařízení pro současné spalování odpadu provozováno přímo v místě (např. spalování výplivů, kalů ze zesvětlování a dalších materiálů ze zpracování sběrového papíru), měří se obvykle i další parametry dle směrnice o spalování odpadů (WID) [203, Directive 2000/76/EC 2000].

On-line měření v sulfátové celulózce jsou často náročnější než například měření u energetického kotle, a to v důsledku různých fyzikálně chemických vlastností plynů. Například popel z regeneračního kotle se snadno usazuje na povrchu měřicího zařízení. Problémy může způsobit i vlhkost spalin. Měření v celulózkách proto vyžadují větší údržbu než v jiných procesech. Jak je však vidět v tab. 2.4, mnoho závodů používá kontinuální měření většiny parametrů.

Další informace o popisu kontinuálních měřících systémů lze nalézt v referenčním dokumentu obecné principy monitorování (MON) [269, COM 2003].

Tabulka 2.4: Kontinuální/diskontinuální-periodické měření emisí z procesů v sulfátových celulózkách na příkladech pěti členských států

Parametr	Regenerační kotel (RB)					Vápenná pec (LK)					Speciální hořák pro zapáchající plyny					Slabě koncentrované plyny				
	AT	FI	PL	PT (5)	SE	AT	FI	PL	PT (5)	SE	AT	FI	PL	PT (5)	SE	AT	FI	PL	PT (5)	SE
Tok	C/FA	FA, C nebo PM	PM	C nebo PM	FA	C/FA	FA, C nebo PM	PM	C nebo PM	FA	C/FA	PM	PM	PM	FD	Neměřeno, protože téměř všechny plyny s nízkou koncentrací jsou shromažďovány a spalovány	Neměřeno	Neměřeno	1–4/rok (6)	Bodové
SO ₂	C	C, PM	PM, C	C nebo PM	C	C, PM	C, PM	PM, C	C nebo PM	C	PM	C, PM	PM	PM	C					NA
Celková reduk. síra nebo H ₂ S (1)	C, PM	C, PM	PM, C	C nebo PM	C	C, PM	C, PM	PM	C nebo PM	C	PM	C, PM	PM	PM	PM					NA
NO _x	C	C, PM (4)	PM	C nebo PM	C	C, PM	C, PM (4)	PM	C nebo PM	C	PM	C, PM	PM	PM	C					NA
Prach	C, PM	PM, (C zkoušky)	PM, C	C nebo PM	C	C, PM	PM, (C zkoušky)	PM, C	C nebo PM	C	NM	PM	PM	PM	NA					NA
CO (2)	C	PM	PM, C	C, PM	C	C	PM	PM, C	C, PM	C	PM	PM	PM	PM	C					NA
Těžké kovy	NM	PM	NM	PM	NA	NM	PM	NM	PM	NA	NM	PM	NM	NM	NA					NA
Dioxin/furan	NM	PM	NM	NM	NA	NM	NA	NM	NM	NA	NM	NA	NM	NM	NA					NA

Poznámka:
 (1) TRS obsahuje H₂S; (2) obvykle nejsou hlášeny organům; (3) emise Cl_{celk.} (Cl₂ a ClO₂) se měří na bělírně (diskontinuální/periodické měření).
Použité zkratky:
NA = údaje nejsou k dispozici; **C** = kontinuální měření; **PM** = diskontinuální/periodické měření; **FA** = určeno z analýzy paliva (C, H, O, N, S, popel, vlhkost a obsah energie se analyzují při analýze paliva a používají se jako vstupní data pro matematické modelování a výpočet toku); **FD** = data ventilátoru plynů/spalin; **NM** = neměřeno.
Rakousko: Pöls a M–real měří prach v jednom regeneračním kotli kontinuálně a v druhém diskontinuálně/periodicky; TRS se měří kontinuálně pouze v závodě Pöls. CO, NO_x a SO₂ se měří kontinuálně na všech regeneračních kotlích. U vápenné pece v závodě Pöls se měří prach, CO, NO_x, SO₂ a TRS kontinuálně; ostatní závody měří diskontinuálně/periodicky.
Zdroj: Umweltbundesamt, 2010.
Finsko: (4) Emise NO_x z regeneračního kotle a vápenné pece se měří kontinuálně v mnoha závodech.
Polsko: Jemné částice (PM₁₀ nebo PM_{2,5}) jsou stanoveny kampaňovým měřením,
Zdroj: Asociace polských papíren, 2009.
Portugalsko: (5) Kromě hlavních zdrojů emisí se pravidelně měří odpadní plyny z pračky linky bělené buničiny (pračka zbytkových plynů z vypírky, třídění a bělicího zařízení) a rozpouštěcí nádrže.
Zdroj: CELPA Associates, 2009.
Švédsko: (6) Slabě koncentrované plyny jsou emitovány z různých částí procesu (cca 20–40 emisních zdrojů). Zbývající emise slabě koncentrovaných plynů, které nejsou úplně shromažďovány, jsou měřeny v kampaních, často jen zřídka – např. jednou za rok. Vzorky se odebírají do plynotěsných plastových sáčků. Měří se tok, teplota a tlak. Vzorky se analyzují plynovou chromatografií. Relevantní redukované sírné sloučeniny jsou H₂S, methylmerkaptan (MM), dimethylsulfid (DMS), dimethyldisulfid (DMDS). Přestože výsledky z měření na stejném místě odběru vzorků se mohou během času hodně lišit (– 70 % až +100 % kolem průměru), celková množství vypouštěná ze závodu se v různých kampaních liší mnohem méně.
Zdroj: Švédská environmentální agentura, 2010.
Norsko: U regeneračního kotle a vápenné pece se kontinuálně měří tok, prach, CO, NO_x, SO₂ a TRS; u ostatních regeneračních kotlů a vápenných pecí se diskontinuálně/periodicky měří tok, NO_x a těžké kovy. U samostatného hořáku pro zapáchající plyny se diskontinuálně/periodicky měření provádějí u toku, prachu, CO, NO_x, SO₂ a TRS. U kotlů velkých spalovacích zařízení a ve spalovnách odpadů se kontinuálně měří tok, prach, CO, NO_x a SO₂. Ostatní pomocné kotle se měří diskontinuálně/periodicky. V závislosti na palivu (spoluspalování) se stanovují také TOC, HCl, těžké kovy a dioxiny/furany. Podobně jako ve Švédsku se obvykle 4krát do roka stanovují/vypočítávají difuzní emise (slabě koncentrované plyny), které nejsou shromažďovány a čištěny.
Zdroj: Norská environmentální agentura, 2009.

Tabulka 2.5: Kontinuální/diskontinuální-periodické měření emisí do ovzduší ze spalovacích zařízení v příkladech pěti členských států

Parametr	Pomocné kotle nebo kotle na kůru, spalování s fluidním ložem					Spoluspalování výplivů a kalů				
	Kód země	AT ⁽⁴⁾	FI ⁽⁵⁾	PL ⁽⁶⁾	PT ⁽⁷⁾	SE	AT	FI	PL	PT
Tok	C	FA, C nebo PM	C ⁽⁶⁾ a PM	C ⁽⁷⁾ nebo PM	FA	C	C, PM	Žádné zařízení není v provozu	Žádné zařízení není v provozu	FA
SO ₂	C	C ⁽⁵⁾ nebo FA a PM ⁽⁵⁾	C ⁽⁶⁾ a PM	C a PM ⁽⁷⁾ nebo C nebo PM	FA/C	C	C, PM			C
NO _x	C	C ⁽⁵⁾ a PM ⁽⁵⁾ , FA	C ⁽⁶⁾ a PM	C a PM ⁽⁷⁾ nebo C nebo PM	C	C	C, PM			C
Prach	C	C ⁽⁵⁾ a PM ⁽⁵⁾	C ⁽⁶⁾ a PM	C a PM ⁽⁷⁾ nebo C nebo PM	C	C	C, PM			C
CO ⁽²⁾	C	PM	C ⁽⁶⁾ a PM	C a PM ⁽⁷⁾ nebo C nebo PM	C	C	C, PM			C
Cl ₂ ⁽³⁾	NM	PM	NM	NM	NA		C, PM			NA
HCl	C v některých případech, PM	NA	NA	NM	NA	C, PM	C, PM			NA
TOC (nebo C _{org})	C v některých případech, PM	NA	NA	PM	NA	C	C, PM			NA
Těžké kovy	PM v některých případech	PM	NA	PM ⁽⁷⁾	NA	PM	PM			NA
Dioxin/furan	PM (pouze v případě, že jsou spalovány výplivy RCF)	PM	NA	NM	NA	PM (pouze v případě, že jsou spalovány výplivy RCF)	PM	NA		

Poznámka: ⁽¹⁾ TRS obsahuje H₂S; ⁽²⁾ obvykle nejsou hlášeny organům; ⁽³⁾ emise Cl_{celk.} (Cl₂ a ClO₂) se měří na bělímě (diskontinuální/periodické měření).

Použité zkratky:
NA = údaje nejsou k dispozici; **C** = kontinuální měření; **PM** = diskontinuální/periodické měření; **FA** = určeno z analýzy paliva (C, H, O, N, S, popel, vlhkost a obsah energie se analyzují při analýze paliva a používají se jako vstupní data pro matematické modelování a výpočet toku); **FD** = data ventilátoru plynů/spalin; **NM** = neměřeno.

Rakousko: ⁽⁴⁾ Údaje se týkají fluidního spalování se jmenovitým tepelným příkonem mezi 4,8 a 133 MW. Většina fluidních kotlů zároveň spaluje odpady. Pro parní kotle platí následující: pevná a kapalná paliva – kontinuální měření prachu a CO pro zařízení >10 MW; kontinuální měření NO_x a SO₂ pro všechna zařízení > 30 MW; pro plynná paliva – CO (> 10 MW_t), NO_x (> 30 MW_t), T, O₂ (nebo CO₂) se měří kontinuálně. CCGT měří NO_x a CO kontinuálně,
Zdroj: Umweltbundesamt, 2010.

Finsko: ⁽⁵⁾ Emise prachu, NO_x a SO₂ kotlů LCP (pomocný kotel > 50 MW) se ve většině případů měří kontinuálně.

Polsko: ⁽⁶⁾ Emise toku, CO, prachu, NO_x a SO₂ kotlů LCP (pomocný kotel > 50 MW) jsou ve většině případů měřeny kontinuálně.

Portugalsko: ⁽⁷⁾ Emise prachu, NO_x a SO₂ kotlů LCP (pomocný kotel > 50 MW) jsou měřeny kontinuálně a diskontinuálně/periodicky. Také se provádí diskontinuální měření těkavých organických sloučenin (VOC).

Švédsko: *Zdroj:* Švédská environmentální agentura, 2009.

2.2.2.2.3 Hlavní parametry a analytické metody

Tabulka 2.6 ukazuje metody měření emisí do ovzduší pro sloučeniny a zdroje používané ve Finsku.

Většina metod měření je založena na standardizovaných metodách. Existují některé metody měření těchto emisí, které se v rámci Evropy liší. Jednou z nich je stanovení PM_{10} (některé závody mají své vlastní systémy distribuce podle velikosti částic). Jinými jsou např. VOC, TRS a stanovení toku spalin.

Tabulka 2.6 ukazuje, že všechny parametry zahrnuté do programu pravidelného měření lze sledovat kontinuálně. Příslušné orgány mohou vyžadovat kontinuální, diskontinuální/periodická nebo příležitostná měření v závislosti na hmotnostním toku znečišťující látky, použitých palivech, provozní době, podmínkách zatížení nebo na místních podmínkách.

Tabulka 2.6: Metody měření podle sloučenin a zdrojů pro emise do ovzduší používané v celulózkách a papírnách (situace ve Finsku)

Parametr	Regenerační kotel	Vápenná pec	Pomocné kotle (všechny kotle s výjimkou hořáků na spalování odpadu)	Samostatný hořák pro zapáchající plyny	Spoluspalování odpadů
Objemový tok	Ultrazvukový průtokoměr, metoda S–Pitotovy trubice nebo výpočet z bilance tepla a hmoty				Ultrazvukový průtokoměr, metoda S–Pitotovy trubice nebo tepelný hmotnostní tok
Prach/částice	Nepřímé kontinuální měření (náhradní parametr): rozptyl světla, optické měření, triboelektrický jev nebo gravimetrická metoda: EN 13284 –1 nebo SFS 3866				Nepřímé kontinuální měření: rozptyl světla, optická měření, triboelektrický jev (kontaktní elektrifikace) nebo gravimetrická metoda (EN 13284 – 1)
PM ₁₀	Stanoveno jediným měřením buď měřením u zařízení, nebo pomocí známého frakčního koeficientu				
SO ₂	Přímé kontinuální měření: UV–fluorescenční, nedisperzní infračervený senzor (NDIR) nebo infračervený spektrometr Fourierovy transformace (FTIR) nepřímé (náhradní parametr) kontinuální měření: hmotnostní bilance/analýza paliva				
TRS (uvádí sloučeniny obsažené v TRS)	TRS převodník + UV–fluorescence, NDIR (FTIR) Přímé kontinuální nebo diskontinuální/periodické měření/nepřímé kontinuální nebo diskontinuální/periodické měření	Nelze použít		TRS převodník + UV–fluorescence nebo NDIR (FTIR) Přímé kontinuální nebo diskontinuální-periodické měření/nepřímé kontinuální nebo diskontinuální-periodické měření	Nelze použít
NO _x	Přímé kontinuální nebo diskontinuální/periodické: chemiluminiscence, IČ absorpce nebo FTIR: ISO 11564:1998, ISO 10849:1993, EN 14792:2005				
CO	Kontinuální přímé měření: IČ absorpce, NDIR nebo FTIR: ISO 12039:2001, EN 15058:2004. Měří se vždy ve spojení s dalším měřením emisí. CO je parametr řízení provozu (měřený v kotlích).				
TOC	Není zahrnuto v pravidelných měřicích programech, ale navazuje na jiné metody, např. výpočet. Všechna měření konkrétních sloučenin u hořáků při spalování odpadů jsou také použitelná pro všechny ostatní procesy, pokud jsou pro ně stanovena.				FID nebo FTIR Přímé kontinuální měření
NMVOC					FTIR Přímé kontinuální měření EN 14385, EN 13211:
Kovy					Přímé diskontinuální/periodické měření
Dioxiny/furany					EN 1948: Nepřímé kontinuální měření
NH ₃					Emisní faktor: vypočítaná hodnota
PCDD/F					Výpočet nebo měření
PAU–4					Výpočet nebo měření
HCl					EN 1911–1–3:2003 Výpočet nebo měření
HF					Výpočet nebo měření

Zdroj: Finský institut pro životní prostředí a Finská lesnická federace, 2009. Téměř totožné metody byly hlášeny z AT, DE, SE a PL.

2.2.2.2.4 Referenční podmínky

Výsledky měření emisí do ovzduší jsou obvykle uvedeny jako hmotnostní koncentrace (mg/Nm³) za dané časové období s odkazem na standardní podmínky a jsou normalizovány na určitý obsah kyslíku. Pokud není v tomto dokumentu uvedeno jinak, jsou standardní podmínky pro měření objemového toku a koncentrací odpadních plynů (spalin) definovány následovně:

Nm ³ /h	Objemový tok: objemové toky odkazují na % obj. kyslíku uvedené pro dotyčný zdroj emisí a standardní stav.
mg/Nm ³	Koncentrace: koncentrace plyných látek nebo směsí látek odkazují na suché spaliny při objemovém % kyslíku, které bylo uvedeno pro dotyčný zdroj emisí/palivo a standardní stav.
Standardní stav	Odkazuje na teplotu 273.15 K (0 °C), tlak 101,3 kPa a suché spaliny, tj. po odečtení obsahu vodní páry.

Rozsahy emisí do ovzduší vyjádřené jako hodnoty koncentrací se vždy vztahují k definované referenční hodnotě kyslíku v % obj. O₂, jak je uvedeno pro dotyčný zdroj emisí, přestože skutečná hodnota obsahu kyslíku v rámci procesu spalování může být nižší nebo vyšší. Různé země mají různé referenční hodnoty pro kyslík, jak dokládá několik příkladů v tab. 2.7.

Tabulka 2.7: Referenční hodnoty obsahu kyslíku pro různá spalovací zařízení ve vybraných zemích

Druh spalování	Ref. hodnota % obj. O ₂ v Portugalsku	Ref. hodnota % obj. O ₂ v Rakousku	Ref. hodnota % obj. O ₂ ve Finsku
Regenerační kotel	8 %	5 %	6 %
Vápenná pec	8 %	5 nebo 6 %	6 %
Pomocný kotel na kůru	6 % nebo 8 %	11 nebo 13 %	6 %
Pomocný kotel na topný olej	8 %	3 %	3 %
Pomocný kotel na zemní plyn	8 %	3 %	3 %
Kotel na biomasu	8 %	11 nebo 13 %	6 %
Kogenerační zařízení (CCGT)	15 %, s výjimkou VOC, které mají 8 % a CO 8 %	15 %	6 %
Samostatný hořák pro spalování zápachajících plynů	NA	3 %	3 %

Poznámka: NA = údaje nejsou k dispozici
Zdroj: CELPA Associates, Rakouská environmentální agentura, Finský institut ŽP, 2009.

Aby byly údaje o emisních koncentracích založených na různých koncentracích kyslíku srovnatelné a výsledovatelné, měl by se použít jednoduchý výpočet podle dále uvedeného vzorce:

$$E_R = \left| \frac{21 - O_R}{21 - O_M} \right| \times E_M$$

E_R (mg/Nm³): koncentrace emisí vztažené k referenční koncentraci kyslíku O_R

O_R (obj. %): referenční koncentrace kyslíku

E_M (mg/Nm³): koncentrace emisí vztažené k naměřené koncentraci kyslíku O_M

O_M (obj. %): naměřená koncentrace kyslíku

Další užitečné informace o měření lze nalézt v referenčním dokumentu obecné principy monitorování (MON) [269, COM 2003].

2.2.2.2.5 Vzájemný vztah mezi koncentrací a specifickým emisním zatížením

Měření emisí vyjádřená jako koncentrace lze převést na specifické emisní zatížení. Údaje o emisích v obou formách jsou velmi užitečné pro regulátora i pro provozovatele. Při porovnávání nebo převodu dat je však v těchto formách nutná opatrnost týkající se toho, jak bylo emisní zatížení vypočteno.

Obrázek 2.4 uvádí příklad emisí prachu (roční průměrné hodnoty) z celulózky. Provádí se výpočet, který ukazuje, jak převést koncentraci dotyčně znečišťující látky (mg/Nm^3) na specifický emisní faktor (kg/ADt buničiny nebo papíru).

Výpočet emisního zatížení a specifického zatížení a toků je založen na spolehlivé znalosti následujících údajů (příklad prachu, roční průměrné hodnoty):

- koncentrace prachu vycházející z ročního průměru (mg/Nm^3)
- tok odpadních plynů za hodinu (Nm^3/h)
- roční provozní doba v hodinách (h/rok)
- roční čistá výroba (ADt buničiny/rok).

Výpočet probíhá následovně:

- | | |
|--|------------------|
| – koncentrace prachu naměřené během jednoho roku (mg/Nm^3): | a |
| – roční průměrná koncentrace prachu (mg/Nm^3), která je obvykle sečtena ze všech platných hodnot z kontinuálního měření: | b |
| – tok odpadních plynů za hodinu (Nm^3/h): | c |
| – roční provozní doba (h/rok): | d |
| – roční objem odpadních plynů (Nm^3/rok): | e = c × d |
| – roční emise prachu (kg znečišťující látky/rok) | f = b × e |
| – roční čistá výroba v tunách vzducho-suché buničiny (t/rok): | g |
| – specifický emisní faktor (kg/ADt buničiny): | i = f / g |
| – specifický objem odpadních plynů (Nm^3/ADt): | h = e / g |

Stejný výpočet se může provádět pro měsíční a denní průměrné hodnoty emisí a další emisní parametry.

Obrázek 2.4: Příklad převodu koncentrace dané látky znečišťující ovzduší (mg/Nm^3) na specifický emisní faktor (např. kg prachu/ADt)

Následující výpočet pro skutečný případ sulfítové celulózky ukazuje vzájemný vztah mezi naměřenou koncentrací, denním emisním zatížením a specifickým zatížením na výrobek na příkladu parametru SO_2 . Výpočet se v tomto případě provádí pro měsíční průměrné hodnoty.

Čistá výroba buničiny (ADt) v závodě činila 3 928 ADt/měs. V lednu 2008 byla průměrná koncentrace SO_2 ve spalínách z regeneračního kotle $102 \text{ mg } \text{SO}_2/\text{Nm}^3$ (kontinuální měření). Odpovídající průměrný tok spalin (podmínky standardního stavu) byl $34\,538 \text{ Nm}^3/\text{h}$. Celkové emise SO_2 uvolněné během tohoto měsíce se vypočítají vynásobením koncentrace SO_2 průměrným tokem spalin $34\,538 \text{ Nm}^3/\text{h}$ a měsíční provozní dobou, v tomto případě 744 hodin, což dává celkovou hmotnost $2\,621 \text{ kg } \text{SO}_2/\text{měs}$.

Specifické zatížení se vypočítá vydělením celkové hmotnosti emisí SO_2 za daný měsíc čistou výrobou buničiny (AD) = $2\,621 \text{ kg } \text{SO}_2/3\,928 \text{ ADt} = 0,67 \text{ kg } \text{SO}_2/\text{ADt}$.

Specifický tok plynu je: průměrný tok spalin (Nm^3/h) * provozní doba/čistá výroba buničiny (AD) = $34\,538 \text{ Nm}^3/\text{h} * 744 \text{ hodin}/3\,928 \text{ ADt} = 6\,542 \text{ Nm}^3/\text{ADt}$.

2.2.2.2.6 Měření difuzních emisí v sulfátových celulózkách

Difuzní emise síry v sulfátových celulózkách mohou být založené na výrobním procesu, tj. přímo navázané na proces (viz kap. 3.3.15) nebo mohou být založené na nevýrobním procesu, tj. navázané na podpurné činnosti, jakými jsou zpracování dřeva (hromady štěpky) a čištění odpadních vod.

Jedinou přesnou metodou stanovení emisí silně a slabě koncentrovaných plynů z různých míst je téměř kompletní shromáždění a spálení těchto plynů a jejich hlášení v rámci celkových emisí z bodových zdrojů.

Nejistota v určení těchto emisí – pokud nejsou shromážděné zcela – roste vzhledem k tomu, že počet zdrojů je vysoký a stanovení objemů plynu nebo odpařených objemů je nanejvýš náročné, přestože koncentrace by mohly být naměřeny odpovídajícím způsobem. Nejistota celkového množství difuzních emisí se zvyšuje s rostoucím počtem zdrojů mimo systémy zachycování plynu.

Dosažitelná situace s využitím moderních systémů zachycování plynu

V moderních závodech, kde se používají účinné způsoby zachycování, jsou difuzní emise ze všech výrobních procesů shromažďovány a spalovány a v praxi se významné difuzní emise nevyskytují – s výjimkou těch toků, které nejsou kvůli zanedbatelnému obsahu síry shromažďovány. Pro celulózku s účinným systémem zachycování plynu nemohou být difuzní emise samostatně hlášeny, protože jsou již zahrnuty v celkovém uvolněném množství. Zachycování a spalování může pokrýt více než 99 % celkových emisí plyných sírných sloučenin z výrobního procesu (viz kap. 3.3.15). Ani účinně navržené a provozované systémy zachycování plynu nebudou vždy schopné kompletně shromáždit plyny ze všech zdrojů a za všech provozních podmínek. Významné difuzní emise se obvykle vyskytují za výjimečných podmínek, např. během odstávky a spouštění nebo během havárií. V těchto případech je nutné spalování dočasně vyřadit (by-pass) nebo kvůli nebezpečí výbuchu používat dostupný záložní čisticí systém.

Za běžných okolností tyto neupravené uvolněné látky nelze přesně změřit, ale v souladu s programem měření se musí posoudit nebo vypočítat pomocí spolehlivé metody, jakou je např. modelování výjimečných situací.

Tyto výpočtové metody se musí zakotvit v programu měření zařízení a údaje potřebné pro tyto výpočty by měly být součástí běžného sběru dat (tj. spotřeba paliva). Je také možné provádět během těchto výjimečných situací simulace měření a naměřené údaje použít k odhadu.

Vzhledem k nízkému obsahu síry v emisích v běžných provozních obdobích mohou výjimečné difuzní emise přispět velmi vysokým procentem k celkovým emisím síry ze závodu.

Tento efekt je vidět v tab. 2.8, kde jsou shrnuta data z měřených bodových zdrojů v procesu a slabě koncentrovaných plynů z posouzených nebodových zdrojů v některých švédských sulfátových celulózkách. Protože tyto závody používají v procesu BAT a provozují účinné techniky řízení emisí, uvolňují se z bodových zdrojů v procesech (regenerační kotel, vápenná pec, speciální hořák pro spalování zápachajících plynů) relativně nízké emise síry. Posuzované emise z nebodových zdrojů (difuzní emise) přispívají stejnými nebo dokonce vyššími emisemi síry, než jaké jsou emitovány z bodových zdrojů.

Tabulka 2.8: Plynné emise síry jako S z bodových i nebodových (plošných) zdrojů ze švédského závodu na výrobu komerční sulfátové buničiny

Sulfátová celulóзка	Plynné sloučeniny síry jako S		
	Roční průměrné bodové zdroje v procesu (kg/t sulfátové buničiny)	Nebodový zdroj slabě koncentrované plyny (kg/t sulfátové buničiny)	Všechny zdroje z procesů (kg/t sulfátové buničiny)
Mönsterås	0,15	0,16	0,32
Skutskär	0,03	0,62	0,64
Mörrum	0,10	0,23	0,33
Värö	0,15	0,15	0,30

Zdroj: Švédské statistiky o emisích z průmyslu výroby celulózy a papíru (2007).

Ostatní případy

V evropských sulfátových celulózkách existují rozdíly v hlášených celkových emisích síry, tj. do nahlášených celkových emisí síry se zahrnuje více či méně emisí různých sirných sloučenin. V Evropě existují sulfátové celulóзки, kde systémy zachycování a spalování slabě koncentrovaných plynů jsou stále nedostatečné, což způsobuje vysoké difuzní emise zapáchajících látek z areálu závodu. Typickými zdroji jsou plochy s nádržemi s tak rozptýleným uspořádáním, že je v praxi velmi složité realizovat technologicky a ekonomicky životaschopný systém zachycování těchto plynů.

V těchto případech by se měly požadavky na měření aplikovat na všechny procesní difuzní emise, a proto je třeba difuzní emise měřit nebo jinak posuzovat.

Určení skutečných difuzních emisí je náročné vzhledem k tomu, že pravidelné posuzování objemů emitovaného plynu je velmi obtížné, neboť objemový tok z různých emisních zdrojů v průběhu času kolísá. Mezi zařízení pro odběr vzorků, která lze v takových případech použít, patří vzorkovací víka, výtoková víka nebo tunely v závislosti na konstrukčním řešení zdroje. Analýza koncentrace plynů se provádí standardním způsobem v laboratoři. Lze také použít přímé měření, např. pomocí přenosného FTIR. V případě zápachu lze měření provádět dynamickou olfaktometrií (EN 13725:2003).

Jako orientační metodu měření lze využít kontrolu proškolenou osobou v oblasti zápachů. Obsluha by měla být vyškolená k tomu, aby rozpoznala druh zápachu difuzních emisí. Pokud jsou tyto pachy vnímány i na hranici závodu, měl by se dohledat zdroj těchto emisí. Je-li určitý zdroj vyhodnocen jako podstatný, měla by se přijmout vhodná opatření na snížení nebo vyloučení těchto emisí. Popis tohoto postupu může být součástí systému environmentálního řízení tam, kde je to relevantní.

Metoda měření, která se praktikuje například ve Finsku, určuje difuzní emise ze závodu měřením přízemních hodnot TRS na hranici závodu: měřicí stanice jsou umístěny kolem závodu na místech, kde lze kvůli obvyklému směru větru dobře měřit efekt těchto difuzních emisí.

Ve Švédsku zbývající slabě koncentrované plyny, které se neshromažďují a jsou emitovány z různých částí procesu (cca 20–40 emisních bodů), jsou měřeny v kampaních, často jen jednou za rok. Vzorky se odebírají do plynotěsných plastových sáčků. Měří se tok, teplota a tlak. To může být na mnoha místech odběru vzorků docela obtížné. Vzorky se analyzují plynovou chromatografií. Relevantními redukovánými sirnými sloučeninami jsou sirovodík (H₂S), methylmerkaptan (MM), dimethylsulfid (DMS), dimethyldisulfid (DMDS).

Výsledky měření na stejném místě vzorkování se mohou v průběhu času značně lišit. Bylo hlášeno kolísání -70 % až + 100 % kolem průměru. Celková množství vypouštěná ze závodu se však v různých kampaních liší mnohem méně. Existuje však určitá nejistota při porovnávání zbývajících emisí slabě koncentrovaných plynů (TRS jako S) z nebodových (plošných) zdrojů v evropských sulfátových celulózkách.

V případě závodů s velmi účinným systémem zachycování emisí možná nebude měření difuzních emisí odůvodněné, protože tyto emise jsou již zachyceny a spáleny, a jsou proto zahrnuty do bodových zdrojů emisí. Pouze v případě provozních poruch nebo selhání systému čištění plynu se difuzní emise uvolňují, např. během dočasného vyřazení, by se měly zaznamenávat časové intervaly a odhadované emise by měly být nahlášeny jako „zachycené, ale nevyčištěné slabě koncentrované plyny“.

2.2.2.3 Kontrola (monitoring) pevného odpadu

Producent odpadu kontroluje (monitoruje) různé složky odpadu vznikající během výroby. To zahrnuje informace o množství, kvalitě, vlastnostech a původu odpadu (tj. obecný požadavek na vedení evidence). Měly by být k dispozici znalosti o vlivech odpadů na zdraví a životní prostředí a o vlastnostech, které ovlivňují jejich další zpracování a koncové zneškodnění.

Provozovatelé jsou povinni vést evidenci vznikajících odpadů, shromážděných, uskladněných, přepravovaných, využitých nebo odstraněných a také odpadů prodaných nebo převedených. Když je odpad převážen z místa vzniku jinam, je také nutné zaznamenat vzdálenosti a data a také způsoby přepravy, využití a zneškodňování. Každý rok musí být úřady informovány o množství, odstranění, využití, skladování nebo přepravě odpadů vzniklých nebo získaných jinde. Zpráva se vypracovává na zvláštním formuláři pomocí zadaných kódů odpadů z konsolidovaného katalogu odpadů [50, Decision 2000/532/EC 2000].

Na skládkování jsou zavedeny zvláštní požadavky, jejichž součástí je posouzení vhodnosti odpadu ke skládkování. Aby byl konkrétní odpad přijat k uložení na skládku, musí být určeno jeho složení, louhovatelnost a dlouhodobé chování. Hodnocení odpadu je založeno na zkoumání vlastností odpadu prostřednictvím řady fyzikálně-chemických zkoušek. Tyto testy mohou obsahovat analýzu:

- fyzikálně–chemického složení odpadu;
- obsahu organických látek a rozložitelnosti odpadu;
- obsahu a louhovatelnosti sloučenin;
- ekotoxikologických účinků odpadu a výluhu z odpadu.

Vhodnost odpadu pro uložení na skládku je obvykle testována v odborné laboratoři, která se specializuje na výluhy a další testy pro stanovení vlastností odpadu.

2.3 Příjem, skladování a manipulace s vláknitými materiály a chemikáliemi

Hlavními surovinami pro výrobu buničiny a papíru jsou vlákna (dřevo, sběrový papír), voda, tepelná (teplo a pára) a elektrická energie a procesní chemikálie nebo chemické přísady. Dodávky a zpracování těchto materiálů jsou popsány v kap. 2.3 až 2.6. Pokud jde o udržování pořádku při skladování a zpracování sběrového papíru, příslušné informace čtenář najde v kap. 6.3.1.

2.3.1 Zpracování dřeva

Tato kapitola se týká všech chemických a mechanických celulózek a papíren.

2.3.1.1 Operace ve skladu dřeva

Zpracování a sklady dřeva v závodech zahrnují všechny funkce, jejichž cílem je připravit a uskladnit dřevní surovinu mezi bránou závodu a rozvlákňovacím zařízením. Dřevní surovina se obvykle skládá z kulatiny a dřevní štěpky (zbytků z pily). Zpracování dřeva zahrnuje měření získané kulatiny a štěpky (hmotnost, objem, obsah vlhkosti), vykládku, uskladnění kulatiny, odkornění, sekání, třídění štěpky a její uskladnění na hromadách. Do zpracování dřeva patří také manipulace s kůrou a zbytky dřeva a jejich skladování. Moderní sklady dřeva musejí splňovat vysoké standardy pro kvalitu a konzistenci výrobků a mají stejnou vysokou technickou úroveň jako jiné části závodu, včetně řízení pomocí počítače, monitoringu atd.

Při rozvlákňování dřevoviny se používají klády, ale při rozvlákňování chemickém, neutrálním sulfitovém semichemickém (NSSC), termomechanickém (TMP) a chemitermomechanickém (CTMP) se používá štěpka. Sulfátové rozvlákňování, mechanické rozvlákňování, dřevovina a TMP vyžadují čerstvé dřevo, aby se dosáhlo vysoké bělosti vyrobené buničiny. Při skladování kulatiny pro mechanické rozvlákňování v letním období je často nutné stříkat hromady dřeva vodou, aby se předešlo vysušení a ztmavnutí dřeva. Zejména u sulfátového rozvlákňování je žádoucí skladovat štěpku tak, aby se dosáhlo řízeného rozkladu extrahovatelných látek v dřevě pomocí oxidačních a enzymatických mechanismů s cílem získat buničinu s nízkým obsahem extraktů.

Dřevo je přepravováno do závodu z místa kácení nákladními auty, po železnici nebo lodí a ve skladu dřeva se přijímá ve formě kulatiny nebo štěpky. Kulatina je převážně dodávána s kůrou a před dalším zpracováním je nutné ji odkornit (viz kap. 2.3.1.2). Eukalyptus (*E.globulus*) se často zbavuje kůry v místě kácení. Štěpka z pily a dalších míst mimo závod je obvykle bez kůry a lze ji použít přímo po vytřídění.

Odkornění by mělo být provedeno takovým způsobem, aby zajistilo čistou a rovnoměrnou dřevní surovinu s minimální ztrátou dřeva, co nejsušší a nejméně znečištěnou kůru k použití jako paliva a zároveň, aby se minimalizovalo jakékoli znečištění ovzduší nebo vody spojené se zpracováním dřeva a odkorněním. Při zpracování dřeva, štěpky a kůry je třeba minimalizovat jakoukoli kontaminaci půdy, minimalizovat riziko narušení procesu a také množství zbytků kůry a dřeva kontaminované pískem a kameny. Plocha skladu dřeva je často zpevněná, zejména pak plochy, které slouží pro skladování kulatiny a štěpky.

Odkorněná kulatina je sekána na štěpku v sekačce tak, aby voda, chemikálie a teplo mohly do ní rychle a snadno pronikat. Pro dosažení vysoké efektivity procesů rozvlákňování a vysoce kvalitní buničiny je nezbytná distribuce štěpky dle velikosti. Čím rovnoměrnější jsou štěpky za sekačkou, tím nižší je spotřeba suroviny díky lepší možnosti optimalizovat proces rozvlákňování a výtěžek buničiny.

Velikost štěpky je také důležitá pro dosažení optimálních podmínek zhuštění, které umožní řádné plnění násypky nebo správný tok okolní kapaliny při chemickém rozvlákňování. Za sekačkou se štěpka třídí, aby se odstranily nadměrné kusy a piliny. Štěpky se nejčastěji třídí z hlediska tloušťky, neboť pro rozvlákňování je to zásadní parametr. Často se celkového optimálního stavu při třídění dosáhne na úkor určitého množství surovin, aby se zajistily stabilní podmínky zpracování, a podpořila se tak lepší kvalita celulózy a dosáhlo nižšího znečištění. Nadměrné štěpky mohou být

znovu zpracovány v dosekávačce za účelem zvýšení výtěžku a snížení množství zbytků z procesu. Materiál odstraněný při třídění lze spalovat v pomocném kotli s rekuperací tepla nebo prodat mimo závod.

S vytríděnými štěpkou je třeba zacházet opatrně, aby se zabránilo rozbití a vzniku třísek a úlomků, které mohou negativně ovlivňovat proces várky a kvalitu celulózy. Z tohoto důvodu jsou při manipulaci preferovány pásové dopravníky. Tyto dopravníky jsou také energeticky efektivní a způsobují méně hluku než jiné dopravní alternativy.

Zbytky z této fáze procesu tvoří kůra a odpad ze sekání a třídění štěpkou. Obvykle jsou shromažďovány a spalovány pro energetické využití ve speciálním kotli na kůru, biomasu nebo odpadní dřevo (viz kap. 5.3.10).

Závody obvykle skladují na hromadách štěpkou vyrobenou přímo na místě nebo zakoupenou. Obr. 2.5 ukazuje hromadu dřevěné štěpkou u sulfítové celulózy.



Obrázek 2.5: Příklad: hromada štěpkou na betonové ploše v závodě M–real Hallein AG

Během skladování dochází k určitému rozkladu pryskyřičných sloučenin (extrahovatelných látek) ve dřevě prostřednictvím oxidačních a enzymatických mechanismů. Hromada štěpkou se může během tohoto období zráním dost zahřívát. Skladování po delší dobu může snížit množství buničiny, kterou lze ze dřeva získat (výtěžek buničiny), a pevnost jejích vláken.

Je důležité, aby štěpka, která vstupuje do procesu rozvlákňování (chemického i mechanického), měla jednotnou velikost a kvalitu a přibližně stejný obsah sušiny.

Zpracování dřeva a sklady dřeva jsou často významným zdrojem hluku v závodě. Při plánování nového zařízení na zpracování dřeva nebo při jeho rekonstrukci je třeba pečlivě vyhodnocovat a plánovat jeho umístění, uspořádání a vybavení (včetně vozidel), aby se minimalizoval hluk a možné obtěžování okolí. Vozidla a jiné pohyblivé stroje by měly splňovat požadavky na omezení hluku.

2.3.1.2 Odkornění

Evropské měkké a tvrdé dřevo se běžně přijímá do skladu dřeva s kůrou (i když v některých případech může být doručeno i dřevo bez kůry) a obvykle se odkorňuje až v areálu závodu.

V závislosti na druhu a stáří se kůra eukalyptu může znatelně lišit a používají se proto různé odkorňovací postupy. Mladé a čerstvě pokácené stromy *E.globulus* se odkorňují relativně snadno a velmi dobře se hodí pro odkornění v mechanickém odkorňovacím stroji v celulózce. Kůra zralého a uloženého eukalyptu (a čerstvých pokácených smrků sklizených v období růstu) obsahuje silná provázkovitá vlákna, která se nabalují na rotující části válcovitého odkorňovacího stroje a blokují ho. Je běžnou praxí odkorňovat dřevo ze zralých eukalyptových stromů na místě kácení a plantážové eukalypty na celulózce.

Nejběžnější metodou odkornění je pomocí bubnového odkorňovače. Kůra je odstraňována zároveň s tím, jak se klády třou proti sobě uvnitř bubnu. Kůra, úlomky dřeva atd. se oddělí od odkorněných kmenů pomocí otvorů v bubnu. Odkorněné klády jsou před vstupem do sekačky obvykle opláchnuty vodou. V chladném podnebí je před vstupem do operace odkornění třeba nechat klády roztát a odstranit sníh a led, aby se usnadnilo odkornění. Toho lze dosáhnout ve speciálních dopravnících s teplou vodou nebo párou a horkou vodou na vstupu do bubnového odkorňovače.

Při suchém odkornění se provozní voda používá pouze k omývání klád a recirkuluje se, vzniká minimum odpadních vod a látek znečišťujících vodu. Výsledkem suchého odkornění je kůra s nižším obsahem vody, což nakonec vede k vyšší energetické účinnosti při jejím spalování. Kůra z odkornění se drtí a stlačuje a je možné ji před spálením sušit.

Výsledkem suchého odkornění je nízké zatížení odpadních vod z hlediska BSK a CHSK a také malá množství organických sloučenin, jako jsou extrahovatelné látky uvolňující se z kůry a do toku odpadních vod. Některé z těchto látek jsou toxické pro vodní organismy. Suché odkornění tomuto sektoru dominuje a od mokřých systémů se postupně upouští. V nových nebo přestavěných skladech dřeva se používá téměř výhradně suché odkornění.

Veškerá nadbytečná voda z mytí klád a filtrát z lisování kůry by měly být odeslány na čistírnu odpadních vod. Z důvodu nízkého objemu filtrátů z lisování kůry je jejich potenciálně toxický účinek snížen smícháním s přítokem dalších technologických vod ve vyrovnávací nádrži před biologickým čištěním tak, aby mohly být tyto vody čištěny společně v téže biologické čistírně odpadních vod. Filtráty z lisování kůry mohou být také recyklovány do sulfátového procesu, např. k získání chemikálií.

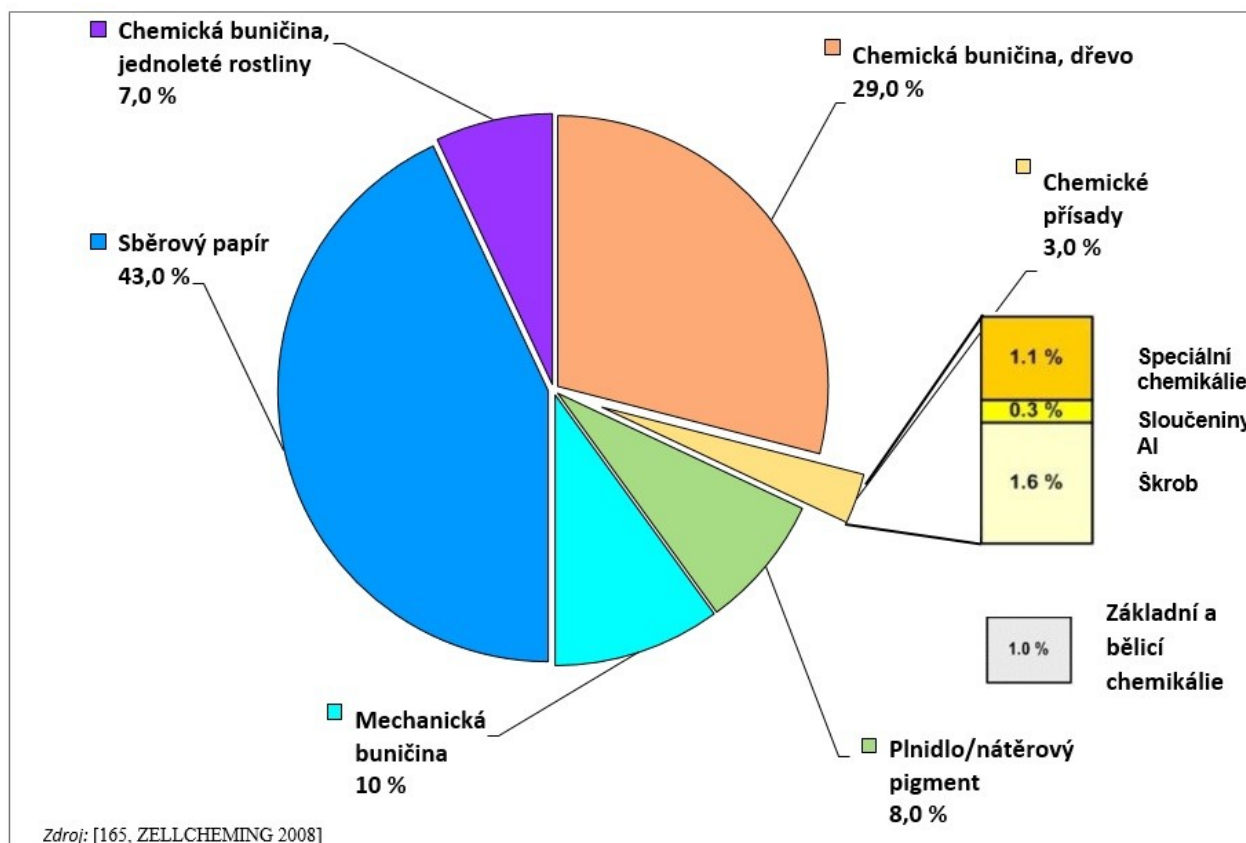
Bylo prokázáno, že biologické čištění je při odstraňování toxicity odpadních vod z odkorňování velmi účinné. Objem odpadních vod ze suchého odkornění je obvykle nižší než 2 m³/ADt. V některých sulfátových celulózkách je odkornění bez vody (suché odkorňování) a nevznikají žádné odpadní vody. Pro zimní podmínky a mraz během zimních měsíců v chladném podnebí jsou suché bubny vybaveny předstupněm – rozmrazováním.

2.3.2 Skladování chemikálií a chemických přísad a manipulace s nimi

2.3.2.1 Použití základních chemikálií a chemických přísad

Při výrobě buničiny a papírenských výrobků se používají různé základní chemikálie a chemické přísady. Při výrobě bělené sulfátové buničiny se používají chemikálie, jako jsou oxid chloričitý, peroxid vodíku a komplexotvorná (chelatační) činidla (viz kap. 3.2.2.2). Kromě toho je běžné, že se fosilní paliva jako olej nebo plyn používají jako paliva v integrované produkci alkálií (viz kap. 3.1.11) a také jako paliva pro pomocné kotle (viz 2.6.1.1). Informace o chemikáliích používaných při sulfátovém rozvláknování lze nalézt v kap. 4.2.2.2; ohledně chemikálií používaných při výrobě bělené mechanické buničiny je čtenář odkázán na kap. 5.2.2.6.

V globálním měřítku papír tvoří cca 98 % přírodního materiálu. Jak ukazuje obr. 2.6, 89 % tvoří chemická a mechanická buničina/vláknina a sběrový papír. Přidaná plnidla a nátěrové pigmenty činí cca 8 %, především v podobě kaolínu a uhličitanu vápenatého. Zbývající 3 % tvoří chemické přísady. O něco více než polovinu z nich tvoří škrob, který pochází z obnovitelných surovin, a jednu desetinu tvoří sloučeniny hliníku, např. kamenec (síran hlinitý) z tradičních chemických papíren. Pouze 1,1 % surovin používaných pro výrobu papíru a lepenky činí syntetické chemické přísady (speciální chemikálie). Všechny hodnoty na obr. 2.6 byly vypočteny na základě obsahu sušiny ve výrobku ve vztahu ke světové výrobě papíru ve výši 375 milionů tun v roce 2005.

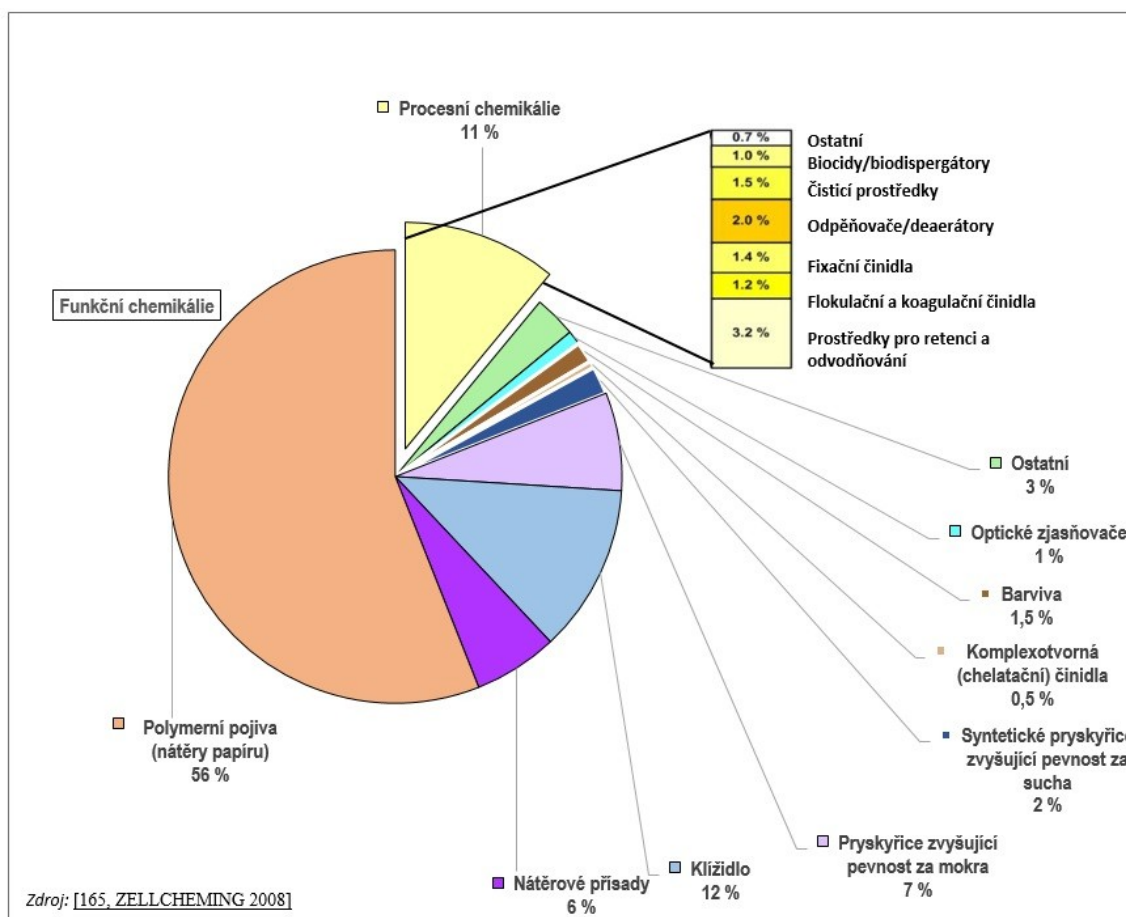


Obrázek 2.6: Spotřeba surovin v sektoru výroby papíru a lepenky ve vztahu ke světové výrobě papíru v roce 2005 (podíly na objemu)

Kromě toho je nutné pro regulaci pH použít cca 1 % základních a bělicích chemikálií, jako je hydroxid sodný nebo kyselina sírová. Tyto chemikálie nekončí ve finálním výrobku, jsou převážně anorganické a z velké části jsou buď použité v procesu, nebo jsou recyklovány. Na výtok z závodu zůstávají pouze ionty (sodík, vápník, sírany nebo chloridy), které se pak vypouštějí do recipientů.

Další chemikálie a materiály, které nejsou uvedeny v obr. 2.6, bariérové materiály jako hliník, ethylenvinylalkohol (EVOH), polypropylen (PP) a polymléčná kyselina (PLA), se často používají na obaly a kapalně lepenkové výrobky.

Obrázek 2.7 ukazuje podíly na trhu pro různé chemické přísady seskupené podle funkce. Rozlišuje se mezi chemikáliemi potřebnými pro samotný výrobní proces (procesní chemikálie) a těmi, které koncovému výrobku dodávají speciální funkční vlastnosti (funkční chemikálie). Funkční chemikálie tvoří téměř 90 % všech chemických přísad na základě suchého objemu. Jak je vidět na obrázku 2.7, této skupině dominují polymerní pojiva s 56 % podílem. Procesní chemikálie zlepšují produktivitu a provozuschopnost strojů na výrobu papíru a lepenky. V rámci této skupiny mají 53 % podíl na trhu pomocné prostředky pro retenci a odvodnění spolu s fixačními činidly a flokulanty/koagulanty.



Obrázek 2.7: Tržní podíl speciálních chemikálií ve světové výrobě papíru a lepenky (podíly suchého objemu)

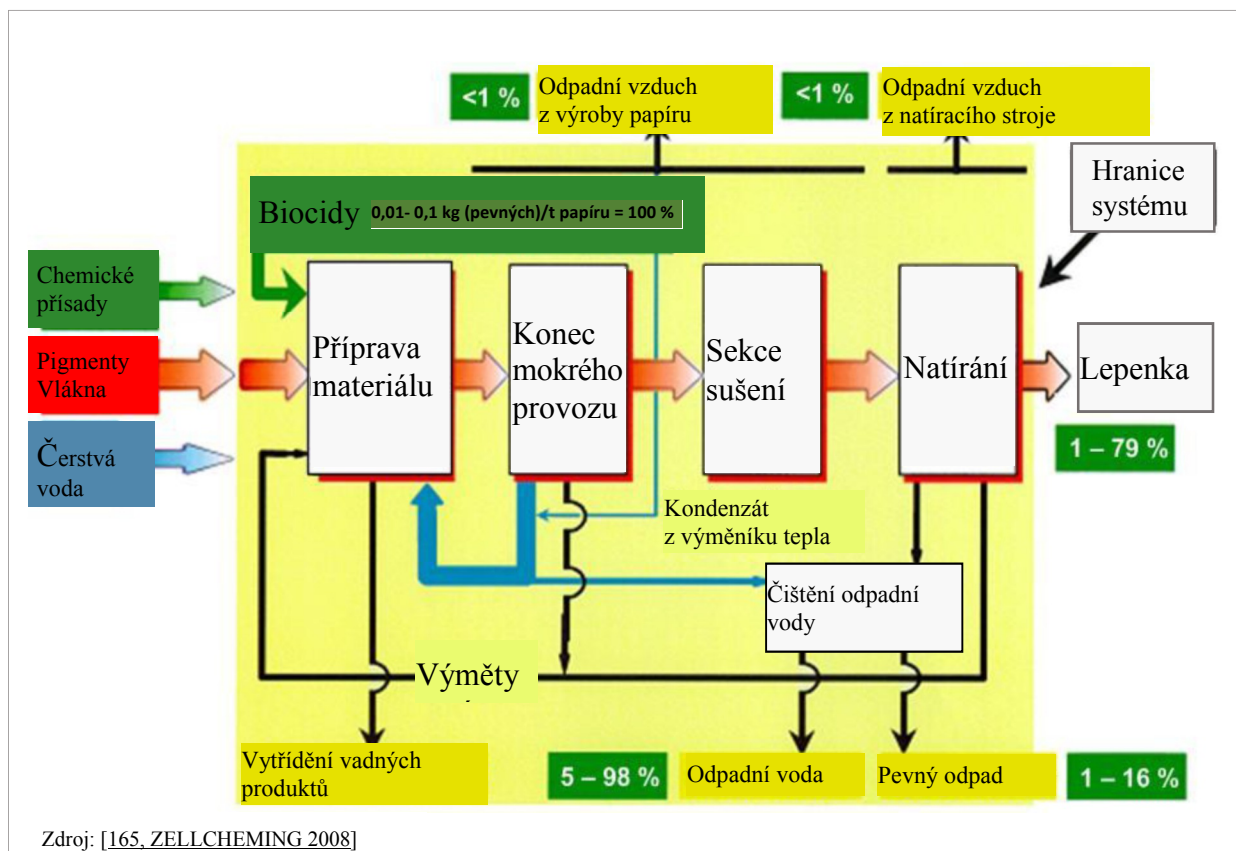
Jiné chemikálie používané v papírnách a celulózkách (a nezahrnuté do obr. 2.6) jsou chemikálie aplikované v čistírnách na procesní a odpadní vody (např. močovina, kyselina fosforečná, flokulační činidla, polymery, hydroxid sodný, látky upravující kaly a odstraňující pěnu odpadních vod) a v pračkách spalin (např. alkálie), pokud jsou tato zařízení v provozu. Chemické přísady se používají také při přípravě napájecí vody pro kotle.

Chemické přísady pomáhají optimalizovat výrobní proces a zvýšit ekonomickou efektivitu výroby. Pomáhají také upravovat určité vlastnosti hotového papíru a mohou být pro dosažení těchto vlastností nezbytné. Chemikálie jsou tedy důležitou součástí výroby buničiny a papíru. Počet používaných přídatných chemikálií v některých případech zdůrazňuje význam bezpečné a zodpovědné manipulace a používání chemikálií z hlediska životního prostředí a BOZP (viz kap. 2.9.2.3 až 2.9.2.5).

S ohledem na komplexní posouzení environmentálních rizik by se měly zkoumat údaje o retenci v papírenském výrobku, o biologické rozložitelnosti, toxicitě nebo jiných škodlivých vlivech na životní prostředí. Mnoho papíren provádí interní hodnocení pomocí komerčně dostupných databází (viz kap. 2.9.2.4), které usnadňují zodpovědný výběr a použití těchto chemických přísad a manipulaci s nimi. Jeden závod aplikuje třídění používaných chemikálií podle jejich retence a odstranění při čištění odpadních vod (viz kap. 2.9.2.5).

Technický výbor pro chemické přísady, který je součástí německé asociace papírenského průmyslu ZELLCHEMING, zkoumal potenciální dopady na životní prostředí u velkých skupin chemických přísad, které jsou uvedeny na obr. 2.7, a navrhl systematický přístup, který odhaduje distribuci těchto přísad mezi odpadní vzduch, papír, odpadní vodu a pevné odpady (výpliv, kal). Důvodem je to, že všechny složky chemických přísad si najdou cestu do těchto fyzikálních složek v závislosti jak na chemických a fyzikálních vlastnostech těchto složek a surovin papíru, tak na podmínkách

pro chemické aplikace. Obr. 2.8 používá biocidy jako příklad, který má ukázat, jak byl touto skupinou odborníků vyhodnocen dopad přísad v procesu výroby papíru.



Obrázek 2.8: Koloběh chemických přísad v procesu výroby papíru na příkladu biocidů

Principy této analýzy ukazují hmotnostní bilanci. V uvedeném příkladu kolísá dávkování biocidů podle chemikálií použitých pro tento účel (aplikace biocidů mezi 10 a 100 g/t papíru, tj. nízká dávka aktivního činidla). Většina dávkovaných biocidů zůstává ve vodním systému a reaguje tam. Ve vyrobeném papíru lze očekávat maximálně 79 % dávkovaných biocidů (v ostatních případech pouze 1 %). Na odtoku by se teoreticky mohlo najít maximálně 98 % dávkovaného materiálu (v jiných případech pouze 5 %). Detekce biocidů na výtoku je často velmi obtížná vzhledem k nízkému dávkování, rychlé reakci a rozkladu použitých chemikálií. Přístup ZELLCHEMINGU je zajímavý díky distribuci biocidů mezi papír, odpadní vodu (po čištění), pevné látky (kal z čistírny odpadních vod) a odpadní vzduch ze sušicí sekce papírenského stroje, resp. natíracího stroje (< 1 % v případě biocidů). U biocidů toto šetření zjistilo relativně širokou rozpětí vzhledem k širokému rozsahu používaných biocidů (oxidující a neoxidující biocidy, biodispergátory atd.) a skutečnosti, že bylo vytvořeno mnoho předpokladů pro posouzení možné dispergace biocidů do různých částí životního prostředí.

Předpokládané vypouštění chemických přísad do vody je přímo spojeno s retencí chemikálií v pásu papíru (retence v procesu) a jejich odstraněním v čistírně odpadních vod. Hlavní skupiny chemických přísad jsou popsány v [165, ZELLCHEMING 2008].

Faktor retence popisuje podíl použitých chemikálií, který je zachycen v papírovém výrobku a který se neuvolňuje do životního prostředí (vody, ovzduší a půdy). Čím vyšší je retence, tím nižší je vypouštění do odtékající vody, a tím nižší je potenciální vliv použitých přísad na životní prostředí. V případě přídatných (pomocných) látek pro výrobky je žádoucí maximální míra retence, a to z ekonomického (ztráty přísad) i ekologického hlediska. Vzhledem k tomu, že funkční chemikálie jsou navrženy tak, aby dodávaly papíru konkrétní charakteristiku, z důvodů nákladů a efektivity mají

většinou relativně vysokou míru retence v celulózových vláknech. Procesní chemikálie nejsou obvykle v pásu hotového papíru zadrženy ve stejné míře. Určité množství se tedy vypouští prostřednictvím odpadních vod ze závodu. Proto jsou důležité znalosti o retenci chemických přísad. Nadbytečné přísady odcházejí ze systému také ve výplivu a v kalu. Některé z těchto přísad mohou mít negativní vliv na praktické fungování čistírny odpadních vod nebo kvalitu vody, pokud jsou neúmyslně uvolněna ve vyšších koncentracích.

S lepší kontrolou vlastností chemikálií, která může vyplývat z nařízení REACH (viz kap. 2.3.2.2) a se systematickou prací v závodech při nahrazování určitých chemikálií za takové, které jsou bezpečnější pro životní prostředí (viz kap. 2.9.2.4), se však snižuje riziko, že toto zbytkové vypouštění může narušit fungování čistírny odpadních vod a kvalitu vody.

Pro posouzení množství látek, které končí ve vodním prostředí, je rozhodující znalost biologické rozložitelnosti dané látky. Za předpokladu, že většina odpadních vod z papíren je zpracována v biologických čistírnách odpadních vod, umožňuje retenční faktor společně s biologickou rozložitelností provést hrubý odhad množství látek, které jsou uvolněny do recipientu (viz kap. 2.9.2.5).

A pokud látky nejsou zachyceny v papíru nebo eliminovány v čistírně odpadních vod, pak jsou údaje o jejich nebezpečí pro vodní prostředí a potenciálu k bioakumulaci velmi důležité.

Zejména je třeba opatrně postupovat v případě chemikálií, jejichž účelem je vyvolat biologický účinek, jako jsou např. biocidy, dezinfekční a konzervační prostředky. Hromadění slizu v systémech papírenského závodu by se v první řadě mělo zabránit správným projektováním a provozováním systémů, aby se předešlo tomu, že v zařízeních, potrubí a nádržích bude po delší dobu stát suspenze buničiny, a pak také výběrem provozních teplot cca 40 °C nebo vyšších. Tato opatření nemusí vždy pro regulaci slizu zcela postačovat, ale povedou jen k příležitostnému využívání chemických přísad v malých množstvích. Praktická zkušenost říká, že závody na výrobu recyklovaného papíru pro tisk a ubrousků běžně provozují systémy při teplotě cca 45 °C a závody na výrobu obalového materiálu až při 50 °C, aby se zabránilo tvorbě slizu. Např. velký závod na bázi RCF, který vyrábí obalový papír, úspěšně aplikuje dispergující činidla a enzymatické čištění v případě, kdy bakterie v systémech procesní vody tvoří sliz, čímž zcela nahradí používání biocidů. Ve zdroji [90, J.Schrijver et al. 2008] se navrhuje kombinace biocidů a biodispergátorů, která může pomoci snížit množství používaných biocidů.

Chemikálie se do závodu nejčastěji dodávají v nákladních autech, vlakem nebo lodí a některé jsou připravovány na místě. Obvykle platí, že nízkoobjemové speciální chemikálie jsou dodávány už připravené k použití, zatímco vysokoobjemové chemikálie mohou být dodávány nebo připraveny na místě. Jedním z příkladů vysokoobjemové chemikálie připravované na místě je vysrážený uhličitán vápenatý (PCC) pro použití v papírenství.

Technický vývoj výrobků má za následek neustále se měnící používání chemikálií, zejména nízkoobjemových speciálních přísad. Velmi důležitou činností je tak revize a hodnocení chemikálií pro určitý účel tak, aby byly vybrány ty nejúčinnější z hlediska procesu a výrobku a zároveň takové, které nepoškozují životní prostředí (viz kap. 2.9.2.4 a 2.9.2.5).

2.3.2.2 Nařízení EU o skladování a používání chemikálií a manipulaci s nimi

Nařízení REACH

Nařízení Evropského parlamentu a Rady o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek [200, REACH Regulation (EC) No 1907/2006] je navrženo tak, aby poskytovalo aktualizované informace o všech chemických látkách (chemikáliích) používaných v množstvích převyšujících určité prahové hodnoty. Nařízení REACH je založeno na principu, že je povinností výrobců, dovozců a následných uživatelů zajistit, aby vyráběli, uváděli na trh nebo používali látky, které nebudou mít nepříznivý vliv na lidské zdraví nebo životní prostředí. Za tímto účelem musí výrobci nebo dovozci těchto látek, buď samostatně, nebo ve směsi, v množství jedné tuny nebo větším za rok, předložit registraci u Evropské agentury pro chemické látky (ECHA). Dodavatel látky nebo směsi musí dále příjemci látky nebo směsi poskytnout bezpečnostní list v souladu se zásadami stanovenými v tomto nařízení. Bezpečnostní list musí obsahovat informace o identifikaci látky nebo směsi, identifikaci

nebezpečí, informace o složení, manipulaci a skladování, a také informace o dopravě a vlivu na životní prostředí.

Pro papír nebo lepenku, které jsou ve styku s potravinami, léky nebo chirurgickými nástroji mohou platit přísnější požadavky na používání chemikálií. V rámci EU se pravidla pro balení potravin připravují (Rada Evropy, usnesení AP (2002) 1 o papírových a lepenkových materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami). V některých zemích se používá německé doporučení č. XXXVI pro papír a lepenku určené pro kontakt s potravinami, které vydal Německý spolkový institut pro hodnocení rizik (BfR).

Směrnice Seveso

Směrnice Rady 96/82/ES o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek (směrnice Seveso II) [214, [Seveso II Directive \(96/82/EC\) 1996](#)] a směrnice 2003/105/ES Evropského parlamentu a Rady, která ji novelizuje, také platí pro některé nebezpečné látky (chemikálie), které se v celulózkách a papírnách skladují nebo se s nimi manipuluje. Směrnice Seveso II uvádí seznam řady látek, na něž se vztahuje, kdy některé z nich se používají v několika celulózkách a papírnách, včetně oxidu siřičitého, chlorečnanu sodného, plynu LPG, metanolu a kyslíku. Peroxid vodíku a oxid chloričitý obvykle pod tuto směrnici nespádají, protože se používají ve zředěných roztocích. Směrnice definuje kategorie látek (toxické, oxidující, výbušné, hořlavé), na které se vztahuje.

Tato směrnice stanoví tři úrovně kontrol, kde větší množství chemikálií znamená přísnější kontroly. Na subjekt, který udržuje množství nebezpečné látky pod nižšími prahovými hodnotami uvedenými v této směrnici, se tento právní předpis nevztahuje, ale budou pro něj platit obecná ustanovení o zdraví, bezpečnosti a životním prostředí uvedená v jiných právních předpisech, které se netýkají nebezpečí závažných havárií.

Směrnice vyžaduje, aby byl zaveden systém řízení bezpečnosti. Provozovatel musí vypracovat havarijní plány zahrnující opatření, která mají být přijata uvnitř zařízení, a předloží je místním úřadům, aby mohly vypracovat vnější havarijní plány. Nouzové plány musí být v případě potřeby kontrolovány, revidovány a aktualizovány. Provozovatelé jsou povinni konzultovat se svými zaměstnanci vnitřní havarijní plány a místní úřady zase musí konzultovat vnější havarijní plány s veřejností.

Nařízení CLP

Nové nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí (nařízení CLP) vstoupilo v platnost dne 20. ledna 2009. Platí okamžitě v celé EU, aniž by muselo být implementováno do vnitrostátních předpisů. Platí přechodná ustanovení a začala práce na klasifikaci chemických látek a směsí podle nových kritérií a na označování novými symboly nebezpečnosti (piktogramy) s platnými bezpečnostními pokyny. Nařízení povede k jednotnějšímu označování a balení chemických látek a usnadní identifikaci a manipulaci s látkami, a proto i zvýší ochranu zdraví na pracovišti a bezpečnost životního prostředí.

Směrnice o biocidních přípravcích

Používání biocidních přípravků se řídí směrnicí Evropského parlamentu a Rady 98/8/ES o uvádění biocidních přípravků na trh (BPD) a nařízením (EU) č. 528/2012 Evropského parlamentu a Rady o dodávání biocidních přípravků na trh a jejich používání. Směrnice BPD pokrývá 23 různých druhů výrobků. Patří mezi ně i protislizové prostředky (slimicidy) a chemické přípravky používané ke konzervaci výrobků a materiálů. Základní principy této směrnice jsou uvedeny dále:

- Aktivní (účinné) látky jsou posuzovány a rozhodnutí o jejich zařazení do přílohy I BPD musí být přijato na úrovni EU.
- Biocidní přípravky se povolují na vnitrostátní úrovni. Mohou být povoleny pouze výrobky, které obsahují účinné látky zahrnuté v příloze I.
- Vzájemné uznávání: biocidní přípravek povolený v jednom členském státě se také povoluje na základě žádosti i v jiném členském státě, pokud neexistují konkrétní důvody pro nedodržení této zásady.

Existují odlišná rozhodnutí týkající se nezařazení látek do příloh I, IA nebo IB směrnice BPD. Souhrnný seznam existujících účinných látek, pro něž bylo přijato rozhodnutí o nezařazení, také obsahuje data, po kterých by výrobky obsahující tyto účinné látky již neměly být uváděny na trh (pro relevantní druhy výrobků).

Účinky jiných právních předpisů

Z látek, které se dříve používaly v průmyslu celulózy a papíru, jsou určité látky v platných právních předpisech zakázány. Nonylfenoly a nonylfenoethoxyláty se používaly jako tenzidy a disperzní činidla. Nyní je používání těchto látek zakázáno. Některé látky regulované v legislativě a používané ve velkých množstvích, např. protislizové prostředky (tzv. slimicidy) a klíždla, byly nalezeny v papírnách v nízkých koncentracích.

Směrnice 2008/105/ES o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky zahrnuje ve své příloze I seznam prioritních látek. Podle CEPI (2010) se žádná z uvedených prioritních látek nepoužívá v procesech výroby buničiny a papíru (např. nonylfenoly, anorganické sloučeniny, DEHP). Přestože se tyto prioritní látky nepoužívají, je však možné, že budou přítomné v emisích z čistíren odpadních vod, protože buď vstupují do závodu prostřednictvím dovážené buničiny, nebo v povrchové vodě odebírané z toku a použité v rámci papírenských procesů.

2.3.2.3 Skladování a přeprava chemikálií a manipulace s nimi

Mnoho chemikálií a chemických přísad používaných v celulózkách a papírnách je charakterizováno jako nebezpečné, uvolní-li se v koncentrované formě. Používají se pevné, kapalné i plynné látky. Z důvodu minimalizace rizika pro pracovníky a životní prostředí (viz kap. 2.9.2.3) je proto velmi důležitá kontrola řetězce dopravy, vykládky, skladování a přepravy na místo použití v procesu.

2.4 Dodávky vody pro procesy a chlazení

2.4.1 Úprava surové vody

Požadavky na kvalitu vody se v papírenském průmyslu velmi liší podle konkrétního použití vody (chladicí nebo procesní voda), kvality výrobků a výrobních procesů použitých v dané celulózce a papírně. V důsledku toho se mezi jednotlivými závody značně liší i používaná surová voda a její zdroje (podzemní, povrchová voda). Hlavní nečistoty v surové vodě, které je v případě jejich přítomnosti třeba odstranit, jsou barvy (přirozená nahnědlá nebo nažloutlá barva) a zákal (malé částice suspendovaných organických a anorganických látek) u povrchových vod (po prvním mechanickém předčištění), tvrdost (rozpuštěné soli vápníku a hořčíku), železo a mangan. Jejich přítomnost závisí především na zdroji použité vody. V mnoha evropských zemích tvoří veškerou surovou vodu používanou v celulózkách a papírnách povrchová voda. Ostatní země používají také vodu podzemní pro část procesní vody. Kvalitu vody lze zlepšit prostřednictvím řady čistírenských opatření, která mohou záviset na zamýšleném způsobu použití i kvalitě vody potřebné pro daný účel.

2.4.1.1 Úprava procesní vody

V celulózkách a papírnách se obvykle provádí úprava vody kvůli odstranění pevných látek, barev a organických látek, železa a manganu. V několika málo případech se odstraňují také rozpuštěné soli a voda je dezinfikována. S výjimkou odstraňování pevných látek většina výše uvedených látek vyžaduje nějakou formu chemického ošetření (iontová výměna se aplikuje v několika případech na procesní vodu a ve většině případů na napájecí vodu kotle), které je spojeno s kontaminovanou proplachovací vodou, která se obvykle čistí spolu s odpadní vodou z procesů. Mechanické čištění pomocí česel a filtrů se obvykle provádí před chemickým ošetřením a odstraňuje malé organismy, listí, trávu a jiné nečistoty.

Při chemickém čištění se voda často provzdušňuje, přidávají se příslušné chemikálie a vzniká směs pro koagulaci a flokulaci; pak probíhá samotná flokulace (s přidáním koagulačního činidla v případě potřeby) a vzniklé vločky se od kapalné fáze oddělí čířením a pískovou filtrací. Pro flokulaci se přidávají koagulanty, např. síran hlinitý. Dalším běžně používaným koagulantem je hlinitan sodný. Pro dekarbonizaci se mohou přidávat Ca(OH)_2 a Fe(Cl)_3 . Doplnkové koagulanty se používají v případech, kdy by jinak tvorba vloček byla neuspokojivá. Ostatní chemikálie se používají zejména pro úpravu pH. Většina vloček vzniká během koagulace a za stálého míchání je odstraněna během čištění. To probíhá buď pomocí sedimentace, nebo flotace. Při výrobě čerstvé vody pro průmysl celulózy a papíru se vločky, které prošly zčištěnou vodou z chemického čištění, odstraní filtrací. Filtrační lože filtrů se občas promývají do čista vodou nebo směsí vody a vzduchu. Promývací voda se obvykle odvádí do čistírny odpadních vod. Předtím, než je upravená voda přivedena do skladovacích nádrží nebo napájecí sítě, se voda někdy dezinfikuje.

Úprava procesní vody spotřebovává elektrickou energii a způsobuje tvorbu kalu, který se musí dále zpracovat.

2.4.1.2 Úprava napájecí vody pro kotle

Voda pro kotelny se obvykle upravuje pomocí iontové výměny. Úprava zahrnuje i kondenzát vrácený do kotelny závodu a výrobu napájecí a doplňovací vody pro tuto kotelnu. Ve většině případů jsou kondenzáty nejprve filtrovány tak, aby se odstranily nečistoty pocházející z potrubí. Filtrovaná voda se přivádí do jednotky iontové výměny. Jedná se obvykle o iontoměnič se smíšeným ložem (obsahující jak aniontové, tak i kationtové ionexové pryskyřice). V případě zařízení vyrábějících deionizovanou doplňující vodu se voda nejprve chemicky ošetří a teprve pak prochází přes aniontové, kationtové nebo smíšené jednotky. Podle druhu použité iontoměničové pryskyřice je kolona regenerována kyselinou, alkálií nebo roztokem chloridu sodného. Výsledná odpadní voda je před vypuštěním do čistírny odpadních vod shromážděna a neutralizována.

Promývací voda z regenerace iontoměniče přispívá k celkovému množství solí vypouštěných ze závodu a je problémem zejména pro závody, které provozují velmi uzavřené vodní okruhy, protože tato voda je značně zatížena solemi.

Další úprava napájecí vody pro kotle může zahrnovat přidání disořičitanu, amoniaku nebo hydrazinu pro úpravu pH a kyslíku kvůli omezení koroze.

2.4.2 Chladicí systémy a použití chladicí vody

Kromě vzduchu používají celulózky, papírny a jejich související elektrárenská zařízení tradičně velké množství vody z řek a jezer pro účely chlazení. Funkcí takového chladicího systému je odvádět teplo z procesů nebo zařízení, jako jsou např. motory nebo rotující stroje, hydraulické systémy, transformátory, kondenzátory, kompresory a také větrání s cílem řídit teplotu procesu a odpadních vod a zlepšit fyzické prostředí pro pracovníky. Teplo odstraněné z procesu přechází do chladicí vody nebo vzduchu. Přenos tepla z procesních vod nebo zařízení zvyšuje teplotu chladicí vody, která se po opětovném ochlazení buď vypouští, nebo recirkuluje anebo se používá jako teplá voda v rámci procesu.

V některých zemích existují zvláštní environmentální předpisy pro provoz chladicích systémů založených na vodě a pro používání a vypouštění chemikálií určených pro prevenci koroze, vzniku kamene nebo nárůstu biologických látek. Další informace o BAT pro průmyslové chladicí systémy najde čtenář v referenčním dokumentu o aplikaci nejlepších dostupných technik v průmyslových chladicích systémech [270, COM 2001].

2.4.2.1 Druhy chladicích systémů v celulózkách a papírnách

Chladicí systémy lze obecně rozdělit do tří hlavních druhů: jednorázové (průtočné) systémy, uzavřená recirkulační zařízení a otevřené recirkulační systémy, kde jsou nejčastější chladicí věže a odparky. Ohřátá chladicí voda se buď vypouští s vyšší teplotou do recipientu (průtočný chladicí systém), nebo se ochladí a znovu použije (recirkulační systém chlazení). Volba řešení se liší podle místa a konceptu chlazení v jednotlivých závodech, tj. záleží na dostupnosti čerstvé vody a kapacitě recipientu pro příjem tepla.

a) Jednorázové (průtočné) chladicí systémy

Chladicí systémy, které používají chladicí kapacitu vody jen jednou, se nazývají jednorázové (průtočné) chladicí systémy. I pro ty nejmenší jednorázové systémy jsou nutné velké objemy vody. Je proto zapotřebí dostatečná dodávka vody s přiměřeně nízkou teplotou. Jednorázové (průtočné) chladicí systémy (OTC) se instalují tam, kde je dostatek vody z řeky nebo jezera. Závody vypouštějí ohřátou chladicí vodu zpět přímo do řeky či jezera. Úřady obvykle stanovují požadavky kladené na přípustné tepelné zatížení daného recipientu (jako maximální teplotu v létě a v zimě a maximální rozdíl teplot v porovnání s přírodními podmínkami) a na náležité mísení s okolní vodou.

Jediným externím čištěním obecně aplikovaným u jednorázových systémů jsou mechanické česle na ochranu navazujících zařízení před vážným poškozením v důsledku vniknutí cizího materiálu. K žádné významné změně v chemismu vody nedochází. Nepoužívají se ani žádné chemikálie pro regulaci koroze nebo proti vzniku vodního kamene. V zimním období se zahřátá chladicí voda může použít pro výrobu chemicky vyčištěné vody k zajištění dobrých výsledků čištění.

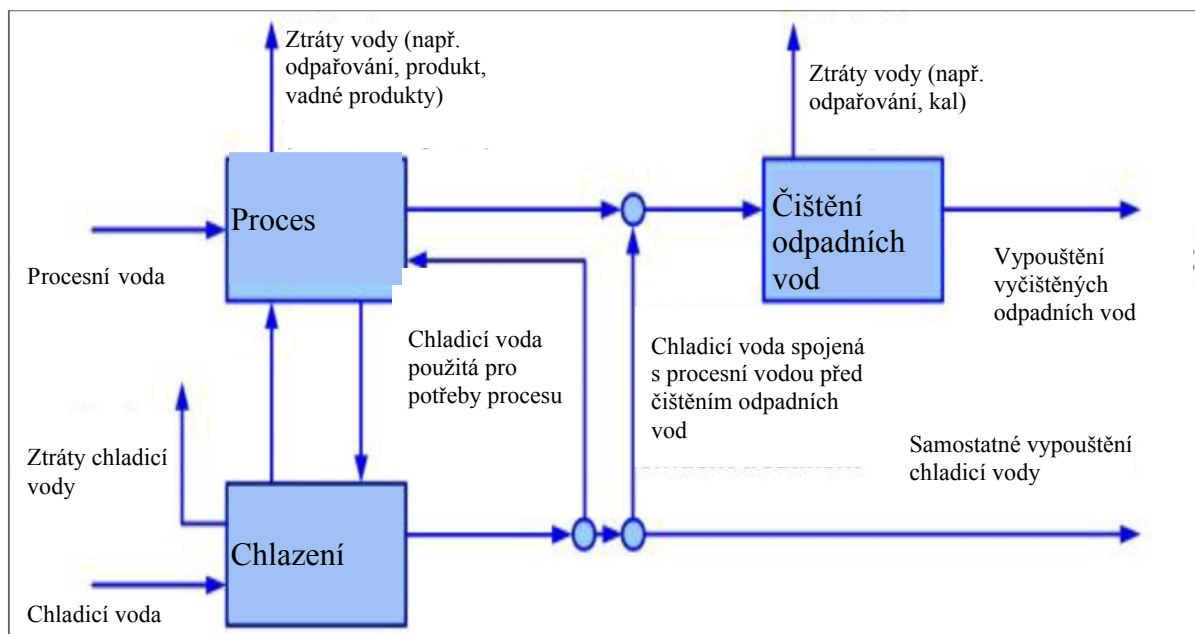
b) Chlazení vodou a její opakované použití (otevřené a uzavřené recirkulační systémy)

Otevřený recirkulační chladicí systém používá stejnou vodu opakovaně k ochlazení technologického zařízení nebo jako procesní vodu. Teplo absorbované z procesu a přenesené do chladicí vody se rozptýlí do atmosféry, a umožní tak opakované použití této vody pro účely chlazení. Nejčastějším druhem otevřeného recirkulačního chladicího systému je chladicí věž. Ohřátá chladicí voda se v chladicí věži částečně odpařuje s tím, jak se vzduch proudící nahoru dostává do kontaktu s vodou proudící směrem dolů. Chlazení je dosaženo díky odpařování určité části vody. Odpařování má za následek ztrátu čisté vody ze systému a zakonzentrování zbývajících rozpuštěných pevných látek. Ztráta vody odpařené do ovzduší se nahrazuje doplňovací vodou. Určitou část vody je třeba občas odstranit, aby nedocházelo k nárůstu nečistot; pak je nutno přidat čerstvou vodu na doplnění systému.

Ve srovnání s průtočným (jednorázovým) chlazením otevřené recirkulační chladicí systémy ušetří velké množství čerstvé vody. Je nutné chemické ošetření chladicí vody, aby se zabránilo korozi, tvorbě vodního kamene nebo nárůstu mikroorganismů. To má za následek pravidelné uvolňování těchto látek do recipientu. Protože doplňovací voda zavádí do okruhu nové rozpuštěné minerální látky a mikroorganismy, musí být přívod čistících chemikálií do tohoto druhu okruhu konstantní. V některých případech lze použít „léčbu šokem“. Čistící chemikálie se používají také k nahrazení chemikálií ztracených v důsledku odkalování.

V uzavřeném recirkulačním chladicím systému voda cirkuluje v uzavřeném cyklu a je vystavena střídavému chlazení a ohřevu bez kontaktu se vzduchem. Teplo absorbované do teplotně vodní vody v uzavřeném systému se obvykle přenáší chladičem, který teplo dokáže odstranit z kapaliny prostřednictvím komprese par nebo pomocí absorpčního chladicího cyklu, ze kterého se teplo ztrácí do ovzduší. V uzavřených cirkulačních systémech je nutné chemické ošetření chladicí vody, aby se zabránilo korozi, tvorbě vodního kamene nebo nárůstu mikroorganismů. I přesto je pak nezbytná neustálá výměna menší části cirkulační vody. Odpouštění umožňuje odstranit suspendované látky a nahromaděné soli z okruhu vody. Použitý faktor snížení koncentrace závisí na chemii surové vody v okruhu a na aplikovaném čištění. Toky odpouštěné vody by se měly čistit spolu s procesní vodou. Mezi prostředky používané k čištění vody a regulaci usazenin patří například okysličující nebo neokysličující biocidy. Činidla zabraňující tvorbě vodního kamene se používají k prevenci vzniku vodního kamene a krystalů.

V závislosti na lokalitě, druhu závodu a zvolených chladicích systémech lze nekontaktní ohřátou chladicí vodu použít jako procesní vodu a spojit jí s procesními odpadními vodami před jejich čištěním a následně vypouštět spolu s vyčištěnými procesními odpadními vodami ve společném toku. V tomto případě neexistuje samostatné vypouštění chladicí vody, protože tato voda je zcela přeměněna na vodu procesní. V několika málo případech může být nekontaktní chladicí voda spojena s procesní odpadní vodou po jejím vyčištění a vypuštěna ve společném toku, anebo se chladicí voda vypouští ze samostatného bodu určeného pro vypouštění bezkontaktní chladicí vody. Obrázek 2.9 ilustruje tyto možnosti používání a vypouštění chladicí vody.



Obrázek 2.9: Možnosti používání a vypouštění chladicí vody

V tomto dokumentu je chladicí voda součástí prezentovaného toku procesní vody (m^3/ADt) pouze tehdy, když se používá jako procesní voda nebo když jsou znečištěné toky odpouštěny a čištěny společně s procesní vodou v běžné čistírně.

2.5 Spotřeba energie v celulózkách a papírnách

Výroba buničiny a papíru je energeticky náročný průmysl. V globálním měřítku je čtvrtým největším průmyslovým spotřebitelem energie, spotřebovává 5,7 % z celkové průmyslové spotřeby energie [197, IEA 2007]. Výroba buničiny a papíru vyžaduje vstup energie ve formě tepla a elektřiny.

Tepelná energie, obvykle v podobě vysokotlaké páry, se používá k výrobě elektřiny v turbogenerátorech. Středotlaká nebo nízkotlaká pára odcházející z turbíny pak slouží především k těmto účelům:

- ohřev vody, dřevní štěpky, buničinných vláken, vzduchu a chemikálií na teplotu procesu;
- ohřev varné kapaliny pro chemickou výrobu buničiny;
- odpařování vody z použitých sulfátových a sulfitových (varných) kapalin v odparkách před spalováním těchto kapalin (výluhů) v regeneračních kotlích;
- dispergace při přípravě zásobního sběrového papíru (zahřívání v dispergátorech, v některých případech);
- odpařování vody z pásu buničiny nebo papíru v sušící části stroje v rámci zařízení na výrobu buničiny nebo papíru;
- sušení natíraného papíru.

Elektrická energie se v celulózkách a papírnách používá k mnoha účelům, jako jsou:

- brusy a rafinéry na výrobu dřevoviny, TMP a CTMP;
- rozvlákňovače k rozvlákňování nakoupené buničiny nebo recyklovaných vláken;
- mletí a rafinace buničiny;
- pohon pro papírenské a jiné stroje používané na výrobu buničiny a papíru;
- přesun pomocí čerpadel, ventilátorů, pásů a šroubových dopravníků;
- míchání kapalin a suspenzí;
- chemická příprava na místě;
- vakuová čerpadla;
- kompresory.

Následující trendy obecně zvyšují specifickou spotřebu elektrické energie spotřebovanou při výrobě buničiny a papíru:

- vyšší požadavky na kvalitu papíru (zvýšení spotřeby elektrické energie na mechanické rozvlákňování a sušení nátěrů);
- zvýšení rychlosti papírenských strojů;
- nové lisovací a sušící technologie, které snižují spotřebu tepla (například elektrické infračervené sušičky);
- zpřísněné požadavky na ochranu životního prostředí a kontrolní techniky (např. čištění odpadních vod a odpadních plynů).

Zavedením nových provozních režimů a nástrojů, jako je analýza energetické účinnosti nebo energetický audit (viz kap. 2.9.5), integrace procesů nebo novější zařízení, je možné významné zvýšení energetické účinnosti.

Účinnost jak výroby papíru, tak i výroby energie lze zlepšit rozvojem moderního řízení procesů (viz např. kap. 2.9.10). Kvalifikování a motivování pracovníci a dostupnost spolehlivých informací o procesu umožňují využití energeticky účinných způsobů provozu papírenských závodů i elektráren. Další informace o energetické účinnosti lze nalézt v referenčním dokumentu o nejlepších dostupných technikách energetická účinnost (ENE) [268, COM 2009].

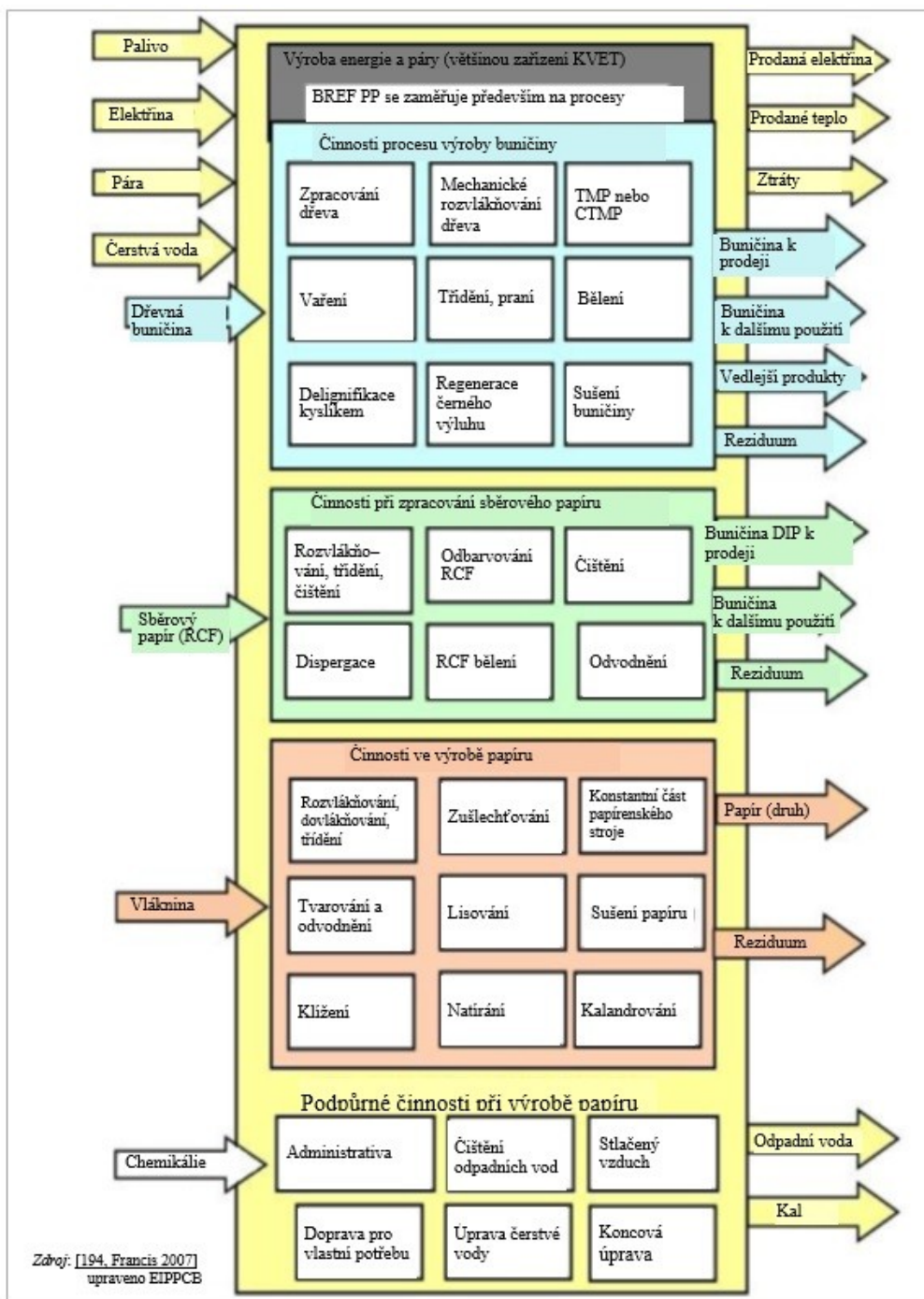
Porovnání spotřeby energie v celulózkách a papírnách může zahrnovat faktory, které způsobují nejistotu a nedorozumění. Typický závod vyrábí více než jeden druh papíru/buničiny z různých druhů dřeva a často i různých směsí vláknitých surovin. Každá druhová skupina má obvykle určitou hodnotu specifické spotřeby energie, ale celková roční spotřeba kolísá v závislosti na rozdělení výroby, výtěžku rozvlákňování, a na tom, zda je buničina sušena či nikoli a na ročním období (vyšší spotřeba tepla v zimě než v létě). Porovnávání mezi různými závody není snadný úkol vzhledem k rozmanitosti

výrobních vyráběných v těchto závodech. Tato část popisuje některé problémy, některé typické údaje o energetické spotřebě v celulózkách a papírnách a význam určitých procesů pro energetickou bilanci závodů. Další podrobnosti, které se týkají spotřeby energie při výrobě konkrétní buničiny nebo druhu papíru, jsou uvedeny v kap. 3 až 7.

2.5.1 Otázky ke zvážení při čtení hlášených údajů o spotřebě energie

Při porovnávání údajů o spotřebě energie musíme mít na paměti, že zaznamenávání dat o energiích a jejich hlášení nejsou dosud jednotné [249, Blum et al. 2007]. Srovnatelnost energetické spotřeby mezi závody může být v mnoha případech obtížná, protože spotřebu energie ovlivňují různé faktory. Existuje mnoho jednotlivých spotřebitelů energie v rámci závodu, ale pro sledování spotřeby energie bylo vytvořeno někdy jen pár měřicích bodů. V rámci jednoho druhu buničiny nebo papíru existují rozdíly ve složení surovin, vlastnostech výrobků a nainstalovaných zařízeních v procesech (viz tab. 2.10).

Při posuzování nebo porovnání energetických údajů z celulózek a papíren je třeba zvážit úplnost činností zahrnutých do energetické bilance. V některých případech lze zdánlivě lepší hodnotu energetické účinnosti vysvětlit tím, že daný závod vyloučil příslušné jednotky energetické spotřeby, které jiný závod naopak začlenil. Například v některých závodech probíhá i čištění odpadních vod, finální úprava, administrativa a různé činnosti procesu výroby buničiny, jiné závody je ze svých údajů vylučují. Obrázek 2.10 uvádí schematický přehled subsystémů, které je dobré zvažovat při porovnávání energetických bilancí celulózek a papíren, a v horní části obrázku ukazuje hlavní energetické toky (vstup a výstup). Vlákenná surovina, vyrobené výrobky a výplivy jsou také označeny, protože jejich druh, množství a vlastnosti mohou mít také vliv na specifickou spotřebu energie závodu. Příslušné subsystémy, které spotřebovávají energii, jsou sestaveny v rámci tří oblastí zpracování, tj. výroba buničiny, zpracování sběrového papíru a výroba papíru. Tyto oblasti zpracování obsahují obvyklé procesní kroky (podsystemy). Každý z těchto subsystémů spotřebovává energii, a proto ovlivňuje energetickou bilanci celého závodu. Například při vyhodnocování energetické situace závodu s mechanickou linkou je důležité vědět, zda je použitý rozvláknovací proces založen na dřevovině nebo rafinaci TMP. Další aspekty schématické bilance jsou méně významné, např. vedlejší činnosti jako administrativa (viz kap. 2.5.4).



Obrázek 2.10: Schematický přehled subsystémů ke zvážení při porovnání energetických bilancí celulózek a papíren

Referenční hodnoty pro celkovou spotřebu primární energie (vstup paliva, elektřiny a páry) dané celulózkou a papírny nebo pro spotřebu procesního tepla a elektřiny ve výrobních procesech pro danou výrobu buničiny/papíru by měly odkazovat na stejný druh výroby a měly by obsahovat srovnatelné dílčí procesy. Zaznamenávaná a hlášená data však často tyto podrobné okolnosti nezohledňují. Údaje o spotřebě energie v tomto dokumentu mají proto pouze orientační charakter v tom, že pokrývají řadu podobných případů, ale ne všechny.

Vzhledem k tomu, že spotřeba energie je výrazně závislá na systému, který je analyzován (hranice systému), druh závodu (integrováný nebo neintegrováný), druhu rozvláknování (sulfátová nebo sulfitová buničina, zpracování GW, TMP, CTMP, RCF atd.), druhu papíru, gramáže a kvalitě a také na použitých procesech, měl by si uživatel referenčních hodnot energie být vědom této vzájemné provázanosti, pokud bude energetické údaje používat ke srovnávání.

2.5.2 Příklady celkové spotřeby energie v procesech celulózek a papíren

Údaje o spotřebě energie pro některé příklady celulózek a papíren jsou uvedeny v tab. 2.9. Představují skutečné hodnoty energetické spotřeby v procesech (elektrárna a následně konverze primárních paliv na elektrickou energii a páru nejsou zahrnuty) pro některé důležité druhy papíru. U integrovaných závodů hodnoty specifické spotřeby energie odkazují na celkovou výrobu papíru včetně mechanického rozvláknování nebo zpracování sběrového papíru. Hodnoty v tab. 2.9 jsou odvozeny z různých datových zdrojů. Hranice systému (v každém případě je uvažován celý závod bez zohlednění ztrát během konverze fosilních paliv při výrobě páry a elektřiny, viz obr. 2.10) a rychlost výroby (čistá výroba k prodeji), na kterou je odkazováno, jsou stejné pro všechny uvedené závody.

Tabulka 2.9: Specifická spotřeba energie přímo použité v procesu výroby a s výrobou související pomocná zařízení pro některé příklady celulózek a papíren

Druh vyráběné buničiny/papíru	Rozsah spotřeby energie		Zdroj dat (Počet závodů)
	Jednotky	od – do	
Neintegrovaná sulfátová buničina	Elektřina (kWh/ADt) Tepl (kWh/ADt) ⁽⁷⁾	700 – 800 3 800 – 5 100	⁽¹⁾ (5 závodů)
Integrovaný nenatíraný dřevitý papír (včetně mechanického rozvláknování-MP a může odkazovat na GW, TMP nebo jiné druhy vláken) ⁽⁵⁾	Elektřina (kWh/t) ⁽⁶⁾ Tepl (kWh/t) ⁽⁷⁾	1 200 – 1 400 1 000 – 1 600	⁽²⁾ (1 závod); ⁽⁴⁾ (2 závody)
Integrovaný natíraný dřevitý papír (včetně mechanického rozvláknování-MP a může odkazovat na GW, TMP nebo jiné druhy vláken) ⁽⁵⁾	Elektřina (kWh/t) ⁽⁶⁾ Tepl (kWh/t) ⁽⁷⁾	1 200 – 2 100 1 300 – 1 800	⁽²⁾ (2 závody); ⁽³⁾ (8 závodů); ⁽⁴⁾ (3 závody)
Integrovaný tiskařský papír TMP (> 90 % TMP)	Elektřina (kWh/t) Tepl (kWh/t)	2 500 – 2 700 330 ⁽⁸⁾	Afconsult (1 závod)
Neintegrovaný natíraný bezdřevý papír	Elektřina (kWh/t) ⁽⁶⁾ Tepl (kWh/t) ⁽⁷⁾	600 – 1 000 1 200 – 2 100	⁽³⁾ (5 závodů); ⁽⁴⁾ (2 závody)
Papír na bázi RCF bez zesvětlování (obalový)	Elektřina (kWh/t) ⁽⁶⁾ Tepl (kWh/t) ⁽⁷⁾	300 – 700 100 – 1 800	⁽²⁾ (1 závod); ⁽³⁾ (11 závodů); ⁽⁴⁾ (7 závodů)
Papír na bázi RCF se zesvětlováním (grafický)	Elektřina (kWh/t) ⁽⁶⁾ Tepl (kWh/t) ⁽⁷⁾	900 – 1 400 1 000 – 1 600	⁽²⁾ (1 závod); ⁽³⁾ (7 závodů); ⁽⁴⁾ (4 závody)
Lepenka na bázi RCF (se zesvětlováním)	Elektřina (kWh/t) ⁽⁶⁾ Tepl (kWh/t) ⁽⁷⁾	400 – 700 1 000 – 2 700	⁽²⁾ (1 závod); ⁽³⁾ (4 závody); ⁽⁴⁾ (5 závodů)
Neintegrovaný závod na výrobu hygienického papíru (bez použití TAD)	Elektřina (kWh/t) ⁽⁶⁾ Tepl (kWh/t) ⁽⁷⁾	900 – 1 200 1 900 – 2 300	⁽²⁾ (2 závody); ⁽³⁾ (4 závody)
Závod na výrobu hygienického papíru na bázi RCF (bez použití TAD)	Elektřina (kWh/t) ⁽⁶⁾ Tepl (kWh/t) ⁽⁷⁾	800 – 2 000 1 900 – 2 800	⁽²⁾ (1 závod); ⁽⁴⁾ (3 závody)
Bez dřevý speciální papír	Elektřina (kWh/t) ⁽⁶⁾ Tepl (kWh/t) ⁽⁷⁾	600 – 3 000 1 600 – 4 500	⁽²⁾ (3 závody); ⁽³⁾ (3 závody)

Poznámka:

⁽¹⁾ Švédská environmentální agentura, statistické údaje o švédských sulfátových celulózkách, 2005.

⁽²⁾ PTS, výzkumné studie: Optimalizace spotřeby energie v evropských závodech (nepublikováno), Mnichov 2004 až 2007.

⁽³⁾ PTS, interní sběr dat o německých celulózkách a papírech (nepublikováno), Mnichov 2004 až 2006.

⁽⁴⁾ Institute for Paper Science and Technology GmbH, dotazníkové šetření (nepublikováno), Darmstadt, 2007.

⁽⁵⁾ Pro integrovaný dřevitý papír je třeba poznamenat, že sloučená specifická spotřeba energie pro výrobu papíru a mechanické rozvláknování je přímo úměrná funkci podílu a druhu mechanické vlákniny v rámci vlákninového složení. Spotřeba elektrické energie pro TMP (termomechanická vláknina) je obvykle vyšší než u PGW/SGW (lisovaná dřevovina/dřevovina vyrobená broušením na kameni) a mnohem vyšší než u RCF (sběrového papíru). Další podrobnosti čtenář najde v kap. 5.2.2.7.

⁽⁶⁾ Není uvažována žádná primární energie kromě plynu (nižší výhřevnost) pro IČ nebo vzduchové sušičky nebo pece pro smršťování. Elektrárna je mimo hranice systému. K převedení zakoupené energie na použitou primární energii je třeba vzít v úvahu energetický výtěžek výroby elektřiny v dané zemi (je-li znám) nebo na úrovni EU, např. v EU-25 je celková primární energie na výrobu 1 kWh elektřiny 2,62 kWh kumulované energie (zdroj: Globální Model Emisí pro Integrované Systémy GEMIS, údaje získané z EUDG-TREN 2003: Evropské trendy v energii a dopravě do roku 2030 (PRIMES)).

⁽⁷⁾ Údaje o spotřebě tepla vylučují teplo pro výrobu elektřiny. Pro převedení z [kWh] na [MJ] vynásobte [kWh] číslem 3,6; při přechodu z [MWh] na [GJ] vynásobte [MWh] číslem 3,6.

⁽⁸⁾ Spotřeba elektrické energie pro provoz rafinace TMP je 2500–2700 kWh/t vlákniny. Další informace naleznete v kap. 5.2.2.7. Z tohoto vstupu elektřiny je 75–80 % získáno ve formě nízkotlaké páry, což pokrývá hlavně spotřebu páry v papírně. Pracují-li všechno podle osvědčených postupů, je třeba jen cca 1,2 GJ/t (nebo 330 kWh/t) dalšího tepla ve formě páry.

Zdroje: Všechny zdroje dat jsou uvedeny v [249, Blum et al. 2007]

Hodnoty spotřeby energie v tab. 2.9 se netýkají vstupní primární energie paliv pro výrobu elektřiny. U tepla odkazují hodnoty spotřeby na tepelnou kapacitu použité páry a nižší výhřevnost plynu v případě IČ nebo vzduchových sušiček. Elektrické infračervené (IČ) sušičky spotřebovávají část elektrické energie. Plynové infračervené systémy jsou zahrnuty do spotřeby tepla. Minimální hodnoty elektrické energie a tepla pro konkrétní druhy nemusí vždy patřit ke stejnému závodu. Totéž platí i pro maximální hodnoty. Připočtení spotřeby elektřiny a tepla jednoho druhu, aby se vypočetla celková spotřeba energie pro závod, tak může v některých případech vést k nesprávným výsledkům.

Podrobnější informace o spotřebě energie různých druhů výroby buničiny a papíru jsou v části „Aktuální hodnoty spotřeby a emisí“ v kap. 3 až 7. Referenční hodnoty spotřeby energie pro BAT čtenář najde v závěrech o BAT v rámci kap. 8.

Obecné aspekty

Dále jsou uvedeny některé obecné aspekty, které mohou ovlivnit konkrétní spotřebu energie, jak je znázorněno v tab. 2.9 v rozmezí jednoho stupně.

Umístění provozovny

Poptávka po teple u některých spotřebitelů závisí do jisté míry na podmínkách prostředí v místě výroby. Existují rozdíly mezi závody v severní a jižní Evropě v druhu větrání hal, druhu vytápění, použití surové a procesní vody a chlazení.

Stáří zařízení (datum vzniku)

Velmi staré celulózky a papírny mohly zpočátku čelit nepříznivé infrastruktuře (např. energetické rozvody), což mohlo vést ke zvýšené spotřebě energie u základních činností těchto závodů. Mnoho závodů, které jsou v provozu více než 100 let, však postupně modernizovalo svou infrastrukturu tak, že dnes není vidět žádná korelace mezi stářím závodu a jeho energetickou účinností. Lze to dokázat prostřednictvím hodnot spotřeby energie ve stávajících zařízeních, která neustále zlepšují svou energetickou účinnost díky investicím do nových technologií a hospodaření s energií. Aktualizace podmínek povolení v mnoha případech vyvolala instalaci nového zařízení, a tím i zvýšení energetické účinnosti. Na druhé straně u některých nedávných projektů sulfátových celulózek postavených na zelené louce (např. nový eukalyptové celulózky v Jižní Americe) je spotřeba elektrické energie podstatně nižší než u srovnatelných starších závodů, viz tab. 3.33 v kap. 3.3.27.

Stáří zařízení

Stáří papírenských strojů nebo zařízení varen buničiny má vliv na spotřebu energie stejně jako ostatní instalovaná zařízení. V mnoha případech je novější zařízení energeticky účinnější než zařízení starší. Po spuštění nového papírenského stroje nebo nové linky na výrobu buničiny však trvá jeden nebo dva roky, než se proces, a tím i spotřeba energie, optimalizují.

Velikost závodu

Velikosti evropských celulózek a papíren, které spadají pod IED, je v různých závodech odlišná, zejména pro některé konkrétní druhy výrobků. Největší dopad na kolísání specifické spotřeby energie mají produktivita (v t buničiny/papíru vyrobených za rok) a velikost papírenského stroje. Menší závody s menšími papírenskými stroji mají méně příznivé podmínky pro spotřebu energie.

Aspekty související s procesem a druhem výrobku

Jak je znázorněno v tab. 2.9, kromě obecných aspektů ovlivňují hodnotu specifické spotřeby energie i aspekty spojené s druhem výrobku a s procesem. Tyto aspekty související s procesem jsou dále podrobněji popsány:

- U neintegrováných sulfátových celulózek mají výrazně lepší využití tepla a elektřiny ty, které mají účinné projekty na úsporu páry. Efektivnější závody jsou schopné prodat více elektřiny založené na biomase nebo poskytovat dálkové vytápění. Kromě rozdílů v hospodaření s energií může být kolísání spotřeby energie způsobeno použitou surovinou (používané druhy stromů), doplňováním vláknitého dřeva (zda je zakoupené vláknité dřevo již nasekané či nikoliv), výrobou kyslíku na místě a požadovanou bělostí koncového výrobku. Hodnoty spotřeby tepla v celulózkách uvedené v tab. 2.9 se týkají procesní spotřeby tepla. Teplo na výrobu elektřiny, prodané teplo a ztráty tepla při konverzi v elektrárně nejsou zahrnuty.

- U dřevitých druhů je zásadní dřevní surovina, druh rozvlákňovacího procesu (termomechanická vláknina, dřevovina, tlakové rozvlákňování) a jejich podíl na celkových zdrojích použitých vláken. V případě integrovaného dřevitého papíru je třeba poznamenat, že sloučená specifická spotřeba energie výroby papíru a mechanického rozvlákňování je přímo úměrná podílu mechanické vlákniny na vlákninovém složení. Například pokud je TMP vysoce rafinovaná, specifická spotřeba elektriny u této mechanické vlákniny je 3,6 MWh/BDt vlákniny (viz kap. 5.2.2.7) a sloučené množství elektrické energie pro papírenský stroj a mechanické rozvlákňování o něco málo přesahuje 3 MWh na tunu dřevitého papíru, když chemická buničina je ve vlákninovém složení do značné míry nahrazena TMP. U mechanických druhů vede široký rozsah vlákninového složení k výraznému kolísání spotřeby energie v oblasti výroby mechanické vlákniny: spotřeba elektrické energie pro TMP (termomechanická vláknina) je obvykle vyšší než u PGW/SGW (lisovaná dřevovina/dřevovina vyrobená broušením na kameni) a mnohem vyšší než u RCF (sběrový papír). Naopak TMP má výhodu v získávání páry, což podstatně snižuje poptávku po čistém teple pro následný proces integrované výroby papíru. U natíraných mechanických druhů má na spotřebu energie vliv technologie a množství nátěru.
- U bezdřevých druhů dochází k výkyvům spotřeby elektrické energie vzhledem k odlišným požadavkům na rafinaci. Vliv může mít i různá gramáž hotového papíru (g/m^2). Pro nenatíraný bezdřevý papír byly k dispozici údaje pouze ze dvou závodů, viz tab. 2.9. Jeden z těchto závodů má velmi vysokou hodnotu spotřeby tepla kvůli zastaralému sušení a velmi nízké gramáži hotového papíru.
- U natíraných bezdřevých druhů jsou důvody rozdílů ve spotřebě energie podobné těm, které jsou popsány pro nenatírané bezdřevé druhy. Značný dopad pak mají ještě použité technologie a množství nátěru.
- U papírů na bázi RCF se zesvětlováním se rozlišují dva druhy: grafické papíry a kartonové lepenky. V rámci těchto dvou skupin byly závody uvedené v tab. 2.9 srovnatelné ve smyslu specifikací výrobku, velikosti závodu a použité technologie.
- U hygienického papíru jsou uvedeny hodnoty ze závodů vyrábějících hygienický papír pomocí krepovacího válce. Použití technologie průběžného sušení (TAD) vzduchem vyžaduje mnohem vyšší energetické vstupy, cca 2 500 kWh/t (elektrina) a 6 000 kWh/t (teplo) pro neintegrováný závod s TAD. V procesu TAD je lisování tenkého pásu papíru omezeno na minimum; stále ještě vlhký tenký pás papíru se suší tak, že se horký suchý vzduch fouká skrz něj a podpůrnou strukturovanou tkaninu při více než 350 °C. To vede k vysoké spotřebě energie a k velmi měkkému a objemnému pásu, který může absorbovat dvakrát více vody než konvenční tenký papír. V posledních deseti letech se objevily nové hybridní technologie umožňující malým strojům vyrábět tvarovaný nebo strukturovaný tenký papír (prémiové druhy), který odpovídá tenkému papíru druhu TAD v měkkosti, gramáži a savosti, ale vyžaduje nižší finanční a výrobní náklady než standardní suchý krep vyráběný klasickým lisováním za mokra (CWP). Z hlediska spotřeby energie jsou tyto hybridní technologie někde mezi konvenčním a tenkým papírem TAD – mají nižší spotřebu energie než tenký papír TAD, ale vyšší než konvenční lisování za mokra (CWP) uvedené v tab. 2.11. Využití hybridní technologie v Evropě je stále omezené, ale zvyšuje se.
- Skupina speciálních papírů pokrývá široký rozsah výrobků, které se liší z hlediska použitých surovin, výrobních procesů a vlastností výrobku, kterých má být dosaženo. Hodnoty v tab. 2.9 jsou převzaty ze závodů na výrobu dekorativního papíru, krycího papíru, fotografického papíru a papíru pro inkoustový tisk (ink-jet).

2.5.3 Význam procesních jednotek pro celkovou spotřebu energie v procesu

Tabulka 2.10 uvádí údaje o příslušných procesních subsystémech pro spotřebu energie, která je třeba pro výrobu různých druhů papíru. Chemické rozvláknování se v této tabulce nebere v úvahu (viz kap. 3.2.2.3 o sulfátovém rozvláknování a 4.2.2.3 o sulfitovém rozvláknování). Největší spotřebu energie v papírnách mají rafinace, broušení, lisování a sušení. Existuje velký počet jiných provozů, které jsou však dohromady pro energetickou bilanci závodu také významné. Tabulka uvádí, pro které druhy se tyto energeticky náročné procesy obvykle používají.

Tabulka 2.10: Posouzení subsystémů s ohledem na jejich význam pro spotřebu energie

Proces (1)	Integrovaný, nenatíraný mechanický	Integrovaný, natíraný mechanický	Neintegrovaný, nenatíraný bezdřevý	Neintegrovaný, natíraný bezdřevý	RCF (bez zesvětlování)	RCF grafický (se zesvětlováním)	RCF lepenka (se zesvětlováním)	Neintegrovaný hygienický papír	RCF hygienický papír	Speciální bezdřevý
Zpracování dřeva			NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Rafinace										
Broušení			NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Třídění										
Čištění HC buničiny										
Zahušťování			NA	NA				NA		NA
Odbarvování	NA	NA	NA	NA	NA			NA		NA
Bělení			NA	NA	NA			NA		NA
Míchání										
Nátokový systém										
Tváření										
Lisování										
Sušení										
Natírání	NA		NA		NA	NA		NA	NA	
Kalandrování					NA		NA	NA	NA	
Koncová úprava										
Centrální služby										
	Velmi intenzivní (největší spotřebitel v závodě)									
	Značný (hlavní spotřebitel)									
	Nízký (má pouze malý dopad na energetickou bilanci závodu)									
	Zanedbatelný									
NA	Tento proces není ve výrobě daného druhu aplikován									
	Kolísající z důvodu rozdílů v procesu a výrobě v rámci daného druhu									
(1) Vysvětlující poznámky související s procesy jsou uvedeny v textu pod tabulkou. Zdroj: [249, Blum et al. 2007]										

Vysvětlující poznámky související s procesy, které jsou uvedeny v levém sloupci tabulky 2.10, jsou uvedeny dále:

- Zpracování dřeva: odkornění, štěpkování, předeřívání a doprava vláknitého dřeva do mechanických zařízení.

- Rafinace: energeticky náročné rafinéry se používají k mechanickému rozvlákňování (např. TMP rafinéry) a k následné rafinaci v zařízeních GWP. V papírnách používajících primární vlákna rafinace ovlivňuje mechanické vlastnosti buničínového nebo papírenského výrobku. V závodech, kde je použit postup rafinace, spotřebuje rafinace obvykle největší podíl energie.
- Broušení se používá v zařízeních GWP k výrobě mechanické vlákniny z dřevoviny.
- Třídění se provádí ve všech papírnách ke klasifikaci kvality buničiny podle délky vlákna a k odstranění nečistot. V papírnách používajících primární vlákna je tedy energetická náročnost nižší.
- Čištění vysoko konzistentní buničiny (HC buničiny) se týká použití hydrocyklonů k odstranění těžkých kontaminantů ze suroviny při přípravě zásobní suroviny.
- Zahušťování je mechanické odvodňování buničiny. Je třeba pro praní buničiny, následný proces bělení HC buničiny a oddělení opakovacího procesu.
- V rámci bělení se energie používá k vytápění bělicí věže a k přípravě chemikálií. Spotřeba závisí na procesu bělení a na požadavcích na bělost produktu.
- Míchání zahrnuje výrobu směsi pro papírenský stroj. Energie je potřebná pro čerpání a rozvlákňování různých složek papírenského výrobku.
- Nátokový systém je použit tam, kde je třeba energie pro čerpání první bělicí vody, kdy se materiál dostává k vodnímu systému papírenského stroje.
- Tváření je základní proces výroby papíru. Energie se používá pro pohon síťové části a k výrobě převážně nízkého vakua pro odvodnění na síť.
- Lisování probíhá v sekci lisování papírenského stroje, kde je pás papíru mechanicky odvodněn pomocí lisovacích válců. Energii spotřebují hydraulické jednotky, pohon sekce lisování a příprava vysokého vakua.
- Sušení probíhá po opuštění sekce lisování a papír se zde dále odvodňuje tepelným odpařováním zbývající vody. Sušení spotřebovává ve výrobě papíru nejvíce tepla (v integrovaných sulfátových celulózkách je to samotná celulózka).
- Natírání představuje aplikaci pigmentů a pojiv na povrch surového papíru k dosažení definovaných povrchových vlastností hotového papíru. V jednotlivých závodech se liší v závislosti na druhu nátěru a spotřebě energie.
- Operace koncové úpravy nejsou specifické pro jednotlivé druhy papíru a mohou se mezi závody lišit. Spotřeba energie závisí na tom, jak je výrobek dodáván zákazníkovi. Koncová úprava může zahrnovat převíjení, řezání, balení, řezání pásů, zahřívání kvůli zmenšení objemu a odesílání a může nebo nemusí být zahrnuta do spotřeby energie (viz tab. 2.11).
- Pomocným zařízením je centrální servis papírny. Zahrnuje úpravu surové vody, čištění odpadních vod, výrobu stlačeného vzduchu, dopravní služby atd.

Podrobnější informace o využití energie v různých druzích výroby buničiny a papíru lze nalézt v částech o energii v kap. 3 až 7.

2.5.4 Spotřeba energie na podpůrné činnosti

Spotřeba energie pro vnitřní infrastrukturu papírny a poskytování služeb, které jsou potřebné k výrobě papíru, jsou uvedeny v tab. 2.11. Tyto služby, zařízení a provozy jsou společné pro většinu závodů a souvisejí s daným druhem papíru. Spotřeba energie pro tyto horizontální techniky má pouze nepatrný dopad na energetickou spotřebu celého závodu. Většina energie se spotřebuje na výrobní procesy a souvisí s výrobou určitých druhů nebo kvalit buničiny a papíru. Jsou proto probrány v kapitolách 3 až 7.

Tabulka 2.11: Obvyklé hodnoty spotřeby energie u obecných činností v závodech

Procesy/činnosti spotřebovávající energii	Spotřeba energie (el. energie nebo tepla)	Vysvětlivky k hodnotám spotřeby energie
<p>Biologické čištění odpadních vod</p> <ul style="list-style-type: none"> • mechanické + aerobní čištění např. pro výrobu grafického natíraného bezdřevého papíru 	4–8 kWh/t (el. energie)	Použití čerpadel, míchadel, provzdušňování; hodnoty se vztahují na jedno nebo dvoustupňové provzdušňování, sedimentaci jako primárního a sekundárního usazování.
<ul style="list-style-type: none"> • mechanické + aerobní čištění pro integrované papírny vyrábějící dřevitý papír na bázi RCF – mechanické + aerobní/anaerobní stupeň (bioplyn není zvažován) – mechanické + aerobní/anaerobní stupeň (bioplyn je zvažován) 	<p>10–25 kWh/t ⁽¹⁾ (el. energie)</p> <p>5–10 kWh/t (el. energie)</p> <p>15–20 kWh/t přebytek tepla (využitelný bioplyn s nižší výhřevností)</p>	<p>Údaje zahrnují všechna čerpadla a další agregáty, primární usazování, turbo provzdušňovače pro biologické čištění, sekundární usazování, pískové filtry, odvodňování kalu.</p> <p>Výroba a využívání bioplynu nejsou zvažovány.</p> <p>Energetická bilance s využitím bioplynu: přebytek bioplynu je založen na zatížení CHSK 15 kg/t, účinnosti CHSK 70 %, míře redukce bioplynu ve výši 0,3 m³/kg CHSK a výhřevnosti bioplynu 7,5 kWh/m³. (Čištění odpadních vod ze závodu na bázi RCF může vytvářet teplo cca 25 kWh/t - výhřevnost)</p>
Úprava surové vody	2–5 kWh/t (el. energie)	Použití čerpadel na surovou vodu a příprava
Stlačený vzduch	20–30 kWh/t (el. energie)	Použití kompresorů a sušiček, pro papírny bez většího oddělení koncové úpravy; hodnoty mohou jít až do výše 50 kWh/t v papírnách s oddělením řezání pásů.
Přeprava	1–2 kWh/t (el. energie)	Použití vysokozdvizných vozíků, průmyslových vozidel
<p>Koncová úprava (bez balení)</p> <p>Koncová úprava (včetně balení)</p>	<p>10–40 kWh/t (el. energie)</p> <p>30–80 kWh/t (teplo)</p>	<p>Použití převijček, podélných rezaček, rozvláknování přetrženého papíru.</p> <p>Včetně balicí linky (řezání pásů, balení, použití smršťovacích fólií, expedice); hodnoty se vztahují na výhřevnost zemního plynu použitého pro smršťovací fólie.</p>
Administrativa	NA	Zanedbatelné (pro kanceláře, jídelnu atd.)

Poznámka: NA = údaje nejsou k dispozici

⁽¹⁾ Horní mezní hodnota se týká závodů, které aplikují terciární čištění, jako jsou pískové filtry nebo ozonizace + biofiltrace. Účinné čisticí systémy u papíren na bázi RCF s pouze sekundárním čištěním dosahují hodnot spotřeby energie cca 10–15 kWh/t. Spotřeba energie v ČOV v rámci integrovaných chemických nebo mechanických celulózek a papíren je obecně vyšší než u neintegrovaných papíren.

Zdroj: PTS, výzkumné studie: Energy optimisation in European mills, Mnichov 2004 až 2007, nepublikovaná zadaná studie obsahující výsledky šetření v evropských papírnách, citováno v [249, Blum et al. 2007]; osobní komunikace (09/2010) s některými závody UPM RCF v Rakousku a Německu.

2.6 Výroba páry a elektrické energie v celulózkách a papírnách

Tato část se zabývá různými spalovacími zařízeními, která jsou určena pro výrobu páry a elektřiny v celulózkách a papírnách. Spalovací zařízení v těchto závodech se liší velikostí, druhem paliva, podmínkami zatížení a účelem.

V provozu jsou různá spalovací zařízení, která již byla popsána v dokumentu BREF Velká spalovací zařízení [271, COM 2006] nebo Spalování odpadů [273, COM 2006]. Abychom se vyhnuli duplicitě informací, jsou zde popsána pouze spalovací zařízení, která nejsou předmětem výše uvedených dokumentů BREF (někdy jsou v literatuře označována jako „pomocné kotle“). Jedná se o:

- spalovací zařízení se jmenovitým tepelným příkonem 5 MW_t až 50 MW_t včetně plynových turbín s kombinovaným cyklem, parních bloků, reaktorů s fluidním ložem;
- spalovací zařízení se jmenovitým tepelným příkonem < 50 MW_t používající jako paliva specifické zbytky buničiny a papíru nebo vedlejší produkty (např. kůru, některé druhy kalů, sběrový papír, výplivy) bez ohledu na jejich velikost (> 50 MW jsou popsány v dokumentu BREF LCP).

Externí zajištění spalovacích zařízení nevyklučuje tato zařízení z popisu v dokumentu BREF PP.

U konvenčních větších spalovacích zařízení (např. parních kotlů na plyn nebo olej s výkonem nad 50 MW_t) by se mělo odkazovat na BREF LCP (Velká spalovací zařízení). BREF LCP obsahuje obsáhlé informace týkající se použitých technik a opatření na snížení emisí ze spalovacích zařízení, která používají komerční paliva, jako je zemní plyn, kapalná paliva, uhlí, hnědé uhlí, biomasa a rašelina.

Vzhledem k vysokému podílu na celkových výrobních nákladech je zásobování energií jedním z hlavních výrobních faktorů výroby buničiny a papíru. V závislosti na druhu procesu (viz kap. 3 až 7) papírenský průmysl vyrábí většinu nebo prakticky veškeré potřebné teplo a velkou část potřebné elektřiny (cca 44 %, CEPI 2008) ve svých vlastních elektrárnách. Již tradičně je vnitřní zásobování parou a elektřinou v průmyslu celulózy a papíru klíčovou činností. Konkurenční závody se intenzivně zaměřují koncepty na kogenerace s použitím různých druhů paliv (viz kap. 2.6.1.2.2). Jiné závody (hlavně papírny) dodávky energie nakupují externě a snižují své interní kapacity výroby energie. Chemické celulózký (viz kap. 3 a 4) nenakupují dodávky energie externě, protože potřebují regenerační kotel, který je v zásadě začleněn do procesu regenerace chemikálií.

„Procesní kotle“ nebo sulfátové a sulfítové regenerační kotle a vápenné pece určené k regeneraci varných chemikálií a také k výrobě páry a elektřiny nejsou popsány zde, ale v kapitolách popisujících varné procesy (viz odpovídající body v kap. 3 a 4). Bližší informace týkající se spalování výplivů, kalů a jiných materiálů ze zpracování sběrového papíru čtenář najde v kap. 6.3.14. Stacionární motory s vnitřním spalováním a spalovací zařízení o výkonu < 5 MW jsou mimo rozsah tohoto dokumentu.

2.6.1 Použité spalovací procesy a techniky

Druh a počet spalovacích zařízení, která jsou technicky spojená s výrobou buničiny a papíru, závisí na použitých surovinách, dotčených procesech, jejich požadavcích na energii a také na strategii v oblasti dodávek energie do jednotlivých závodů. Kotle v průmyslu celulózy a papíru mají různou velikost (od cca 5 do více než 200 MW_t). Větší spalovací zařízení provozovaná v celulózkách a papírnách jsou co do velikosti srovnatelná se spalovacími zařízeními dodavatelů energie (až do > 200 MW_t).

Obecně lze říci, že v odvětví výroby buničiny a papíru lze najít dále popsané druhy technik.

- Regenerační kotle (sulfátová buničina, sulfitová buničina): viz kap. 3 a 4.
- Kotle na získávání uhličitanu sodného (sulfitová buničina): viz kap. 4.3.13.
- Vápenné pece (sulfátová buničina): viz kap. 3.
- Reaktory s fluidním ložem ($< 5 \text{ MW}_t$ až $> 100 \text{ MW}_t$, všechny druhy paliv a odpadů): viz kap. 2.6.1.2.3. Používají se kotle na bázi stacionárního/bublinového fluidního lože (BFB) nebo cirkulačního fluidního lože (CFB).
- Kotle s pevným nebo pohyblivým roštem hlavně na uhlí a uhelný prach, hnědé uhlí a jiná směsná tuhá paliva (např. spalování odpadu). Jejich použití v celulózkách a papírnách klesá.
- Plynové turbíny s kombinovaným cyklem (CCGT); $< 20 \text{ MW}_t$ až $> 100 \text{ MW}_t$: V mnoha papírnách jsou CCGT provozovány v režimu orientovaném na teplo, což znamená, že poptávka papírny po teple určuje uspořádání a funkci CCGT. Výrobu elektrické energie lze považovat za přínosný vedlejší produkt. To je hlavní rozdíl u CCGT provozovaných veřejnými dodavateli energie (viz obr. 2.12 a popis procesu také v dokumentu BREF LCP).
- Parní kotle na plyn nebo olej (parní bloky): tyto kotle jsou někdy provozovány na pokrytí poptávky při základním zatížení. Z ekonomických důvodů se však obvykle používají při výjimečně vysokém zatížení, nebo jako záložní kotle během údržby hlavních spalovacích zařízení. Jako paliva se nejčastěji používají plyn a těžký topný olej (starší kotle).
- V neintegrováných papírnách byly nedávno nainstalovány malé kotle na biopaliva, které spalují prášek nebo pelety.
- „Balíkové“ kotle (kotelní jednotky, které jsou již vybaveny izolací, elektrickými rozvaděči, ventily a měřicími přístroji) pro spalování slabých nekondenzujících plynů (NCG) a koncentrovaných NCG.
- Plynové turbíny: jen velmi málo závodů vyrábí elektřinu a přebytečné teplo přitom vypouští do ovzduší. Tento postup však není nákladově efektivní a jeho využívání se nadále nepředpokládá.
- Techniky zplyňování mohou poskytnout topný plyn pro CCGT, plynové kotle nebo vápenné pece. V odvětví výroby buničiny a papíru se průmyslové aplikace používají pro kotle na kůru v závodě Södra Värö (SE) a pro nasávanou kartonáž ze sběrového papíru v závodě Stora Enso Varkaus (FI). V závodě Södra Värö se vyrobený plyn používá jako palivo ve vápenné peci.
- Fléry.
- Plynové motory, které používají plyn z anaerobního čištění.
- Ostatní stacionární motory s vnitřním spalováním.
- Záložní generátory.

Kotle a systémy dodávek energie, které jsou provozovány v závodech na výrobu buničiny a papíru, lze dále dělit podle použitého paliva (viz kap. 2.6.1.1), druhu pece (viz kap. 2.6.1.2.3), integrace regeneračního kotle do energetického systému papírny (viz kap. 2.6.1.2) a toho, zda se používají pouze k výrobě páry nebo elektrické energie (viz kap. 2.6.1.2.1), nebo jsou provozovány jako kombinovaná výroba tepla a elektřiny (KVET), viz kap. 2.6.1.2.2.

2.6.1.1 Hlavní využívaná paliva a jejich příprava

Hlavní paliva či kombinace paliv používané při výrobě páry (a teplé vody) a elektrické energie v průmyslu papíru a celulózy jsou následující.

- I. Biomasa jako kůra, dřevní zbytky a v některých případech dřevní štěpky.
- II. Černý výluh (v chemických celulózkách je černý výluh hlavním palivem, viz kap. 3 a 4), který je také považován za biomasu, např. podle směrnice upravující systém EU pro obchodování s emisemi (EU ETS). Sulfátové celulózky také používají jako palivo vznikající nekondenzující plyny.
- III. Různé druhy kalů (biokal z čistírny odpadních vod, vláknité kaly, kal z odbarvování atd.) jak z výroby buničiny z primárních surovin, tak i ze zpracování sběrového papíru a vlastních zbytků z celulózek a papíren (výpliv, nerecyklovatelný sběrový papír, plasty).
- IV. Fosilní paliva jako zemní plyn, topný olej (těžký topný olej, plynový olej), uhlí, hnědé uhlí

nebo rašelina.

V. Někdy se spaluje odpad nebo palivo odvozené z odpadu s cílem získat energii nebo z jiných environmentálních důvodů (např. příspěvek nízkovýhřevných paliv, jako jsou kaly, je pro energetické využití malý, téměř se rovná nule).

V mnoha parních kotlích nebo elektrárnách se používá směs paliv (kombinované spalování kalů, kůry, zbytků dřeva, zbytků z výroby celulózy a papíru a fosilních paliv).

V obr. 1.25 v kap. 1.7 jsou shrnuta paliva používaná k výrobě tepla a elektřiny v evropském průmyslu celulózy a papíru (členové CEPI); hlavním palivem je biomasa v podobě použitých varných kapalin, kůry a vláknitého kalu (52,5 %). Významným podílem přispívá také plyn (38,8 %), zatímco topný olej, uhlí a další fosilní paliva dohromady tvoří cca 9,4 %.

Biomasa v podobě kůry, dřeva a dřevního odpadu se tradičně v průmyslu výroby buničiny a papíru používá velmi často. Kvůli dalšímu snižování emisí skleníkových plynů se celulózový a papírenský průmysl snaží omezit spalování fosilních paliv a zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energie, tato aktivita preferována v mnoha zemích a jsou na ni poskytovány značné dotace.

Různé druhy paliva musí být předem připraveny, aby umožnily dobrou přepravu do kotle, dobré spalování, a tím i snížení emisí, ale také, aby zvýšily provozuschopnost zařízení. Dobré nastavení přípravy paliv podle individuálních požadavků na pece a kotle je důležité zejména u reaktorů s fluidním ložem. Dále jsou uvedeny běžné druhy přípravy příslušných paliv:

- I. Biomasa (kůra, dřevo) je drcena a vytříděna. Mokrý kůra se před použitím jako paliva obvykle lisuje a v některých případech se před spalováním v kotli může sušit. Nečistoty, jako jsou kameny, kovy a další nežádoucí materiály, jsou odstraněny při třídění.
- II. Různé kaly se mohou stabilizovat, odvodňovat nebo sušit. I když je zlepšení energetické výtěžnosti dosažitelné (viz kap. 2.9.6.1.4), není sušení často považováno za ekonomicky životaschopné.
- III. Odpadní dřevo a některé složky odpadu potřebují určité kroky přípravy, jako je drcení nebo mletí, prosévání a odstranění železných a neželezných kovů a jiných nežádoucích materiálů.
- IV. Výplivy z papíren na bázi RCF vyrábějících vlnitou lepenku jsou oddělovány při třídění. Větší výplivy (např. větší než 50 mm) jsou nadrceny. Železné materiály se pak odstraňují magnetickou separací. Pro transport výplivů do sušicí a zplyňovací komory se používá pohyblivá mříž.

Přestože přípravné kroky potřebné k dosažení dobrého spalování jsou pro každý případ specifické, je obecným cílem přípravy odstranění nežádoucích materiálů, snížení obsahu znečišťujících látek a homogenizace paliv s ohledem na výhřevnost, velikost a další fyzikální parametry (např. hustotu). Jelikož přípravné operace, jako např. zmenšení velikosti a prosévání, jsou často předmětem výkyvů, má většina závodů skladovací zařízení pro připravená paliva.

Důležité je zejména udržet obsah Cl, K a Na v rámci projektovaných limitů předmětného kotle. Snižuje se tak vysokoteplotní koroze, a tím i údržba a opravářské práce, což vede k vyšší celkové provozuschopnosti zařízení a nižším emisím.

Přebytečné teplo (s parametry nízkotlaké páry, tj. nízký tlak, nízká teplota) z výrobního procesu lze použít k sušení kalů a biomasy, čímž se zvyšuje výtěžek vysokotlaké páry. Podle konkrétních okolností lze odpadní plyn z přípravných operací i ze skladovacích zařízení použít jako spalovací plyn, čímž se sníží zápach a emise.

V mnoha závodech je zaveden systém zajišťování kvality pro paliva a zbytky, resp. odpad určený ke spalování. Zahrnuje to prohlášení dodavatelů, oddělené skladování paliv a odpadu, skladování záložních vzorků a realizace systému monitoringu a hlášení. Pro získání informací o složení paliva jsou jako další možnost kontroly pro provozovatele užitečné analýzy paliva, například výhřevnost a elementární složení, a také pravidelné rozborů odpadních plynů a popela.

2.6.1.2 Výroba energie

Celulóžky a papírny potřebují pro výrobní proces elektřinu a páru, a proto většina z nich používá kombinaci výroby tepla a elektrické energie (KVET) s využitím kondenzační turbíny s odběrem nebo protitlaké turbíny (viz kap. 2.6.1.2.2). V některých papírnách jsou však provozována jen tepelná zařízení, především na pokrytí špičkového zatížení, požadavků při spouštění nebo jako rezervní.

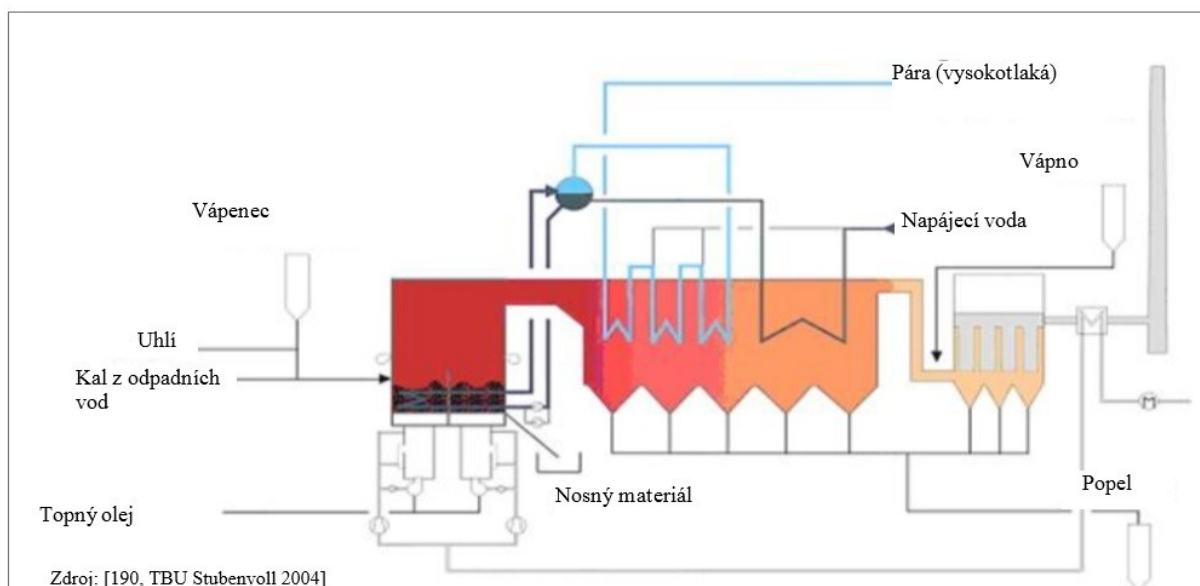
Jedním z hlavních rozdílů mezi kotly v průmyslu celulóžky a papíru a kotly v sektoru konvenčních dodávek je, že fungují téměř po celý rok, až přes 8 000 hodin. Kotle v teplárenském sektoru jsou často odstavené po celé letní období. Dalším rozdílem je, že kotle v papírnách a celulóžkách se musejí neustále přizpůsobovat provozu v závodě, a musejí proto zvládat velké a rychlé změny zatížení. Kotle v teplárnách zpravidla pracují ve stabilnějších a předem stanovených provozních podmínkách.

Zejména v papírnách se může poptávka po páře neočekávaně a rychle měnit, např. kvůli přetruhu sušeného pásu papíru a jiným poruchám. Z důvodů trhu, údržby a dalších faktorů může být poptávka po páře po delší dobu také nižší než při běžném provozu.

Spaliny ze spalování některých druhů odpadů a biomasy mohou obsahovat vysoké koncentrace alkalických chloridů, což může vést k vysokoteplotní korozi. Je pravidlem, že koroze se vyskytne při hodnotách teploty stěny nad 450 °C nebo teploty odpadních plynů nad 650 °C. Parametrů vysokotlaké páry (tj. $T > 420$ °C, $p > 40$ bar) lze dosáhnout pouze s použitím nekorodujících materiálů nebo pomocí zvláštních opatření (např. souproutého toku na přehříváku). Při aplikaci obvyklých parametrů pro páru je elektrická účinnost spalovacích zařízení pro odpad nebo biomasu v rozmezí 14–25 % v režimu kondenzace.

2.6.1.2.1 Zařízení na výrobu páry

V některých závodech neexistuje žádná vlastní výroba elektrické energie. Tyto závody provozují pouze parní kotle nebo parní bloky. Do kotle může být přiváděn zemní plyn, kapalná (olej) nebo pevná (kůra, uhlí) paliva nebo palivové směsi. Kotel může být libovolného druhu a spalovat jakákoli paliva. Příklad cyklu vody a páry u většího kotle (v tomto případě fluidního kotle) s výhradní výrobou páry je uveden na obr. 2.11. Techniky omezování emisí, v tomto případě odsíření a odstraňování prachu pomocí rukávových filtrů jsou také uvedeny (viz kap. 2.9.7). V tomto příkladě je systém čištění vzduchu tvořen čtyřkomorovým rukávovým filtrem a dávkovacím systémem pro vstřikování vápna.



Obrázek 2.11: Cyklus vody a páry v zařízení s výhradní výrobou páry

2.6.1.2.2 Zařízení kombinované výroby elektřiny a tepla (KVET)

Obecný popis zařízení KVET najde čtenář v dokumentu BREF LCP [271, COM 2006]. Kombinovaná zařízení na výrobu tepla a elektřiny (KVET) v průmyslu celulózy a papíru obvykle používají parní turbíny nebo plynové turbíny (GT). Parní turbíny jsou připojeny ke kotli, který vyrábí vysokotlakou páru, a spalují jakýkoli druh paliva (černý výluh, kůra, odpady, kapalná, tuhá nebo plynná paliva). Plynové turbíny, pokud jsou v sušičce použity horké spaliny, jsou spojeny s parními generátory s rekuperací tepla (HRSG). Používají se různé konfigurace podle toho, zda se všechna vyrobená pára přivádí k různým spotřebitelům páry (jednoduchý cyklus) nebo jsou GT a HRSG spojeny s protitlakou parní turbínou nebo kondenzační turbínou s odběrem střednětlaké páry (kombinovaný cyklus – CCGT). Přínosem kombinované výroby elektřiny a tepla (KVET) je lepší celková účinnost a flexibilita.

U zařízení KVET využívajících fosilní paliva nebo biopaliva (to platí pro většinu celulózek) je celková účinnost s protitlakou turbínou 85–90 %. Poměr elektřiny k teplu je v mnoha případech cca 0,30. Výroba elektrické energie musí být vyvážená směrem k výrobě tepla. V tab. 2.12 jsou vypočítány rozsahy celkové účinnosti pomocí výhřevnosti paliv, s kompenzací vlhkosti u biomasy (viz glosář). Rozpětí elektrické účinnosti se vypočítá jako podíl vyrobené elektrické energie na vstupu paliva a rozpětí poměru elektřiny k teplu je aproximováno podle energetické účinnosti závodů.

Tabulka 2.12: Klíčové údaje pro různé druhy zařízení KVET

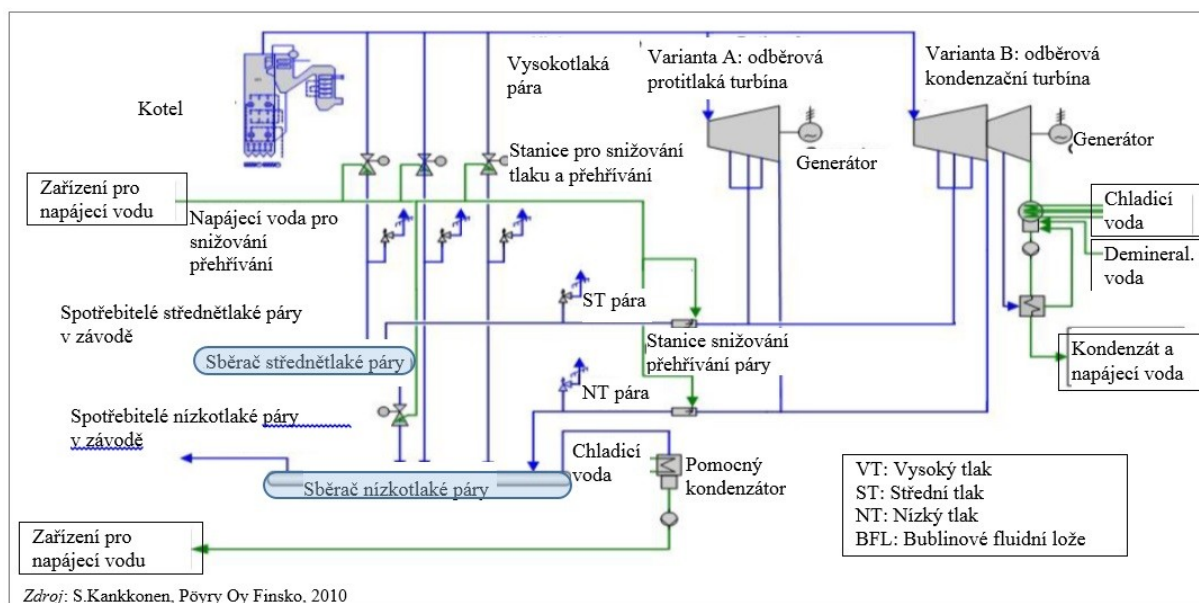
Druh zařízení KVET	Celková účinnost (LCV) (míra využití paliva)	Poměr elektřiny k teplu (¹)
Plynový kotel a odběrová turbína	85–90 %	0,20–0,35
Kotel na biomasu a odběrová turbína	85–90 %	0,20–0,35
CCGT s parní turbínou s výrobou elektrické energie pro interní použití	85–92 %	0,40–1,10
CCGT s parní turbínou s výrobou elektrické energie pro trh	75–80 %	1,50–2,00
Rozdíl pro podobné 20 let staré zařízení s řádnou údržbou	1–4 %	NA

Poznámka: NA = netýká se

(¹) Poměr elektřiny k teplu je také závislý na množství páry přivedené do kondenzační části parní turbíny, to je důvod velkého rozpětí v poměrech elektřiny k teplu pro aplikace KVET, kde je parní turbína jedinou jednotkou vyrábějící elektrickou energii. Pokud vzroste potřeba tepelné energie, elektrická účinnost se snižuje, protože energie z paliva se dělí více směrem k výrobě tepla (a naopak).

Zdroj: [167, BMUJF 1999], [170, Pöyry 2010]

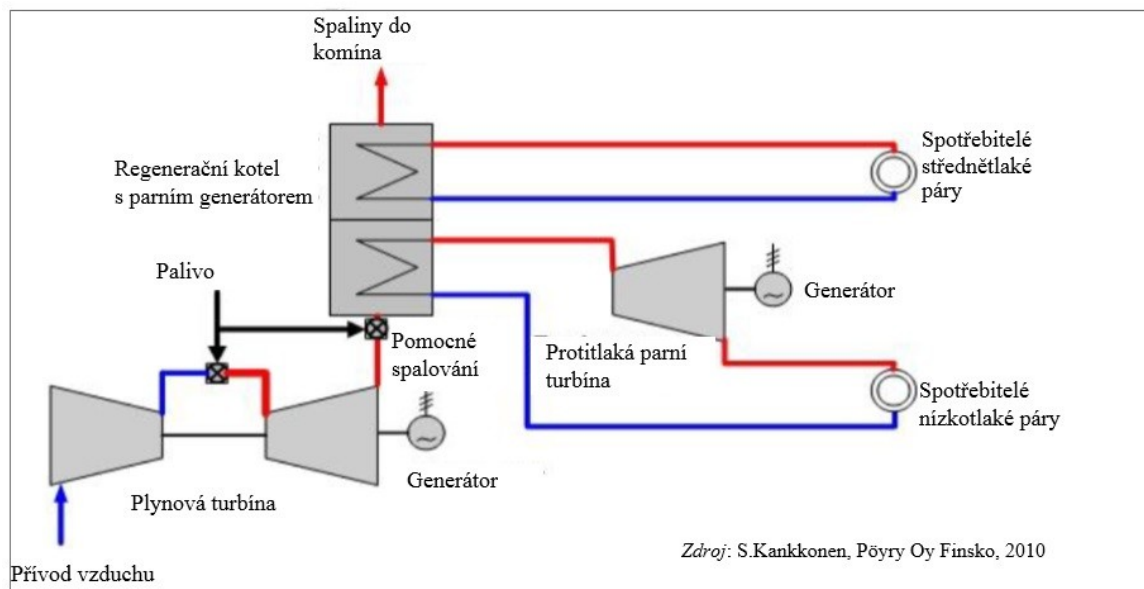
Kapacity KVET se liší od < 1 MW_t pro malé papírny až do > 500 MW_t pro regenerační kotle velkých celulózek. Obr. 2.12 a 2.13 zobrazují příklady KVET v papírenském průmyslu. Kotel uvedený na obr. 2.12, v tomto případě bublinkový kotel s fluidním ložem, může být libovolného druhu a spalovat jakékoli palivo. Lze použít buď odběrovou protitlakou turbínu (varianta A na obrázku) nebo kondenzační turbínu (varianta B na obrázku), anebo obojí.



Obrázek 2.12: Příklad zařízení KVET v celulózce nebo papírně

Tato technologie se v odvětví výroby buničiny a papíru používá už od počátku minulého století. Všechny sulfátové celulózky mají parní turbíny, stejně jako velké papírny.

Zvláštním případem KVET je plynová turbína s kombinovaným cyklem (CCGT), kde se spaluje olej nebo zemní plyn v plynové turbíně, která přímo pohání generátor. Navíc energetický obsah horkých spalin z plynových turbín je transformován na užitečnou energii (páru nebo elektrickou energii) v regeneračním kotli na teplo. Funkční princip takové jednotky CCGT jako jednotky KVET v závodě s protitlakou parní turbínou a okruhem nasycené páry je znázorněn na obr. 2.13. Jednoduchý cyklus je nakonfigurován podobným způsobem, ale není zde žádná parní turbína a nasycená pára se zpravidla získává z kotle.



Obrázek 2.13: Příklad jednotky CCGT jako jednotky KVET v závodě s protitlakou parní turbínou a okruhem nasycené páry

Instalace plynových turbín v průmyslových závodech začala na konci 80. let minulého století. V současnosti jsou velmi rozšířené.

Při KVET pomocí plynové turbíny s kombinovaným cyklem (CCGT) je celková účinnost 85–92 % a poměr elektřiny k teplu je často vyšší než u ostatních zařízení KVET. Může dosáhnout hodnoty vyšší než 1,0.

Flexibilitu týkající se poptávky po teple na straně spotřebitelů v papírně lze zlepšit spalováním plynu v regeneračním kotli s přebytkem kyslíku z plynové turbíny (doplňkové spalování; viz obr. 2.13).

K hlavnímu vylepšení pro zařízení používaná v rámci KVET došlo do značné míry díky využívání nových nástrojů výpočetní techniky v oblasti projektování a výroby. Zlepšily se účinnosti toku páry a plynu v turbínách i účinnost procesu spalování v kotlích a vzniká tak méně emisí.

2.6.1.2.3 Kotle s fluidním ložem

V odvětví výroby buničiny a papíru jsou kotle s fluidním ložem vhodné zejména při spalování „složitých“ směsných paliv s kolísajícími vlastnostmi. Při spalování na fluidním loži jsou běžná fosilních paliva, biomasa, zbytky a odpad přiváděny na pískové lože fluidizované spalovacím vzduchem. Při teplotě 750–900 °C jsou paliva se spalovacím vzduchem transformována na horké spaliny a popel.

Existují dva hlavní druhy systémů fluidního lože: kotle s bublinkovým (BFB) a cirkulačním (CFB) fluidním ložem. U systému BFB je pískové lože uvnitř kotle fluidizováno a udržováno ve spodní části kotle, až na malou část unikající z lože. U systémů CFB sahá pískové lože až pod hranici první části výměny tepla, za kterou je písek oddělen od spalin ve velkém cyklonu a vrácen zpět do spodní části lože. Za běžných okolností se u kotlů o výkonu do 50 MW_t aplikuje spalování BFB. Technologie CFB se obvykle používá pouze pro větší kotle, např. s výkonem > 50 MW_t. Pokud je v palivu vysoký obsah uhlí, je cirkulační druh lože lepší jako prevence proti velké koncentraci tepla, které vzniká při spalování uhlí v loži.

Vzhledem ke spontánnímu hoření a velkému rozsahu možností řízení teploty umožňuje fluidní spalování velké rozpětí výhřevností a paliv. Kotle s fluidním ložem používané v papírenském průmyslu slouží především k pokrytí základního zatížení parou.

Z hlediska využívaných paliv se do fluidních spalovacích zařízení mohou přivádět fosilní paliva (lignit a uhlí, topný olej, zemní plyn), bioplyn, biomasa (např. kůra), zbytky dřeva, dřevní odpad a další interní zbytky z výroby a někdy i externí odpad nebo palivo vyrobené z odpadu. Kromě toho mohou být zároveň spalovány různé druhy kalů (např. kaly z biologického čištění odpadních vod). Energetický obsah dehydrovaných čistírenských kalů (20–40 % sušiny) ve většině případů právě postačuje k pokrytí ztrát odpadních plynů vznikajících při spalování čistírenských kalů. Při spalování papíru a kalů z výplivů lze použít konvenční roštové kotle i fluidní kotle. Technologie fluidního lože má však větší flexibilitu ohledně tolerovatelných vlastností paliva. Vzhledem k homogenním podmínkám, pokud se týče teploty, míchání paliv, kontroly spalovacího vzduchu a k dalším faktorům (viz odstavce dále), lze dosáhnout nižších emisí CO, SO₂ (snížení in-situ je možné) a NO_x v porovnání s roštovými systémy.

Obsah vody v obvyklých palivech spalovaných v tomto odvětví je důležitým projektovým a provozním parametrem: výhřevnost kůry z mokrého odkornění nebo rašeliny při vlhkosti 40–60 % je 4,5–10,5 MJ/kg. Naproti tomu kal z mechanického odvodnění buničiny má nižší výhřevnost, dosahuje 2,5–6,0 MJ/kg, v důsledku často vyšší vlhkosti a obsahu popela. Výhřevnost suchého buničínového odpadu může dosáhnout více než 20 MJ/kg.

Čím vyšší je vlhkost paliva, tím nižší je celkové energetické hospodářství kotle a také tím těžší je provozuschopnost, pokud není použita účinná technologie. Fluidní kotel je méně citlivý na vlhkost paliva a vyšší obsah popela v palivech než kotel roštový.

Hlavní rozdíl mezi roštovým spalováním a technologií fluidního lože je ve způsobu přenosu tepla. U roštového spalování jsou částice paliva zahřívány především zářením. Díky tomu jsou teplota spalování a retenční doba velmi důležité a výkon systému může při zvýšení vlhkosti paliva snadno poklesnout. Kolísání obsahu sušiny v kalu na vstupu do roštového kotle ztěžuje udržení účinného spalování z důvodu poklesů teploty. U fluidních kotlů je hlavním způsobem přenosu tepla vedení, které pomocí fluidizovaného pískového lože uvnitř kotle stabilizuje tepelnou kapacitu systému a zbavuje jí citlivosti na výkyvy hodnot vlhkosti a výhřevnosti. Jsou také méně citlivé na vyšší obsah popela v palivu (např. pokud je spalován kal z odbarvování).

Zlepšení roštových kotlů spolu s modernizací rekuperace odpadního tepla a externího čištění odpadních plynů mohou zlepšit ekonomiku a vliv činnosti těchto zařízení na životní prostředí, ale nikoli na úroveň systémů s fluidním ložem. Spalování ve fluidním kotli probíhá při nižší teplotě (750–950 °C), než je požadováno v případě roštového spalování, což je výhodné pro snížení emisí NO_x. Kromě toho přenos tepla na jednotku plochy je o něco vyšší u fluidních systémů. Protože význam roštových kotlů v odvětví výroby buničiny a papíru klesá, nejsou zde tato zařízení již dále podrobněji popisována.

Systémy s fluidním ložem poskytují regulaci emisí SO₂ a NO_x v místě a kromě toho nízké emise CO.

Často se používá měření (monitoring) emisí s on-line měřiči plyných sloučenin vzhledem k jejich vyšší spolehlivosti a přijatelným nákladům. Běžné je také vícebodové měření kotle z hlediska teploty a kyslíku.

Snížení emisí lze dosáhnout pomocí následujících opatření ve spalovací komoře:

- I. instalace postupného spalování ke snížení tvorby NO_x ;
- II. zaručení dostatečné retenční doby, teploty, turbulence ve spalovací komoře a zamezení přetížení kvůli snížení CO a uhlovodíkových znečišťujících látek (C_{org}) a jejich udržení na velmi nízké úrovni;
- III. vstřikování vápna nebo vápence do kotle kvůli odsíření;
- IV. vstřikování amoniaku nebo sloučenin amoniaku do spalovací komory (SNCR: selektivní nekatalytická redukce oxidů dusíku).

Při řízení teploty spalování mohou být uplatněna tato opatření:

- I. recirkulace spalin,
- II. řízené cirkulační chlazení popela,
- III. postupné spalování.

S moderním řízením spalování a přívodu vzduchu lze dosáhnout nízkých emisí NO_x , CO a C_{org} . S moderním postupným přiváděním vzduchu je možné dosáhnout nízkých hodnot emisí NO_x . Běžné provozní hodnoty kyslíku u moderního fluidního kotle se pohybují mezi 2 % a 3 % v suchých spalinách.

Z hlediska zařízení sekundárního čištění spalin se používají následující zařízení, v závislosti na palivu nebo odpadu i na zákonných požadavcích, které musí být splněny:

- I. dobře navržené, provozované a udržované elektrostatické odlučovače,
- II. dobře navržené, provozované a udržované textilní filtry (také se vstřikováním vápna a aktivního uhlí),
- III. skrápěné elektrostatické filtry.

Ve většině závodů je čištění spalin omezeno na adsorpci a odstraňování prachu. Závody s fluidním kotlem neaplikují zařízení na mokré a katalytické čištění odpadních plynů. Zařízení pro selektivní nekatalytickou redukci (SNCR) jsou nainstalována jen v některých závodech.

2.6.2 Běžné emise do ovzduší z výroby páry a elektřiny

2.6.2.1 Emise prachu

Emise prachu závisí hlavně na obsahu popela v palivu (pokud jsou dobré podmínky spalování). Obsah popela také značně kolísá, od téměř nuly pro plyn a olej přes cca 1–2 % pro dřevo a kůru až po 20 % pro uhlí s vysokým obsahem popela. Podobně i rašelina a další paliva mohou obsahovat různá množství síry a popela.

Mezi techniky, které se běžně používají k omezení emisí částic (prachu) ze spalovacích zařízení provozovaných v celulózkách a papírnách, patří textilní filtry (FF) a elektrostatické odlučovače (ESP). Někdy se používají i mechanické/inertní lapače (cyklóny nebo multicyklóny), a to před vstupem odpadního plynu do filtru nebo jako samostatné techniky ve starších a menších kotlích na biomasu.

V tab. 2.13 jsou uvedeny rozsahy dosažených emisí tuhých znečišťujících látek z kotlů na fosilní paliva, biomasu a směsná paliva a použité technologie omezování emisí. Vyšší obsah síry pro olej je často spojen s vyšším obsahem popela a dusíku.

Starší a menší kotle, a to zejména na biomasu, uhlí a jiná paliva s vysokým obsahem popela, mohou vykazovat vyšší emise prachu vzhledem k méně účinnému spalování, horšímu řízení spalování a také méně účinným opatřením na sekundární snížení emisí. Podle dat souboru AF a zprávy asociace CEPI [189, Norrström 2010] mohou pro tyto kotle průměrné roční emise prachu dosáhnout hodnoty více než 50 mg/Nm^3 a v některých případech až 250 mg/Nm^3 . Technicky lze s instalací cyklonu dosáhnout hodnot emisí prachu cca 100 mg/Nm^3 . Vyšší hodnoty mohou zahrnovat situace, kdy zařízení k sekundárnímu odstranění prachu nejsou správně dimenzována, selhala nebo jsou špatně udržována.

Hodnoty emisí prachu nad 100 mg/Nm^3 jsou obvykle výsledkem výhradního provozu pouze cyklonu. Dokonce i velmi staré ESP dosahují hodnot emisí prachu pod 100 mg/Nm^3 . Na větší zařízení o výkonu nad 50 MW se vztahuje směrnice o průmyslových emisích a tato zařízení by měla dosáhnout cílových hodnot stanovených v této směrnici.

V některých členských státech (např. Rakousku) byly dokonce i staré fluidní reaktory (datum uvedení do provozu: 1983–1986) vybaveny ESP nebo textilními filtry. Žádné z těchto spalovacích zařízení (celkem osm) nepřekročí hodnotu emisí 30 mg/Nm^3 (jako roční a měsíční průměr). Dalším příkladem je německý technický předpis pro řízení kvality ovzduší – TA Luft, který zahrnuje limitní hodnotu emisí 20 mg/Nm^3 pro kotle se jmenovitým tepelným příkonem vyšším než 5 MW_t . Tato limitní hodnota musí být dodržována bez ohledu na použité palivo. V moderních zařízeních a v zařízeních, kde byl modernizován ESP nebo textilní filtr, jsou dosažené hodnoty v rozsahu $0,5\text{--}10 \text{ mg/Nm}^3$ (stanoveno jako denní průměrná hodnota, 6 % a 11 % O_2).

Tabulka 2.13 ukazuje relativně velké rozdíly mezi pomocnými kotly provozovanými v evropských celulózkách a papírnách. Tabulka si klade za cíl poskytnout celý rozsah naměřených emisí pomocných kotlů na biomasu, fosilní paliva nebo směsná paliva.

Tabulka 2.13: Rozsah dosažených emisí tuhých znečišťujících látek z parních kotlů na různá paliva a kontrolních opatření (suchý plyn, standardní podmínky) aplikovaných v evropských závodech

Paliva	Denní průměr (mg/Nm^3 při 6 % O_2)	Roční průměr (mg/Nm^3 při 6 % O_2)	Technika řízení emisí
Plyn	<5	<5	Řízené spalování
topný olej 0,05 % S	<5	<5	Výběr paliva a řízené spalování
< 1 % S topný olej	310–590	450	Některé závody nepoužívají žádnou techniku snižování emisí a měří prach dvakrát ročně ⁽²⁾
< 1 % S topný olej	5–100	20–55	Výběr topného oleje a ESP ⁽²⁾
> 1 % S topný olej	≤20	≤10	ESP
Kůra, ostatní biomasa a směsná paliva	1–300 ⁽¹⁾	1–250 ⁽¹⁾	Pro vyšší hodnoty cyklóny; za běžných okolností ESP nebo textilní filtr
Uhlí a směsná paliva	1–300 ⁽¹⁾	1–250 ⁽¹⁾	Pro vyšší hodnoty cyklóny; za běžných okolností ESP nebo textilní filtr

⁽¹⁾ Maximální hodnoty rozsahu emisí pro biomasu a uhlí jsou převzaty ze souboru dat AF (údaje z měření a různých testů a studií kotlů; cca 50 zařízení): [189, Norrström 2010]
Pro minimální hodnoty rozmezí byla zvažována data z vyplněných dotazníků (2008) a [229, Stubenvoll et al. 2007]; s textilními filtry jsou emise prachu obvykle hluboko pod 20 mg/Nm^3 .

⁽²⁾ Údaje získané z portugalských dotazníků 2009

2.6.2.2 Emise SO₂ a jiných plynných znečišťujících látek

Vlastnosti a složení paliva používaného v kotlích mají značný dopad na emise do ovzduší a určují spolu s druhem a konstrukcí kotle a druhem, formou a realizací opatření na snižování emisí finální emise z kotle do ovzduší. Obsah síry v palivech se může pohybovat v rozmezí od 0,05 % nebo méně pro biomasu a nízkosirný olej až do cca 4 % pro vysokosirné uhlí a olej.

Nejběžnějším a často neekonomičtějším způsobem, jak řídit SO₂ v odvětví výroby buničiny a papíru, je použití fosilních paliv s nízkým obsahem síry. Pokud se spaluje samotná kůra, jsou emise SO₂ nízké. U fluidních kotlů je účinným opatřením vstříkávání vápna do kotle. Mezi sekundární technologie řízení emisí patří skrápěné elektrostatické filtry, procesy se vstříkáváním sorbentu (viz kap. 2.9.7.3) a mokré pračky (mokré pračky se však v odvětví s výjimkou regeneračních kotlů nepoužívají).

Tabulka 2.14 shrnuje dosažené emise SO₂ z různých druhů pomocných kotlů. V jednotlivých případech bude nutné vzít v úvahu faktory jako je skutečný druh paliva a provozní podmínky, protože primární data ve většině případů neuváděla konkrétní podmínky, za kterých byly tyto hodnoty naměřeny. Rozpětí uvedená v tabulce pokrývají oblast obsahu síry v palivu od cca 0,05 % (např. lesní biomasa, nízkosirný olej) do cca 1,5 %. Nízkosirný topný olej s obsahem síry méně než 0,05 % (hmot.) je k dispozici v mnoha oblastech od několika dodavatelů. Tento nízkosirný olej má také nízký obsah dusíku (cca 0,05 % hmot.) a popela (cca 0,005 %), což znamená nižší emise NO_x i částic.

Některé starší pomocné kotle, zejména na uhlí a topný olej, mohou uvolňovat vyšší emise SO₂ z důvodu vyššího obsahu síry v palivu, méně účinného řízení spalování a méně účinných opatření ke snížení emisí. Často se kromě hlavních fosilních paliv (např. plyn, olej nebo uhlí) v kotlích spalují i nějaké zbytky nebo kaly (např. kal, zbytky z výroby nebo jiných paliv). Pro tato směsná paliva byla shromážděna některá data.

Tabulka 2.14: Dosažené hodnoty emisí SO₂ z pomocných kotlů pro různé druhy paliv a použitá opatření (při 6 % O₂, suchý plyn, standardní podmínky)

Paliva	Denní průměr (mg/Nm ³ při 6 % O ₂)		Roční průměr (mg/Nm ³ při 6 % O ₂)		Použité techniky řízení emisí
	(mg/Nm ³)	(mg/MJ) ⁽²⁾	(mg/Nm ³)	(mg/MJ) ⁽²⁾	
Plyn	5	1	5	1	Nízký obsah síry
topný olej 0,05 % S	10	3	10	3	NA
topný olej 1,5 % S	50	15	50	15	Pračka
Biomasa	1–30	15	1–20	10	Čistá kůra a zbytky dřeva
Směsná paliva (např. kůra, uhlí, topný olej, kal, plyn)	35–77	Žádná data	6–75	Žádná data	Elektrostatický filtr, vstříkování + ESP nebo textilní filtr
Uhlí 0,5 % S	150	60	100	40	Elektrostatický filtr, vstříkování
Uhlí 1,5 % S	200	80	150	60	Elektrostatický filtr, vstříkování

Poznámka: NA = údaje nejsou k dispozici
⁽¹⁾ Biokal a vláknitý kal mohou zvýšit obsah síry v palivu, a tím i emise. Na druhé straně pro jeden německý kotel na biomasu byly hlášeny denní průměrné hodnoty 0–2 mg/Nm³, což mělo za následek roční průměrnou hodnotu 0,63 mg/Nm³ (Zdroj: UBA, 2010).
⁽²⁾ Odkazuje se na efektivní výhřevnost paliva.

Zdroje: Na základě souboru dat LF. Soubor dat LF se týká údajů z měření (monitoring) nových kotlů během přejímacích zkoušek a z měření (monitoring) stávajících kotlů v rámci podávání zpráv o vlivu organizace na životní prostředí; údaje z vyplněných dotazníků (2008)

2.6.2.3 Emise NO_x

Dotčenými sloučeninami dusíku jsou oxid dusnatý (NO) a oxid dusičitý (NO₂), souhrnně označované jako NO_x, a zejména u fluidních kotlů se pak jedná o emise oxidu dusného (N₂O).

Možným zdrojem dalšího dusíku, a tedy i oxidů dusíku, je kal z biologického čištění a chemické flokulace odpadních vod. Některá fosilní paliva, např. uhlí nebo těžký topný olej, mají také srovnatelně vysoký obsah dusíku. Kromě dusíku vázaného v palivu se podílí na celkových emisích NO_x spalovacího zařízení i termické NO_x.

Emise NO_x však ovlivňuje také množství přebytečného vzduchu, teplota a rozložení teplot v peci. Z důvodu nižších teplot spalování je tepelný vznik NO_x v reaktorech s fluidním ložem nízký.

Opatření k omezení emisí NO_x z kotle zahrnují primární a sekundární opatření.

a) Následující primární opatření jsou aplikována v reaktorech s fluidním ložem v odvětví výroby buničiny a papíru (viz kap. 2.6.1.2.3):

- minimalizace přebytku vzduchu
- odstupňování vzduchu (nad spalovacím vzduchem)
- recirkulace spalin.

b) V plynových turbínách se aplikuje vstřikování páry nebo vody nebo technika suchých nízkých emisí NO_x (DLN). Jako sekundární opatření lze použít především SCR (selektivní katalytickou redukci).

Vstřikování páry nebo vody je běžnou technikou (např. v Kanadě; (viz BREF LCP [271, COM 2006])). Dosažená míra snížení je pro NO_x v rozmezí 60 % a 80 %. Když je zároveň třeba dosáhnout nízkých emisí CO, je míra snížení poněkud nižší (40–60 %).

Techniku suchých nízkých emisí NO_x lze použít v malých (4–25 MW_e) stejně jako ve velmi velkých (400 MW_e) plynových turbínách. Hodnota emisí 25 ppm NO_x (což odpovídá 50 mg NO_x/Nm³) je dosažitelná u menších zařízení, zatímco ve velkých zařízeních může být hodnota emisí NO_x dále snížena až na < 20 mg/Nm³ (viz [271, COM 2006] a [167, BMUJF 1999]). Průmysl celulózy a papíru obvykle provozuje plynové turbíny o výkonu < 50 MW_e. Ty mají hodnoty emisí 25 ppm NO_x (50 mg NO_x/Nm³) při 15 % O₂, je-li použita technika suchých nízkých emisí NO_x.

c) Pro kapalná a plynná paliva se běžně používají hořáky s nízkými emisemi NO_x. Hodnoty emisí pro plynná paliva jsou v rozmezí 60–90 mg NO_x/Nm³. Bylo prokázáno, že při využívání kontinuálního řídicího systému u lambda sond lze hodnoty emisí udržovat velmi nízkou. Vyžaduje to však instalaci kontinuálního systému měření emisí (použit např. v Hamburgeru (Rakousko); dotazník 2008).

Mezi sekundární opatření patří:

- SNCR (selektivní nekatalytická redukce) a
- SCR (selektivní katalytická redukce).

Metoda SCR není dosud v odvětví výroby buničiny a papíru aplikována z důvodu relativně malých kotlů, ale i kvůli obsahu sodíku v popelu z kotle na biomasu, který deaktivuje katalyzátor. Metoda SCR zde proto nebude dále popisována.

V systémech SNCR se do pece ve vhodném rozmezí teplot vstřikuje čpavek nebo močovina. Emise NO_x lze snížit o 30–70 % reakcí mezi NO_x a činidlem za vzniku dusíku a vody. Teplotní rozmezí pro účinné SNCR je obvykle v rozmezí 800 °C až 1 000 °C. Vyšší míra snížení může zvýšit emise NO₂. Distribuce činidla se musí pečlivě řídit. Běžně se používá více bodů pro vstřikování ke sledování teplotních změn, které jsou způsobené změnami zatížení kotle. Přínos v podobě snížení NO je třeba zvážit oproti riziku zvýšení emisí NH₃. V dobře řízených systémech SNCR jsou emise NH₃ v rozmezí 1–10 mg/Nm³ (viz BREF LCP).

V tab. 2.15 jsou uvedeny hodnoty emisí NO_x z kotle dosažené pomocí kombinace výše popsaných technik. Údaje o emisích se vztahují ke 3 % O_2 pro plyn a 6 % O_2 u jiných paliv, za předpokladu standardních podmínek a suchého plynu. Rozsahy uvedené v tabulce odrážejí především vliv různých obsahů dusíku v palivech a účinnost použitých sekundárních opatření. Některé starší kotle s méně účinnými kontrolními opatřeními budou vykazovat vyšší emise: byly zjištěny průměrné denní hodnoty emisí až do cca 200 mg NO_x/Nm^3 nebo i vyšší. Pomocné kotle v odvětví výroby buničiny a papíru pracují za různých podmínek zatížení, které mohou emise NO_x ovlivňovat. Emisní rozpětí uvedená v tabulkách však zahrnují podmínky částečného zatížení.

Tabulka 2.15: Dosažené hodnoty emisí NO_x z pomocných kotlů pro různá paliva a použitá opatření

Palivo	Denní průměr		Roční průměr		Použité techniky řízení emisí
	mg/ Nm^3	mg/MJ	mg/ Nm^3	mg/MJ	
Plyn	60–150	40	60–120	30	Hořáky s nízkými emisemi NO_x nebo technika DLN
Topný olej 0,05 % S	200	50	150	40	Palivo s nízkým obsahem N, hořáky s nízkými emisemi NO_x , SNCR
Topný olej 1,5 % S	240	60	200	50	Hořáky s nízkými emisemi NO_x , SNCR
Biomasa	100	45	80	40	SNCR
Biomasa	75–470	Žádná data	190–290	80–95	Bez SNCR (3 kotle)
Směsná paliva (např. kůra, uhlí, topný olej, kal, plyn)	130–330	Žádná data	150–300	Žádná data	Fluidní kotle
Uhlí 0,5 % S	125	50	100	40	SNCR
Uhlí 1,5 % S	75	30	60	25	SCR

Zdroj: Na základě souboru dat LF. Soubor dat LF se týká údajů z monitoringu nových kotlů během přejímacích zkoušek a zkontroly (monitoringu) stávajících kotlů v rámci podávání zpráv o vlivu organizace na životní prostředí; údaje z vyplněných dotazníků (2008) [229, Stubenvoll et al. 2007] jsou doplněna pro plyn. Údaje z rakouské UBA pro kotle na směsné palivo.

2.6.2.4 Emise CO

Emise CO a uhlovodíků souvisejí především s množstvím přebytečného vzduchu a s podmínkami spalování. Palivo s nízkým obsahem sušiny, s nerovnoměrným obsahem sušiny a rychlými změnami zatížení může vést ke zvýšení hodnoty emisí CO a uhlovodíků (TOC) které je třeba řídit. Provoz při nízkém nebo nerovnoměrném tepelném zatížení má tendenci zvyšovat emise.

V případě neúplného spalování se z uhlíku obsaženého v palivu tvoří oxid uhelnatý. Podmínky spalování, které vedou ke zvýšeným hodnotám CO, mají za následek i vyšší emise uhlovodíků. Pro dosažení úplného a účinného spalování, a tím i minimalizace emisí CO a uhlovodíků, je nutné řídit následující parametry kotle a spalování:

- přívod kyslíku
- teplotu pece
- mísení paliva a spalovacího vzduchu (kyslíku)
- retenční dobu.

Spalování, které preferuje nízké emise CO, například vyžaduje použití vysokých teplot v peci a dostatečný přísun kyslíku pro úplné spalování organických látek. Snížení obsahu CO ve spalinách vyžaduje řízený přebytek spalovacího vzduchu. Přebytek spalovacího vzduchu má však tendenci zvyšovat emise NO_x. Snahy udržet na nízké hodnotě jak emise NO_x, tak i emise CO proto budou do jisté míry protichůdné. Řízení spalovacích podmínek a spalovacího vzduchu je tedy důležitým prvkem při řízení emisí CO. Dalším předpokladem je stabilní palivo z hlediska výhřevnosti a zatížení kotle.

Řízení rychlosti spalování by mělo zajistit dostatečný přísun kyslíku. V jednoduchém řídicím systému je přísun vzduchu regulován prostřednictvím monitoringu kyslíku. Komplexní systémy sledují také zatížení kotle, výhřevnost paliva, přísun paliva a další parametry.

Teplotu v peci lze ovládat pomocí recirkulace spalin, ohřevu vzduchu, přebytku vzduchu a také pomocí palivové směsi. Recirkulace spalin, a zejména přehřívání vzduchu umožňují, aby se ve fluidním kotli mohla použít paliva se širokým rozsahem hodnot výhřevnosti.

Zejména při kombinovaném spalování kalů z čistírny odpadních vod je důležité zajistit účinné míchání paliv, aby výsledné palivo mělo dostatečnou výhřevnost k zajištění dostatečných teplot spalování.

Konstrukce kotle by měla být taková, aby zaručovala dostatečnou retenční dobu, teplotu spalování a účinné promíchání spalovacího vzduchu a paliva atd., a došlo tak ke snížení emisí CO a celkových organických látek (TOC).

V tab. 2.16 jsou uvedeny dosažené emise CO z kotlů s řízeným spalováním (při 6 % O₂, suchý plyn, standardní podmínky). Starší kotle bez účinného řízení spalování, s kvalitativně nestejným palivem a změnami provozních podmínek mohou vykazovat výrazně vyšší emise, zejména u každodenního měření.

Tabulka 2.16: Dosažené hodnoty emisí CO pro různá paliva a použitá opatření

Palivo	Denní průměr		Roční průměr		Použité techniky řízení emisí
	mg/Nm ³	mg/MJ	mg/Nm ³	mg/MJ	
Plyn	5–15	5	<5	<2	Není specifikováno
Topný olej 0,05 % S	15	5	<5	<2	Není specifikováno
Topný olej 1,5 % S	25	8	<10	50	Není specifikováno
Biomasa	5–300	150	140	70	Není specifikováno
Směsná paliva (např. kůra, uhlí, topný olej, kal, plyn)	5–150	Žádná data	6–100	Žádná data	Žádná data
Uhlí 0,5 % S	250	100	125	50	Práškové uhlí

Zdroj: Na základě souboru dat ĽF. Soubor dat LF se týká údajů z měření nových kotlů během přijímacích zkoušek a z měření stávajících kotlů v rámci podávání zpráv o životním prostředí; údaje z vyplněných dotazníků (2008) a [229, Stubenvoll et al. 2007] byla brána za minimální hodnoty pro rozpětí emisí.

Kotle v průmyslu celulózy a papíru musejí často zvládat významné a rychlé změny zatížení a také kolísání obsahu sušiny a hodnoty výhřevnosti paliva. I přes pokročilé řídicí systémy a řádné míchání paliv to může způsobit některé výrazně vysoké hodnoty emisí CO. Tyto píky mohou vést k vysokým hodnotám průměrných denních emisí, i když ty se někdy projeví dokonce i v ročním průměru.

2.7 Čistírny odpadních vod

Zatížení odpadních vod z průmyslu celulózy a papíru lze snížit prostřednictvím změn a optimalizace procesů (integrováný přístup k procesu) a čištěním odpadních vod v místě, kde opouštějí proces (tzv. koncový přístup). V praxi lze kombinovat tyto dva přístupy takovým způsobem, který dosáhne požadovaných výsledků s minimálními náklady. V tomto sektoru existuje také celá řada aplikací čištění v rámci procesu, kdy jsou čisticí systémy integrovány do části vodních okruhů, a mohou tak být označeny za jakési „ledviny“, které trvale odstraňují nežádoucí látky, dokud není dosaženo nezbytné úrovně kvality.

Čištění je vždy navázáno na samotný výrobní proces. Změny v procesu, a zejména pak havarijní úniky znečišťujících látek, obvykle čistírnu odpadních vod ovlivňují, zejména pokud jde o biologický proces. Optimalizace procesu a výkon čistíren odpadních vod tak spolu souvisejí. Při navrhování a provozování čistírny odpadních vod je obvyklým výchozím bodem analýza procesů a hlavních vznikajících toků odpadních vod. Důraz by se měl klást v první řadě na realizaci vnitřních opatření v procesu. Opatření integrovaná do procesu snižují zatížení u zdroje a lze dosáhnout také přímých úspor nákladů na suroviny (vláknina, plnidla a přísady) a v mnoha případech i nižší spotřeby energie. Nezbytná opatření mohou obvykle provádět pracovníci závodu. Přejít na méně škodlivý proces však může vyžadovat značné výdaje z důvodu nutnosti zavést složitější technologii. Efektivní řešení jsou obvykle kombinací vnitřních a vnějších opatření.

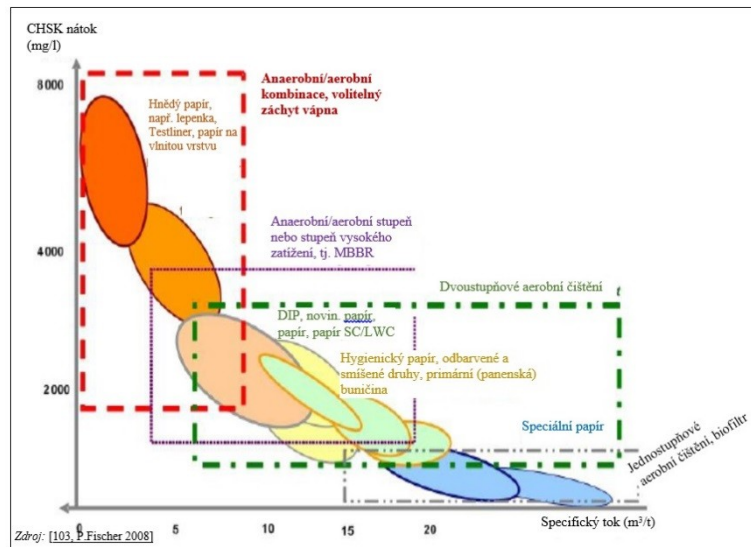
Pokud papírna vypouští své odpadní vody prostřednictvím kanalizace do městské nebo průmyslové čistírny odpadních vod mimo závod, může být celková účinnost externí čistírny ovlivněna kvalitou a množstvím jiných toků odpadních vod, které jsou čištěny spolu s odpadními vodami z papírny. V některých případech mohou úspory při společném hromadném čištění odpadních vod určitého konsorcia dosáhnout stejných, nebo dokonce lepších snížení emisí, než by se dosáhlo při srovnatelném čištění odpadních vod v místech jejich vzniku. Je to způsobeno tím, že papírna a další průmyslové závody, které jsou připojeny k běžné čistírně odpadních vod, mohou mít přístup k efektivnějším čisticím technikám s vhodným dohledem nad jejich provozem.

Odpadní vody z papíren a celulózek obsahují látky, které jsou extrahovány ze dřeva nebo z recyklovaných vláken. Obsahují také některé chemikálie používané v procesech. Tyto chemikálie se z procesů uvolňují a ve vláknech vyrobené buničiny nebo papíru nezůstávají. Odpadní vody obsahují pevné látky nebo materiál v koloidní formě nebo rozpuštěné látky. Kromě několika výjimek (rozvláknování eukalyptu) jsou původní hodnoty dusíku a fosforu nízké a tyto prvky jsou přidávány do biologické čistírny odpadních vod jako živiny pro biomasu. Odpadní vody mohou být také zabarvené, zejména pokud pocházejí z výroby buničiny. Některé nečištěné odpadní vody jsou toxické pro ryby, například vody z odkořování dřeva.

Podle druhu vznikajících odpadních vod a s nimi spojeného zatížení provozují celulózky a papírny různé čisticí systémy, které jsou vhodné pro účinné čištění příchozího zatížení. Čištění odpadních vod obvykle zahrnuje vyrovnávání kolísání toku a složení, po kterém následuje odstranění pevných látek (např. primární sedimentace). Fyzikální nebo fyzikálně-chemické čisticí metody odstraňují především pevné látky a koloidy o vysoké molekulární hmotnosti. Biologické metody odstraňují rozpuštěné organické sloučeniny, které jsou biochemicky oxidovány nebo převedeny do biomasy. Nežádoucí uvolnění této biomasy je řízeno pomocí nosiče (biofilm), sekundární sedimentace, flotace nebo v některých případech filtrace.

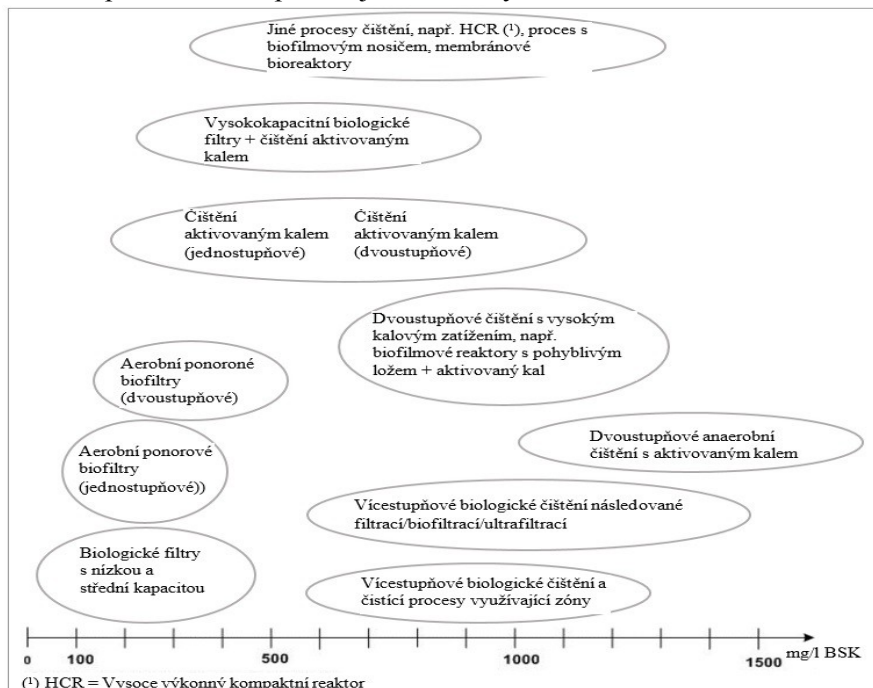
V závislosti na kvalitě odpadních vod a organickém zatížení se v celulózkách a papírnách používají různé koncepty čištění. Obrázek 2.14 udává přehled o společných metodách biologického čištění odpadních vod a o jejich možných aplikacích v papírenském průmyslu. Obrázek ukazuje, které systémy se používají pro odpadní vody z výroby uvedených druhů papíru (chemické rozvláknování není zahrnuto), které jsou vyráběny buď z primárního (panenského) nebo sběrového vlákna (nebo směsi vláken) a které se v tomto odvětví často vyskytují. Specifická spotřeba vody (m^3/t) a počáteční koncentrace CHSK před čištěním zobrazené na osách x a y jsou pouze orientační. Dobré účinnosti při odstraňování škodlivin mohou dosáhnout i další koncepty čištění, např. jednostupňové čištění pomocí aktivovaného kalu. Stávající aplikace těchto čisticích systémů, technické popisy používaných

technik a jejich výkon jsou popsány v příslušných kapitolách 3 až 7, které se zabývají anaerobním nebo aerobním čištěním odpadních vod.



Obrázek 2.14: Různé koncepty aplikací biologického čištění odpadních vod pro různé druhy papíru a zjednodušující trendy organického zatížení

Existuje široký rozsah projektovaného uspořádání aerobního čištění odpadních vod z výroby buničiny a papíru: systémy aktivovaného kalu, jako například (ale nikoliv výlučně) konvenční jednostupňové nebo vícešupňové reaktory s aktivovaným kalem, řazené vsádkové reaktory, vysoce výkonné kompaktní reaktory a provzdušňované laguny; a dále biofilmové systémy, jako například (ale nikoliv výlučně) aerobní ponorové biofiltry, reaktory s biofilmovým nosičem nebo biofilmové reaktory s pohyblivým ložem (MBBR), biologické filtry a rotační biologické kontakty (RBC). Tyto kroky čištění se používají jako jednostupňové nebo vícešupňové nebo jejich kombinace. Kromě toho se používá i anaerobní čištění (viz kap. 2.9.1.1.2.2). Hlavní technologie biologického čištění a rozpětí koncentrací pro vhodnou aplikaci jsou uvedeny na obr. 2.15.



Obrázek 2.15: Hlavní procesy čištění odpadních vod z výroby buničiny a papíru a rozsahy pro vhodné aplikace

Hodnoty koncentrací odkazují na vstupní koncentrace a měly by být chápány jen jako orientační, poskytující všeobecný přehled o použitých systémech čištění odpadních vod v celulózkách a papírnách. Účelem obrázku není vyloučit nebo diskriminovat konkrétní aplikaci nebo systém čištění, např. pokud organické zatížení není v uvedeném rozpětí (dle [113, PTS 1998]).

V tab. 2.17 je uveden přehled nejdůležitějších systémů biologického čištění, vhodný rozsah jejich aplikace, některé výhody a nevýhody a také některé další poznámky.

Tabulka 2.17: Biologické čištění odpadních vod z výroby buničiny a papíru

Proces	Aplikace (průměrná vstupní koncentrace BSK)	Výhody	Nevýhody	Poznámky
Aerobní ponorové biofiltry (jednostupňové)	20–100 mg/l	Bezpečný proces; imobilizovaná biomasa; nízké koncentrace nerozpuštěných látek ve výtoku	Citlivé na vyšší koncentrace nerozpuštěných látek	NA
Aerobní ponorové biofiltry (dvoustupňové)	100–300 mg/l (nebo více)	NA	NA	NA
Biologické filtry s nízkou a střední kapacitou	<400 mg/l	Jednoduchá konstrukce; nízká spotřeba energie; ochlazení odpadních vod, rychlé zotavení po krátkodobém toxickém šoku (¹)	V některých případech riziko ucpávání; zápach způsobený stíráním, pro optimální provoz požadovány vyšší emise P (1,0–1,5 mg/l)	Riziko ucpání a zápach jsou minimální při správném řízení živin. Délka životnosti 15 let nebo více, když je systém řádně provozován
Vysokokapacitní biologické filtry + aktivovaný kal	200–800 mg/l	NA	NA	NA
Aktivovaný kal (jednostupňový)	100–1 000 mg/l	Konvenční proces s řadou variant; zavedená technika čištění	Spotřeba energie; přebytečný kal; problémy se směsným nebo plovoucím kalem	NA
Aktivovaný kal (dvoustupňový)	300 – >1 000 mg/l	NA	NA	Oddělení kalových okruhů je důležité
Aktivovaný kal (dvoustupňový s vysokým kalovým zatížením)	600–1 200 mg/l	Zlepšené vlastnosti aktivačního procesu	Spotřeba energie; přebytečný kal	NA
Biofilmové reaktory s pohyblivým ložem, MBBR (fixní biomasa na mobilním nosiči)	300–1 500 mg/l	Fixovaná biomasa; menší objemy reaktoru; žádný vrácený kal; méně citlivé na dočasné mimořádně vysoké zatížení	Přebytečný kal	Umožňuje zatížení o velkém objemu
Rotační biologické kontakory (RBC): systém s pevným biofilmem / biodisky	Aplikován jako krok hromadného odstranění nebo pro pokročilé čištění	Nákladově efektivní pro menší závody; nízká poptávka po energii (< 0,3 kWh/kg odstraněného BSK ₅)	V mnoha evropských zemích je méně zkušeností s RBC	Úspěšná aplikace v papírenském průmyslu v USA a v Itálii
Aktivovaný kal jako řazený vsádkový reaktor (SBR)	100–1 000 mg/l	Pružnější provozování procesu	Více úsilí při řízení procesu; diskontinuální proces	NA

Poznámka: NA = údaje nejsou k dispozici
⁽¹⁾ *Zdroj:* Water Treatment Handbook, kapitola 11.2 Biologické filtry, 6. vydání, Degremont.
Zdroj: [113, PTS 1998], pozměnil EIPPCB.

V průběhu biologického čištění jsou rozpuštěné organické látky převedeny do biomasy, která se akumuluje jako biologický kal (ohledně množství kalu jsou dále uvedeny čtyři příklady). Vlákňitý kal z primární usazovací nádrže a přebytečný kal ze zařízení aktivovaného kalu se zahušťují v samostatných zahušťovacích nádržích. Odvodnění může probíhat pomocí šnekového lisu s předběžným zahušťovačem nebo v odvodňovacích strojích s pásovými lisy. Odvodněný kal se často smíchá s kůrou a spálí v kotli na kůru. Další možností je spálení v elektrárně na biomasu, spalovně kalů s fluidním ložem nebo v regeneračním kotli. V jiných případech je kal dodáván externím smluvním partnerům (firmám zabývajícím se hospodaření s odpady) k výrobě bioplynu, uložení na skládce nebo k jiným alternativám.

2.8 Přehled zbytků z výroby a pevných odpadů

Při výrobě papíru a celulózky vznikají různé druhy zbytků, např. uvedené v tab. 2.18.

Tabulka 2.18: Příklady zbytků z procesů výroby buničiny a papíru

Proces	Příklady vzniklých pevných zbytků/odpadů
Zpracování dřeva	Kůra a úlomky dřeva, písek a kámen
Úprava surové vody	Kaly z flokulace
Sulfátové rozvlákňování	Nadbytečné vápno, usazeniny a štěrk z regeneračního systému; popel extrahovaný z ESP; výplivy a vlákno z linky na zpracování vlákna
Sulfitové rozvlákňování	Popel z regeneračního kotle; kal ze systému varné kapaliny; výplivy a vlákno z linky na zpracování vlákna
Mechanické rozvlákňování	Písek a úlomky dřeva z mytí štěpky; výplivy a vlákno z linky na zpracování vlákna
Zpracování sběrového papíru	Zbytky z čištění suroviny (nevláknité zbytky, např. písek, kovový šrot), vláknité zbytky a kal z odbarvování
Výroba papíru	Výplivy, vláknité kaly, pigmenty z natírání
Energetické kotle	Popel
Čištění odpadních vod	Vláknitý kal, biologický a chemický kal
Běžné zbytky	Kovy, plasty, sklo, stavební odpad, domovní odpad, nebezpečné zbytky jako chemikálie, rozlitý olej a maziva

Některé z výše uvedených materiálů, které pocházejí z výrobního procesu, mohou být považovány za materiál, který není odpadem podle čl. 3 bodu 1 rámcové směrnice o odpadech (WFD), ale je vedlejším produktem, pokud jsou splněny podmínky uvedené v čl. 5 této směrnice [205, WFD 98/EC 2008].

Dochází ke značnému kolísání v množství a charakteru zbytků, které v různých druzích závodů vznikají. Hlavní složky odpadu a hlavních trasy k jejich využití, opětovnému použití nebo odstranění jsou popsány v odpovídajících částech kap. 3 až 7.

Podle souhrnného „seznamu odpadů“ [50, Decision 2000/532/EC 2000] jsou hlavní druhy „odpadů z výroby a zpracování buničiny, papíru a lepenky“ následující:

- 03 03 01 kůra a dřevo (kůra, piliny, odpad z hrubého a jemného třídění)
- 03 03 02 usazeniny a kaly zeleného louhu (z regenerace varné kapaliny při sulfátovém rozvlákňování)
- 03 03 05 kaly ze zesvětlování (odstraňování tiskařské černi) při recyklaci papíru
- 03 03 07 mechanicky oddělené výměty z rozvlákňování sběrového papíru a lepenky
- 03 03 08 odpady z třídění papíru a lepenky určené k recyklaci
- 03 03 09 odpadní kaustifikační kal (sulfátové celulózky)
- 03 03 10 vláknité kaly, kaly z mechanického oddělování obsahující vlákna, plnidla a zbytky z natírání
- 03 03 11 kaly z čištění odpadních vod v místě vzniku neuvedené pod položkou 03 03 10
- 03 03 99 odpady jinak blíže neurčené.

Tento seznam jiných než nebezpečných odpadů představuje 88 % z celkového množství odpadů z výroby buničiny a papíru [139, ASPAPEL 2008].

V závislosti na dodávkách energie do papírny a celulózky a na výrobě páry a elektřiny v místě závodu se musí vzít v úvahu navíc i následující odpadní materiály:

- 10 01 odpady z elektráren a jiných spalovacích zařízení, jako jsou:
- 10 01 01 škvára, struska a kotelní prach

10 01 02 popílek ze spalování uhlí

10 01 03 popílek ze spalování rašeliny a neošetřeného dřeva a některé další materiály.

Obvyklé zbytky/odpad

Ve většině celulózek a papíren se vyskytují také obvyklé zbytky či odpad, které nejsou specifické pro tento sektor. Těmito zbytky mohou být:

- kovové díly a kovy z údržby
- elektrická a elektronická zařízení a části, včetně žárovek, zářivek atd.
- dráty a plsti
- stavební odpad jako je sklo, dřevo, beton, cihly atd.
- chemikálie včetně zbytků nátěrů
- odpad z laboratoří (většinou chemikálie)
- rozlité oleje a maziva
- obalový materiál (nádoby na chemikálie, palety atd.)
- domovní odpad (z jídelny a kanceláří)

V mnoha závodech byly zavedeny systémy třídění odpadu pro hlavní složky, aby byl zajištěn nejúčinnější způsob nakládání s těmito obvyklými odpady. Tyto systémy usnadňují opětovné použití, recyklaci nebo regeneraci a minimalizují množství, které je nutné předat k odstranění nebo zvláštnímu zpracování.

Nebezpečné materiály by se měly vždy shromažďovat odděleně a jejich sběr by měl být organizován dle různých „skupin“, jako jsou např. zbytková rozpouštědla, uniklé oleje a maziva, použité chemikálie. Následné zpracování takového materiálu by měly provádět certifikované firmy.

2.9 Obecné techniky, které je dobré zvažovat při stanovení BAT společných pro všechny celulózky a papírny

Tato část popisuje techniky (nebo jejich kombinace) a navazující monitoring, které mohou vést k dosažení vysoké úrovně ochrany životního prostředí při činnostech popisovaných v rámci tohoto dokumentu. Popsané techniky budou zahrnovat jak použitou technologii, tak i způsob, jakým jsou zařízení navržena, budována, udržována, provozována, a nakonec vyřazena z provozu.

Zahrnuje systémy environmentálního řízení, techniky integrované do procesu a opatření na výstupu z procesů. Jsou zde zvažovány i prevence vzniku odpadů a jejich řízení, včetně minimalizace odpadů a recyklačních postupů a také techniky, které snižují spotřebu surovin, vody a energie optimalizací jejich použití a znovuvyužití. Popsané techniky také zahrnují opatření k zabránění nebo omezení environmentálních důsledků havárií a mimořádných událostí a také sanační opatření v místě závodu. Zahrnují také opatření přijatá k prevenci nebo snížení emisí za jiných než běžných provozních podmínek (např. spouštění a odstávky, úniky, poruchy, dočasné přerušování a definitivní ukončení provozu).

Příloha III směrnice uvádí řadu kritérií pro stanovení BAT a informace v rámci této kapitoly se budou těmito aspekty zabývat. Pokud je to možné, je k přehledu informací o každé technice použita standardní struktura uvedená v tab. 2.19, aby se umožnilo srovnání technik a jejich posouzení dle definice BAT ve směrnici o průmyslových emisích.

Tato kapitola nepřináší nutně vyčerpávající seznam technik, které by mohly být v tomto odvětví použity. Mohou existovat nebo být vyvíjeny i jiné techniky, které lze také považovat za BAT pro daný provoz.

Tabulka 2.19: Informace pro každou techniku

Nadpisy v rámci kapitol
Popis
Technický popis
Dosažené přínosy pro životní prostředí
Vliv na životní prostředí a provozní údaje
Mezisložkové vlivy
Technická kritéria použitelnosti
Ekonomika
Důvody realizace
Příklady závodů
Literatura

2.9.1 Systémy environmentálního řízení (EMS)

Popis

Formální systém, jehož cílem je dosažení souladu s environmentálními cíli.

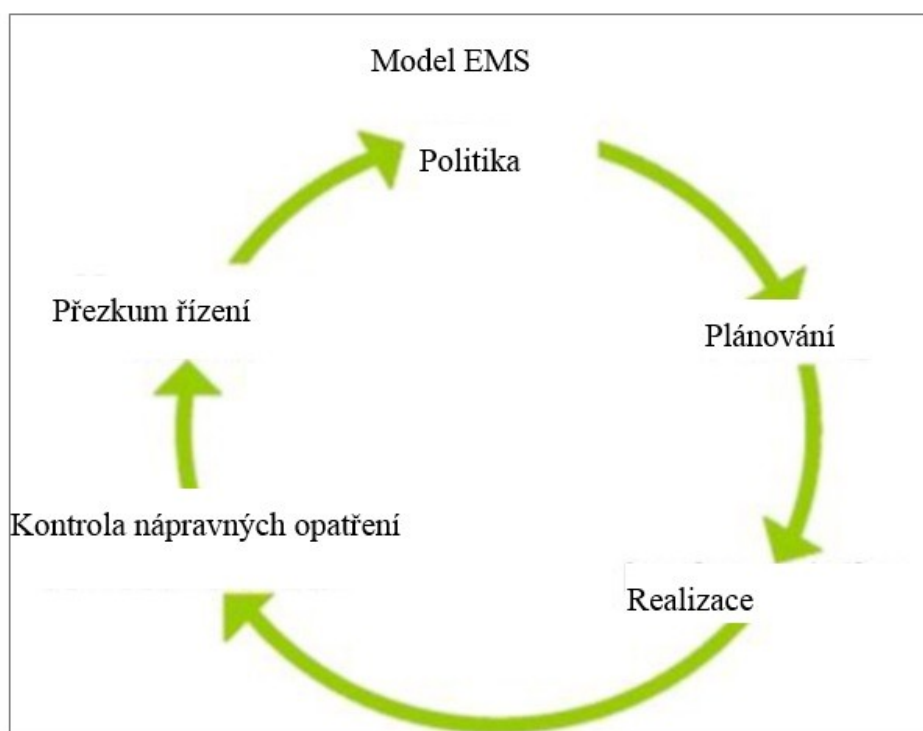
Technický popis

Směrnice definuje „techniky“ (podle definice „nejlepší dostupné techniky“) jako „jak použitou technologii, tak i způsob, jakým je zařízení navrženo, vybudováno, udržováno, provozováno a vyřazeno z provozu“.

V tomto ohledu je systém environmentálního řízení (EMS) technikou umožňující provozovatelům zařízení řešit otázky životního prostředí systematickým a prokazatelným způsobem. EMS je nejúčinnější a nejefektivnější tam, kde tvoří nedílnou součást celkového řízení a provozu zařízení.

EMS zaměřuje pozornost provozovatele na vliv činnosti závodu na životní prostředí; zejména prostřednictvím aplikace jasných provozních postupů pro běžné i jiné než běžné provozní podmínky a nastavení souvisejících úrovní odpovědnosti.

Všechny účinné EMS začleňují koncept neustálého zlepšování, což znamená, že environmentální řízení je trvalý proces, nikoli projekt, který jednou dospěje ke konci. Existují různé návrhy procesů, ale většina EMS je založena na cyklu PDCA (naplánuj-proveď-ověř-jednej), který se široce používá i v jiných kontextech vedení společnosti. Cyklus je iterativní dynamický model, kde dokončení jednoho cyklu znamená začátek dalšího (viz obr. 2.16).



Obrázek 2.16: Neustálé zlepšování modelu EMS

EMS může mít podobu standardizovaného nebo nestandardizovaného („přizpůsobeného“) systému. Zavádění a dodržování mezinárodně uznávaného standardizovaného systému, jako je EN ISO 14001: 2004, může dát EMS vyšší důvěryhodnost, zvláště pokud je systém podroben správně provedenému externímu ověření. EMAS poskytuje další důvěryhodnost díky interakci s veřejností prostřednictvím prohlášení o stavu životního prostředí a také díky mechanismu k zajištění dodržování platných předpisů týkajících se ochrany životního prostředí. Nestandardizované systémy však mohou být v zásadě stejně účinné za předpokladu, že jsou správně navrženy a realizovány.

Zatímco oba standardizované systémy (EN ISO 14001: 2004 nebo EMAS) a nestandardizované systémy platí v zásadě pro **organizace**, tento dokument má užší rozsah, nezahrnuje všechny činnosti organizace, např. pokud jde o jejich výrobky a služby, vzhledem k tomu, že směrnice upravuje pouze **zařízení/závody**.

EMS může obsahovat následující součásti:

1. závazek vedení, včetně vrcholového vedení;
2. definici politiky ochrany životního prostředí, jejíž součástí je neustálé zlepšování provozu a činností managementem;

3. plánování a zavádění nezbytných postupů, cílů a cílových stavů v souvislosti s finančním plánováním a investicemi;
4. realizaci postupů, které věnují zvláštní pozornost:
 - (a) strukturu a odpovědnosti
 - (b) školení, informovanosti a způsobilosti
 - (c) komunikaci
 - (d) zapojení zaměstnanců
 - (e) dokumentaci
 - (f) účinnému procesu řízení
 - (g) programům údržby
 - (h) připravenosti a reakci na havarijní situace
 - (i) zajištění dodržování právních předpisů na ochranu životního prostředí;
5. kontrolu výkonu a provedení nápravných opatření, kdy zvláštní pozornost je věnována:
 - (a) monitoringu a měření (viz také referenční dokument obecné principy monitorování) [269, COM 2003].
 - (b) nápravným a preventivním opatřením
 - (c) vedení záznamů
 - (d) nezávislému (je-li to možné) internímu a externímu auditu s cílem určit, zda EMS odpovídá plánům a je řádně realizován a udržován;
6. přezkoumání EMS a jeho další vhodnosti, přiměřenosti a účinnosti vrcholovým managementem;
7. sledování rozvoje čistších technologií;
8. posouzení dopadů následného vyřazení zařízení z provozu na životní prostředí už ve fázi projektování nového závodu a v také průběhu provozní životnosti;
9. aplikaci pravidelného porovnávání v rámci sektoru.

Dosažené přínosy pro životní prostředí

EMS prosazuje a podporuje neustálé zlepšování vlivu provozu zařízení na životní prostředí. Pokud má již zařízení dobrý celkový vliv na životní prostředí, pak provozovateli EMS pomáhá udržovat jeho vysokou úroveň.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Evropský papírenský průmysl se prostřednictvím CEPI zavázal k zavedení certifikovaných systémů environmentálního řízení (EMS/ISO 14001).

Mezisložkové vlivy

Nejsou známy. Systematická analýza prvotních dopadů na životní prostředí a prostor pro zlepšení v rámci EMS tvoří základ pro posuzování nejlepších řešení pro všechny složky životního prostředí.

Technická kritéria použitelnosti

Výše popsané komponenty lze obvykle aplikovat na všechna zařízení v rámci tohoto dokumentu. Rozsah (např. úroveň podrobnosti) a charakter EMS (např. standardizovaný nebo nestandardizovaný) budou spojené s povahou, velikostí a složitostí instalace a s mírou možného vlivu na životní prostředí.

Ekonomika

Je obtížné přesně určit náklady a ekonomické přínosy zavedení a udržování dobrého EMS. Existují také ekonomické přínosy, které jsou výsledkem použití EMS, a ty se mezi jednotlivými sektory značně liší.

Vnější náklady související s ověřováním systému lze odhadnout z pokynů vydaných Mezinárodním fórem pro akreditaci [31, IAF 2010].

Důvody realizace

Mezi důvody realizace EMS patří:

- zlepšení vlivu činnosti na životní prostředí
- lepší informovanost o environmentálních aspektech společnosti; což lze využít ke splnění environmentálních požadavků zákazníků, regulačních orgánů, bank, pojišťoven nebo jiných zúčastněných stran (např. lidí žijících nebo pracujících v blízkosti zařízení)
- lepší základ pro rozhodování
- zlepšení motivace zaměstnanců (např. manažeři mohou mít důvěru, že dopady na životní prostředí jsou řízeny a zaměstnanci mohou mít pocit, že pracují pro ekologicky zodpovědnou společnost)
- další příležitosti pro zlepšování kvality výrobků a snížení provozních nákladů
- zlepšení firemní image
- snížení nákladů na závazky za odpovědnost za škody, na pojištění a za porušení povinností.

Příklady závodů

EMS se aplikují v řadě zařízení v celé EU. 83 % celulózek a papíren v EU již implementovalo EMS. V roce 2010 byly systémy environmentálního řízení certifikovány ve 469 celulózkách a papírnách v Evropě (76 % celkového počtu); zdroj: CEPI). Například ve Španělsku vyrobily závody s certifikovaným EMS 94 % celkové výroby buničiny a papíru (zdroj: ASPAPEL: Update sustainability report 2009).

Literatura

Nařízení EMAS (ES) č. 1221/2009: [83, Reg. 1221/2009]; webové stránky GŘ pro životní prostředí o EMAS: [30, DG Environment 2010]; EN ISO 14001: 2004: webové stránky řady norem ISO 14000: [29, ISO 2004]; ISO 14000 technický výbor: [25, ISO 2010]; [79, Dyllick and Hamschmidt 2000], [82, Clausen J., M. Keil and M. Jungwirth 2002].

2.9.2 Skladování surovin a manipulace s nimi

2.9.2.1 Snižování emisí ze zpracování dřeva

Popis

Nejvýznamnější environmentální aspekty zpracování dřeva a opatření ke snížení emisí jsou shrnuty v tab. 2.20. Odtoky do vody ze zpracování dřeva pocházejí z bubnového odkornovače a z postřiků skládek dřeva vodou. Odpadní vody z odkornění lze minimalizovat použitím suchého odkornění (viz kap. 2.9.2.2). Při postřiku skládek by se množství vody mělo minimalizovat tím, že se sleduje okolní teplota a vlhkost a příslušné odpařování vody ze skládky a postřik jim následně odpovídá. Kontaminaci půdy a podzemní vody se předchází zpevněním plochy pro skladování dřeva (zejména plochy používané pro skladování štěpků) a také pomocí systémů zachycování vody. Může být nutné další čištění znečištěné vody, zatímco neznečištěná voda žádné čištění nevyžaduje.

Bude docházet i k určitému uvolňování prachu z úlomků dřeva a štěpků a také ze samotné skladovací plochy. To je obvykle velmi lokální problém a málokdy má jakýkoli dopad mimo závod. Skládky dřeva a štěpků emitují těkavé organické látky (VOC) pocházející z extrahovatelných látek. V praxi však nejsou uplatňována žádná opatření ke snížení těchto VOC.

Tabulka 2.20: Environmentální aspekty a opatření ke snížení vlivů zpracování dřeva na životní prostředí

Environmentální aspekty	Opatření/techniky
Emise (odtoky) do vody	Minimalizovat odpadní vody pomocí suchého odkornění, recyklovat filtrát z lisování kůry do sulfátového procesu, organizovat oddělování pevných látek z odpadní vody ze skladu dřeva před sekundárním čištěním nebo flokulací. Při kropení skládek se dřevem by měl být kontrolován tok, aby se minimalizovaly splachy; systémy zachycování vody z uskladnění dřeva pomáhají u skrápěných skládek předcházet uvolňování organických látek (CHSK, toxicita).
Emise do ovzduší	Prevence vzniku prachu a jeho odfoukávání větrem z plochy skladu a z hromady štěpků.
Pevný odpad	Kůra a dřevní zbytky jsou znečištěny pískem a kameny. Minimalizovat jejich znečištění pomocí vhodné manipulace. Kůru a jemné částice opětovně získávat.
Využití energie	Používat kůru a úlomky dřeva jako palivo nebo připravit jejich energetické využití. Usilovat o vysoký obsah sušiny lisováním a sušením s cílem zvýšit výhřevnost.
Hluk	Vhodné rozvržení a umístění skladu dřeva. Umístit bubnové odkorňovače, štěpkovače a třídiče štěpků pokud možno do interiéru. Používat nákladní auta a dopravníky, které nevytvářejí velký hluk.

Kůra a veškeré zbytky dřeva ze skladu dřeva by měly být shromažďovány v co nejsušší a nejméně znečištěné formě pro palivové využití buď v kotli na kůru, nebo v kotli na biopalivo v závodě anebo v kotli s rekuperací tepla mimo závod. I přes pečlivé zacházení je nevyhnutelné, že se některý materiál znečistí pískem a kameny. Takový materiál lze často použít pro rekultivaci půdy.

Nejdůležitějším energetickým aspektem při zpracování dřeva je co nejefektivněji využít dostupnou zbytkovou biomasu (kůru, dřevní štěpky) k výrobě energie. Vhodné druhy kotlů a ekologická opatření jsou popsána v části o výrobě páry a elektrické energie (viz kap. 2.6).

Spotřeba elektřiny ve skladu dřeva je obvykle cca 10 kWh/m³ opracovaného dřeva zbaveného kůry. To znamená cca 25 kWh/tunu buničiny u mechanické celulózy a méně než 60 kWh/tunu buničiny u chemické celulózy. Je třeba vhodně dimenzovat elektrické motory a jejich ovládání, aby byla spotřeba nízká. Pásové dopravníky jsou pro přepravu štěpky v rámci skladu dřeva dobrou alternativou s nízkou spotřebou.

Existuje několik zdrojů poměrně vysoké hladiny hluku v oblasti skladu dřeva, např. bubnové odkorňovače a sekačky štěpků. Mezi způsoby snížení hluku (viz také kap. 2.9.13) patří především umístění těchto zařízení v budovách nebo vybudování protihlukových ochranných stěn. Nákladní auta používaná při vykládce a manipulaci s kládami a štěpkou jsou hlučná sama o sobě. Další hluk ve formě rázových zvuků navíc vzniká při umísťování klád na hromady nebo plochy pro příjem. Mezi opatření, která by měla být použita, patří nákup málo hlučných nákladních aut a školení o „měkkém“ způsobu jízdy. Lze také uvažovat o ochranných bariérách proti hluku z ploch pro příjem.

Dosažené přínosy pro životní prostředí

Snížení emisí do vody a ovzduší, snížení hluku, úspory energie.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Nejsou k dispozici žádné informace.

Mezisložkové vlivy

Technika má hlavně pozitivní účinky, zabraňuje znečištění všech složek prostředí.

Technická kritéria použitelnosti

Opatření/techniky lze použít ve všech závodech.

Ekonomika

Nejsou k dispozici žádné informace.

Důvody realizace

Nejsou k dispozici žádné informace.

Příklady závodů

Nejsou k dispozici žádné informace.

Literatura

Nejsou k dispozici žádné informace.

2.9.2.2 Suché odkornění

Popis

Při zpracování dřeva lze prostřednictvím suchého odkornění snížit spotřebu vody a vypouštění organických sloučenin a nerozpuštěných látek. Při mokřém odkornění se vypouští 3 až 10 m³ vody na tunu buničiny. Organické sloučeniny jako pryskyřičné kyseliny, mastné kyseliny atd. a vysoce barevné materiály se z kůry vyluhují a dostávají se do toku odpadních vod.

Při suchém odkornění se procesní voda používá pouze pro omývání klád a rozmrazování (v chladném podnebí slouží k rozmrazování dřeva voda nebo pára) a efektivně se recirkuluje s minimálním vznikem odpadních vod a látek znečišťujících vodu. Při suchém odkornění vzniká kůra s nižším obsahem vody, což znamená lepší energetickou bilanci pro celý závod. Pro odkornění je třeba méně vody a snižuje se i množství rozpuštěných organických látek. Na vstupu do bubnového odkorňovače se používá voda na skrápění, aby se snížily emise prachu. Surové odpadní vody z odkorňovacího zařízení jsou toxické pro vodní organismy. K odstranění této toxicity se ukázalo jako velmi účinné biologické čištění. Zatížení CHSK a BSK je ve srovnání k mokřým odkorněním výrazně sníženo (viz tab. 2.21).

Dosažené přínosy pro životní prostředí

Snížení spotřeby vody a emisí organických látek.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Suché odkornění má velice uspokojujivý výsledek z hlediska odkornění většiny druhů dřeva a pro všechny druhy výrobků. Odkornění některých druhů eukalyptu může být nemožné, pokud byly klády po kácení uloženy (suché i mokré odkornění však představuje stejné problémy).

U suchého odkornění je objem odpadních vod ze zpracování dřeva obvykle v rozmezí 0,5–2,5 m³/ADt. Sníženého množství odpadní vody se dosáhne zvýšenou vnitřní cirkulací vody. Po změně z mokřého na suché odkornění se množství odpadní vody často sníží o 5–10 m³/ADt. Se suchým odkorněním lze celkové zatížení CHSK snížit až o 10 %. Obvyklé hodnoty na odtoku ze suchého odkornění jsou uvedeny v tab. 2.21. Mějme na paměti, že tato čísla se vztahují k chemickému rozvláknování. Hodnoty na tunu výrobku budou přibližně poloviční v případě mechanického rozvláknování kvůli vyššímu výtěžku mechanické buničiny z měkkého dřeva (smrk) (> 90–95 %) než bělené buničiny ze skandinávského měkkého (44–46 %) a tvrdého dřeva (47–49 %). Výtěžek eukalyptu (*Eucalyptus globulus*) je cca 51–54 %.

Tabulka 2.21: Znečištění odpadní vody před biologickým čištěním v případě mokrého a suchého odkornění

Technika odkornění	Tok odpadních vod (m ³ /t buničiny)	BSK ₅ (kg/t buničiny)	CHSK (kg/t buničiny)	P _{celk} (g/t buničiny)
Mokrý odkornění a lisování kůry	3–10	5–15	20–30	25–35
Suchý odkornění a lisování kůry	0,5–2,5	0,5–2,5	1–10	10–20

Poznámka: BSK₇ byla převedena na BSK₅ pomocí vzorce $BSK_{7/1,16} = BSK_5$ navrženého v rámci téže zprávy; kg znečišťující látky/m³ dřeva byly převedeny na kg znečišťující látky/t buničiny za předpokladu obvyklé spotřeby dřevoviny, tedy 5 m³ dřeva na 1 t buničiny. 5m³ dřeva/ADt vychází z chemického rozvláknování; mechanické nebo semimechanické rozvláknování má výrazně nižší měrnou spotřebu dřeva.

Zdroj: [1, Finnish BAT Report 1997] a soubor dat LF Engineering (2009).

Mezisložkové vlivy

Spotřeba energie na odkornění se může zvýšit díky provozu bubnového odkorňovače v režimu suchého odkorňování. To je však zcela kompenzováno značným množstvím energie získané v případě, že se kůra používá jako přídatné palivo v důsledku nižšího obsahu vody v kůře ze suchého odkornění. Lepší energetická účinnost v kotli na kůru znamená snížení emisí na MJ vyrobené energie.

Technická kritéria použitelnosti

Suché odkornění lze použít v nových i stávajících závodech pro většinu odkornění (jehličnany, listnáče) a pro všechny procesy rozvláknování (mechanické rozvláknování, chemické rozvláknování atd.). Stroje na suché odkorňování již v sektoru dominují a od mokrých systémů se postupně ustupuje. Nové závody používají suché odkornění téměř výhradně a přiklání se k němu i rostoucí počet stávajících závodů. Z důvodů kvality však může být mokré odkornění nezbytné při výrobě bělené sulfitové buničiny s vysokou bělostí (TDF).

Ekonomika

Náklady na bubnový odkorňovač pro suché odkornění se výrazně neliší od nákladů na mokrý systém. Obvyklé investiční náklady na zcela nový systém suchého odkorňování od přísunu klád po dopravníky (včetně štěpkovače a přidružených dopravníků) je cca 15 milionů EUR pro kapacitu cca 1300 ADt sulfátové celulózy za den (soubor dat AF Engineering, 2009).

Přechod ze stávajícího mokrého systému na systém suchého odkornění stojí 4–6 milionů EUR. Tyto náklady zahrnují zařízení a instalaci. Náklady se mohou dále zvýšit z důvodu možných individuálních potřeb – nové budovy, speciální protihluková opatření apod. nejsou v této částce zahrnuty. Provozní náklady činí 250 000–350 000 EUR za rok, ale v obou případech mohou zahrnovat značné investice do zařízení.

Důvody realizace

Suché odkornění snižuje celkové zatížení NL, BSK a CHSK a pomáhá také snižovat množství organických sloučenin, jako jsou pryskyřičné a mastné kyseliny, které se vyluhují z kůry a dostávají do odpadních vod. Některé z těchto látek jsou považovány za toxické pro vodní organismy. Opatření také zvyšuje energetický výtěžek.

Příklady závodů

Většina závodů v Evropě.

Literatura

[1, Finnish BAT Report 1997], [75, Pöyry 1997], [130, SEPA report 1997].

2.9.2.3 Bezpečné skladování a manipulace se základními chemikáliemi a chemickými přísadami

Popis a dosažené přínosy pro životní prostředí

Některé chemikálie a chemické přísady používané v celulózkách a papírnách jsou charakterizovány jako nebezpečné pro vodní prostředí, pokud jsou uvolněny v koncentrované formě. Pro minimalizaci rizika pro pracovníky a životní prostředí je nezbytná kontrola řetězce dopravy, vykládky a skladování v procesu. Dále jsou uvedeny některé obecné pokyny.

- Řidiči odpovědní za zásilky s chemickým obsahem by měli mít řádné (certifikované) školení, aby mohli tyto zásilky správně nakládat a vykládat. Měli by mít také výcvik ohledně všech použitelných nouzových postupů.
- Před povolením vjezdu nákladního vozu nebo vagonu do závodu by měla být informována odpovědná osoba v závodě a v případě potřeby by měla navést vůz na správné místo vykládky.
- Otvory pro plnění nádrží chemikáliemi v areálu závodu by měly být rozlišené a zřetelně označené, aby se zabránilo naplnění nádrže „nesprávnou“ chemikálií.
- Plochy pro nakládání a vykládání chemikálií by měly být vybaveny nepropustnými povrchy, aby bylo možné řešit jakékoli úniky chemikálií.
- Skladování a používání chemikálií a manipulace s nimi by měly probíhat takovým způsobem, že jakémukoliv rozlítí a netěsnostem je zabráněno v úniku a znečištění půdy, povrchových nebo podzemních vod.
- Nádoby na chemikálie by měly být umístěny na nepropustném povrchu a ve vaně, nebo by měly být vybaveny rovnocenným zajištěním (např. dvojité stěny) s dostatečným objemem pro zadržení obsahu největšího kontejneru a přiměřený podíl obsahů ostatních nádob v rámci stejné vany. Sběrné komory nemají mít žádné otvory pro vypouštění.
- Nádrže na chemikálie by měly být vybaveny signalizačním zařízením pro případ přeplnění.
- Netěsnosti a úniky ze všech částí zařízení, které přicházejí do styku s nebezpečnými látkami, by měly být detekovány rychle a spolehlivě (indikátor netěsnosti).
- Nádrže, kontejnery, potrubí a potrubní mosty pro chemikálie by měly být jasně označené a prostřednictvím vhodných ochranných opatření také chráněné před poškozením vozidly.
- Speciálně vyškolený personál by měl být zodpovědný za manipulaci s potenciálně nebezpečnými látkami; měla by se provádět pravidelná kontrola a údržba nádrží, potrubí a dávkovacích systémů.
- Měly by být vypracovány a dodržovány provozní pokyny včetně kontroly (monitoring), plánu údržby a signalizace.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Výše popsané pokyny pro bezpečné skladování a manipulaci se základními chemikáliemi a chemickými přísadami se v celulózkách a papírnách běžně používají. Pokud jsou v hodnocení environmentálních rizik a při auditech environmentálního řízení zjištěny nedostatky, nápravná opatření se realizují co nejdříve.

Mezisložkové vlivy

Technika má pozitivní účinky, zabraňuje znečištění všech složek.

Technická kritéria použitelnosti

Tato opatření/postupy lze použít v nových i stávajících závodech.

Ekonomika

Nejsou k dispozici žádné informace. Údaje o nákladech jsou považovány za specifické pro každý konkrétní případ.

Důvody realizace

Zákonné požadavky.

Příklady závodů a literatura

Většina evropských celulózek a papíren zavedla opatření k zamezení uvolňování chemikálií v koncentrované formě do půdy a vody.

2.9.2.4 Systém posuzování vlivu na životní prostředí pro chemikálie

Popis

Aby se snižovaly možné negativní dopady na životní prostředí, předcházelo se jim a minimalizovalo se riziko havarijního nebo běžného nebezpečného vypouštění do životního prostředí, měly by být všechny druhy chemikálií používaných v procesech výroby buničiny a papíru pravidelně přezkoumávány a tam, kde je to možné, nahrazeny chemikáliemi, které jsou pro životní prostředí bezpečnější. Měly by se používat správně, tedy v nejnižších možných množstvích.

Mnoho závodů má tým, který posuzuje vliv chemikálií na životní prostředí a je odpovědný za vyhodnocení současného používání chemikálií a za nahrazení potenciálně nebezpečných chemikálií bezpečnějšími, pokud jsou k dispozici. Takový tým obvykle tvoří skupina složená z kompetentních zástupců různých oddělení v závodě, včetně logistiky a ochrany zdraví a bezpečnosti. Tito zástupci zpravidla absolvovali výcvik v používání a interpretaci dostupných databází o životním prostředí.

Tento tým bude zodpovědný za vedení aktualizovaných záznamů o chemikáliích používaných v závodě a o jejich množstvích. Tato skupina má často na starosti i shromažďování informací o používání chemikálií v závodě a podávání zpráv příslušným vnitrostátním orgánům a také úkoly v rámci REACH. Další hlavní odpovědností je průběžné ověřování aktuálně používaných chemikálií a návrhy na jejich nahrazení tam, kde lze použít ekologičtější alternativy.

Každá nová chemikálie, která má být v závodě použita, bude tímto týmem kontrolována z hlediska rizik pro životní prostředí předtím, než bude schváleno její použití. Mezi další úkoly tohoto týmu patří ujištění, že jsou splněny požadavky směrnice Seveso, pokud se závodů týkají. Dalšími aspekty jsou případné požadavky v souvislosti s tím, zda je vyrobený papír v kontaktu s potravinami. Testování a posuzování osudu chemických přísad v systému čištění odpadních vod (absorpce, eliminace, biologická rozložitelnost v čistírnách odpadních vod) může být dalším úkolem této skupiny odborníků, podobně jako zajištění nepřítomnosti látek obecně známých jako kritické, např. „látky vzbuzující mimořádné obavy (SVHC)“.

Klíčovým prvkem v činnosti týmu pro posuzování vlivu chemikálií na životní prostředí je přístup ke spolehlivým a aktuálním informacím o životním prostředí a o chemikáliích. Důležitým vstupem jsou tedy informace z nařízení REACH, další databáze a bezpečnostní listy chemikálií. Možným postupem k dosažení úspěšného systému posuzování může být zapojení konkrétních odpovědných specialistů, např. chemiků nebo specialistů na skladování a ochranu vod, odpovědných pracovníků zaměřených na aspekty kontaktu s potravinami, úředníka pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci nebo odborníků na ekologické značení. Každý z nich musí řešit problémy spojené s používáním určitých chemikálií. Celý postup může vytvářet pro společnost různé výhody a měl by být zdokumentován.

Dosažené přínosy pro životní prostředí

Minimalizace rizika nežádoucích úniků všech druhů chemikálií používaných v procesech výroby buničiny a papíru do životního prostředí. Pravidelný přezkum používaných chemikálií a tam, kde je to možné, i jejich nahrazení chemikáliemi, které jsou ekologicky bezpečnější, a jejich správné využití (tj. v nejmenším možném množství) snižují uvolňování potenciálně škodlivých látek do životního prostředí.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Společným nástrojem pro celulózky a papírny v Evropě je používání chemických databází, které poskytují přístup k ekologicky relevantním informacím o chemikáliích a usnadňují práci týmu odpovědného za posuzování. Tyto databáze jsou pro zákazníky k dispozici on-line a obsahují, např. v případě švédské databáze, informace o více než 17 000 chemických produktů a 8 000 chemikálií. Tato databáze obsahuje pokročilý model pro hodnocení rizik a podporuje vykazování podle nařízení REACH a CLP. Obsahuje také informace o fyzikálních a chemických vlastnostech chemikálií, jakož i rozsáhlé informace o účincích chemických produktů a jejich složek na zdraví a životní prostředí. Tato chemická databáze je zejména užitečná při nahrazování potenciálně nebezpečných chemikálií.

Mezisložkové vlivy

Žádné negativní aspekty.

Technická kritéria použitelnosti

Tato metoda je použitelná pro nové i stávající závody. Systém může aplikovat jakákoliv papírna, která používá více chemických výrobků ve větším množství. To se týká některých speciálních papíren; při výrobě velkých objemů novinového nebo vlnitého papíru, se používá méně chemických přísad, ale ve větším množství, které může být důvodem pro zavedení takového systému. Velikost a rozsah specializace týmu pro posouzení chemikálií bude záviset na velikosti závodu a na množství a druhu používaných chemických přísad.

Ekonomika

Vytížení týmu pro posouzení chemikálií závisí na složitosti závodu a počtu používaných chemikálií. V průměru je potřeba cca jeden zaměstnanec za rok na jeden závod. Navíc je obvykle zapojeno několik osob. Měl by být k dispozici rozpočet na bezpečnostní listy, předplatné databázi atd. V každém případě jsou tyto náklady běžně vyžadovány pro splnění požadavků nařízení REACH. Výběrem vhodné velikosti týmu by se usilí většině závodů mělo vyplatit.

Důvody realizace

Odpovědné využívání nebezpečných látek. Právní předpisy na evropské i vnitrostátní úrovni.

Příklady závodů

Chemické databáze jsou v průmyslu výroby buničiny a papíru běžnými nástroji. Mnoho závodů již několik let úspěšně aplikuje systém posuzování vlivu chemikálií na životní prostředí.

2.9.2.5 Nahrazení potenciálně škodlivých látek méně škodlivými alternativami

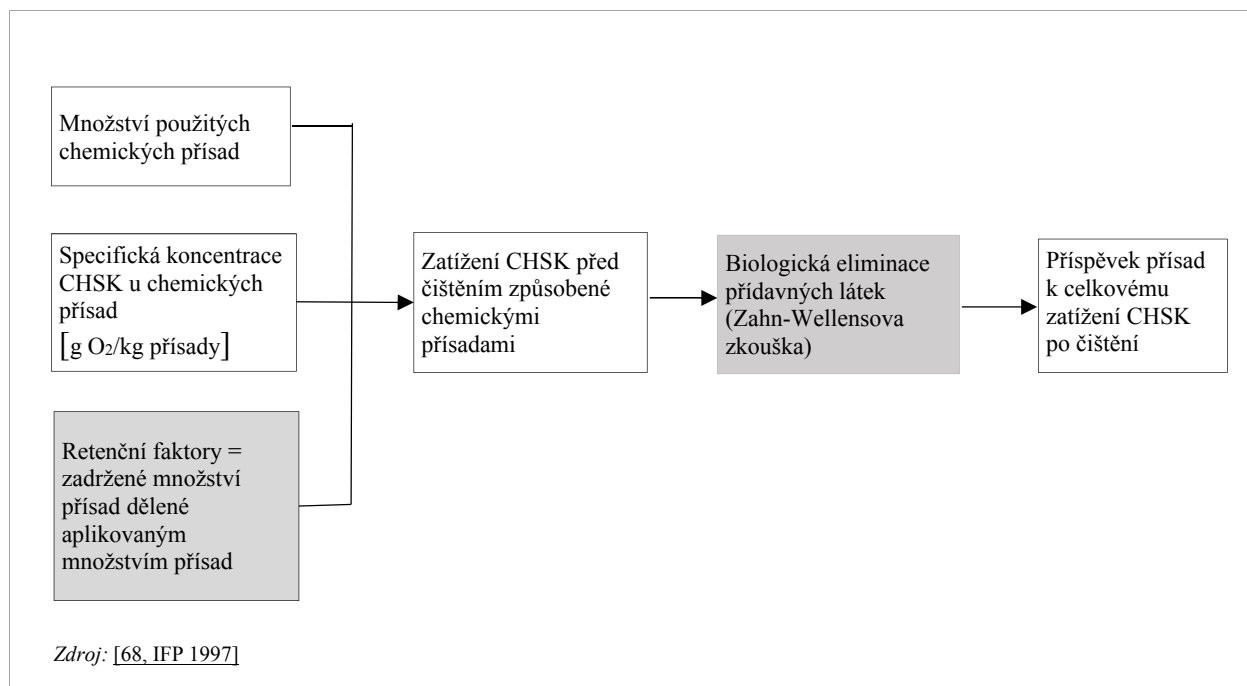
Popis

V papírenském průmyslu je voda složkou, v níž může skončit většina uvolněných látek, protože přísady se obvykle přidávají k vodné suspenzi vlákniny a plnidla a jsou poté zachyceny v papíru nebo přecházejí do bělicí vody. Emise do ovzduší mají menší význam a půda může být ovlivněna prostřednictvím likvidace odpadu (kompostování, využívání papírenských kalů v zemědělství, skládkování).

Předpokládané vypouštění přísad do vody přímo souvisí s retencí chemikálií v papírovém výrobku, rozložitelností látek a jejich retencí v čistírně odpadních vod. Čím vyšší je retence, tím nižší je vypouštění odpadních vod, a tím nižší je i potenciální vliv použitých přísad na životní prostředí. V případě přídavných (pomocných) látek je žádoucí nejvyšší míra retence, a to z ekonomického (ztráty přísad) i ekologického hlediska. Protože jsou tyto látky navrženy tak, aby dávaly papíru konkrétní vlastnosti, mají z důvodů nákladů a účinnosti obvykle relativně vysokou úroveň retence v celulózových vláknech.

Přídavné (pomocné) látky nejsou obvykle zadržovány ve stejném rozsahu, protože jsou součástí cirkulující vody v papírnách a celulózkách. Velká část jich je vypuštěna spolu s odpadní vodou. Dále je třeba poznamenat, že papír z přetrhů je zpravidla znovu rozvlákňován, takže část přísad se vrací do vodního okruhu. Znalost retence přísad je proto důležitá. Na druhé straně je znalost rozložitelnosti látky také velmi důležitá, aby se zabránilo hromadění dané látky v životním prostředí a organismech.

Při hodnocení a minimalizaci příspěvku aditiv k zatížení CHSK po vyčištění vody používají některé vodohospodářské úřady jak retenční faktory, tak i biologickou rozložitelnost látky. Například v Německu přineslo použití metody uvedené na obr. 2.17 snížení použití nebo nahrazení některých přísad, které měly významný podíl na zatížení CHSK po čištění (substituční princip). Závod kromě toho musel podávat zprávy o tom, jak a proč byla chemikálie použita.

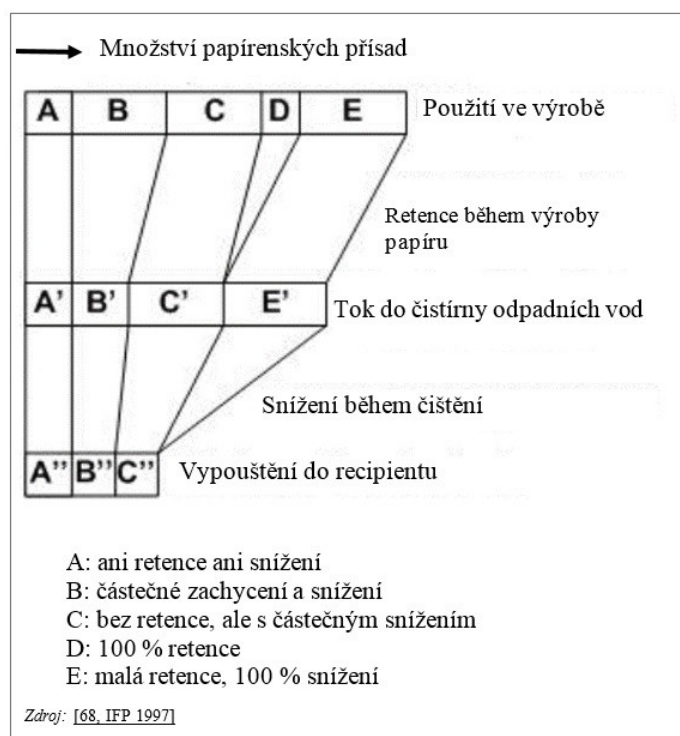


Obrázek 2.17: Pragmatický přístup k posouzení množství nesnadno biologicky rozložitelných přísad, které lze očekávat v odpadních vodách z papíren po čištění

Kromě obecného přístupu ke snižování úniků chemických přísad do vody mohou existovat i někteří kandidáti na nahrazení či výměnu z environmentálního hlediska. Zejména to může být případ, kdy jsou chemikálie považovány za nebezpečné a existují jejich méně nebezpečné náhražky, které splní stejný účel. Biologicky rozložitelné, netoxické chemikálie, které se neakumulují v organismech, by měly být upřednostňovány vždy, kdy je to možné. Chemikálie podezřelé z toho, že představují riziko pro člověka nebo životní prostředí, je třeba vyloučit – např. ty s účinky na ozonovou vrstvu, předpokládané endokrinní disruptory, tzv. látky CMR (karcinogenní, mutagenní, toxické pro reprodukci). Uhlovodíky jako benzen (karcinogenní), toluen (toxický) a xylen (toxický) pocházející z rozpouštědel a čisticích prostředků, které se mohou používat při čištění sít, plstí a strojů, by měly být nahrazeny rozpouštědly, které vykazují méně toxické účinky. Jsou k dispozici alternativy (např. estery mastných kyselin), které jsou také částečně biologicky odbouratelné.

Dosažené přínosy pro životní prostředí

Možný výsledek takového přístupu k monitoringu přísad může být podobný tomu, který je zobrazen na obr. 2.18. Některé látky, především přídavné (pomocné), nejsou zachyceny ani biologicky rozloženy (látka A). V tomto případě použité přísady končí zcela v recipientu. Jiné jsou částečně zachyceny a částečně eliminovány v čistírně odpadních vod (látka B), zatímco jiné jsou téměř ze 100 % zachyceny a nedostávají se ani do čistírny odpadních vod. Lze předpokládat, že většina pomocných přísad (přídavné látky) je částečně zachycena a eliminována v čistírně odpadních vod. Pomocné přísady mají nízkou retenci v celulózových vláknech, a proto lze očekávat, že skončí v odpadní vodě.



Obrázek 2.18: Schéma osudu chemických přísad ve výrobě papíru, včetně externího čištění

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Pro chemické přísady a pomocné přísady stále chybí „transparentní“ informační systém, v němž by výrobci, dovozci a uživatelé chemikálií mohli provádět „vlastní hodnocení“ chemikálií pro příslušnou fázi jejich životního cyklu, za kterou jsou zodpovědní. Příslušné údaje by se pak předávaly mezi závody, aby se zamezilo zdvojení práce. Některé vlády poskytují závodům poradenství a hodnocení chemikálií, jiné také chtějí, aby společnosti dělaly více pro zlepšení „ekoefektivnosti“ chemické výroby, využívaly méně zdrojů a vytvářely méně zbytků na jednotkový výrobek.

Přehled vývoje a současného stavu vybraných programů posuzování environmentálních rizik určitých látek je uveden v [165, ZELLCHEMING 2008].

Některé příklady pozitivních zkušeností s nahrazením látek vzbuzujících obavy jsou uvedeny v následujícím přehledu:

(a) Použití biodispergačních činidel místo biocidů jako činidel proti tvorbě slizu a usazenin

Příklad: RCF NL 1. Závod zcela nahradil biocidy dispergačními činidly proti tvorbě slizu a usazenin [89, RFC NL 1 2010].

Zvláštní rysy: relativně vysoké teploty procesních vod (až do 55 °C), relativně nízký objem vodních okruhů a nádrží, který brání dlouhé retenční době pro růst bakterií, maximální zamezení slepých koutů ve vodovodních a kanalizačních systémech a konkrétní (nižší) požadavky na kvalitu u surového vlnitého papíru na bázi RCF, které umožňují provozovat malé jímky.

Závěr: Možnost vyhnout se biocidům je specifická pro každý závod i výrobek. Pro ty závody, které mohou provozovat proces za okolností, které jsou srovnatelné s výše uvedenými, by toto mohlo být preferovanou výrobní metodou. Biocidy používané k regulaci mikrobiologických usazenin v papírnách často vykazují relativně rychlý rozklad, používají se ve velmi nízkých aktivních koncentracích, a tak je obtížné je detekovat v koncovém odtoku odpadních vod; může být však ovlivněna účinnost biologického rozkladu, zejména když se provádí anaerobní čištění odpadních vod.

(b) Použití katalytické dezinfekce k odstranění choroboplodných zárodků a biofilmů

Příklady: a) RCF DE 6, b) Papierfabrik Vreden GmbH, c) RCF DE 7, d) Hakle-Kimberly Deutschland GmbH [German comments D 1].

Popis: Pomocí pevného kovového katalyzátoru a roztoku peroxidu vodíku jako „aktivátoru“ se mikroorganismy zabíjejí prostřednictvím oxidace. Díky kladnému náboji katalyzátoru jsou k němu záporně nabité mikroorganismy přitahovány a katalyzátor odebere elektrony mikroorganismům, a tím je částečně zničí. Zbývající fragmenty a jejich vlastnosti (vlastnosti biotenzidů) povedou k odtržení od biofilmů přítomných v systému vody. Biofilmy pak opět přitahuje katalyzátor a ničí je.

Dosažené přínosy pro životní prostředí:

- nevzniká sirovodík ani zápach, organické kyseliny nebo jiné toxické látky;
- nedochází k mikrobiologicky vyvolané korozi;
- nedochází k nežádoucím vedlejším účinkům na člověka, prostředí nebo materiály;
- H₂O₂ je mnohem méně nebezpečný než jiné biocidy.

Provozní údaje:

Katalytická dezinfekce se trvale používá v papírnách (příklady a) až c), viz tab. 2.22) s výrobou papíru v rozsahu 10 - 100 kt/rok a uzavřeným vodním okruhem (objem vody: 700–1 000 m³, CHSK: 25–40 g/l, čerstvá voda: 1–2 m³/t výrobku). Spotřeba vodního roztoku 30 % H₂O₂ v prvních šesti měsících je 140 litrů za týden. Odstraněnou biovrstvu je třeba odseparovat. Po prvních šesti měsících je spotřeba roztoku pouze 20–30 litrů za týden. Roztok musí být dávkován v blízkosti povrchu katalyzátoru. Další biocidy nebo jiné na biocidech založené metody nejsou nutné. V jednom případě bylo možné snížit na polovinu spotřebu flokulantů.

Tabulka 2.22: Příklady závodů používajících katalytickou dezinfekci

Závod	RCF DE 6	Papierfabrik Vreden	RCF DE 7
Kvalita papíru	lepenka	papír na zvlněnou vrstvu lepenky	papír pro vlnitou lepenku
Výroba papíru v t/rok	12 500	75 000	60 000
Objem vody v m ³	700	1 000	–
CHSK v mg/l	25 000	40 000	25 000
Spotřeba čerstvé vody v m ³ /h	3–4	12,5	–
Odpadní voda	0	0	0
Roztok H ₂ O ₂ (30 %), prvních 6 měsíců	140 l/týden	140 l/týden	140 l/týden
Roztok H ₂ O ₂ (30 %) po 6 měsících	28 l/týden	21 l/týden	–

Katalytická dezinfekce se občas používá v papírnách (příklad d)) s výrobou papíru od 30 do 40 kt/rok a otevřeným vodním okruhem (objem vody: 500 m³, CHSK: 2 g/l, surová voda: 12 m³/t výrobku a odpadní voda: 10 m³/t výrobku). Během používání katalytické dezinfekce je výroba papíru přerušena na několik dní, objem vody se sníží o 250 m³ a vodní okruh je uzavřen. Několikrát denně se do blízkosti katalyzátoru dává roztok peroxidu vodíku (100–1 000 kg/dávku). Po ošetření je katalyzátor ze systému vody vyjmut a voda se vymění. Během tohoto dočasného katalytického ošetření je možné použít jiné biocidy nebo jiné metody na bázi biocidu.

Mezisložkové vlivy:

Dávka 1 litru roztoku vyžaduje 1 Wh. Vedlejší účinky na ovzduší nebyly pozorovány a neočekávají se. V důsledku eliminace biovrstev se redoxní potenciál ve vodě zvyšuje. V odstraněné biovrstvě jsou adsorbované biotenzidy.

Technická kritéria použitelnosti:

Katalytickou dezinfekci lze použít k čištění surové vody, cirkulující vody, chladicí vody a papírenských kalů. Je možné ji nainstalovat v nových nebo stávajících zařízeních.

Ekonomika:

Pro výrobu papíru v řádu 10 kt/rok v uzavřeném vodním okruhu je třeba 5 000–10 000 EUR/rok (odpis a provoz). V otevřeném vodním okruhu jsou náklady vyšší v závislosti na objemu odpadních vod.

Při použití techniky ve stávajícím závodě je v prvním roce spotřeba roztoku výrazně vyšší než v dalších letech. Náklady na jedno dočasné ošetření jsou cca 10 000 EUR.

Důvody realizace:

Zavedení katalytické dezinfekce zastaví tvorbu toxických plynů a zápachu, zejména sirovodíku, a mikrobiologicky vyvolanou korozi. Použití dalších biocidů není nezbytné. V některých případech bylo možné snížit spotřebu flokulantů.

Mezisložkové vlivy

Snížení škodlivých přísad v oblasti zpracování papíru bude mít za následek menší dopad na sekci vody a odpadů. Také to může být prospěšné z hlediska řízení životního cyklu. Použitím ekologicky šetrných pomocných přísad se škodlivým látkám může zabránit v tom, aby skončily ve výrobku, který může být naopak použit jako surovina pro zpracování recyklovaných vláken.

Ekonomika

Nejsou k dispozici žádná data.

Důvody realizace

Některé vodo hospodářské orgány stanoví požadavky na minimalizaci příspěvku přísad do zatížení CHSK po čištění. Lze také nalézt požadavky na snížení úniků biocidů. Biologicky rozložitelné, netoxické chemikálie a chemikálie, které se neakumulují v organismech, by měly být obecně upřednostňovány vždy, kdy je to možné. Chemikálie podezřelé z toho, že představují riziko pro člověka nebo životní prostředí, je třeba vyloučit – např. s účinky na ozonovou vrstvu, předpokládané endokrinní disruptory, tzv. látky CMR (karcinogenní, mutagenní, toxické pro reprodukci). Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES ze dne 16. prosince 2008 o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky [263, Directive 2008/105/EC 2008] (dceřiná směrnice k čl. 16 rámcové směrnice EU o vodě) zahrnuje ve své příloze II „Seznam prioritních látek v oblasti vodní politiky“ a v příloze III Látky podléhající přezkumu pro případnou identifikaci jako prioritní látky nebo prioritní nebezpečné látky“. Na tyto látky se vztahují environmentální cíle čl. 1 a 4 Rámcové směrnice EU vodě [264, WFD 2000/60/EC 2000].

Příklady závodů

Omezený počet závodů v Evropě, například RCF NL 1, RCF DE 6, Papierfabrik Vreden GmbH, RCF DE 7 a Hakle–Kimberly Deutschland GmbH.

Literatura

[11, Braunsperger et al. 1996], [68, IFP 1997], [89, RCF NL 1 2010], [165, ZELLCHEMING 2008], [263, Directive 2008/105/EC 2008], [264, WFD 2000/60/EC 2000].

2.9.3 Optimalizované vodní hospodářství

Popis

Metody snížení množství vody ve strojích na výrobu papíru a lepenky jsou složitým problémem a značně závisejí na požadovaném stupni uzavření vodních okruhů. Měla by být vytvořena rovnováha mezi výhodami a nevýhodami spojenými s uzavřením vodních systémů. Přijatelná míra uzavření vodního systému bude záviset na druhu vyráběného papíru, použitých surovinách, řízení okruhu vody a buničiny a cílech, kterých má být dosaženo [281, Project PaperBREF 2002].

Při realizaci různých opatření stručně uvedených v následujícím textu a podrobněji v konkrétních kapitolách 3 až 7 věnovaných výrobě buničiny a papíru je velmi důležité posoudit dopad na fyzikálně-chemickou kvalitu procesní vody, samotný výrobní proces, technické vybavení a požadovanou kvalitu výrobků.

Pro posouzení možných dopadů papíren na životní prostředí je nutné mít úplný přehled o jejich procesech. Evropské výzkumné papírenské ústavy a někteří specializovaní konzultanti poskytují simulační nástroje, které lze přizpůsobit každé papírně a které mohou pomoci určit optimální uspořádání procesů a zařízení potřebné k dosažení konkrétních cílů. Poskytují podrobný globální pohled na používání surové vody a na varianty nejlepšího uspořádání vodního okruhu a zařízení, která by měla být instalována. Blokové schéma systémů surovin a vody v rámci závodů může pomoci poskytnout přehled o okruzích buničiny a vody. Pokles spotřeby surové vody může upravit fyzikálně-chemické vlastnosti procesní vody, takže se obvykle v důležitých referenčních bodech vodního systému provádějí analýzy s cílem změřit počáteční zatížení a předpokládané změny. Všechny významné případy spotřeby surové vody jsou zjištěny a změřeny.

Tato podrobná analýza procesu spolu s odbornými znalostmi umožňuje:

- I. Provedení odhadů týkajících se potenciálních úspor surové vody v daném závodě. Detailní analýza použití surové vody umožňuje zjištění potenciálních „ztrát“, tj. neznečištěnou surovou vodu, která jde do odpadních vod nebo životního prostředí, aniž by byla opětovně použita.
- II. Reorganizace systému s cílem zlepšit využívání vody v procesu výroby papíru a zlepšit kvalitu procesní vody používané přímo v papírenském stroji k tvorbě pásů.

Změny potřebné pro provoz s minimální spotřebou surové vody se týkají opětovného použití neznečištěné surové vody, odpovídajícího interního čištění procesních vod, uspořádání a řízení vodního okruhu, recirkulace surové a přečištěné vody a nahrazení surové vody přečištěnou procesní vodou.

Obecně platí, že jako první se mají použít ty metody, které nemají žádný vliv na organické a anorganické zatížení procesní vody. Tyto metody se týkají:

- I. Sítě chladicí vody s opětovným použitím této neznečištěné vody (z hlediska organického a anorganického zatížení) jako surové vody pro jiné aplikace v procesu.
- II. Snížení toku ucpávkové vody pro vodní oběhová čerpadla (snížení ztrát vody při výměně a odpařování v chladicí věži). Jsou k dispozici vakuové systémy využívající turbo dmychadla s proměnlivou rychlostí, která nepotřebují žádnou ucpávkovou vodu a která jsou energeticky účinnější než konvenční vodní oběhová čerpadla nebo dmychadla s fixní rychlostí [185, J.Zürcher 2009], [186, Lahtinen et al. 2009].
- III. Všechny ostatní ztráty surové vody zjištěné při podrobné a konkrétní analýze surové vody používané v papírenském stroji.

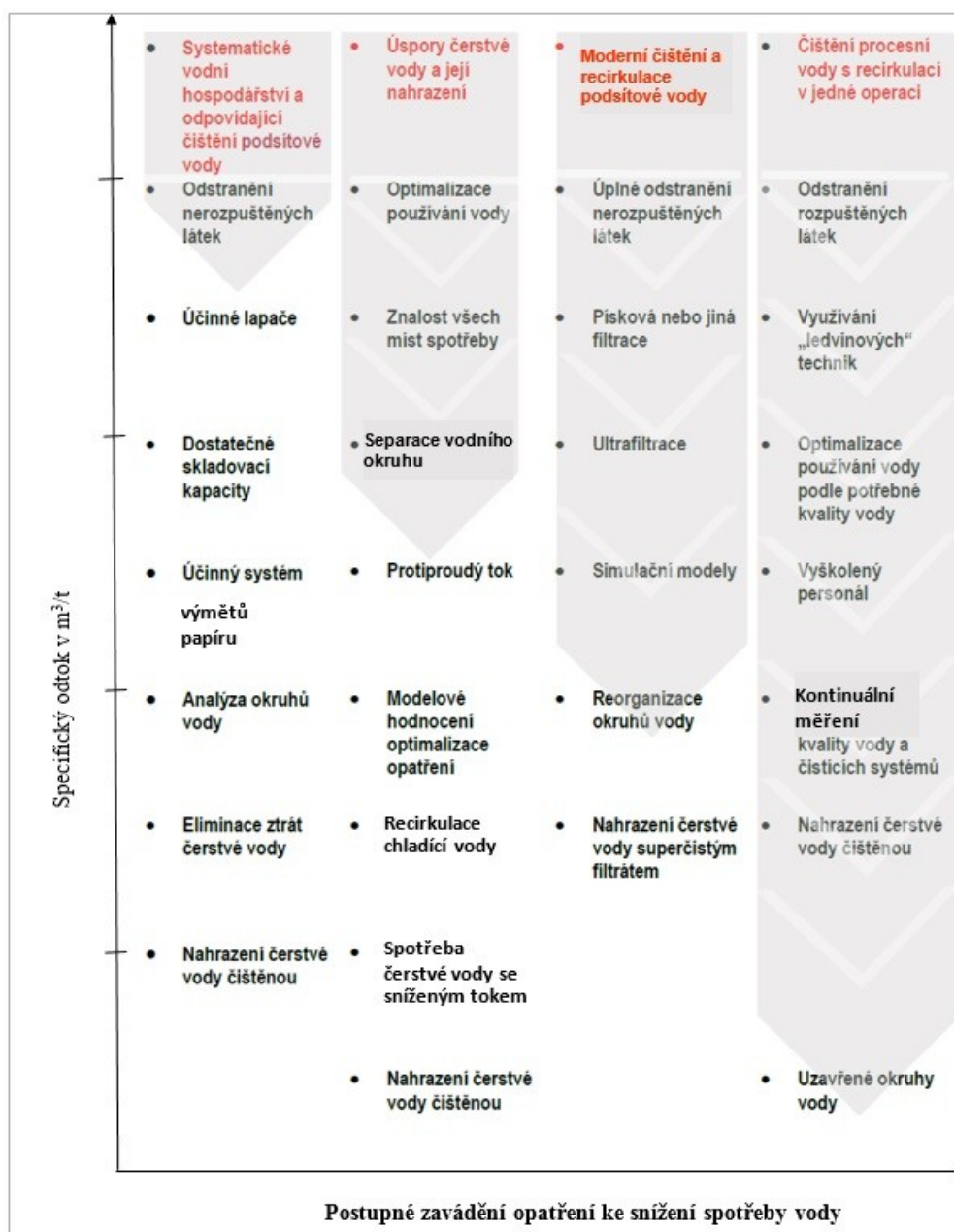
K minimalizaci využití surové vody a možných komplikací se snížením spotřeby vody je nutná kombinace dalších opatření:

- I. odpovídající skladovací kapacity a účinné řízení systému beze ztrát mají prvořadý význam s ohledem na stabilitu systému procesní vody;
- II. účinné lapače, které umožňují vyčištěnou vodu s nízkým obsahem nerozpuštěných látek, jsou nezbytné pro použití procesní vody místo surové vody v aplikacích, jako jsou např. stříčky papírenského stroje;

III. mělo by se aplikovat také opětovné použití procesní vody v protiproudých systémech proti toku vlákna.

U integrovaných celulózek a papíren a zejména u papíren zpracovávajících papír k recyklaci (viz kap. 6.3.3) je velmi důležité přísné oddělení vodních okruhů spolu s protiproudými toky, aby se omezilo organické zatížení procesní vody kolem papírenského stroje.

Opatření přijatá ke snížení spotřeby vody by se měla přijímat postupně. Obrázek 2.19 přináší schematický přehled hlavních kroků, nástrojů, technik a trendů ve spotřebě vody, když je tento přístup postupných kroků realizován. První položka každého sloupce na obr. 2.19 ukazuje, které látky jsou odstraněny z bělicí vody, a zmiňuje nejdůležitější krok při snižování toku odpadních vod. Hlavní opatření jsou uvedena v seznamu. Některé z nich jsou popsány v kapitolách 3 až 7 pojednávajících o procesech. Je zřejmé, že nízké spotřeby vody je dosaženo realizací několika technik. Výsledkem snížených objemů a koncentrovanějších toků jsou přínosy týkající se následného čištění. Přizpůsobené a odpovídající techniky lze použít za snížených nákladů a je dosaženo nižších celkových emisí.



Obrázek 2.19: Kroky k nižší spotřebě vody a nižšímu emisnímu zatížení životního prostředí

Opatření lze rozdělit do čtyř skupin: systematické vodní hospodářství a odpovídající čištění bělicí vody, úspory a nahrazení surové vody, moderní čištění a recirkulace bělicí vody a čištění procesní vody s recirkulací v jedné operaci.

Poslední kroky pro uzavírání okruhů vody by se měly aplikovat pouze tehdy, pokud již byly provedeny předchozí kroky, např. „znalost všech míst spotřeby“ je základním předpokladem pro následné akce (nahrazení surové vody). Modelové hodnocení optimalizačních opatření je výkonným nástrojem pro efektivní hodnocení a realizaci snížení surové vody, oddělení vodní smyčky a protiproudý tok. „Spotřeba surové vody se sníženým tokem“ odkazuje na řadu běžných využití surové vody, jako ucpávková voda pro vakuová čerpadla, voda na stříčky nebo voda pro ředění chemických přísad. Čištění procesní vody s recirkulací v jediné operaci je stále omezeno na některé konkrétní aplikace a závisí na místních podmínkách a cílech ochrany životního prostředí (viz kap. 7.3.3). Všechny včetně využití „ledvinových“ technik a „uzavřených okruhů vody“ jsou však již v plném provozu (viz kap. 6.3.4).

Na konkrétní otázky týkající se vodního hospodářství v souvislosti s chemickým rozvláknováním nebo integrovanými chemickými celulózkami a papírnami je čtenář odkázán na kap. 3.3.8 o sulfátovém rozvláknování a 4.3.8 o sulfitovém rozvláknování; o mechanickém rozvláknování pojednávají kap. 5.3.6 nebo 5.3.8, 6.3.2–6.3.5 a 7.3.1–7.3.3.

Dosažené přínosy pro životní prostředí

Snížená spotřeba vody a vypouštění vody.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Většina evropských papíren již postupně opatření na úsporu vody zavedla. Konkrétní údaje pro různé druhy buničiny a papíru jsou k dispozici v kap. 3 až 7.

Mezisložkové vlivy

Zdokonalená recirkulace procesní vody ve strojích na výrobu papíru a lepenky způsobuje zvýšení koncentrace koloidních a rozpuštěných organických a anorganických složek v těchto tocích. V závislosti na vlastnostech vstupní buničiny a chemikálií používaných při výrobě papíru, na vodním hospodářství v procesu a provozu závodu mohou mít uzavřené vodní systémy nepříznivý dopad na fungování strojů, kvalitu koncového výrobku a výši výrobních nákladů, a to v důsledku zvýšeného využívání chemikálií. Hromadění organických a anorganických materiálů může být do jisté míry vyváжено použitím konkrétních chemikálií, které nahradí nebo doplní dosud používané chemikálie, a také řadou dalších opatření uvedených v tomto dokumentu.

Technická kritéria použitelnosti

Technika je popsána především v odkazu na potenciální zlepšení v procesu výroby papíru a provozu papírenských strojů. V případě výroby vlákniny a integrovaných závodů je čtenář odkázán také na kap. 3 až 6. Použitelné pro stávající i nové závody. V letech 2001 až 2003 bylo provedeno šetření v 30 papírnách v oblasti Toskánska (Itálie) [274, CTP 2002]. Vyráběné druhy v těchto závodech zahrnují obalový papír a tenký papír vyrobený z primárního nebo sběrového vlákna. Studie potvrdila použitelnost a dostupnost těchto opatření. Vzhledem ke složitosti systémů výroby papíru bylo v mnoha případech třeba odborné know-how k analýze potenciálu pro zlepšení a k výběru nejúčinnějších BAT a jejich správné aplikaci.

Ekonomika

V rámci projektu financovaného EU „Paper BREF“ (viz www.paperbref.info) byly studovány náklady na realizaci systematictějšího vodohospodářského plánu v 30 papírnách v Itálii. Výsledky studie prováděné v papírnách ukázaly, že s velmi nízkými investicemi lze dosáhnout potenciálních úspor ve výši 12,3 % použité vody; úspory ve výši 22 % jsou pak možné s lepším využíváním vody a některými významnými investicemi. Se značnými investicemi do přestavby mnoha částí závodu je možné dosáhnout úspor ve výši 40 %.

Důvody realizace

Vzhledem k tomu, že v budoucnu pravděpodobně vzrostou náklady na čištění odpadních vod, je pro papírenský průmysl důležitá dostupnost technických možností pro úspory vody.

Příklady závodů

Všechny environmentálně účinné závody na výrobu buničiny a papíru v různé míře aplikovaly systematický přístup k hospodaření s vodou a jejich cílem je optimalizace pomocných systému pro vlákno, vody a chemické přísady. Metody, které provozovatelé vybrali, a míra realizace těchto opatření se však v každém jednotlivém případě liší.

Literatura

[185, J.Zürcher 2009], [186, Lahtinen et al. 2009], [274, CTP 2002], [281, Project PaperBREF 2002].

2.9.4 Modelové hodnocení optimalizace opatření pro vodní okruhy

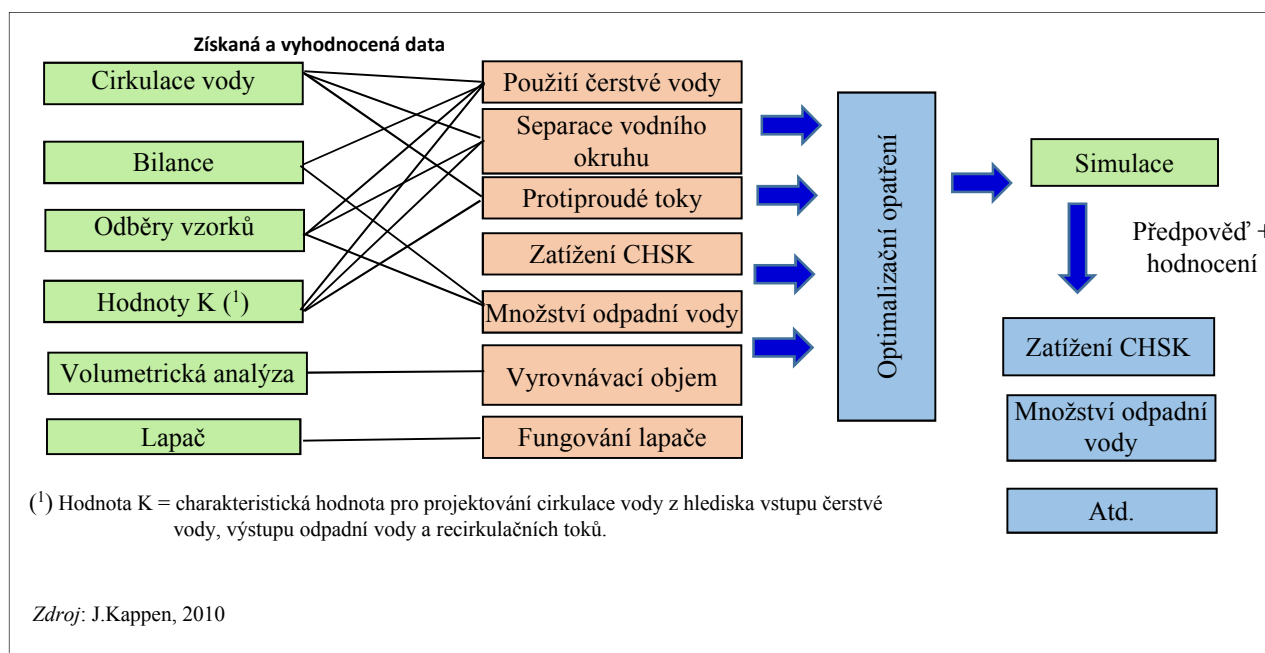
Popis

Pro výrobu papíru je charakteristický vysoký stupeň interakce mezi různými výrobními procesy, použitými surovinami, vodou a energetickým systémem, kvalitou výrobků a funkčností všech dotčených technických celků. Určitou pomůckou pro zvládnutí této složitosti je matematické modelování a simulace. Matematické modely a simulace se používají při studiu jevů, jako jsou tok, míchání, reakce, přenos tepla a hmoty, s cílem důkladně pochopit, co se skutečně uvnitř výrobních procesů odehrává a jak by se daly vylepšit. Při projektování procesů se modely a simulace využívají k optimalizaci operací v rámci procesu a při hledání nejlepších způsobů využití surovin (vláknina, voda, chemické přísady) a energie. Simulace je také zajímavým nástrojem pro provozní procesy. Využívá se například při analýze provozních poruch a poplachů, při plánování doby spuštění a odstávky, při řízení a optimalizaci v reálném čase a také při školení obsluhy.

Průzkum dostupných softwarových balíčků pro simulaci procesů průmyslu výroby buničiny a papíru [184, Alonso et al. 2006] potvrdil, že pro toto odvětví je k dispozici více než šest vhodných softwarových balíčků pro praktické využití a aplikace.

Prvním krokem modelového hodnocení optimalizace procesů je definování cíle nebo cílů, kterých má být prostřednictvím optimalizace procesů dosaženo. Systematický přístup pomáhá rozvíjet, simulovat a vyhodnocovat vhodná optimalizační opatření. Základem pro hodnocení optimalizačních opatření je analýza současného stavu procesu. Jak ukazuje obr. 2.20, analýzu lze rozdělit do několika kroků:

- získávání dat (např. projekty okruhů, objemové toky, objemy, objemy výplivů a výmětů, odběr vzorků a analýza)
- vyhodnocení dat (pomocí bilance vody a tepla, volumetrické analýzy, Sankeyovy diagramy)
- posouzení (např. klíčové hodnoty, struktura vodních okruhů).



Obrázek 2.20: Přístup analýzy dat a simulace

Na základě získaných dat lze simulační model sestavit a přizpůsobit skutečnému procesu. Míra podrobnosti simulačního modelu závisí na cílech optimalizace, např.

- dimenzování systémů, hledání způsobů přestavby, které mohou šetřit vodu a energii;
- optimalizace řízení hladiny v zásobních nádržích;
- optimalizace řízení omezených, ale složitých procesů.

Přizpůsobený model slouží jako základní scénář a představuje současný stav. Predikce dopadu jednotlivých optimalizačních opatření se dosahuje prostřednictvím různých simulačních scénářů.

Závěrečným krokem simulační studie je hodnocení. Hodnocení různých scénářů odhalí nejvhodnější kombinaci pro udržení nebo zlepšení kvality výrobků (např. nízké zatížení systému v okruzích stroje na výrobu papíru) za optimálních ekonomických podmínek. Výsledky simulace vedou k vytvoření finálního akčního plánu, který popisuje jednotlivé kroky k dosažení požadovaného cíle.

Dosažené přínosy pro životní prostředí

Hlavním přínosem technik modelování a simulace procesů ve výrobě buničiny a papíru je lepší pochopení mechanismů procesů a jejich kontrolní cyklus. Pomáhají najít optimální řešení v řadě oblastí, např. snižování emisí prostřednictvím lepšího projektování procesů, monitoringu procesů a podpory rozhodování během provozu, zlepšení kvality papíru, optimalizace použití chemikálií mokré části papírenského stroje a zlepšení provozuschopnosti papírenského stroje.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

S tím, jak se vodní systémy v celulózkách a papírnách stávají stále složitějšími, jsou modelování a simulace těchto systémů užitečnými nástroji pro optimalizaci jejich uspořádání a provozu. Simulace umožňuje předvídat důsledky jednotlivých alternativ optimalizace procesu. To může minimalizovat rizika spojená s realizací určitého konceptu optimalizace. Poskytuje to také možnost efektivně zvládnout dynamické aspekty pomocí simulačního softwaru. Integrace dalších prvků, např. energie a vznik odpadu, do takových modelů umožňují další pokrok v integrované analýze vodních systémů pro srovnávací analýzu.

Obvyklými aplikacemi pro modelové hodnocení optimalizačních opatření jsou:

- Snížení spotřeby čerstvé vody a objemu odtoku
- Recirkulace biologicky vyčištěné vody [180, A.Well 2006]
- Optimalizace vodních okruhů
- Optimalizace dynamického vyrovnání objemu vody
- Vodní hospodářství s fuzzy procesorem
- Snížení teploty odtoku [179, O.Blum 2006]
- Optimalizace bilance tepla.

Příklad 2.9.4.1: Optimalizace bilance tepla v MD Albbbruck (Německo)

[182, J.Kappen et al. 2004]

Cílem modelového hodnocení procesu bylo připravit koncept optimalizace tepelné bilance. Jako hlavní cíl optimalizace bylo definováno zlepšování chování při bělení a zároveň snížení nákladů na bělení. Za tímto účelem musel být vodní systém závodu upraven tak, že se zavedl protiproudý tok. Dalším cílem bylo zvýšení teploty v systému papírenských strojů kvůli rozšíření odvodňovací kapacity síťové a lisové části. Společný účinek vyššího obsahu sušiny po lisování a vyšší teploty před sušicí částí vede ke snížení spotřeby páry.

S pomocí výsledků simulace bylo realizováno téměř úplné oddělení vodních okruhů v zařízení na výrobu dřevoviny, oxidačního bělicího zařízení a papírenského stroje v závodě, čímž bylo zároveň dosaženo řady přínosů (beze změny teploty oxidačního bělení 70 °C), zvýšená teplota při redukčním bělení z 40–48 °C na 66–74 °C, zvýšení teploty v papírenských strojích v průměru o 10 °C, snížení CHSK vody z papírenských strojů (27–51 %) a bez výrazného nárůstu teploty a zatížení CHSK na odtoku).

Příklad 2.9.4.2: Optimalizace využívání čerstvé vody a vodních okruhů

V rámci výzkumného projektu [181, Kappen et al. 2003] byl zkoumán potenciál pro snížení měrného objemu odpadních vod prostřednictvím optimalizace vodních okruhů v různých papírnách, které vyrábějí bezdřevé druhy papíru. Ke kvantifikaci dopadů nápravných opatření a ke zjištění potenciálu optimalizace byly použity simulační modely. Byly zkoumány různé existující závody. Simulace ukázala účinky snížení spotřeby čerstvé vody a předpověděla dopady změn vodních systémů a uspořádání procesu na zatížení CHSK ve vodních cyklech. Například pro jeden závod byly vypočteny tři scénáře pro zlepšení spotřeby vody tím, že se zamezí ztrátám čerstvé vody a optimalizuje se uspořádání vodních okruhů. Zamezení ztrátám čerstvé vody a optimalizace protiproudu vedly k významnému snížení CHSK ve vodním okruhu papírenského stroje.

Mezisložkové vlivy

Nebyly hlášeny žádné negativní vlivy. Cílem modelování a simulace je najít řešení, která pomohou v různých oblastech současně, např. v optimalizaci tepelné bilance a teploty systému v papírenských strojích, zlepšování procesů a nákladů nebo úpravě vodního systému v papírně (např. instalací protiproudého toku vody).

Technická kritéria použitelnosti

Ukázalo se, že cílená simulace je vhodným simulačním nástrojem pro papírenský průmysl a simulační software je dobře nastavený. S relativní přesností je možné předpovídat zatížení systému pomocí simulace vodních okruhů a odhadovat teplotu, CHSK, nerozpuštěné látky a soli (kromě vápníku) jak ve vodních okruzích, tak i v odtokové vodě.

Simulační modely jsou snadno dostupné. Cílená simulace je však založena na empirických znalostech a do každého modelu je nutné zadat reálná data existujícího závodu. Při stanovení materiálové a tepelné bilance je tedy nutné vynaložit značné úsilí. Jedním z nejdůležitějších kroků v jakémkoli projektu modelování a simulace je tedy předběžné zpracování dat.

Ekonomika

Studie středně velké papírny, která je založena na modelování a zkoumá optimalizační opatření spojená s uspořádáním a provozem vodních okruhů, může stát cca 30 000 EUR (hrubý odhad odborníka). Ti, kdo v papírnách rozhodují, však sdělují, že nejdůležitějším aspektem realizace simulačního softwaru jsou celkové náklady na systém, včetně školení a pracovní doby (při vytváření nebo provádění simulace).

Důvody realizace

Optimalizace výrobních procesů při zachování či snížení spotřeby energie, vody a emisního zatížení.

Příklady závodů

Validita používaného softwaru a to, do jaké míry jej lze použít, byly důkladně popsány v rámci „COST action E36“ v [183, J.Kappen et al. 2005]. Modelování a simulace se používají v mnoha evropských zemích a papírnách (např. Norske Skog Bruck, Rakousko; MD Albbbruck, Německo) a jsou považovány za prověřené technologie.

Literatura

[179, O.Blum 2006], [180, A.Well 2006],[181, Kappen et al. 2003], [182, J.Kappen et al.2004], [183, J.Kappen et al. 2005], [184, Alonso et al. 2006].

2.9.5 Analýza energetické účinnosti, hospodaření s energií a energetické audity

Popis

Systematický třístupňový přístup nebo podobná analýza energetické účinnosti jsou užitečnými nástroji pro realizaci neustálého zlepšování v oblasti spotřeby energie v papírnách [249, Blum et al. 2007]. Systematická analýza energetické účinnosti pomáhá papírnám dosahovat pokroku nebo hodnot uvedených u BAT ve spotřebě energie. Dále jsou popsány tři kroky: (a) vyhodnocení skutečné energetické situace a smyslu nápravných opatření (krok 1); (b) využívání metody lokalizace, kvantifikace a optimalizace potenciálu (krok 2); a (c) identifikace způsobu měření (monitoring) a zajištění optimalizované situace (krok 3). Energetická účinnost se obvykle měří jako specifická spotřeba energie, tj. sekundární spotřeba energie na výrobní linku.

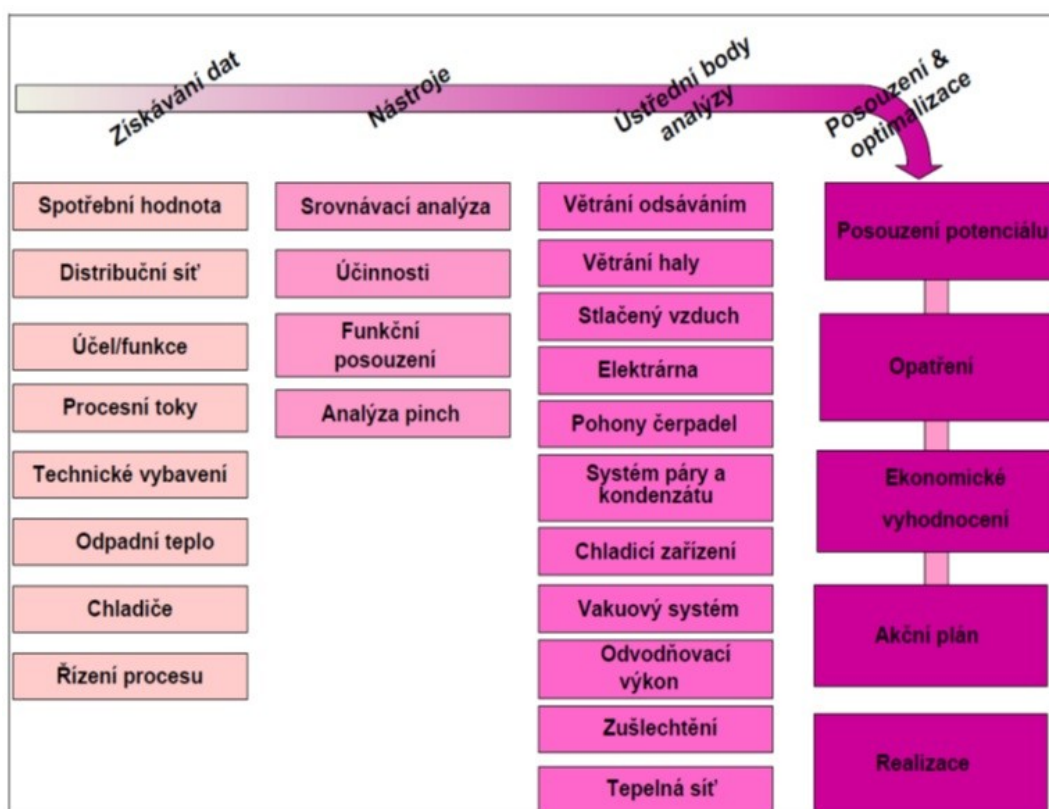
- **Krok 1: Vyhodnocení počáteční energetické situace v závodě a srovnání**

Jako první krok je nutné stanovit specifickou spotřebu energie v procesu (pro elektrickou a související tepelnou energii využitou při výrobě) v rámci areálu závodu. Porovnání těchto údajů s hodnotami spotřeby z jiných závodů na výrobu papíru stejného druhu (benchmarking) naznačí případný potenciál pro úspory energie. Srovnání lze provést s hodnotami v tab. 2.9, navrženými hodnotami u BAT pro energeticky účinné závody v tomto dokumentu nebo s hodnotami v jiných příslušných referenčních dokumentech (např. [193, Axegård et al. 2003] pro sulfátové celulózy). Toto počáteční srovnávání je také užitečné pro stanovení priority případného projektu optimalizace energie v rámci dalších činností v závodě.

V rámci druhé fáze je možné sestavit rozpis specifické spotřeby energie v závodě na jednotlivé výrobní linky. Pomůže to zaměřit se na linky s nejvyšší spotřebou energie, a tím i největší potřebou optimalizace. V mnoha závodech, zejména těch starších, zavedený vnitřní systém měření a kontroly (monitoring) spotřeby pro rozepsání spotřeby na jednotlivé linky nestačí. V takovém případě bude pravděpodobně nutný speciální projekt zaměřený na energetickou analýzu.

- **Krok 2: Detailní systémová analýza a zlepšení prostřednictvím optimalizace**

Vzhledem ke složitosti procesu využívání energie v celulózkách a papírnách, který může zahrnovat stovky jednotek spotřebovávajících energii, má zásadní význam podrobná a na daný závod konkrétně zaměřená energetická analýza, jejímž cílem bude zjistit potenciální úspory a možná optimalizační opatření. Tato analýza posuzuje a vyhodnocuje aktuální spotřebu energie v závodě a zkoumá, zda aktuálně nainstalované stroje pracují účinně. Energetickou analýzu mohou provést jak interní zaměstnanci, tak i externí poradci. Obrázek 2.21 (jsou k dispozici i další podobné přístupy) uvádí příklad systematického hodnocení a zlepšení spotřeby energie v papírnách [196, Blum 2006].



Obrázek 2.21: Systematické hodnocení a lepší využití energie v papírnách

Analýza energetické účinnosti, jako je ta navržená na obrázku 2.21, obvykle obsahuje následující kroky:

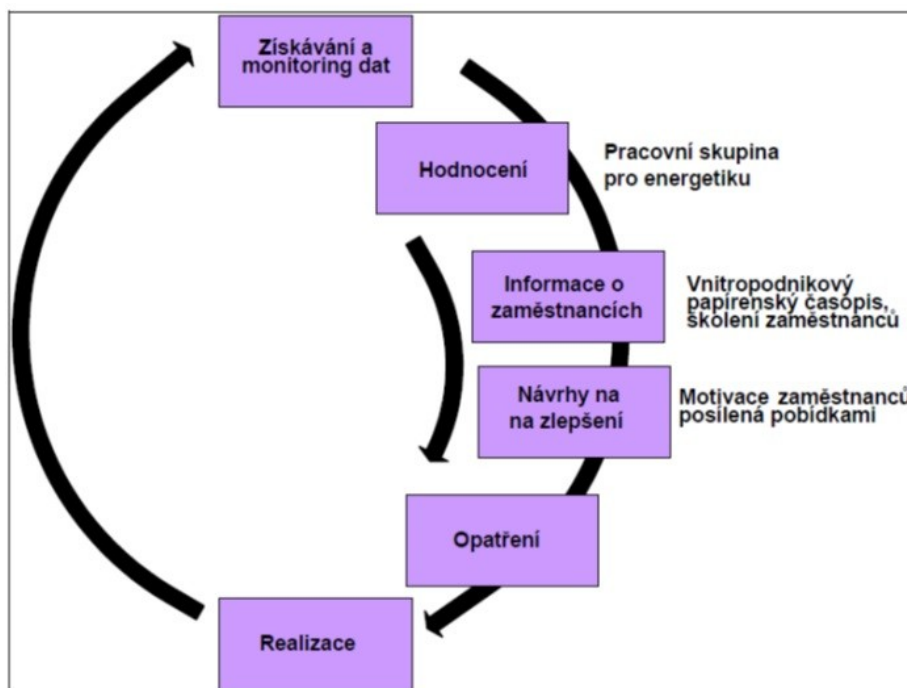
- získávání konkrétních dat v dotčených oblastech
- hodnocení a posouzení těchto dat pomocí vhodných nástrojů
- rozsáhlé šetření ústředních bodů analýzy, kde je možné očekávat nejvyšší potenciální úspory energie
- zjištění potenciálu a možností optimalizace (v případě potřeby optimalizace pomocí simulace)
- ekonomické zhodnocení, které zahrnuje výpočet dosažitelných úspor a nutných investic
- vypracování akčního plánu a realizace zjištěných prioritních opatření.

V závislosti na jednotlivých případech nemusí být nutné zkoumat všechny ústřední body uvedené na obr. 2.21. Vzhledem k modulárnímu uspořádání tohoto postupu lze provést výběr dotčených bodů.

- **Krok 3: Měření (monitoring) a udržitelné zachování dosažených úspor**

Znázorněné schéma hospodaření s energií obvykle přináší neustálé zlepšování v oblasti spotřeby energie v papírně. K dosažení uspokojivých a udržitelných výsledků by se měly postupně řešit mezery nebo nedostatky v řetězci analýzy a jednotlivých opatření.

Na následujícím obrázku je uveden příklad metody hospodaření s energií pro kontinuální optimalizaci, která je velmi podobná metodě popsané v kap. 2.9.1.



Obrázek 2.22: Metoda řízení pro kontinuální měření (monitoring) a optimalizaci spotřeby energie

Nástrojem, který je podobný analýze energetické účinnosti a je stejně účinný, je energetický audit [191, FFIF 2007], který je také systematickým postupem vedoucím k odpovídající znalosti profilu stávající spotřeby energie v závodě a zjišťuje faktory, které mají vliv na spotřebu energie. Zjišťuje a zohlední také nákladově efektivní příležitosti k úsporám energie.

Dosažené přínosy pro životní prostředí

Zavedením nových režimů provozu nebo nástrojů, jako je analýza energetické účinnosti, systémy hospodaření s energií nebo energetické audity, je možné dosáhnout významného zvýšení energetické účinnosti.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Analýza energetické účinnosti, systémy hospodaření s energií a energetické audity jsou po mnoho let osvědčenými nástroji zlepšování energetické účinnosti v průmyslu celulózy a papíru. Mnoho větších celulózek a papíren (např. SCA, Stora Enso, Holmen) používá nějaký druh systému hospodaření s energií, ale ne nutně ve všech svých závodech. V Evropě stále existuje mnoho papíren, které systém hospodaření s energií nebo energetického auditu nezavedly. To platí zejména pro menší závody. Tyto závody mají možný velký potenciál pro zlepšení v oblasti energetické účinnosti.

V roce 2009 byla vydána nová evropská norma pro systémy hospodaření s energií, EN 16001:2009 „Systémy managementu hospodaření s energií – požadavky s návodem pro použití“ [195, CEN 2009], která může také podpořit uplatňování systematického hodnocení a zlepšení využití energie v papírnách. Tato nová evropská norma poskytuje organizacím a společnostem jednotný uznaný rámec a nástroj, který jim pomůže zavést systémy a procesy nezbytné pro zlepšení energetické účinnosti a zajistit, aby se hospodaření s energií stalo součástí organizačních podnikatelských struktur. Tato norma je použitelná i v celulózkách a papírnách.

Mezisložkové vlivy

Neexistují žádné negativní mezisložkové vlivy.

Opatření na úsporu energie jsou obvykle spojena s investicemi do výměny, obnovy nebo modernizace technologického zařízení. Tato opatření však nejsou využita jen k úspoře energie. Zaslужují zvláštní pozornost, protože současně zvyšují efektivitu výroby, zlepšují kvalitu výrobků a snižují celkové náklady. Je proto nezbytné, aby byly techniky na úsporu energie začleněny do všech aspektů a úrovní výroby papíru. Při diskusích o využívání energie a energeticky účinných technikách by se mělo pamatovat na propojení energetiky a procesů (synergické účinky).

Technická kritéria použitelnosti

Tato metoda je použitelná pro nové i stávající závody. Za běžných okolností bude pro menší závody obtížnější ji realizovat, a to kvůli omezenému počtu speciálně vyškolených zaměstnanců (např. absence interního personálu pro energetickou analýzu).

Ekonomika

Nejsou k dispozici žádné informace.

Důvody realizace

Rostoucí náklady na energie a nutnost snížit emise skleníkových plynů nutí evropský průmysl buničiny a papíru k optimalizaci spotřeby energie.

Mezi primární cíle průmyslové výroby patří spolehlivost procesů a vysoká účinnost výroby spolu s nákladovou efektivností. Účelem zvyšování energetické účinnosti je podpora těchto cílů. Po zlepšení v oblasti energetické účinnosti často následuje zvýšení efektivity výroby. Například snížení počtu přetrhů pásů papíru a výsledné kratší prostoje také zlepšují energetickou účinnost. Uchování energie navíc snižuje náklady na energii, a tím zlepšuje nákladovou efektivnost.

Příklady závodů

Ve Finsku se všechny celulózky a papírny zavázaly k dobrovolné dohodě o úsporách energie v průmyslu. Společnosti se v rámci dodržování dohody zavázaly, že zjistí své možnosti úspor energie prostřednictvím energetické analýzy ve svých výrobních závodech. Systémy hospodaření s energií jsou součástí systémů environmentálního řízení. Podobné dohody byly uzavřeny také ve Švédsku a v Nizozemsku.

Literatura

[191, FFIF 2007], [193, Axegård et al. 2003], [195, CEN 2009], [196, Blum 2006], [249, Blum et al. 2007].

2.9.6 Snižování spotřeby energie použitelné pro všechny nebo většinu druhů závodů

Pro účely tohoto dokumentu jsou opatření na úsporu energie rozdělena na obecné techniky, které lze použít pro většinu druhů celulózek a papíren a které jsou popsány v této části, a na opatření, která jsou použitelná při výrobě určitých druhů buničiny nebo papíru a v přidružených procesech. O těch pojednávají kapitoly 3 až 7 zaměřené na jednotlivé procesy. V souvislosti s posouzením relevance různých procesních jednotek pro celkovou spotřebu energie je čtenář odkázán na kap. 2.5 a kap. 2.5.3, které pojednávají o největších spotřebitelích energie v papírnách. Existuje však velký počet dalších menších spotřebitelů (některé jsou uvedeny v této kapitole), které jsou pro společnou energetickou bilanci závodu také významné. Seznam technik není úplný, ale je pouze výběrem horizontálně (průřezově) dostupných technik.

V tomto kontextu jsou užitečné informace také v referenčním dokumentu o nejlepších dostupných technikách v oblasti energetické účinnosti (ENE) [268, COM 2009].

2.9.6.1 Snižování spotřeby tepelné energie

2.9.6.1.1 Rekuperace tepla z radiálních ventilátorů používaných ve vakuových systémech

Popis a dosažené přínosy pro životní prostředí

Díky procesu komprese ve vakuových ventilátorech dosahuje odpadní vzduch z těchto ventilátorů teploty od 130 do 160 °C. Tento horký vzduch může procházet tepelnými výměníky na bázi vzduch-vzduch, které umožňují rekuperaci až 75 % elektrické energie absorbované ve vakuových ventilátorech. Radiální ventilátory se používají k odvodnění sít a plstěnců pro všechny druhy papíru a jsou obvykle nainstalovány ve větších papírenských strojích. Opětovným použitím získaného tepla lze snížit potřebu páry v sušicí části papírenského stroje. Odpadní teplo z odpadního vzduchu lze použít k ohřívání vzduchu přiváděného do sušení, což vede k přímým úsporám páry.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

K dispozici jsou různé druhy výměníků tepla, které musejí být navrženy pro každou aplikaci zvlášť. V některých případech má zůstávající vlhkost v odpadním vzduchu z ventilátoru potenciál k tvorbě koroze. Preventivní údržba přispívá k zamezení zbytečných a nákladných odstávek z důvodu zablokování nebo koroze.

Mezisložkové vlivy

Žádný negativní vliv na životní prostředí není znám.

Technická kritéria použitelnosti

Lze použít pro všechny druhy jak v nových, tak i stávajících zařízeních, kde jsou instalovány axiální ventilátory k tvorbě vakua. Tlak na výstupu z vakuového ventilátoru musí být dostatečně vysoký, aby překonal pokles tlaku ve výměníku tepla. Vzdálenost mezi zdrojem tepla (odvodňovací část papírenského stroje, kde je nainstalovaný ventilátor) a výměníkem (v sušicí části papírenského stroje) je obvykle krátká. Ve starších závodech mohou být problémy s prostorem, který je pro zařízení k dispozici.

Ekonomika

Tyto druhy zařízení mají obvykle krátkou návratnost investic. Hospodárnost je u každého případu jiná. V jednom závodě tvoří dosažené úspory páry 26 kWh/t a návratnost byla 1,5 roku [249, Blum et al. 2007].

Důvody realizace

Snížení nákladů díky úsporám páry nebo zvýšení tempa výroby v důsledku vyšší kapacity sušení.

Příklady závodů

V Evropě existují četné příklady těchto závodů (alespoň dva jsou v Německu). Pro nové závody se toto opatření stává normou.

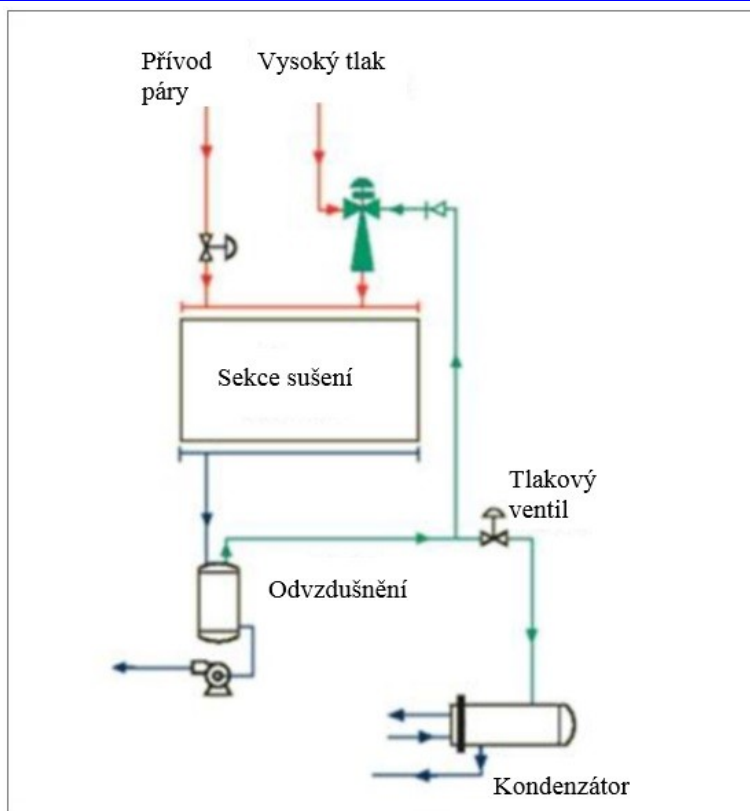
Literatura

[249, Blum et al. 2007]

2.9.6.1.2 Využívání termokompresorů

Popis a dosažené přínosy pro životní prostředí

Tato technika vede k úsporám páry při sušení v důsledku snížení ztrát v kondenzátoru. Využívání termokompresorů zvyšuje energetickou účinnost procesu sušení, protože do kondenzátoru se musí posílat méně páry. Termokompresory se používají ke zvýšení tlaku odpadních par ze separátoru. Odpadní páry z posledního separátoru v kaskádovém systému páry a kondenzátu mají velmi nízký tlak, který nelze v procesu sušení přímo použít. Pomocí parního tryskového termokompresoru je tato odpadní pára posílena vysokotlakou parou na hodnotu tlaku, která umožňuje obnovu páry a její opětovné použití v procesu sušení. Obrázek 2.23 přináší schéma využívání termokompresorů.



Obrázek 2.23: Schéma termokompresoru

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Několik výrobců nabízí termokompresory s různou výkonností, které je třeba pro každou aplikaci upravit a navrhnout. U většiny aplikací musí být při využití termokompresorů k dispozici tlak páry 5 až 12 bar.

Mezisložkové vlivy

V mnoha papírnách se jako teplá voda na stříčky používá chladicí voda z kondenzátoru. Při optimalizaci systému páry a kondenzátu, a tím i snižování ztrát kondenzátoru poklesne i množství chladicí vody a může dojít k nedostatku teplé vody. V tomto případě je třeba posoudit, zda lze snížit množství vody na stříčky nebo najít jiný vhodný zdroj odpadního tepla.

Technická kritéria použitelnosti

Lze použít v nových i stávajících zařízeních pro všechny druhy papíru a natíracích strojů, pokud je k dispozici středotlaká pára.

Ekonomika

Hospodárnost je třeba posoudit pro každou situaci. Návrh investice může být pro některé aplikace velmi krátká. V jednom příkladu činily úspory páry 25 kWh/t a návratnost byla 0,8 roku [249, Blum et al. 2007].

Důvody realizace

Energetické úspory při výrobě páry.

Příklady závodů

Zařízení je běžné ve všech nových papírnách, ale i ve většině nejnovějších přestavěných závodech. V Evropě existují různé příklady těchto závodů.

Literatura

[249, Blum et al. 2007]

2.9.6.1.3 Izolace parního potrubí a potrubních armatur kondenzátorů

Popis a dosažené přínosy pro životní prostředí

Izolace potrubí snižuje ztráty tepla sáláním z potrubí. Izolace je vhodná pro potrubí i armatury. Dotčenými médii jsou horká voda, kondenzát a pára a v celulózkách i přeprava horkých kapalin.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Izolace potrubí páry a kondenzátu je v Evropě považována za standard. Izolace armatur není tak častá.

Mezisložkové vlivy

Toto opatření nemá žádné negativní účinky. Zlepšuje bezpečnost práce.

Technická kritéria použitelnosti

Lze použít pro všechny závody.

Ekonomika

Ceny za izolační práce na potrubí závisejí na stavu sítě. Jeden příklad papírny z jižní Evropy ukazuje, že izolace parního potrubí a potrubních armatur kondenzátorů (vypočtená pro 25 armatur na každém médiu) měla návratnost 1,1 roku [249, Blum et al. 2007].

Důvody realizace

Snižování nákladů z důvodu úspory energie na výrobu páry. Vyšší bezpečnost práce.

Příklady závodů

Mnoho (převážně nových) závodů v Evropě. Izolace parního potrubí je u nových zařízení a pozdějších přestaveb považována za standard.

Literatura

[249, Blum et al. 2007]

2.9.6.1.4 Sušení biopaliva a kalů s využitím přebytečného tepla

Popis

Mnoho celulózek a papíren má k dispozici jak velké množství biopaliv, tak i hodně nízkoteplotních zdrojů (přebytečné teplo). Tato energie se však většinou ztrácí spolu s odpadním vzduchem a odpadními vodami. Nízkoteplotní zdroj lze využít k sušení biopaliv a kalu. Sušení biopaliv a kalu může vytvářet dodatečné příjmy (nebo snížit náklady na nákup energie), a tím také vytvářet pobídky k dalším úsporným úpravám hlavního procesu.

Díky obsahu vlhkosti se v některých závodech pro účely spalování kůry v kotlích na kůru přidávají další paliva (např. olej). To platí v případě, kdy má mechanické odvodňování nižší výkon. Sušení kůry a kalů přináší dodatečnou energetickou hodnotu, která umožňuje spalovat sušený organický materiál bez dalšího paliva.

Analýzou dostupných zdrojů přebytečného tepla v místě výroby je možno stanovit obsah energie v těchto zdrojích tepla a porovnat ho s energií potřebnou pro sušení. Studie analyzující švédské podmínky [252, Johansson et al. 2004] došla k těmto uvedeným závěrům.

- Existují velké zdroje přebytečného tepla, které by mohly být v celulózkách a papírnách použity k sušení.
- V celulózkách a papírnách by investice do sušiček na biopaliva s využitím přebytečného tepla měly být ziskové, ale bude se muset ekonomicky vyhodnotit pro různé případy. V chemických celulózkách je nejziskovější možností použití spalin z regenerační kotle jako sušícího plynu (za předpokladu, že není nainstalován žádný kondenzátor odpadních plynů). Ostatní druhy celulózek a papíren by musely použít jiné dostupné zdroje přebytečného tepla.
- Nejvhodnější technologii z technického i obchodního hlediska se zdá být sušící lože.

Sušení biopaliv a kalů je obvykle ekonomicky životaschopné pouze v případě, kdy lze pro tento účel použít přebytečné teplo z jiných procesů. Obvykle lze použít přebytečné teplo ve formě horkého vzduchu nebo toků horké procesní vody. Dalšími dražšími variantami jsou parní výměníky tepla nebo ušící systémy na plyn. Minimální požadovaný rozsah teplot je od 4 °C do 60 °C.

Pro provoz sušičky se pomocí výměníku tepla na bázi vzduch-vzduch nebo voda-vzduch vyrábí horký vzduch, který je foukán ventilátory do sušící jednotky.

Dosažené přínosy pro životní prostředí

Snížení obsahu vody v kůře, vláknitých odpadech, biokalu a jiných organických zbytcích snižuje množství odpadu, který je nutné přepravovat k dalšímu zpracování nebo odstranění, což znamená úsporu nákladů. Sušení zvyšuje výhřevnost biopaliva a kalů a zvyšuje tepelnou účinnost při spalování. Poptávka po primární energii ve formě elektřiny a volitelného dodatečného vyhřívání ve špičkách zatížení je nízká v případě, kdy lze k procesu sušení použít přebytečné teplo. Vstup primární energie do procesu sušení je v zásadě nižší než zvýšená energetická hodnota paliva. Lepší bilance energie a CO₂.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

V průmyslu výroby buničiny a papíru máme se sušením biopaliv a kalů stále málo zkušeností. Preventivní údržba strojního zařízení pomáhá zamezit zbytečným a nákladným odstávkám z důvodu zablokování nebo poškození způsobeného korozi.

- a) Sušárna biopaliv společnosti UPM-Kymmene v Raumě dosahuje obsahu sušiny v mokřém biopalivu po ukončení procesu sušení ve výši 60 %. Energie potřebná v sušícím zařízení (pásová sušička) pochází z přebytečného tepla papírny (teplé odpadní vody a odpadní vzduch). Instalace snižuje spotřebu fosilních paliv a zvyšuje podíl biopaliv o 10 %.

V případě velkého závodu v Raumě jsou emise CO₂ sníženy o 70 000 tun za rok.

- b) Závod Norske Skog Follum suší sekundární (biologický) kal s cílem umožnit jeho spalování. Čistý dopad na energii je mírně negativní a určité množství biopaliv se kvůli dodávkám tepla pro sušení nakupuje. Kůra se pouze lisuje. Pomocí technologie na lisování kůry se dosahuje 43 % suchosti. Sušení odpadních biopaliv přispívá pozitivně k energetické bilanci pouze prostřednictvím využití přebytečného tepla.

Sekundární kal lze alternativně využít jako hnojivo do půdy, pokud je množství znečišťujících látek zachováno na přijatelné úrovni.

V konkrétních aplikacích (např. použití vláknitého kalu v odvětví cementu a cihel) a pro lepší manipulaci s vysušeným kalem může být vyžadována určitá minimální vlhkost.

Mezisložkové vlivy

Pokud lze přebytečné teplo použít k sušení, je energetická bilance procesu kladná. Extrahovaná vlhkost může způsobit problém se zápachem, a je proto nutné ji řídit.

Technická kritéria použitelnosti

Toto opatření lze obecně použít v nových i stávajících zařízeních, která mají vhodné zdroje přebytečného tepla pro sušení biomasy a kalů.

Sušení je použitelné zejména v případě, kdy je spalování k výrobě energie koncovým použitím těchto vedlejších produktů a kdy náklady na proces sušení (především investice a palivo) jsou nižší než přínosy v podobě zvýšené výroby energie.

V jižní Evropě se během období sucha do závodu dostává biopalivo (kůra a dřevěná biomasa, nikoli biokal) s obsahem vody, který umožňuje výrobu energie při požadované teplotě plamene po téměř celý rok, což může ovlivnit hospodářskou životaschopnost tohoto opatření.

Použití sekundárního tepla k sušení může být spojeno s následujícími omezeními:

- Investiční náklady na toto řešení se zvyšují s použitím nízkoteplotního přebytečného tepla a v důsledku nutnosti větších sušiček.
- Využití vysokoteplotního přebytečného tepla, obvykle spalin, je spojeno s problémem dosažení kyselého rosného bodu plynu a následné rozšířené koroze nebo zvýšených nákladů. Tomu lze zabránit výběrem stavebních materiálů nebo zmenšením rozsahu teplot pro regeneraci.
- Realizace tohoto řešení je také závislá na rozložení závodu, konkrétně vzdálenosti mezi zdrojem sekundárního tepla a místem, kde vznikají kaly a biopaliva.
- Sušení a pálení biomasy a kalu z čištění odpadních vod je jen jednou z možných variant nakládání s odpady. Existují i alternativní použití kalu z čištění odpadních vod, které také obnovují hodnotu tohoto materiálu.

Ekonomika

Nebyla poskytnuta žádná data o nákladech.

Ekonomická proveditelnost závisí na technických charakteristikách závodu nebo podnebí v případě využívání tepla z prostředí. Při posuzování nákladů je nutné vzít v úvahu úspory spojené se snížením přepravované hmotnosti. Obecně platí, že ekonomický přínos bude také záviset na předpisech týkajících se používání biopaliv k výrobě energie.

Důvody realizace

V některých závodech se provádí sušení kalů a kůry v zásadě ze dvou důvodů: zvýšit výhřevnost před spalováním nebo usnadnit manipulaci (snížit váhu, a tím i náklady na dopravu a skládkování).

Příklady závodů

UPM-Kymmene, Rauma (Finsko), Norske Skog, Follum (Norsko).

Literatura

[252, Johansson et al. 2004]

2.9.6.1.5 Další opatření ke snížení spotřeby tepelné energie

Protože techniky popsané v kap. 2.9.6.1 jsou pouze výběrem dostupných horizontálních technik, pro které byly poskytnuty údaje, jsou dále uvedena některá opatření na snížení tepelné energie, která se používají v celulózkách a papírnách.

- Rovnováha vík sušičky.
- Rekuperace tepla z horkého odpadního vzduchu z IČ sušičky (pro sušení aplikovaného nátěru).
- Optimalizace vzduchotechniky v hale. Nejvhodnějším postupem je využít teplo získané ze sušící části papírenského stroje nebo sušícího stroje buničiny, řídit vlhkost a teplotu přiváděného čerstvého vzduchu a odsávacích ventilátorů, vyhnout se vstupu difúzního vlhkého vzduchu, zavřít otevřené dveře a vrata, aby se zabránilo úniku vzduchu, zaručit dobrou cirkulaci a vyhnout se zkratu mezi přívodem a odvodem vzduchu.

Další informace o možných energetických úsporách lze nalézt v kapitolách 3 až 7, v částech věnovaných energetice.

2.9.6.2 Snižování spotřeby elektrické energie

2.9.6.2.1 Energeticky účinné vakuové systémy pro odvodnění

Popis a dosažené přínosy pro životní prostředí

Energeticky účinné vakuové systémy dosahují úspor elektrické energie v řádu cca 20–45 % ve vakuovém systému a nepotřebují ucpávkovou vodu jako vývěva s vodním okruhem (ale určité množství chladicí vody). Účinné systémy mají automatické řízení rychlosti, aby se přizpůsobovaly změnám v rychlosti, gramáži a stáří plstěnce (viz kap. 2.9.6.2.3).

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Moderní vakuová čerpadla s řízením rychlosti poskytují větší flexibilitu vakua u papírenského stroje s cílem získat lepší schopnost hladkého běhu zvýšením nebo snížením hodnoty vakua dle potřeby vývěvy.

Mezisložkové vlivy

Úspory vody cca 95 %. Získání velkého podílu čerpací energie pomocí rekuperace tepelné energie z odpadního vzduchu.

Technická kritéria použitelnosti

Lze použít na všechna zařízení. Při přestavbě nebo optimalizaci vakuového systému papírny jako celku se obvykle zvažuje nové vakuové zařízení.

Ekonomika

Závody Stora Enso Kaukopää (FI), Clairefontaine (FR) a MM Baiersbronn (DE) dosáhly úspor energie ve výši 45 %; M-real Lielähti (FI) ušetřil 46 % a Metsä Tissue Mäntä (FI) snížil spotřebu energie ve svém vakuovém systému o 40 %.

Příklady závodů

SE Kaukopää, papírna Clairefontaine, MM Baiersbronn, M-real Lielähti, Metsä Tissue Mäntä.

Literatura

[163, J.Lahtinen et al. 2009]

2.9.6.2.2 Používání vysoce účinných elektromotorů

Popis a dosažené přínosy pro životní prostředí

Téměř veškerá elektrická energie se v papírně spotřebuje na provoz elektromotorů. Pro asynchronní motory, které jsou nejčastěji používaným druhem, existují různé třídy účinnosti. Úspora elektrické energie lze dosáhnout při použití vysoce účinných elektromotorů. Do roku 2008 dělilo sdružení CEMEP účinnost pohonů asynchronních motorů do tří kategorií: motory EFF1, EFF2 a EFF3, přičemž kategorie EFF1 představovala nejúčinnější motory. Od roku 2008 byl tento systém označování nahrazen novou normou týkající se energeticky účinných motorů, kterou vypracovala Mezinárodní elektrotechnická komise: IEC 60034–30:2008. Tato norma definuje nové třídy účinnosti motorů a harmonizuje hodnoty účinnosti po celém světě.

Nyní jsou třídy účinnosti elektrických motorů označeny IE1, IE2, IE3 (a IE4 je zvažována), kde:

- IE4 – super prvotřídní účinnost (zvažuje se)
- IE3 – prvotřídní účinnost (odpovídá NEMA Premium)
- IE2 – vysoká účinnost (odpovídá EFF1)
- IE1 – standardní účinnost (odpovídá EFF2)
- Bez označení – pod standardní účinností – (odpovídá EFF3).

Preferovat by se měly motory s nejvyšší třídou energetické účinnosti.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Neexistují žádné rozdíly v provozu mezi různými třídami EFF nebo IE.

Mezisložkové vlivy

Žádné problémy.

Technická kritéria použitelnosti

Lze použít na všechna zařízení.

Ekonomika

Pro pracovní dobu delší než 4 000 hodin ročně se doporučuje použít nejvyšší třídu účinnosti (ve většině závodů již standardní). Vzhledem k nákladům životního cyklu asynchronního motoru tvoří pořizovací cena motoru cca 2 % nákladů na provoz po celou dobu životnosti [164, M.Kara 2007]. Proto je díky nejvyšší možné účinnosti návratnost obvykle kratší.

Příklady závodů

Většina závodů používá motory s nejvyšší účinností bez problémů.

Literatura

[164, M.Kara 2007], [249, Blum et al. 2007]

2.9.6.2.3 Energeticky účinný frekvenční měnič pro čerpadla, ventilátory a kompresory

Popis a dosažené přínosy pro životní prostředí

Ve většině papíren je tok čerpadly řízen ventilem, zatímco čerpadlo běží při konstantní rychlosti. Při úpravě rychlosti čerpadla podle toku musí motor poskytovat pouze čerpací výkon vyžadovaný pro daný účel. Řízení průtoku vody nastavením rychlosti čerpadla je účinnější než použití škrticího druhu ventilu.

S frekvenčním měničem může být frekvence poskytovaná ze sítě upravena tak, aby regulovala rychlost asynchronních motorů (protože rychlost asynchronního motoru je funkcí frekvence).

Úspory elektrické energie při čerpání vyplývají z nižších ztrát při škrcení a vyššího hydraulického výtěžku čerpadla. Obvyklé úspory se pohybují mezi 15 % a 25 % pro každou aplikaci.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Někteří dodavatelé mechanických těsnění vyžadují minimální rychlost čerpadla. Měniče potřebují větší kapacitu v rozvodně. Motor musí být vhodný pro řízení měničem. Musí být zaručeno dostatečné chlazení motoru a v některých případech může být požadována i nucená ventilace.

Mezisložkové vlivy

Žádné problémy.

Technická kritéria použitelnosti

Lze použít pro nová i stávající zařízení, která používají třífázové asynchronní motory. Použitelnost frekvenčního měniče v čistírně odpadních vod může být omezena, pokud je tok odpadních vod přerušovaný a podléhá náhlým změnám.

Ekonomika

V posledních letech se ceny frekvenčních měničů výrazně snížily. V každé situaci je třeba posoudit ekonomickou efektivnost zvlášť. Doba návratnosti se pohybuje mezi 0,5 a 4 roky (zdroj: Studie trhu PTS, prosinec 2006, pro situaci v Německu).

Důvody realizace

Snížování nákladů z důvodu úspor elektrické energie a řízení procesů.

Příklady závodů

Měniče jsou instalovány v téměř všech evropských závodech. Ale ve většině závodů jsou měničem vybaveny obvykle jen některé pohony.

Literatura

[249, Blum et al. 2007]

2.9.6.2.4 Další opatření na snížení spotřeby elektrické energie

Protože techniky popsané v kap. 2.9.6.2 jsou jen výběrem z dostupných technik, pro které byly poskytnuty údaje, jsou dále uvedena některá opatření na snížení elektrické energie, která se používají v celulózkách a papírnách:

- účinná míchadla
- účinná čerpadla
- zdokonalené rafinéry (kapitoly 5 a 7)

Další informace o možných energetických úsporách lze nalézt v kapitolách 3 až 7, v částech věnovaných energetice, zejména v kap. 7.3.15 (energetické úspory v papírenství).

2.9.6.3 Kombinovaná výroba elektřiny a tepla

Popis

Současná výroba tepelné energie a elektrické nebo mechanické energie v jednom procesu v zařízení je kombinovanou výrobou elektřiny a tepla a označuje se jako kombinovaná výroba tepla a elektrické energie (KVET). Další informace naleznete v kap. 2.6.1.2.2.

Dosažené přínosy pro životní prostředí

Zvýšení energetické účinnosti, a tím snížení emisí na vyrobenou kWh nebo na MJ vstupního paliva. Instalace KVET může snížit spotřebu primární energie o 10 % až 15 %, což vede ke snížení emisí CO₂. Odpad v systému distribuce elektřiny je snížen na 5 %.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Kogenerační (kombinace výroby elektřiny a tepla) elektrárny založené na plynových turbínách v aplikaci kombinovaného cyklu jsou důležitým opatřením ke snížení spotřeby paliva a emisí CO₂ díky své poměrně vysoké celkové palivové účinnosti, dokonce i pro jednotky s relativně malou kapacitou (více než několik MW_t). Vysoký poměr elektřiny k teplu a vysoká míra konverze použitých paliv výrazně snižují specifický CO₂ a také celkové emise na vyrobenou kWh ve srovnání s parními elektrárnami kondenzačního druhu. Je dosaženo nižších emisí CO a NO_x.

Ztráty energie z výroby elektrické energie a z výroby tepla lze snížit tím, že se výroba tepla a elektřiny zkombinuje (KVET). Kogenerační zařízení zvyšují míru konverze využitého paliva (hodnotu palivové účinnosti) z cca jedné třetiny u konvenčních elektráren na cca 80–93 %. Charakteristiky procesu výroby papíru jsou pro využívání zařízení KVET příznivé: vysoká poptávka po teple a elektřině při relativně stabilním poměru elektřiny k teplu během celého roku.

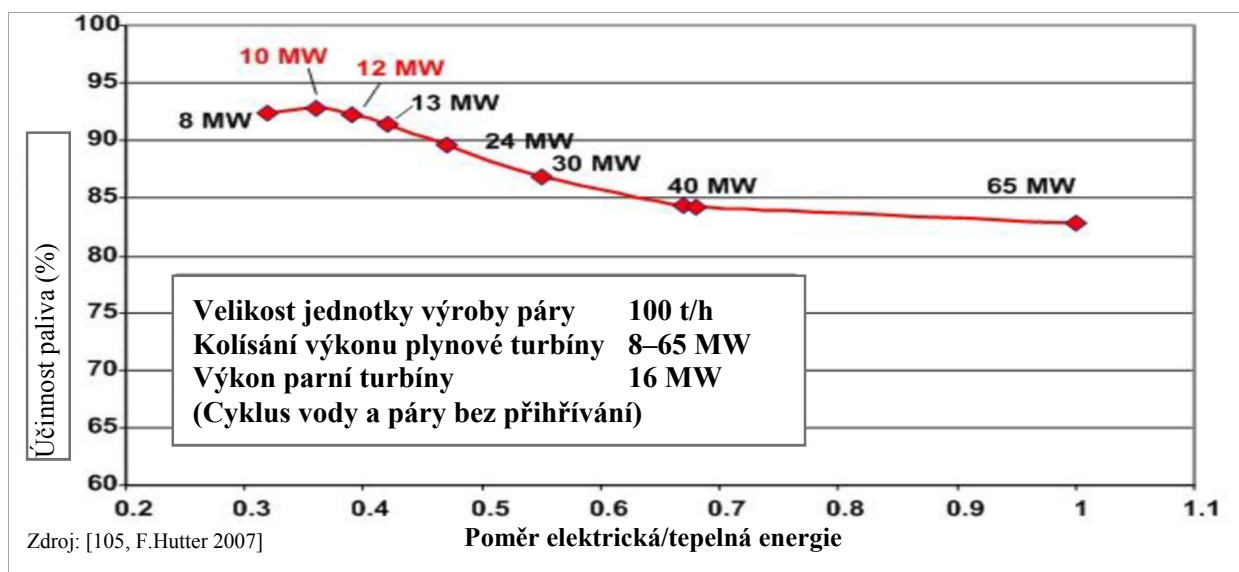
V papírnách se používají různé druhy kogeneračních procesů. Kromě klasických parních elektráren s protitlakou turbínou jsou od roku 1980 na trhu zařízení pro kombinovaný cyklus. Protitlaká parní elektrárna může dosáhnout poměru elektřiny k teplu cca 0,2, což pro uspokojení poptávky po elektřině v moderních výrobních zařízeních na výrobu papíru nepostačuje. Nejmodernější papírenské stroje potřebují poměr elektřiny k teplu mezi 0,3 a 0,65 podle druhu a kvality papíru a zařízení na výrobu buničiny (pro mechanické celulózky dokonce ještě vyšší). Tradiční parní elektrárny mohou zvýšit výkon modernizací parního cyklu a uspořádáním plynové turbíny proti proudu kotle, což se pak nazývá plynová turbína s kombinovaným cyklem. U kotelny spalující plyn lze nainstalovat jednu nebo několik plynových turbín před stávající doplňkový parní kotel, a dosáhnout tak vyšší výroby elektrické energie z tohoto zařízení. Pokud je parní turbína již v provozu, lze plynovou turbínu nainstalovat před parní generátor, a tak dosáhnout vyššího výtěžku elektrické energie.

Příkladem může být moderní a účinná turbína s kombinovaným cyklem (CCGT), která byla instalována v roce 2008 v jednom závodě na výrobu papíru a lepenky v Německu. Tento systém interní výroby elektřiny a tepla je charakterizován palivovou účinností 92 %, snížením emisí CO₂ a nízkými emisemi CO a NO_x. Tam, kde je to možné, by se měl tento systém považovat za preferovanou variantu.

Jako u běžné plynové turbíny je vzduch odebírán z ovzduší a stlačován. Ve spalovací komoře se mísí palivo a vzduch z kompresoru plynové turbíny a probíhá zde spalování. Po spalování odpadní plyny expandují do turbíny, která pohání generátor. V elektrárnách s kombinovaným cyklem je tepelná energie obsažená ve spalinách z plynové turbíny využita v regeneračním parním kotli k výrobě páry, která se používá k výrobě další elektřiny prostřednictvím parní turbíny (viz také kap. 2.6.1.2.2).

Zařízení pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny převádějí 80–93 % energetického příkonu z 50–80 % na teplo a z 20–50 % na elektřinu v závislosti na konkrétní potřebě páry a elektřiny v závodě a na použitém systému zařízení KVET.

Vyrobená (generovaná) elektřina a vyrobené procesní teplo udávají veličinu HPR, což je poměr tepelné energie k elektrické energii. Při výběru vhodného poměru HPR pro konkrétní papírnu je nutné vzít v úvahu základní fyzikální limity týkající se hodnot palivové účinnosti. Obrázek 2.24 na příkladu ukazuje vzájemný vztah mezi palivovou účinností a zvoleným poměrem HPR.



Obrázek 2.24: Vzájemný vztah mezi palivovou účinností a zvoleným poměrem tepla k výkonu pro zařízení CCGT

Obrázek 2.24 ukazuje výsledky termodynamických výpočtů: z technického hlediska se může nejlepších možných hodnot palivové účinnosti dosáhnout v rozmezí HPR 0,3–0,5. Poměr tepla k elektrické vyšší než 0,5 vede ke snížení hodnot palivové účinnosti. Graf je vykreslen pro běžné parní zařízení, které generuje 100 tun páry za hodinu. Výstupní výkon parní turbíny se udržuje konstantní na hodnotě 16 MW. Body v grafu představují výsledky termodynamických výpočtů pro kotel s různými velikostmi plynových turbín (od 8 do 65 MW) uspořádaných proti proudu z parního kotle. V grafu jsou uvedeny i některé relevantní výkonnostní třídy plynových turbín.

Ekonomické optimum se může lišit od technického optima a nemusí se s ním nutně krýt. V závislosti na poměru cen elektřiny a paliva mohou ekonomické výpočty vést k vyššímu nebo nižšímu poměru HPR. Například vysoké poměry cen elektřiny k palivu dosahující hodnoty 4 umožňují vyšší poměry elektřiny k teplu a jejich výsledkem jsou kogenerační zařízení, která dosahují vyšších HPR, ale mají nižší palivovou účinnost, např. pouze 75 %. Když poměr cen elektřiny a paliva klesne na hodnotu 3, jsou kogenerační zařízení s vyšší palivovou účinností ale nižšími poměry elektřiny k teplu ekonomicky životaschopná.

Tab. 2.23 uvádí příklad snížení emisí, kterého se dosáhlo nahrazením zařízení s plynovou turbínou a kombinovaným cyklem (CCGT) veřejnou dodávkou energie se středním zatížením. Příklad CCGT představuje kogenerační proces s nejlepší možnou tepelnou účinností. Kombinovaná výroba páry a energie (CCGT s palivovou účinností 92 %) je porovnána s nakoupenou elektřinou, která je vyráběna v nejmodernějším zařízení na uhlí (42 % elektrická účinnost, příklad z Německa) a s parním blokem na místě (účinnost kotle 88 %). Speciální systém klapek zajišťuje, že se do spalovacího zařízení dávkuje přesně požadované množství kyslíku. Zařízení s regulací paliva a kyslíku, která pracují pomocí specifického systému řízeného počítačem, zaručují spalování, které je téměř bez CO. Nízké hodnoty emisí NO_x mohou mít další výhodu: příslušné orgány v tomto případě rozhodly, že kontinuální měření NO_x stanovené příslušnými předpisy již nebude vyžadováno.

Tabulka 2.23: Porovnání vlivu činnosti zařízení s plynovou turbínou a kombinovaným cyklem na životní prostředí a dodávek energie pro spotřebu veřejnosti v Německu

Příklad kombinovaného kogeneračního zařízení projektovaného na 95 t páry/h; výroba cca 90 t páry/h; výkon na výstupu 24 MW _e [1]					mg/MJ (²)
	Jednotka			Hodnota	NA
Výstupní výkon v kombinaci	MW			24,0	NA
Technologické teplo v kombinaci	MW			60,0	NA
Poměr výkonu k teplu	MW/MW			0,40	NA
Celková vyrobená energie	MJ/h			302 400	NA
Využití					
	Jednotka	Plynová turbína	Doplňkové spalování	Celkem	mg/MJ (²)
Jmenovitý tepelný příkon	MW	37,9	53,6	91,5	NA
Tok plynu (suchý plyn, běžné podmínky)	m³/h	NA	NA	109 000	NA
Emise NO _x (¹)	mg/m³	NA	NA	70	NA
Emise CO (¹)	mg/m³	NA	NA	5	NA
Emise SO ₂ (¹)	mg/m³	NA	NA	0	NA
Hmotnostní tok NO _x	kg/h	NA	NA	10,9	36,0
Hmotnostní tok CO	kg/h	NA	NA	0,5	1,8
Hmotnostní tok SO ₂	kg/h	NA	NA	0	0
Hmotnostní tok CO ₂	t/h	NA	NA	19,0	62 830
Nakoupená elektřina: 24 MW z veřejných dodávek středně zatížených uhelných pecí prostřednictvím veřejné sítě – procesní páru vyrábí parní blok: 90 t/h páry [2]					
	Jednotka			Hodnota	mg/MJ (²)
Nakoupená elektřina	MW			24	NA
Výroba tepla	MW			60	NA
Celková vyrobená energie	MJ/h			302 400	NA
Využití					
	Jednotka	Výroba elektřiny	Výroba páry	Celkem	mg/MJ (²)
Jmenovitý tepelný příkon	MW	59,4	67,6	127	NA
Tok plynu (suché, běžné podmínky)	m³/h	73 070	69 030	142 100	NA
Emise NO _x	mg/m³	200	100	NA	NA
Emise CO	mg/m³	200	50	NA	NA
Emise SO ₂	mg/m³	200	0	NA	NA
Hmotnostní tok NO _x	kg/h	14,6	6,90	21,5	71,1
Hmotnostní tok CO	kg/h	14,6	3,45	18	59,7
Hmotnostní tok SO ₂	kg/h	14,6	0	14,6	48,3
Hmotnostní tok CO ₂	t/h	19,6	13,9	33,6	110 950
<i>Poznámka:</i> NA = údaje nejsou k dispozici					
(¹) Obsah kyslíku v odpadním plynu je 3 %.					
(²) Výpočet pro převod čísel na konkrétní hodnoty: 1 MW x 3600 = MJ/h; např. (24,0 + 60,0) x 3600 = 302 400 MJ/h; například měrné emise NO _x lze vypočítat jako 10900 g/h děleno 302400 MJ/h = 36 mg/MJ.					
<i>Zdroje:</i>					
[1] Údaje z papírny se zařízením CCGT (elektřina) (Německo) uzavřené v roce 2008, vykazované údaje z roku 2008 [106, F.Hutter 2010].					
[2] Údaje z výzkumné zprávy BMFT–FB–T85–065, F. Hutter et al.; v: Fichtnera: Design of a Coal Fired Power Station with Environmental Protecting Components vydalo Ministerstvo pro výzkum a technologie, Německo, 1985.					
Příklad vypočetl F. Hutter GmbH Biberach, Německo, 2010. Předpokládá se, že kogenerace nahrazuje výrobu elektřiny základního zatížení z veřejných dodávek. V Německu se vysoké základní zatížení generuje v zařízeních spalujících uhlí. Srovnání je provedeno s elektrárnou o účinnosti 42 % s moderním odsířením a denitrifikací a ztrátami při přenosu ve výši 2 %.					

Ve srovnání s konvenční výrobou elektřiny v nejmodernější uhelné elektrárně a vlastním parním kotlem, dosahuje systém CCGT popsaný v tab. 2.23 následujícího snížení škodlivin:

- spotřeba paliva: snížení o 28 %
- NO_x: snížení o 49 % (místo 21,5 kg NO_x/h, zařízení KVET generuje 10,9 kg NO_x/h)
- CO: snížení o 97 % (místo 18 kg CO/h, zařízení KVET generuje 0,5 kg CO/h)
- SO₂: 100 % snížení
- CO₂: snížení o 43 % (místo 33,6 t CO₂/h, zařízení KVET generuje 19 t CO₂/h).

Je třeba poznamenat, že dosažitelné snížení emisí závisí na systémech výroby energie, které se porovnávají.

Mezisložkové vlivy

Zařízení KVET přináší vznik nových zdrojů emisí do ovzduší. Emisním bodem KVET bývá kotel (HRSG).

Technická kritéria použitelnosti

KVET je použitelná pro nové i stávající závody. Ve stávajících zařízeních může být kombinovaná výroba realizována např. prostřednictvím přestavby stávajících parních protitlakých jednotek a jejich transformace v kogenerační zařízení s kombinovaným cyklem. KVET lze využívat v širokém rozsahu kapacit. Kapacity pro kogenerační výrobu se pohybují od ≤ 1 MW_t u malých papíren až po ≥ 500 MW_t u regeneračních kotlů ve velkých celulózkách. Překážkou při zavádění KVET mohou být administrativní postupy při získávání povolení potřebných pro přestavbu zařízení a jeho napojení na veřejnou síť nebo v případě potřeby i pro vybudování vedení vysokého napětí k připojení zařízení na síť.

Relativně malá velikost většiny závodů na výrobu tenkého papíru může v jejich případě způsobit, že bude KVET méně životaschopná než u větších závodů.

Ekonomika

Dosažitelné úspory a doba návratnosti závisejí hlavně na cenách elektřiny a paliv v dané zemi. Je nutné vzít v úvahu investice a náklady na odpisy a údržbu. Pro závody, které aplikovaly kombinovanou výrobu elektřiny a tepla, bylo toto opatření nákladově efektivním opatřením (v rámci daných cen energie).

Investiční náklady na KVET závisejí na velikosti zařízení. Kapitálové investice na instalovaný MW klesají s velikostí zařízení a závisí na nainstalované kogenerační technologii. Byly poskytnuty informace o následujících kapitálových investicích potřebných v roce 2010 podle velikosti a technologie [ASPAPEL, 2011]:

Jednoduchý cyklus s plynovou turbínou:

- 1 MW a výroba 3 t/h nasycené nízkotlaké páry: 1,5 milionů EUR
- 4,5 MW a výroba 6 t/h nasycené nízkotlaké páry: 5 milionů EUR

Jednoduchý cyklus s motorem:

- 1 MW s výrobou páry nebo studeným provozem: 1,3–1,5 milionu EUR

Kombinovaný cyklus s plynovou turbínou (CCGT):

- 25 MW a výroba 40 t/h nasycené nízkotlaké páry: 30 milionů EUR
- 48 MW a výroba 90 t/h nasycené nízkotlaké páry: 54 milionů EUR

Důvody realizace

Předpokládané zvýšení energetické účinnosti zařízení a snížení jeho nákladů na energii.

Pokud je realizován celý kogenerační potenciál závodu, může jeho výroba elektřiny přesáhnout poptávku po elektrické energii v tomto závodě. Určité množství vyrobené elektřiny se pak prodává do sítě, pokud jsou tržní podmínky příznivé.

Příklady závodů

Využívání kombinované výroby tepla a elektřiny je běžným postupem a používá se v mnoha papírnách v Evropě (viz též tab. 1.4). V odvětví výroby buničiny a papíru ve Španělsku bylo v roce 2010 v provozu 50 zařízení KVET. Pro plynové turbíny s kombinovaným cyklem a další druhy provozovaných zařízení KVET existují různá uspořádání. To, který systém je nakonec použit, závisí především na stávajících již provozovaných elektrárnách a také na místních a tržních podmínkách.

Literatura

[9, Directive 2004/8/EC 2004], [12, Directive 2010/75/EU 2010], [105, F.Hutter 2007], [106, F.Hutter 2010].

2.9.7 Snižování emisí do ovzduší z kotlů na směsná paliva a biomasu a z pomocných kotlů

V celulózkách a papírnách se k výrobě páry (obvykle ve spojení s turbínou na výrobu elektrické energie) mohou používat různé druhy biomasy, fosilní paliva (uhlí, hnědé uhlí, olej nebo zemní plyn), provozní zbytky a odpady. Ohledně rozsahu je čtenář odkázán na první odstavce kap. 2.6. Stacionární spalovací motory jsou mimo tento rozsah.

Kotle na čistou biomasu (mezi tato paliva patří kůra, zbytky dřeva a odpady z třídění) jsou typické v chemických nebo mechanických celulózkách a papírnách, které provozují sklad dřeva. Běžně se používají také kotle na směsná paliva. Kůra se snadno používá jako palivo v pomocných kotlech v závodech. Pokud se v těchto kotlech spaluje odvodněný kal (nižší výhřevnost), je nutné vzít v úvahu některé rysy přípravy a spalování kalů (přidávání podpůrného paliva s vysokou výhřevností, odpovídající konstrukce pece, míchání, předehřev spalovacího vzduchu atd.). Při spalování těchto směsných paliv se doporučují environmentálně šetrné techniky spalování a také metody čištění sekundárních spalin s cílem minimalizovat prach, NO_x a SO₂ a jiné plynné znečišťující látky, pokud jsou přítomny.

Další informace o metodách, které jsou k dispozici pro omezení emisí ze spaloven odpadů a kalů ze závodů na zpracování sběrového papíru, najde čtenář také v kap. 6.3.14, kde jsou uvedeny čtyři příklady. Konvenční parní kotle na plyn nebo olej (parní bloky) se jmenovitým tepelným příkonem větším než 50 MW pro splnění poptávky po provozním teple v celulózkách a papírnách se nijak neliší od parních generátorů v jiných průmyslových odvětvích a opatření na snižování emisí zde nejsou podrobněji popsána (jsou probrána jen některá data týkající se snižování emisí NO_x). Čtenář je najde v dokumentu BREF velká spalovací zařízení [271, COM 2006]. Tento dokument obsahuje rozsáhlé informace týkající se použitých technik a opatření na snížení emisí ze spalovacích zařízení, která používají komerční paliva jako zemní plyn, uhlí nebo lignit a další.

Emise ze zařízení KVET v průmyslu celulózy a papíru jsou naprosto shodná s emisemi z čistě parních kotlů, které používají stejné palivo. Emisním bodem pro aplikace KVET je obvykle kotel. V případě plynové turbíny však k procesu hoření nedochází v kotli, ale ve spalovací komoře. U procesu CCGT by se hodnoty NO_x a CO měly řídit v plynové turbíně. Emise jsou také sledovány za kotly.

2.9.7.1 Snižování emisí prachu

Popis

Celulózky a papírny provozují různé druhy spalovacích zařízení k výrobě páry a energie. Z hlediska využívaných paliv mohou být ve spalovacích zařízeních spalovány pouze zbytky dřeva (z kůry a dřevního odpadu), pouze fosilní paliva (uhlí a lignit, topný olej, zemní plyn) a směsi paliv jako bioplyn, biomasa a fosilní paliva, jiné zbytky z výroby a různé druhy kalů (např. kaly z biologického čištění odpadních vod).

Mezi techniky, které se běžně používají k redukci emisí částic (prachu) z těchto zařízení, patří textilní filtry a elektrostatické odlučovače (ESP).

Elektrostatické odlučovače využívají k oddělení a zachycení částic ze spalin z kotlů elektrostatické síly. U textilních filtrů se prach oddělí při průchodu spalin filtrem vyrobeným z tkaniny.

Jak ESP, tak i textilní filtry jsou vysoce účinná zařízení na odstranění částic s projektovanou účinností přesahující 99,5 %. Volba mezi ESP a textilním filtrem zpravidla závisí na druhu paliva, velikosti zařízení, druhu a konfiguraci kotle a na tom, jakého cíle se má při odstranění částic dosáhnout. Textilní filtry mohou dosahovat o něco nižších emisí prachu než ESP. Podrobný popis elektrostatických odlučovačů a textilních filtrů lze najít v dokumentu BREF LCP [271, COM 2006].

Dosažené přínosy pro životní prostředí

Snížení množství prachu a jemného prachu. Jemný prach je obecně označován jako PM₁₀ a PM_{2,5}, což označuje pevné částice (PM) s aerodynamickým průměrem ekvivalentním 10 μm nebo méně, ve druhém případě 2,5 μm nebo méně. Při odstraňování velmi jemných částic jsou textilní filtry efektivnější než ESP.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Obě techniky vykazují velmi vysokou účinnost při odstraňování částic (vyšší než 99 %) a v průmyslu se prokazatelně osvědčily. Obsah částic v odpadních plynech po vyčištění je mezi 5 a 20 mg/Nm³ pro vhodně navržená zařízení fungující za běžných provozních podmínek pro ESP a mezi 1 a 10 mg/Nm³ pro textilní filtry jako denní průměrná hodnota. V tabulce 2.24 jsou uvedena některá ukázková data pro fluidní kotle vybavené odlučovači nebo textilními filtry.

Tabulka 2.24: Příklady dat o emisích prachu z kotlů v papírnách používajících různá paliva a vybavených ESP nebo textilními filtry

Jmenovitý tepelný příkon (MW)	Rok uvedení do provozu	Paliva	Systém čištění odpadních plynů	Prach (mg/Nm ³)	O ₂ (%)	Druh měření
48	1994	Kůra, kaly, papír, odpadní dřevo	Suchá adsorpce + textilní filtry	0–10 (DAV) 3–7 (MAV) 4 (YAV)	11	Kontinuální
4,8	2003	Odpadní dřevo, výměty, kaly	Suchá adsorpce + textilní filtry, SNCR	0,1– 0,3 (YAV)	11	Kontinuální
15	1984	Kůra, kaly, uhlí, bioplyn	ESP + textilní filtry	1–4	11	Periodické (diskontinuální) (každý rok)
25	1982	Kůra, kaly, bioplyn	ESP	15–16	11	Periodické (diskontinuální) (každý rok)
40	Není uvedeno	Kůra	Textilní filtry	1,1–4,4 (DAV) 2 (YAV)	11	Kontinuální
32	Není uvedeno	Kůra, biokal	ESP	7 (YAV)	11	Kontinuální
35	2006	Biomasa (89 %), vadné výrobky ze sběrového papíru (11 %)	ESP	14– 23 (DAV) 19 (YAV)	8	2x/rok

Poznámka: DAV = průměrná denní hodnota; MAV = průměrná měsíční hodnota; YAV = průměrná roční hodnota. Příklady závodů jsou z Rakouska, Německa, Francie a Portugalska (názvy závodů byly prohlášeny za důvěrné).
Zdroje: vyplněné dotazníky z let 2007 a 2009; [229, Stubenvoll et al. 2007].

Mezisložkové vlivy

ESP potřebují přívod elektrické energie. Textilní filtry obvykle způsobují větší pokles tlaku než ESP a mohou proto vyžadovat více energie pro ventilátory odpadních plynů. Popel vyžaduje environmentálně šetrné nakládání a odstraňování.

Technická kritéria použitelnosti

Běžná technika ve spalovacích zařízeních různých velikostí a účelů. Obě techniky lze použít v nových zařízeních i v rámci modernizace stávajících.

Ekonomika

Odhad investičních nákladů na instalaci ESP nebo textilního filtru činí cca 1 milion EUR pro zařízení o výkonu 40 MW_t, 1,4 milionu EUR pro zařízení o výkonu 60 MW_t a 2,1 milionu EUR pro zařízení o výkonu 100 MW_t. Investiční náklady na ESP a textilní filtry jsou pro kotle stejné kapacity přibližně stejné [229, Stubenvoll et al. 2007].

V tabulce 2.25 jsou uvedeny další údaje o nákladech na zařízení k odstranění prachu z menších spalovacích zařízení (2–20 MW).

Tabulka 2.25: Údaje o nákladech na zařízení na odstranění prachu z menších spalovacích zařízení

Náklady na odstranění prachu ⁽¹⁾	Jmenovitý tepelný příkon: 2 MW	Jmenovitý tepelný příkon: 5 MW	Jmenovitý tepelný příkon: 20 MW	Poznámky
Investiční náklady – ESP v EUR	11 000 – 140 000	155 000–190 000	410 000–510 000	Včetně montáže, izolace, topení, odtahu popela, elektronického zařízení
Investiční náklady – textilní filtry v EUR	110 000 – 135 000	180 000–230 000	590 000–710 000	Včetně montáže, izolace, topení, odtahu popela, elektronického zařízení
Roční provozní náklady – ESP v EUR	5 500	7 800	15 000	8 000 provozních hodin; včetně nákladů na elektrickou energii a tlakové ztráty
Roční provozní náklady – textilní filtry v EUR	7 200	16 000	62 000	8 000 provozních hodin; včetně nákladů na výměnu filtračních trubek, elektrickou energii, tlakové ztráty a stlačený vzduch

Zdroj: Fa. Scheuch (2006)

⁽¹⁾ V obou případech, ESP i FF, musí být z bezpečnostních důvodů nainstalován multicyklón (odstranění velkých částic prachu a jisker). Multicyklóny zvyšují investiční náklady na zařízení na odstraňování PM o 5–10 %.

Poznámka:

U nových zařízení, dokonce i u ESP s jedním polem, je možné udržovat průměrnou denní hodnotu cca 20 mg/Nm³.

U stávajících zařízení: pokud byl ESP navržen tak, aby se koncentrace PM držela pod hodnotou 50 mg/Nm³, může být modernizace obtížná a je možné, že bude nutné celý odlučovač nahradit.

Příklad vztahu mezi investičními náklady a účinností odstranění prachu pomocí ESP pro spalovací zařízení o jmenovitém tepelném příkonu 1,2 MW (zdroj: Scheuch, 2006) je:

- ESP < 50 mg/Nm³; 72 000–75 000 EUR
- ESP < 20 mg/Nm³; 82 000–85 000 EUR.

Důvody realizace

Směrnice IED (2010/75/EU týkající se průmyslových emisí) a směrnice LCP (2001/80/ES) a také vnitrostátní právní předpisy.

Příklady závodů

Mnoho závodů v Evropě.

Literatura

[229, Stubenvoll et al. 2007], [189, Norrström 2010], [Questionnaires 2007 and 2009].

2.9.7.2 Snižování emisí NO_x

V zásadě lze ke snížení emisí NO_x použít primární opatření (integrována do procesu) a sekundární opatření, které odstraňují NO_x po spalování. Sekundární opatření mají vliv na tepelné a palivové NO_x.

2.9.7.2.1 Primární opatření na snížení emisí NO_x

Popis a dosažené přínosy pro životní prostředí

Tvorba NO_x v peci závisí v podstatě na třech parametrech: teplotě, přívodu kyslíku a obsahu N v palivu. Mezi primární opatření ke snížení emisí NO_x patří opatření jako optimalizace spalování na hořáku, využívání paliv s nízkým obsahem N, nízký přebytek vzduchu, hořáky s nízkými emisemi NO_x (pro kapalná a plynná paliva), stupňovaný přívod vzduchu (při dmýchání vzduchu nad plamen) a recirkulace spalin. Tato kapitola popisuje pouze obecné principy tvorby NO_x a metody používané pro jejich snížení. Podrobný popis čtenář najde v dokumentu BREF LCP [271, COM 2006].

Hořáky s nízkými emisemi NO_x pro kapalná a plynná paliva jsou určeny k řízení paliva a míchání se vzduchem s cílem vytvořit větší a rozvětvenější plameny. Nejvyšší mimořádná teplota plamene je tak snížena a díky tomu vzniká méně tepelných emisí NO_x. Vylepšená struktura ohně také snižuje množství kyslíku, který je k dispozici v nejteplejší části plamene, a tím zvyšuje účinnost hořáku.

V konvenčních kotlech na olej nebo zemní plyn jsou obvykle navrhovány hořáky přivádějící směs paliva a vzduchu s cílem udržet podmínky hoření s nízkými emisemi NO_x. V běžných kotlech se také často spaluje uhlí nebo rašelina ve formě jemně namletého prášku přiváděného přes hořáky, jejichž konstrukce zajišťuje nízkou tvorbu NO_x při spalování. V hořácích s nízkými emisemi NO_x je primární vzduch pro hoření přiváděn přes hořák ve směsi paliva a vzduchu. Sekundární a terciární vzduch je přiváděn samostatně, aby se zajistila odpovídající rovnováha mezi primárním, sekundárním a terciárním vzduchem v oblasti plamene, a udržely se tak nízké emise NO_x ze spalování. I přesto se může určité množství vzduchu přivádět v případě potřeby nad oblast hlavního plamene, aby se dokončilo spalování paliv.

Účelem vícefázového přívodu vzduchu je spalování paliva bez přebytku vzduchu a vlastně i při snižování obsahu kyslíku, což znamená, že není dostatek kyslíku na podporu silné tvorby NO_x a že teplota plamene je nižší než v běžných hořácích, což dále snižuje tvorbu NO_x.

Hořáky s nízkými emisemi NO_x lze kombinovat s dalšími primárními opatřeními, jako je dmýchání vzduchu nad plamen nebo recirkulace spalin. Kombinace hořáků s nízkými emisemi NO_x a dalších primárních opatření může přinést snížení NO_x až o 70 %.

Odstupňování přívodu vzduchu znamená zavedení dmýchání vzduchu nad plamenem do kotle nebo pece. Stupňování vzduchu v hořáku (interní odstupňování vzduchu) je obvykle jedním z projektovaných znaků hořáků s nízkou tvorbou NO_x. Pec s dmýcháním vzduchu nad plamenem vyžaduje, aby byl spalovací vzduch rozdělen na primární a sekundární vzduch za účelem dosažení úplného spálení a vzniku N₂, nikoli NO_x. Primární vzduch (70–90 %) se smísí s palivem, kdy vzniká zóna s relativně nízkou teplotou, deficitním kyslíkem a bohatá na palivo a zároveň se tvoří střední množství palivových NO_x. Sekundární (10–30 %) spalovací vzduch je vstřikován nad spalovací zónu. Druhý stupeň s relativně nízkou teplotou omezuje tvorbu tepelných NO_x. Pro udržení účinného spalování má zásadní význam umístění vstřikovacích otvorů a míchání přehřátého vzduchu.

Recirkulace spalin zahrnuje recirkulaci plynu do pece nebo do hořáku. V rámci této technologie je část spalin (např. 20–30 %) recirkulována (při 350–400 °C) a smíchána se spalovacím vzduchem. Výsledné ředění v plameni snižuje teplotu a dostupnost kyslíku, a tím i tvorbu vysokoteplotních NO_x. Modernizace kotlů s recirkulací spalin zahrnuje instalaci systému na získávání odpadních plynů z kotelní jednotky, další potrubí, ventilátor a zařízení na záchyt popílku. Zařízení na záchyt popílku je nezbytné pro vyčištění odpadních plynů od prachu před recirkulací. Kvůli zvýšení výkonu může být ovlivněno rozložení tepla v peci. Nadměrná recirkulace odpadních plynů může také způsobit problémy s nestabilitou plamene a zvýšení teploty páry. Samotná recirkulace spalin dosahuje při snižování emisí NO_x jen malé účinnosti (méně než 20 %), ale lze ji kombinovat s dalšími opatřeními na omezování emisí.

Konkrétním druhem hořáku s nízkými emisemi NO_x je tzv. technologie DLN se suchými hořáky (dry low-NO_x), která se používá zejména u plynových turbín. Systém spalování DLN vytváří nízké emise během provozu v režimu suché, předem připravené směsi se zemním plynem, tzn. v jednotce plyného paliva se nepoužívá žádné vstřikování vody nebo páry. Suchý systém spalování s nízkými emisemi NO_x tyto emise snižuje prostřednictvím spalování předem připravené chudé směsi v multizónovém spalovacím prostoru a také pomocí ovládacího zařízení, které směřuje palivo do různých zón spalovacího prostoru v závislosti na režimu provozu. Hořáky s nízkými emisemi stejně jako jiné techniky kontroly emisí NO_x nejsou specifické jen pro průmysl celulózy a papíru, ale jsou použitelné pro kotle a plynové turbíny obecně.

Použití technologie s nízkými emisemi NO_x při spalování pevných paliv a zbytků z výroby buničiny a papíru (kůry, dřevního odpadu, kalů) ve fluidním kotli je popsáno v kap. 2.6.1.2.3. Uhlí a lignit jsou velmi vhodné ke spalování jako hlavní nebo podpůrné palivo v systémech s fluidním ložem, což při aplikaci stupňování vzduchu nebo recirkulace spalin podpoří nízkou tvorbu NO_x.

Mezisložkové vlivy

Mezisložkové vlivy primárních opatření jsou obecně malé. Optimalizované pece předcházejí přebytku kyslíku a vysokým teplotám, které podporují tvorbu NO_x. Přebytek nízký přebytek kyslíku však zvyšuje riziko nedokonalého spalování, a tím i vyšších emisí CO (oxid uhelnatý) a TOC. Snažíme-li se dosáhnout velmi nízkých hodnot emisí NO_x snížením toku vzduchu, je třeba nastavit správnou rovnováhu. V některých případech může zvýšit kontrolu spalování a následně i snížit emise CO recirkulace spalin. Vzhledem k nižší teplotě může být v některých závodech zaznamenán pokles energetické účinnosti.

V reaktorech s fluidním ložem může vstřikování sekundárního vzduchu vést ke snížení spotřeby energie, protože sekundární vzduch je aplikován při nižší tlaku než primární vzduch.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Emise NO_x z pomocného kotle na biomasu závisí na použitém palivu a podmínkách spalování. Obsah dusíku v biomase se u různých druhů dřeva liší a u konkrétních druhů biomasy obsah dusíku kolísá i v rámci různých částí rostliny. Vyšší emise způsobené použitím více znečišťujících surovin (s vyšším obsahem N) nebo procesů mohou být kompenzovány větším úsilím v prevenci a omezování znečištění (primární nebo sekundární opatření).

Měření emisí pomocí on-line měřičů NO_x a kyslíku pomůže zajistit zachování podmínek spalování, které jsou příznivé pro nízké emise NO_x, a tím i dosažení emisních cílů. Efektivní snížení emisí NO_x pomocí primárních opatření vyžaduje instalaci dobrého systému řízení rychlosti spalování ve fluidních kotlech.

Primární techniky vykazují účinnost odstranění NO_x v rozmezí od cca 20 % pro jednotlivá primární opatření (hořáky s nízkými emisemi NO_x, stupňování vzduchu, recirkulace spalin) až po 70 % při vzájemné kombinaci primárních opatření.

Emise z moderních fluidních kotlů spalujících kal z rozvláknování a odpadní kal spolu s podpůrnými palivy lze účinně řídit a optimalizovat. Dosažené hodnoty emisí jsou ovlivňovány různými palivy, doplňkovými technikami snižování emisí aplikovanými v kotlích a stanovenými emisními cíli. Dále jsou uvedeny příklady dosažených emisí pro různá paliva a kotle.

I. Ve fluidních kotlech, které spalují hlavně pevná paliva a kal, se při běžných provozních podmínkách hořáky s nízkými emisemi NO_x nepoužívají. Mohou být použity během spouštění a odstávek. Stupňování vzduchu a recirkulace spalin mohou snížit emise NO_x na hodnotu 200 mg/Nm³ (6 % O₂) nezávisle na použité palivové směsi.

Tabulka 2.26 ukazuje použité technologie omezování emisí a dosažené hodnoty emisí NO_x a CO pro některá spalovací zařízení provozovaná v evropských celulózkách a papírnách (Rakousko, Německo, Francie) a spalující různé palivové směsi. U některých uvedených zařízení jsou použita primární a sekundární opatření (viz kap. 2.9.7.2.2).

Tabulka 2.26: Údaje o emisích NO_x z fluidních kotlů v papírnách používajících primární nebo sekundární opatření na snížení emisí NO_x

Jmenovitý tepelný příkon (MW)	Rok uvedení do provozu	Paliva	Systém čištění spalin	NO _x (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	O ₂ (%)	Pozorování
48	1994	Kůra, kaly, papír, odpadní dřevo	Primární opatření	90–220 (DAV) 142–187 (MAV) 165 (YAV)	3–20 (DAV) 4–9 (MAV) 6,4 (YAV)	11	C _{org} < 2 mg/Nm ³
4,8	2003	Odpadní dřevo, výměty, kaly	Primární opatření, SNCR	161–171 (YAV)	2,3–2,8 (YAV)	11	C _{org} < 1 mg/Nm ³
40	Není uvedeno	Kůra	Přehřátý vzduch	80–150 (DAV) 116 (YAV)	70–170 (DAV) 95 (YAV)	11	C _{org} 4 mg/Nm ³
32	Není uvedeno	Kůra, biokal	Primární opatření	148 (YAV)	54 (YAV)	11	NA

Poznámka: Všechny údaje jsou založeny na kontinuálním měření.
 NA = údaje nejsou k dispozici; DAV = denní průměrná hodnota; MAV = měsíční průměrná hodnota; YAV = roční průměrná hodnota
Zdroj: dotazníky z let 2007 a 2009

II. V parních generátorech nebo kotlích na plyn dosahují nízkoemisní hořáky koncentrace NO_x 60 mg/Nm³ až téměř 100 mg/Nm³ (při 3 % O₂), jak je uvedeno pro několik příkladů v tab. 2.27. Emise CO jsou obvykle nižší než 20 mg/Nm³ (při 3 % O₂). Hodnoty emisí jsou uvedeny jako denní průměrné hodnoty a jsou měřeny v plynových kotlích s kapacitou 17 MW až > 50 MW. V některých kotlech se využívají systémy kontinuálního měření NO_x a CO.

Tabulka 2.27: Příklady údajů o emisích NO_x z plynových kotlů v rakouských papírnách používajících techniky snižování emisí NO_x

Jmenovitý tepelný příkon (MW)	Rok uvedení do provozu	Systém čištění spalin	NO _x (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	O ₂ (%)	Druh měření
17	NA	Hořák s nízkými emisemi NO _x	95 (YAV)	19 (YAV)	3	Diskontinuální
45	2002	Hořák s nízkými emisemi NO _x	56–72 (DAV) 61 (MAV) 60 (YAV)	3–5 (DAV) 4 (MAV) 4 (YAV)	3	Kontinuální
48	1977	Hořáky s nízkými emisemi NO _x (modernizované) recirkulace spalin	86–96 (DAV) 92 (MAV) 88 (YAV)	4–13 (DAV) 7 (MAV) 7 (YAV)	3	Kontinuální

Poznámka: NA = údaje nejsou k dispozici. Palivem ve všech kotlech je plyn. DAV = denní průměrná hodnota; MAV = měsíční průměrná hodnota; YAV = roční průměrná hodnota.
Zdroj: dotazníky z let 2007, 2009.

III. Techniky snižování emisí NO_x v plynových turbínách s kombinovaným cyklem (CCGT) dosahují koncentrace NO_x 40 mg/Nm³ (při 15 % O₂) u nových zařízení a 60–90 mg/Nm³ (při 15 % O₂).

Jak je uvedeno pro příklady zařízení v tabulce 2.28. emise CO jsou zpravidla nižší než 40 mg/Nm³ (při 15 % O₂). Hodnoty emisí jsou uvedeny jako denní průměrné hodnoty a byly naměřeny v novějších a starších závodech s různými kapacitami. Ve většině kotlů CCGT se využívají systémy kontinuálního měření NO_x a CO.

Tabulka 2.28: Údaje o emisích NO_x pro příklad zařízení CCGT v rakouských papírnách používajících techniky snižování emisí NO_x

Jmenovitý tepelný příkon (MW)	Rok uvedení do provozu	Systém čištění spalin	NO _x (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	Druh měření
23	1997	DLN	70–90 (DAV)	0–40 (YAV)	Kontinuální

Poznámka: Všechny údaje jsou založeny na kontinuálním měření a na obsahu O₂ 15 %; použitým palivem byl plyn. DAV = denní průměrná hodnota; MAV = měsíční průměrná hodnota; YAV = roční průměrná hodnota.
Zdroj: dotazníky z let 2006 a 2008.

IV. Pro parní generátory na topný olej nebyly během výměny informací o BAT poskytnuty žádné údaje o emisích NO_x dosažených při aplikaci primárních opatření.

Technická kritéria použitelnosti

Při modernizaci stávajících kotlů a budování nových byly s úspěchem použity hořáky s nízkými emisemi NO_x, stupňování vzduchu a recirkulace spalin (ve fluidních kotlech). Primární opatření se v tomto odvětví prokazatelně osvědčila.

Primární opatření, která jsou zde popsána, jsou v nových zařízeních běžnými technikami a využívají se již mnoho let. Modernizace stávajících zařízení pomocí primárních opatření je v zásadě možná. V některých kotlích však může být modernizace obtížná, a to z následujících důvodů:

- Reaktory s fluidním ložem: prostorová omezení a nutnost instalovat účinné řízení rychlosti spalování mohou vést v některých závodech k vyšším nákladům.
- CCGT: Instalace DLN nemusí být možná, pokud s tím nepočítal původní koncept stavby. Vstřikování páry nebo vody je však možné v každém případě.
- Kotle na olej a plyn: v každém závodě lze nainstalovat hořáky s nízkými emisemi NO_x; u velmi starých zařízení s prostorovým omezením mohou nastat potíže.

Ekonomika

Investiční náklady odhadované pro nízkoemisní hořáky jsou 1–2 miliony EUR za kotle v rozsahu výkonu 50–100 MW (soubor dat LF Engineering, 2009). Nepředpokládá se žádné významné zvýšení provozních nákladů.

Důvody realizace

Směrnice IED (směrnice 2010/75/EU o průmyslových emisích) a směrnice LCP (směrnice 2001/80/ES) a také vnitrostátní právní předpisy. Hlavním důvodem realizace jsou zákonné požadavky a cíle v kvalitě evropského ovzduší, jako jsou např. národní emisní stropy, které byly nastaveny pro znečišťující látky způsobující acidifikaci a eutrofizaci s cílem zajistit větší ochranu životního prostředí a lidského zdraví před jejich nepříznivými účinky (směrnice 2001/81/ES Evropského parlamentu a Rady o národních emisních stropích pro některé látky znečišťující ovzduší).

Příklady závodů

Četné závody v Evropě i mimo Evropu.

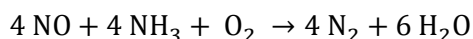
Literatura

[1, Finnish BAT Report 1997], [229, Stubenvoll et al. 2007], [Dotazníky 2007 a 2009].

2.9.7.2.2 Selektivní nekatalytická redukce (SNCR)

Popis a dosažené přínosy pro životní prostředí

V systémech SNCR se při vhodném rozpětí teplot do pece vstřikuje čpavek nebo močovina. Emise NO_x mohou být díky reakci mezi NO a redukčním činidlem za vzniku dusíku a vody sníženy o 30 % až 70 %. Mezi nejčastější činidla používaná v procesech SNCR patří bezvodý amoniak, vodný amoniak a oxid uhličitý. V procesu SNCR je aktivním redukčním činidlem molekula amoniaku. Používáme-li v procesu snižování NO_x roztok močoviny, močovina se nejprve, ještě před zahájením procesu snižování NO_x, převede na amoniak. Dominantní reakcí v procesech SNCR v rámci spalovacích procesů, kde je NO hlavní složkou NO_x, je:



V efektivnějším procesu SCR je třeba cca 1 mol amoniaku na jeden mol snížení emisí NO_x nebo cca 0,5 molu močoviny na jeden mol snížení NO_x. Pokud jde o využití reakčních činidel, není proces SNCR tak účinný jako proces SCR. V tomto procesu musejí být činidla dávkována ve vyšším než stechiometrickém poměru. V případě SNCR to může být v rozmezí 1,5–2 moly (nebo v některých případech i více). Přibližná spotřeba reakčních činidel pro procesy SCR a SNCR je:

SCR: snížení o 1 kg NO_x vyžaduje 0,37 kg NH₃ nebo 0,653 kg močoviny.

SNCR: snížení o 1 kg NO_x vyžaduje 1,2–1,9 kg NH₃ nebo 2,2–3,3 kg močoviny.

Teplotní rozmezí pro účinný provoz SNCR je obvykle mezi 800 a 1 050 °C. Když se reakční teplota zvýší nad 1 000 °C, rychlost odstraňování NO_x se kvůli tepelnému rozkladu amoniaku sníží. Při teplotě pod 800 °C klesá rychlost snižování NO_x a může se zvýšit únik amoniaku. Čím déle je činidlo v optimálním rozpětí teploty, tím větší je snížení emisí NO_x. Optimálního snížení NO_x se dosahuje s retenční dobou přesahující jednu sekundu.

K úniku amoniaku ze systémů SNCR dochází buď během vstřikování při teplotách, které jsou pro efektivní reakci s NO_x příliš nízké, nebo při nadměrném vstřikování činidla. Regulace úniku amoniaku ze systémů SNCR je obtížná, protože neexistuje žádná možnost účinné zpětné vazby, která by umožnila regulovat vstřikování činidla. Dalším problémem je, že činidlo by mělo být umístěno tam, kde je to nejefektivnější, neboť tvorba NO_x v závislosti na průřezu kotle kolísá.

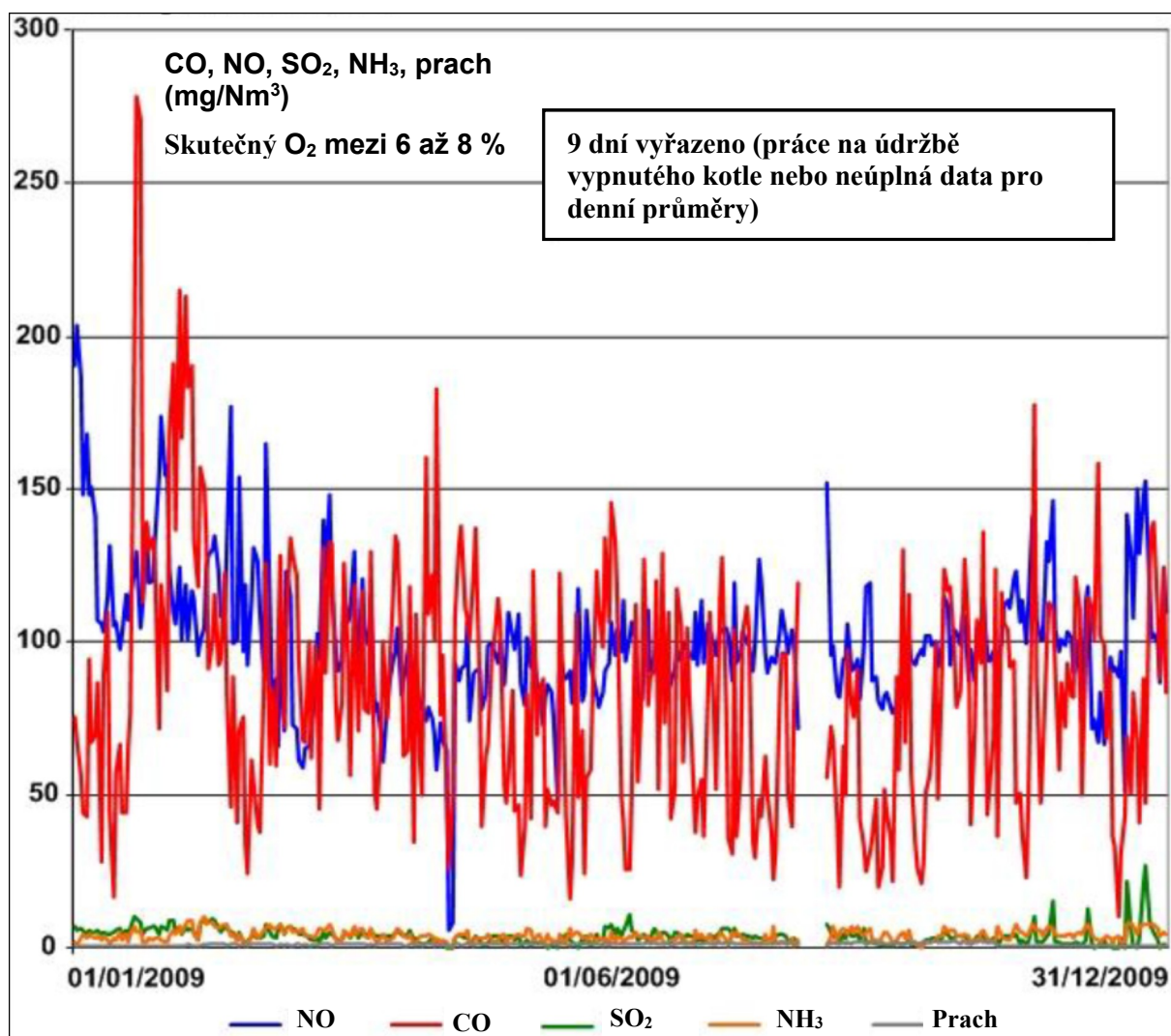
Dávkování reakčního činidla je nutné kontrolovat zejména ve větších kotlech vzhledem k velké vzdálenosti potřebné k pokrytí celého průřezu kotle. Pro vstřikování se běžně používá více bodů, aby se mohly sledovat změny teploty způsobené změnami zatížení kotle. V dobře řízených systémech SNCR jsou emise NH_3 v rozsahu $1\text{--}10 \text{ mg/Nm}^3$ (viz odst. „Vliv na životní prostředí a provozní údaje“ a BREF LCP).

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

U systémů SNCR je hlášeno snížení o 30 % až 70 % (soubor dat AF Engineering, 2009). Výsledek aplikace SNCR je velmi citlivý na změny provozních podmínek kotle a dávkování močoviny/amoniaku musí být trvale regulováno. Mělo by se provádět kontinuální měření NO_x a zkušenosti ukazují spolehlivé výsledky.

Nejvyšší možné snížení emisí NO_x z kotle na kůru je cca o 30–50 % a je dosaženo změnou techniky spalování nebo použitím procesu SNCR. Emise NO_x by pak byly 40–60 mg/MJ, což odpovídá cca $100\text{--}200 \text{ mg/Nm}^3$. Údaje o emisích dosažených v případě aplikace SNCR ve fluidních kotlech jsou uvedeny také v tab. 2.26.

Obrázek 2.25 ukazuje naměřené denní průměrné údaje o emisích (2009) z fluidního kotle s probubláváním v celulózce KRAFT SE 1. Kotel na biomasu má jmenovitý tepelný příkon 132 MW_t . Použitými palivy (vyjádřeno jako vstup energie) jsou: 0,16 % lehký topný olej; 2,07 % rašelina; 1,92 % odpad z interního zpracování sběrového papíru; 91,56 % kůra, dřevní zbytky a piliny a 4,29 % odpadní dřevo. Kotel je vybaven dmýcháním vzduchu nad plamenem, SNCR ke snížení emisí NO_x a textilním filtrem se vstřikováním vápna jako předochranné vrstvy kvůli odstranění prachu. Močovina se vstřikuje do kotle v různých místech a množstvích, v závislosti na jeho zatížení. Vápno se používá jako předochranná vrstva pouze při zavádění nových filtrů. Alkalické částice z kůry, která se používá jako palivo, mají stejný účinek jako vstřikování vápna. NO se měří on-line (kromě toho se jednou ročně měří NO_2 ; v roce 2009 činil podíl NO_2 v celkovém množství NO_x ($\text{NO} + \text{NO}_2$) 7,4 %, tj. 100 mg NO/Nm^3 rovná se $108 \text{ mg NO}_x/\text{Nm}^3$). HCl činila $< 1 \text{ mg HCl/Nm}^3$ za celý rok. Emise TOC kolísaly v rozmezí $< 1 \text{ mg/Nm}^3 - 5 \text{ mg/Nm}^3$ za rok.



Statistika	NO (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	SO ₂ (mg/Nm ³)	NH ₃ (mg/Nm ³)	Prach (mg/Nm ³)
Roční průměr	101,0	83,3	3,9	4,0	1,1
1. decil	78,2	36,1	1,1	1,7	0,6
Denní maximum	203,7	278,2	26,6	10,0	2,6
Směrodatná odchylna	23,1	40,8	2,9	1,9	0,4
95. percentil	147,5	139,1	8,0	7,6	1,9

Zdroj: [166, KRAFT SE 1 mill 2010]

Obrázek 2.25: Údaje o denních průměrných emisích pro fluidní kotel s probubláváním vybavený SNCR v celulóze KRAFT SE 1

SNCR u kotlů na kůru je někdy obtížné regulovat, protože v nich může docházet k relativně rychlým změnám zatížení. To má za následek kolísání redukce NO_x dosažené pomocí těchto technik. Proto je někdy obtížné dosáhnout stabilního snížení emisí NO_x pomocí SNCR v kotlích s rychle se měnícími provozními podmínkami.

Mezisložkové vlivy

Vstřikovaná močovina nebo amoniak nereagují úplně, ale malý podíl činidla unikne do odpadního plynu. Účinek spočívající ve snížení NO by měl být vyvažován oproti zvýšení emisí NH₃ a unik amoniaku by měl být udržován na co nejnižší úrovni (viz dále „Vliv na životní prostředí a provozní údaje“). V závislosti na stechiometrii se přidává močovina a může být zjištěno mírné zvýšení úniku amoniaku, ale měření prokazují, že riziko je marginální.

Potenciálním nebezpečím je nezreagovaný amoniak ve spojení s SO_3 za vzniku hydrogensíranu amonného. Hydrogensíran amonný se bude srážet při provozních teplotách ohříváče vzduchu a může nakonec vést k jeho zanášení a ucpání. Pokud není proces SNCR správně regulován, existuje určité riziko, že může vznikat oxid dusný (N_2O), který přispívá ke skleníkovému efektu. Pravděpodobnější je však výskyt emisí N_2O v kotlích na uhlí než v kotlích spalujících biomasu (viz BREF LCP).

Emise CO_2 spojené s používáním močoviny a amoniaku ke snížení emisí NO_x jsou relativně malé a zanedbatelné ve srovnání s celkovými emisemi CO_2 při výrobě papíru a celulózy. Snížení emisí NO_x je však požadováno z důvodů ochrany zdraví a životního prostředí před nepříznivými účinky (např. eutrofizace, acidifikace a tvorba ozonu).

Technická kritéria použitelnosti

Systémy SNCR se hojně používají v různých závodech a odvětvích a jsou nákladově efektivním opatřením ke snížení emisí NO_x na nízkou úroveň. Instalace v případě nových zařízení je běžnou praxí a také mnoho stávajících reaktorů s fluidním ložem bylo technologií SNCR dovybaveno. U některých stávajících kotlů může být obtížné dosáhnout optimálních reakčních podmínek, což omezuje potenciální snížení emisí NO_x na cca 40 %.

Ekonomika

Investiční náklady na instalaci techniky SNCR v kotlích v závislosti na jmenovitém tepelném příkonu byly oznámeny následovně: 40 MW_t: 0,7 milionu EUR; 60 MW_t: 0,8 milionu EUR; 100 MW_t: 1 milion EUR [229, Stubenvoll et al. 2007]. Investice zahrnují vstřikovací zařízení, potrubí, čerpadla, nádrže a přestavbu či úpravu kotle. Provozní náklady zahrnují především nákup močoviny. Na 1 kg odstraněného NO_x je třeba 1–2 kg močoviny.

Jiný odhad (data souboru LH Engineering, 2009) předpokládá investice do SNCR pro kotle o výkonu 50–100 MW cca 0,2 – 0,3 milionů EUR. Dále je třeba zvážit provozní náklady, zejména na amoniak.

Důvody realizace

Směrnice IED (směrnice 2010/75/EU o průmyslových emisích) a směrnice LCP (směrnice 2001/80/ES) a také vnitrostátní právní předpisy. NO_x má acidifikační potenciál a může zvýšit eutrofizaci. V některých citlivých jezerních oblastech v Evropě je proto další snižování emisí NO_x pomocí sekundárních opatření, jako je SNCR, považováno za nezbytné. Dalším důvodem může být splnění cílů kvality ovzduší a také to, zda je či není národní kritická zátěž NO_x podle směrnice NEC (směrnice 2001/81/ES) překročena, a nejsou proto nutná další opatření na odstraňování NO_x . Poplatek za emise NO_x ve Švédsku také může motivovat k jejich dalšímu snižování.

Příklady závodů

Řada zařízení používá techniku SNCR u kotlů na kůru, spalovacích zařízení na kal z odbarvování a různých druhů fluidních kotlů ve Švédsku, Rakousku a Německu. Ve Švédsku je aplikace SNCR v kotlech na kůru zavedenou technikou.

Literatura

[166, KRAFT SE 1 mill 2010], [189, Norrström 2010], [229, Stubenvoll et al. 2007], [SEPA– Report 4008], [SEPA–Report 4713–2, 1997].

2.9.7.3 Snižování emisí SO_2 a dalších plynných znečišťujících látek

Popis a dosažené přínosy pro životní prostředí

Emise SO_2 a dalších plynných znečišťujících látek závisejí na používaných palivech, konstrukci a provozu pece a na použité technologii omezování emisí. Potřeba techniky snižování emisí, a poté případně i její konkrétní druh, jsou obvykle stanoveny podle potenciálu paliva k uvolňování znečišťujících látek a podle druhu spalovacího procesu. Například emise plynné síry jsou nízké, pokud se spaluje pouze kůra. V tomto případě nebudou přijata žádná opatření na snížení SO_2 .

Pokud se spalují směsi paliv včetně fosilních s variabilním potenciálem ke znečištění, jsou k dispozici následující opatření k prevenci nebo snižování emisí SO₂:

- použití paliva s nízkým obsahem síry
- použití metod řízení jako například:
 - vstřikování vápna nebo vápence do kotle (u fluidních kotlů) kvůli odsíření;
 - skrápěné elektrostatické filtry;
 - mokré pračky (v odvětví málo používané);
 - ostatní procesy vstřikování sorbentu (např. aktivního uhlí).

Nejběžnějším a často nejekonomičtějším způsobem, jak regulovat SO₂ v sektoru výroby buničiny a papíru je použití paliva s nízkým obsahem síry. Nízkosírná paliva obsahují cca 0,02–0,05 % hm. síry (např. dřevní biomasa, nízkosírný olej). Nízkosírný topný olej s 0,05 % hm. síry je k dispozici v mnoha oblastech od několika dodavatelů. Nízkosírný olej má také nízký obsah dusíku (cca 0,05 % hm.) a popela (cca 0,005 %), a proto znamená i nízké emise NO_x a částic [189, Norrström 2010].

V případě fluidních kotlů již popel z kotle obsahuje určité množství vápníku, který váže síru obsaženou v palivu. Dalšího snížení SO₂ se dosáhne vstřikováním vápna do kotle v poměru vápníku k síře v rozsahu 1–3. Vysoký přebytek vápníku zajistí odstranění síry do kotelního popela ve výši 80–95 %, vyššího odstranění pak dosáhne systém cirkulačního fluidního lože (CFB). K optimálnímu zachytu síry dochází při teplotě spalování cca 850 °C. Nevýhodou vstřikování vápna je zvýšené množství popela. V případě roštových kotlů žádná účinná metoda ke snížení emisí SO₂ neexistuje.

Lze také použít externí metody odstraňování síry a SO₂. Jsou k dispozici buď mokré, nebo částečně mokré metody, obě k navázání síry používají alkalickou promývací kapalinu. Také jsou k dispozici suché metody. Suché metody jsou méně účinné než zvýšená regulace fluidního spalování, vstřikování vápna do kotle nebo externí mokré metody. Mokré pračky se však používají jen ve velmi malém počtu případů.

Suché a polosuché procesy se používají hlavně k oddělení menšího zatížení škodlivinami. Většinou slouží jako zařízení na čištění odpadního plynu pro různé znečišťující látky, např. SO₂, HCl, HF, TOC, těžké kovy, PCDD/PCDF (posledně dvě uvedené skupiny znečišťujících látek se běžně v odvětví výroby buničiny a papíru ve značné koncentraci nevyskytují). Tato zařízení tvoří převážně suchý reaktor nebo skrápěný absorbér, po němž následuje účinné zařízení na separaci částic, např. ESP nebo textilní filtr, a příslušenství pro manipulaci s adsorbenty a oddělení prachu.

Obvykle používaným adsorbentem je vápno nebo oxid vápenatý. Vápenná suspenze se v reaktorové nádobě vstřikuje do spalin a voda se odpaří díky teplu obsaženému ve spalinách. Retenční doba (cca 10 sekund) v reaktoru stačí k tomu, aby SO₂, SO₃ a HCl nebo jiné kyselé plyny reagovaly s hašeným vápnem za vzniku suché směsi síranu a siřičitanu vápenatého. Čištění odpadních vod u skrápěných elektrostatických filtrů není nutné, protože voda se v absorbéru zcela odpaří. Vedlejší produkt také obsahuje nezreagované vápno, které lze recyklovat a smíchat s čerstvou vápennou suspenzí z důvodu lepšího využití sorbentu.

Skrápěné elektrostatické filtry v komerčním využití dosahují účinnosti odstranění až 90 %, kdy někteří dodavatelé deklarují, že účinnost odstranění SO₂ > 95 % je dosažitelná. Kromě snížení obsahu SO₂ ve spalinách odstraňuje systém filtrů také další kyselé složky jako HCl a HF.

Do systému lze přidat aktivní uhlí, které odstraní rtuť a organické sloučeniny, jako jsou dioxiny a furany. Aktivní uhlí může být nutné u kotlů, kde se provádí spoluspalování.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

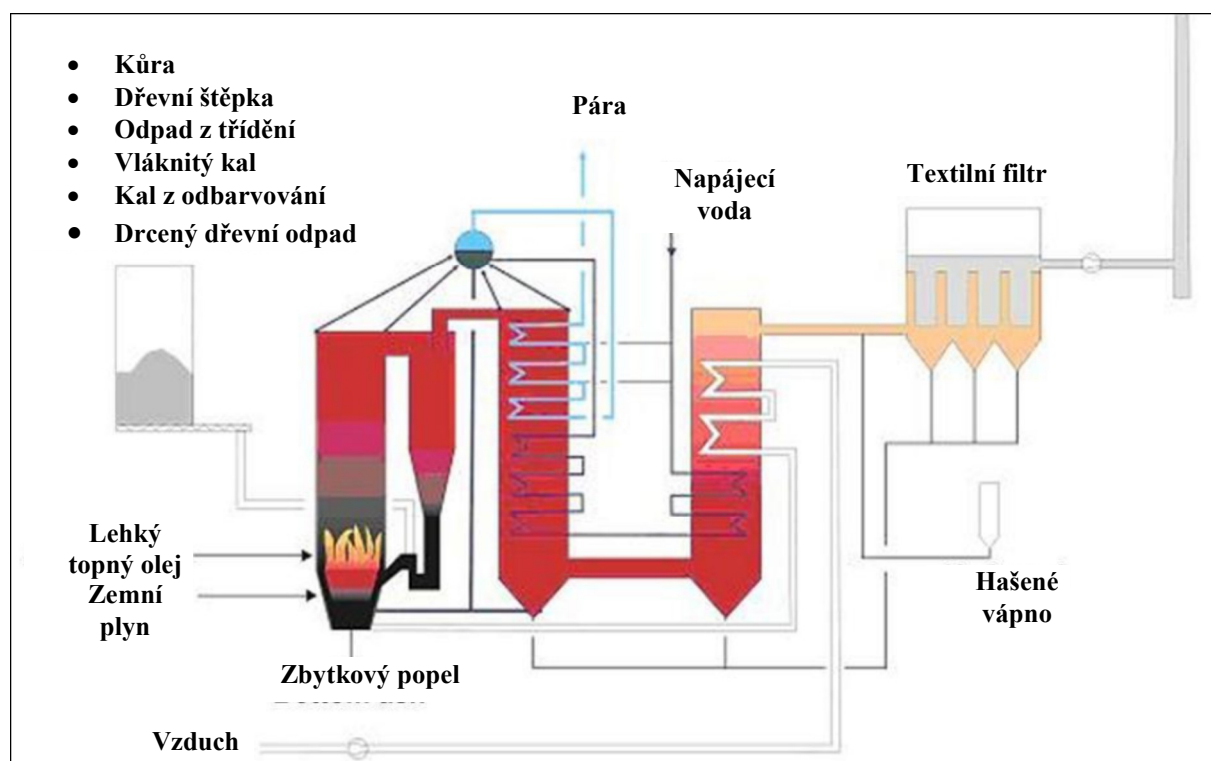
Účinnost odstranění při použití nízkosírného paliva závisí na dřívě používaném palivu. Sekundární opatření vykazují účinnost redukce v rozmezí od 50 % do více než 90 % v závislosti na použité metodě a provozních podmínkách (soubor dat LF Engineering, 2009). Primární i sekundární opatření se v průmyslu výroby buničiny a papíru prokazatelně osvědčily. V tab. 2.29 jsou uvedeny emise SO₂ dosažené u různých paliv a také techniky jejich snižování. Kotle na kůru dosahují hodnot emisí < 20 mg SO₂/Nm³ (při 6 % O₂), v zařízeních, kde jsou hodnoty emisí SO₂ regulovány pomocí suché adsorpce a účinných odlučovačů.

Tabulka 2.29: Údaje o emisích SO₂ pro příklad fluidních kotlů z papíren využívajících různá paliva nebo jejich směsi (AT, DE, FR, FI)

Jmenovitý tepelný příkon (MW)	Rok uvedení do provozu	Palivo	Systém čištění spalin	SO ₂ (mg/Nm ³)	O ₂ (%)	Druh měření
48	1994	Kůra, kal, papír, odpadní dřevo	Suchá adsorpce + textilní filtr	0–10 (DAV) 1–2 (MAV) 1,8 (YAV)	11	Kontinuální
4,8	2003	Odpadní dřevo, výměty, kaly	Suchá adsorpce + textilní filtr	2,5–3,9 (YAV)	11	Kontinuální
15	1984	Kůra, kaly, uhlí, bioplyn	ESP + textilní filtr	2–6	11	Periodické (diskontinuální)
25	1982	Kůra, kal, bioplyn	ESP	1,7–13 (YAV)	11	Periodické (diskontinuální)
40	Není uvedeno	Kůra	Textilní filtr	1,8 (YAV)	11	Periodické (diskontinuální)
24	Není uvedeno	Kůra	NA	5 (YAV)	6	Kontinuální

Poznámka: NA = údaje nejsou k dispozici; DAV = denní průměrná hodnota; MAV = měsíční průměrná hodnota; YAV = roční průměrná hodnota.
Zdroj: Dotazníky 2006 a 2008.

Obrázek 2.26 ukazuje příklad externího cirkulačního fluidního kotle, který při spalování používá směs paliva; zbytky z procesů mechanické výroby buničiny a papíru (kůra, zbytky vláken) a z papírny na bázi RCF (kal z odbarvování) a externí drcený dřevní odpad.



Zdroj: [229, Stubenvoll et al. 2007]

Obrázek 2.26: Blokové schéma cirkulačního fluidního kotle UPM–Kymmene Rakousko

Pro snížení emisí NO_x se používá recirkulace spalin a stupňování vzduchu. Pro odstranění SO_2 a dalších kyselých složek jako HCl se do spalin vstříkují vápenná suspenze a voda se odpaří teplem ve spalinách. Po skrápěném elektrostatickém filtru následuje textilní filtr, který odstraňuje prach. Je-li to nezbytné, lze do pece dávkovat také vápennou suspenzi. Tabulka 2.30 uvádí souhrn hodnot emisí dosažených při aplikaci opatření na snižování emisí.

Tabulka 2.30: Údaje o emisích ze závodu UPM-Kymmene Rakousko

Znečišťující látka	Koncentrace emisí [mg/Nm ³ , 11 % O ₂ ,] půlhodinové hodnoty	Použitá opatření na snížení emisí
NO_x	165 (roční průměr)	Recirkulace spalin a stupňování vzduchu
SO_2	0–5	Skrápěný elektrostatický filtr s vápennou suspenzí
HCl	0–2	Skrápěný elektrostatický filtr s vápennou suspenzí
C_{org}	0–2	Cirkulační fluidní lože s řádnou regulací přísunu kyslíku, teploty pece, míchání paliva a spalovacího vzduchu a retenční doby
CO	3–10	Cirkulační fluidní lože s řádnou regulací přísunu kyslíku, teploty pece, míchání paliva a spalovacího vzduchu a retenční doby
Prach	0–5	Textilní filtr

Zdroj: [229, Stubenvoll et al. 2007]

Ostatní kotle používající jiná paliva budou potřebovat pouze účinné zařízení na snižování množství pevných částic, např. ESP nebo textilní filtr, pokud emise SO_2 a dalších kyselých složek nepřekročí přípustné hodnoty. To platí v případě, že hlavními palivy jsou zbytky kůry a dřevních vláken, jako podpurné palivo se používají přírodní nebo nízkosírná fosilní paliva a přidává se určité množství kalů z biologického čištění odpadních vod.

Mezisložkové vlivy

Kromě snížení obsahu SO₂ ve spalínách promývací systémy odstraňují i jiné kyselé složky jako HCl a HF. Sekundárními opatřeními vzniká určité množství pevného odpadu (popel), který je potřeba řešit.

Technická kritéria použitelnosti

Všechny techniky byly aplikovány na kotle v odvětví výroby buničiny a papíru s dobrými výsledky. Kromě biomasy, která má nízký obsah síry, jsou k dispozici i nízkosírná paliva, přestože se jedná o další náklady.

Ekonomika

Dodatečné náklady na nákup nízkosírného oleje ve srovnání s olejem s vyšším obsahem síry se liší, ale lze je odhadnout v průměru na 20 %. Odhad investice nezbytné pro systém mokrého promývání je 3-5 milionů EUR na kotle v rozsahu výkonu 50–100 MW. Dodatečné náklady na zařízení určené k přidávání uhličitanu vápenatého nebo vsířkování sorbentu jsou pro nové kotle v řádu 0,5 milionu EUR [189, Norrström 2010].

Důvody realizace

Primární i sekundární techniky snižují emise SO₂, a tím i kyselinotvorný potenciál kotlů. Dalším důvodem jsou také vnitrostátní a evropské předpisy.

Příklady závodů

Mnoho zařízení v Evropě i ve světě.

Literatura

[189, Norrström 2010], [229, Stubenvoll et al. 2007].

2.9.8 Prevence, minimalizace, recyklace a zpracování zbytků z procesů – minimalizace pevných odpadů určených na skládky

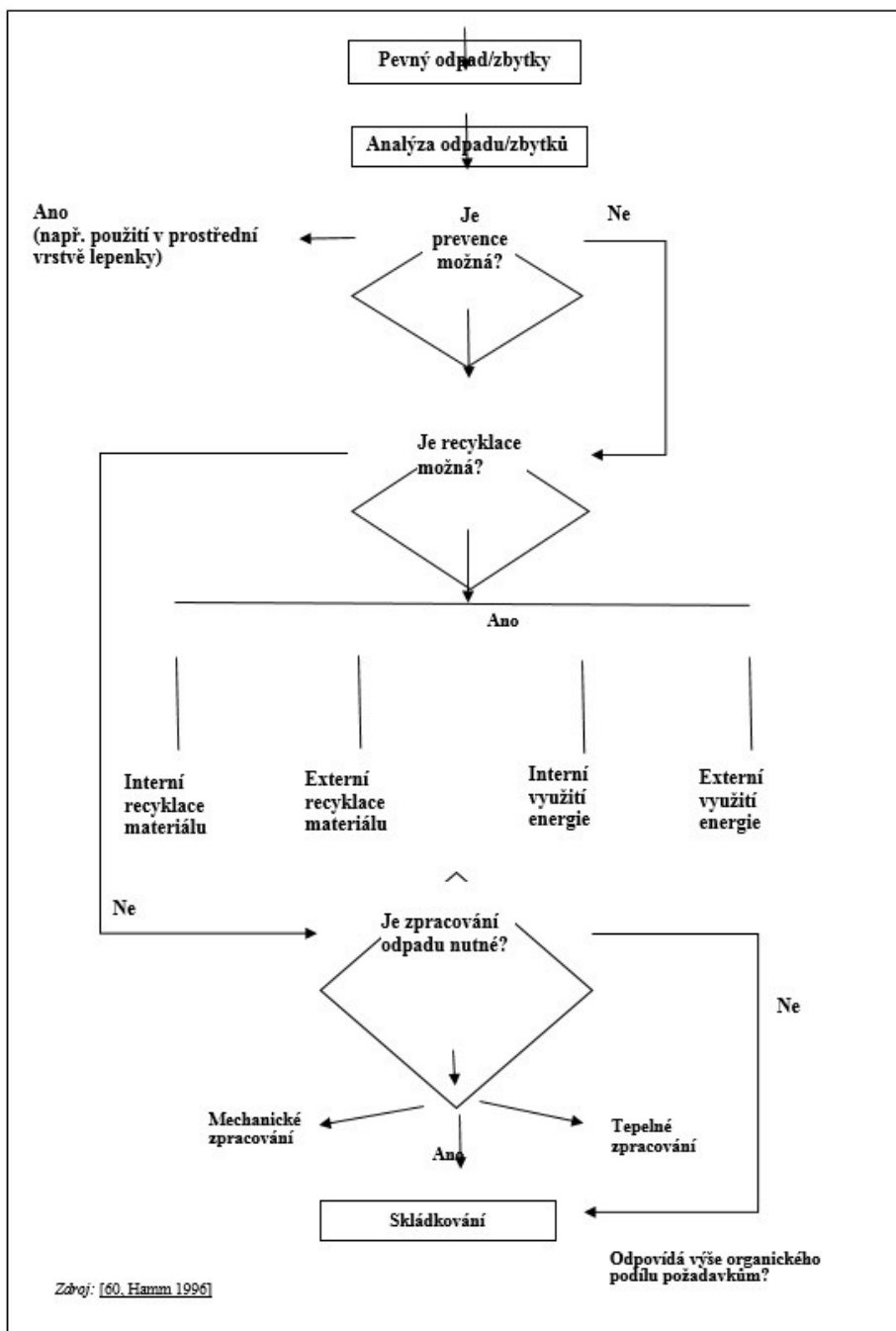
Popis

Většina zbytků spojených s procesem (viz také kap. 2.8) se může do značné míry opakovaně používat, recyklovat nebo regenerovat. Jako vodítko při plánování toho, aby zbytků určených k odstranění bylo minimum, může sloužit třídění odpadů podle směrnice o odpadech [205, WFD 98/EC 2008].

Některé odpady či zbytky z výrobního procesu mohou být považovány za odpad, který podle čl. 3 bodu 1 rámcové směrnice o odpadech (WFD) není odpadem, ale vedlejším produktem, pokud jsou splněny podmínky uvedené v čl. 5 směrnice o vodě [205, WFD 98/EC 2008].

Za účelem prevence nebo minimalizace vzniku odpadu by všechny procesy měly být přezkoumány a měly by být zjištěny oblasti, kde je potenciál pro zlepšení. Evidence odpadů umožňují zjištění a klasifikaci druhu, vlastností a množství jednotlivých složek odpadu a ukazují, kde odpad vzniká. Po shromáždění jednotlivých složek odpadu či zbytků v místě původu jsou tyto složky odpadu nebo zbytky uchovávány odděleně, nebo jsou sloučeny v závislosti na preferovaných variantách opětovného použití nebo recyklace a případně dalšího zpracování a likvidace.

Hodnocení odpadů a plány odpadového hospodářství jsou užitečnými nástroji při hledání proveditelných možností prevence, přípravy k opětovnému použití, využití, recyklace a bezpečné odstranění odpadů a zbytků. Tyto systémy nakládání s odpady mohou také přispět k vysoké míře využití zdrojů a vyšší provozní efektivitě. Rozhodovací diagram pro nakládání s odpady z papíren na obr. 2.27 popisuje obecný přístup, který se řídí tříděním odpadů a pomáhá hledat možnosti energetického využití nebo recyklace materiálů.



Obrázek 2.27: Možný rozhodovací diagram pro nakládání s odpady z papíren

Zbytky z papíren se většinou vyznačují poměrně vysokým množstvím organických látek. Mezi obecné možnosti řízení zaměřeného na minimalizaci odpadů a postupné snižování skládkování patří energetické využití ve spalovacím zařízení v místě nebo v elektrárně na biomasu, energetické a materiálové využití v jiných odvětvích, např. výrobě cementu, cihel, stavebnictví a v některých případech i zemědělské využití za předpokladu, že složení odpadu nebo materiálu splňuje kritéria pro takové použití.

a) Prevence

Prevence vzniku odpadů se vztahuje především na výrobní proces, kdy tam, kde je to možné, by se měly používat vhodné techniky. Mezi takové příklady patří minimalizace množství vadných vláknitých výmětů, které se musejí odstraňovat z procesu (viz kap. 5.3.3), vhodná manipulace a regenerace (viz kap. 7.3.5), která předchází nutnosti vyházovat nátěrové chemikálie, anebo použití kvalitních přídavných (pomocných) chemikálií za účelem snížení množství materiálu, který se musí odvádět ze sulfátového nebo siřičitanového regeneračního systému.

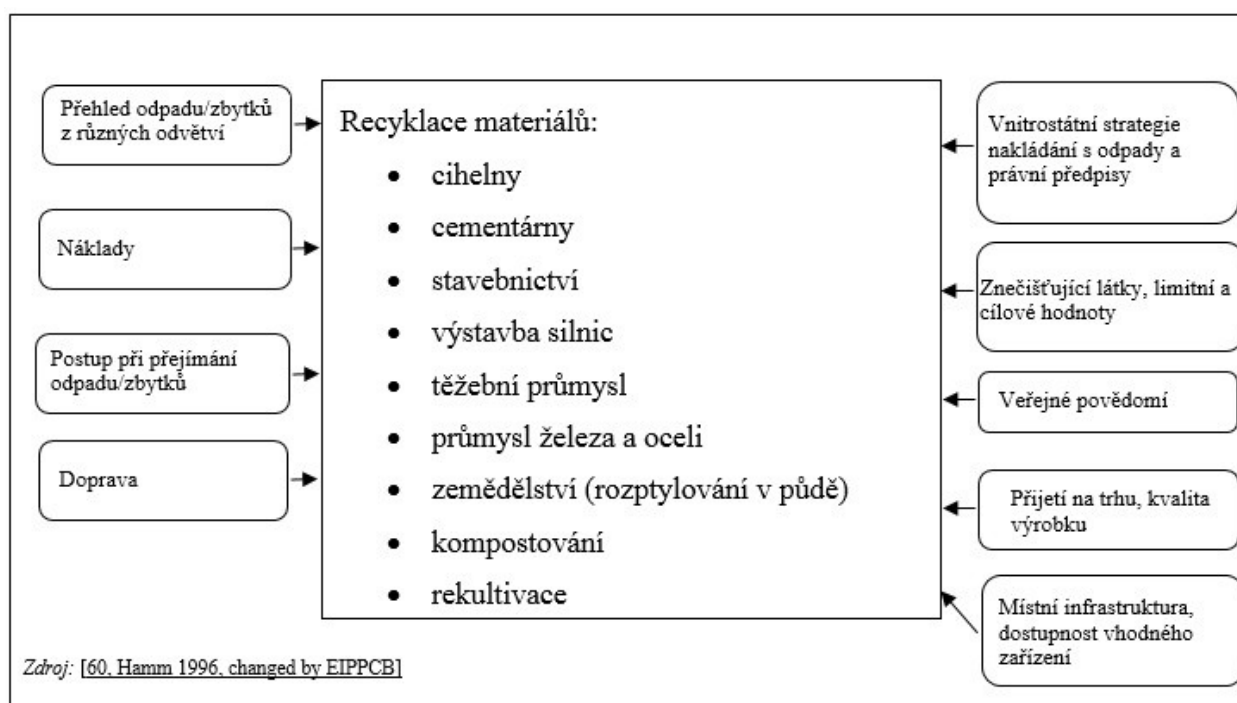
V mnoha případech není možné zbytkům zabránit – např. kůra a dřevní zbytky ze zpracování dřeva, provázky z balíků buničiny nebo sběrového papíru, biokal nebo chemické kaly z čištění odpadních vod. Množství primárního kalu, který se často skládá hlavně z vláken a jejich fragmentů, lze však minimalizovat tak, že se v co největší možné míře zabrání úniku vláken a vláknitých výplivů na vstupu do odpadních vod (viz kap. 7.3.4).

Na zařízení v průmyslu výroby buničiny a papíru se nejčastěji aplikuje přímé opakované použití. Zařízení, které je v dobrém stavu, lze znovu použít po renovaci nebo opravě a někdy se dokonce celé papírenské stroje, kotle, atd. demontují, renovují a převážejí k použití na nových lokalitách.

Ořezy papíru, odřezky, podřadná celulóza a další zbytky z výroby papíru jsou recyklovány, a vznikají nové produkty nejčastěji v závodě, z něhož zbytky pocházejí, nebo v jiné papírně, která používá recyklovaná vlákna.

b) Recyklace materiálů

Přehled hlavních možností zpracování při recyklaci materiálů a faktory, které ovlivňují volbu metody zpracování, jsou znázorněny na obr. 2.28. Co se týká dopravy, nákladů a vlivu na životní prostředí, tak jsou nižší v případech bližší vzdálenosti.



Obrázek 2.28: Možnosti recyklace zbytků z papíren a faktory, jimiž se řídí volba metod zpracování

Možnosti recyklace závisejí na příslušném papírenském procesu, použitých surovinách a v důsledku toho i na druhu a fyzikálně-chemických vlastnostech vzniklých zbytků. V některých zemích se provádí kompostování papírenských kalů nebo aplikace na zemědělskou půdu, pokud jsou složky odpadu pro tuto možnost vhodné, např. kompostování má smysl pouze v případě, kdy je kal biologicky rozložitelný (vysoké množství organických látek ve vláknech ve srovnání s anorganickými pigmenty), a aplikace do půdy závisí na množství živin v kalu a jeho schopnosti regulovat pH (pigmenty/plnidla).

Pro použití v zemědělství má zásadní význam kontrola možných znečišťujících látek. Kal z papíren obvykle neobsahuje více škodlivin než kal z komunálních ČOV a omezená použití může mít pozitivní vliv na půdu (CaCO_3 je neutralizační činidlo pro kyselé půdy, vlákna a jemné částice zadržují vlhkost v suché půdě, obsah dusíku je nízký). Potenciální přínosy se liší podle druhu půdy. Období pro zapravení do půdy jsou omezena na určité měsíce v roce. Je proto nezbytné zajistit pro tento kal dostatečné skladovací kapacity.

Proveditelnost zapracování do půdy je silně závislá na tom, jak je v členských státech akceptováno použití kalů na zemědělské půdy. V některých členských státech se tato praxe povoluje za předpokladu splnění zvláštních právních požadavků na použití kalů v zemědělství, zejména s ohledem na ochranu půdy; v jiných členských státech je použití papírenských kalů zakázána. Hlavní obavy jsou spojené s možnou kontaminací půdy nízkými koncentracemi těžkých kovů a organickými mikropolutanty a také s možným místním negativním postojem vzhledem k zápachu nebo problémy s charakterem zemědělských produktů pocházejících z inkriminované půdy.

U kompostování jsou pro získání prodejného výrobku nejdůležitější požadavky na kvalitu kompostu. Komposty vyrobené z organických odpadů smíchaných s různým množstvím sběrového papíru a zbytků z papírenského průmyslu tyto požadavky, jako např. stupeň zralosti nebo vhodnost pro růst rostlin, splňují. Navíc parametry, jako obsah soli a organických látek a emise výluhů z konkrétního procesu, jsou pozitivně ovlivněny. Koncentrace škodlivých látek, zejména těch, které obsahují těžké kovy, se musí považovat za omezující faktor.

Další možností recyklace papírenských kalů je využití v odvětví výroby cementu a cihel (ke zlepšení pórovitosti) nebo jako další stavební materiál. V cementářském průmyslu lze z papírenských zbytků získat jak materiál, tak i energii. Pro použití v cementářském průmyslu je zejména vhodný kal z primárních usazovacích nádrží (nebo ve směsi s přebytkem kalu z biologického čištění), který obsahuje vlákna, jemné částice a anorganické sloučeniny (např. plnidla, nátěrové pigmenty). Tento kal (s obsahem vlhkosti cca 50 %) se suší odpadním teplem z přípravné sušičky cementové pece tak, aby ke snížení vlhkosti kalu až na 10–15 % nebyla potřeba žádná další tepelná energie. Při spalování vysušeného kalu v cementové rotační peci se tak využije výhřevnost organických látek a popel ze spalování těchto kalů zůstává z velké části v produktu (cementu). Anorganické látky v popelu ze spáleného kalu jsou také složkou cementářského slínku. Je-li blízko papírny cementářský závod nebo cihelna, které jsou schopné kal využívat, je to výhodné řešení. Byly také poskytnuty informace o tom, že vláknité kaly smíchané s popílkem se používají pro stavební účely, např. na silnice a logistická centra.

Anorganické složky odpadu (písek, kameny, šterk, popel, vápno) lze často použít např. při stavbě dlážděných chodníků, cest, jako krycí vrstvy. Při použití nejlepších dostupných technik platí, že jen malý zlomek původního množství zbytků nemá ekonomické využití a bude se muset odstraňovat. V některých případech vyžaduje daná složka odpadu před odstraněním předchozí úpravu, aby se dosáhlo zákonných limitů pro obsah organických látek v materiálu, který má být odstarněn.

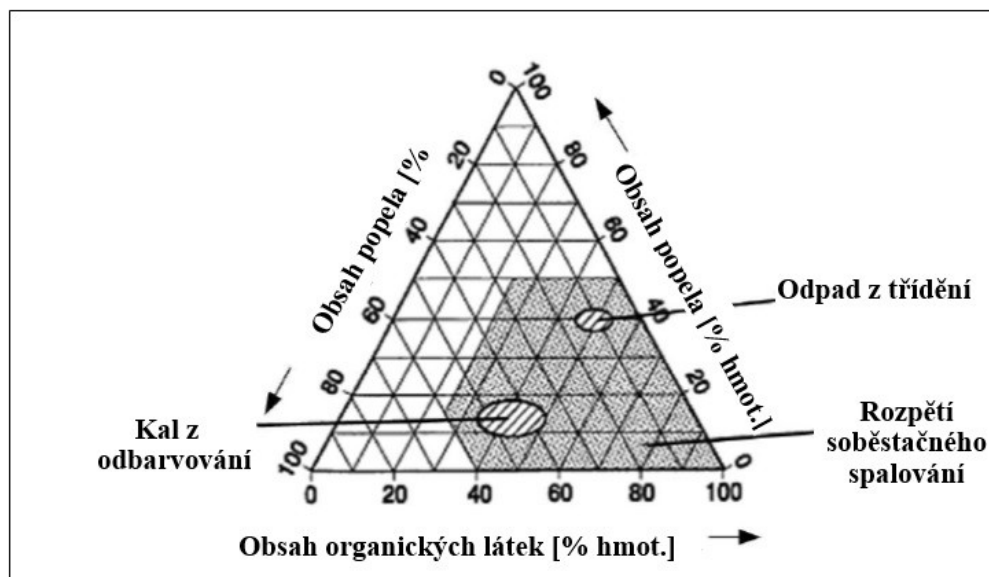
c) Energetické využití

Většina organického odpadu a zbytků z výroby buničiny a papíru (kůra, zbytky dřeva, zbytková vlákna) může být zužitkována a spálena na místě při výrobě tepla. Další možné zpracování spočívá v energetickém využití mimo závod (např. sušená kůra) nebo v jiných odvětvích, např. při výrobě cementu a cihel. Kůra a dřevní zbytky ze zpracování dřeva jsou uhlíkově neutrální paliva. Kůra by měla být před spalováním co nejsušší, čehož lze dosáhnout jejím sušením (v horkém podnebí během období dešťů), aby se dosáhlo vysoké energetické účinnosti. Dřevní popel z kotlů na kůru obsahuje živiny z lesa. Tento popel může být vhodný jako hnojivo, pokud lze efektivně zajistit dopravu a zapracování do půdy a pokud popel není kontaminován, např. vysokým obsahem kovů.

Ke spalování organických zbytků z papírenského průmyslu se obvykle používají fluidní kotle nebo etážové pece. Tato zařízení dosahují zákonných požadavků pro spalování tam, kde se uplatňuje příslušné snižování emisí do ovzduší (viz kap. 2.9.7). Další informace o spalování zbytků a kalů ze zpracování sběrového papíru najde čtenář v kap. 6.3.14 tohoto dokumentu.

Spoluspalování odpadů a zbytků z papírenského průmyslu v jiných odvětvích se praktikuje v cementářských pecích, spalovnách komunálního odpadu, vysokých pecích (průmysl železa a oceli) a kuplovnách (slévárny). Pro tuto možnost jsou vhodné zejména odpady a zbytky s vysokou výhřevností, které nahradí fosilní paliva (např. uhlí, topný olej). Papírenské zbytky se v těchto zařízeních obvykle smíchají s jinými palivy. Před spalováním musejí být odvodněny a někdy také vysušeny (např. pro cement a průmysl železa a oceli). Důležitá je také homogenita sekundárního paliva a jednotné a stále složení zbytků.

Na obr. 2.29 je znázorněno chování při spalování papírenského odpadu a zbytků, jako jsou kal z odbarvování, zbytky z čištění a třídění nebo kaly z čistění odpadních vod. Obrázek ilustruje spojení mezi hořlavým či organickým obsahem, obsahem popela a obsahem vody.



Obrázek 2.29: Palivový trojúhelník pro odpady a zbytky z papírenského průmyslu (poskytl IFP)

Oblast, kde se nacházejí odvodněný kal z odbarvování a odvodněné zbytky z mechanického čištění a třídění, je vyšrafována. Ukazuje, že soběstačného spalování, kde nejsou třeba žádná další paliva, lze dosáhnout jak pro: (i) zbytky s relativně vysokou výhřevností, tak pro (ii) kal z odbarvování s relativně vysokým obsahem popela. Kaly z čištění odpadních vod lze také spálit, ale čistá vyrobená energie je nulová nebo záporná, pokud je obsah sušiny v kalu nižší než cca 40 % nebo kal obsahuje vysoké množství anorganického materiálu. Za takových podmínek je nezbytné použití doplňkového paliva, nejlépe kůry a jiného odpadního dřevního materiálu. Hoření snižuje objem odpadu a anorganický obsah zůstává ve formě popela, který se skládkuje nebo dále používá ve stavebnictví.

Kal z chemického srážení nelze spálit samotný bez použití pomocného paliva, a to kvůli vysokému obsahu anorganických látek a vody. Přesto se takový kal někdy spaluje, aby se minimalizoval objem odesílaný na skládku. Metody regenerace chemikálií používaných ke srážení se v současnosti zkoumají, ale stále musejí být pokládány za metody ve vývoji. Kaly z flokulace s pouze syntetickými organickými polyelektrolyty jsou ke spalování vhodné.

Vliv spoluspalování papírenského odpadu, zbytků a kalů na emise do ovzduší závisí na složení spalovaného materiálu. Spoluspalování vláknitých a papírenských kalů – především těch s vysokým obsahem alkalických látek – v uhelných nebo hnědouhelných elektrárnách buď nemá žádný vliv na emise do ovzduší, nebo vede k mírnému snížení znečišťujících látek. Emise SO_2 , HCl a HF se snižují při spoluspalování kalů s vysokým obsahem alkalických látek (kaly z odbarvování, vláknité kaly s obsahem nátěrových pigmentů a plnidel). Obsah těžkých kovů ve vláknitých a papírenských kálech je ve srovnání s uhlím a lignitem také nízký. Odpad z přípravy suroviny (sběrový papír) v závodech na výrobu vlnitých materiálů má vyšší obsah chloru (1–3 % hm.). Zkušenosti ukazují, že spoluspalování zbytků např. v hnědouhelných elektrárnách je možné bez zvýšení emisí dioxinů (viz kap. 6.3.14).

Dosažené přínosy pro životní prostředí

Tato opatření chrání životní prostředí a lidské zdraví prostřednictvím prevence nebo omezováním nepříznivých důsledků vzniku odpadů a nakládání s nimi a také prostřednictvím snížení celkových dopadů využívání zdrojů a lepší účinnosti tohoto využívání.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Typická rozpětí množství zbytků, které se přenáší do likvidace pevných odpadů, jsou uvedena v tab. 2.31 pro různé druhy výroby buničiny a papíru. Tabulka představuje situaci v roce 2009 ve švédských závodech, které přijaly ambiciózní opatření k minimalizaci zbytků.

Tabulka 2.31: Obvyklá rozpětí pevných zbytků (mokrý hmotnost) odesílaných k likvidaci z různých druhů výroby buničiny a papíru

Druh výroby	Odpad k likvidaci (kg/t ⁽¹⁾)
Neintegrováná výroba sulfátové buničiny	0–50
Výroba papíru na krycí vrstvy	0,5–5
Integrovaná sulfátová výroba papíru	0–20
Integrovaná sulfátová výroba papíru	0,5–5
Integrovaná výroba lepenky	0–15
Dřevitý tiskový papír	0–5
Neintegrováná papírna	0–10

⁽¹⁾ Konkrétní množství zbytku se počítá na tunu celkové výroby, tj. u integrované výroby na celkové množství buničiny a papíru vyrobené na místě závodu.
Zdroj: Tabulka je založena na statistikách pro švédský průmysl, které sestavila Švédská federace lesnického průmyslu.

Tabulka ukazuje, že u všech druhů výroby lze dosáhnout velmi nízkých množství zbytků odesílaných k odstranění.

Tato rozpětí také naznačují, že závody vyrábějící sulfátovou buničinu mají snahu odesílat k odstranění vyšší množství zbytků než závody vyrábějící sulfátovou nebo mechanickou buničinu. Důvodem je nezbytné odvedení nečistot z regenerační části sulfátových závodů (zelená kalová voda, šterk a jiné anorganické materiály). Neintegrováná výroba papíru obvykle vede k velmi nízkému množství pevných zbytků odesílaných k odstranění. Další příklady jsou uvedeny v kapitolách 3 až 7, které se týkají jednotlivých procesů.

Závody někdy nejsou schopny dosáhnout tak nízkého množství zbytků určených k odstranění, jaké je uvedeno na spodním hranici mezních hodnot v tab. 2.31. Důležitými předpoklady jsou dobře fungující systémy minimalizace procesních zbytků a třídění zbytků podle zamýšleného dalšího zpracování. Dalším předpokladem je, že musí existovat využití zbytků v závodě nebo mimo něj.

Mezi zbytky, které se obvykle obtížně odstraňují a pro něž se těžko hledá využití, patří zelená kalová voda ze sulfátového regeneračního procesu, popel z kotlů a směs písku, kamenů, úlomků dřeva a kůry, které pocházejí ze zpracování dřeva.

V mnoha případech tyto materiály slouží jako stavební materiál ve finální úpravě skládek nebo v silničním stavitelství. Směs písku, kůry a úlomků dřeva lze použít např. ke zlepšování půdy po přidání nutných živin. Nějakou dobu se prováděly zkoušky s využitím popela k recyklaci živin a stopových kovů do lesů. Existují také firmy, které se specializují na zpracování a inovace takových materiálů pro rozmanitější možnosti použití.

Závody, které nevykazují žádné nebo vykazují jen velmi malé zbytky odesílané k odstranění, jsou schopné využívat tyto koncové uživatele, alespoň po určitá časová období. Vzhledem k tomu, že poptávka ze strany koncových uživatelů může kolísat, nemusí být toto vždy možné,

a proto je důležité, aby téměř všechny druhy celulózek a papíren měly k dispozici kapacity pro bezpečnou a dostatečnou likvidaci.

Tabulka 2.32 ukazuje dva příklady závodů, které dokázaly snížit množství zbytků odesílaných k odstranění na nízké hodnoty. Závodem A je neintegrováná papírna a závodem B je integrovaný sulfátový závod vyrábějící tiskařské a psací druhy papíru a komerční buničinu.

Tabulka 2.32: Dva příklady závodů s nízkým objemem zbytků odesílaných ke koncové likvidaci

Druhy zbytků a jejich zpracování	Zbytek/zpracování	Závod A (kg/t) ⁽¹⁾	Závod B (kg/t) ⁽¹⁾
Druh zbytku	Specifické pro sektor papíru	25	306
	Obecné	4	2
	Nebezpečné	0,8	0,5
	Celkem	30	309
Zpracování	Recyklace materiálů	28	31
	Energetické využití	1	255
	Jiná recyklace/bezpečná likvidace	0,8	0,5
	K likvidaci	0,3	22

⁽¹⁾ Množství zbytků je uvedeno jako vlhká hmotnost. Konkrétní množství zbytků se počítá na tunu celkové výroby, tj. v případě integrované výroby (závod B) na celkové množství buničiny a papíru vyrobené v závodě. Příklady, tj. závody A a B, byly převzaty ze statistik pro švédský průmysl, které sestavila Švédská federace lesnického průmyslu.

Pro sektor papírenského průmyslu jsou specifickými zbytky kůry, dřevní štěpky, popel, zelená kalová voda atd. a slouží k recyklaci či energetickému využití. V případě sulfátové celulózy a papírny se prakticky všechny zbytky kůry a dřeva využívají v kotli na kůru. Nebezpečný odpad je v obou případech zpracováván certifikovanými organizacemi („jiná recyklace“) a připravován pro další použití nebo bezpečné odstranění.

Díky použitému způsobu nakládání s odpady je množství zbytků odesílaných z papírny k odstranění téměř nulové. Zbytkem odesílaným ze sulfátového závodu k odstranění je především zelená kalová voda, která by mohla být použita jako krycí vrstva při odstranění pevných odpadů.

Mezisložkové vlivy

Snížení množství zbytků a v důsledku toho i spotřeby surovin a nákladů s tím spojených. Odpad se využívá a jeho potenciál ke znečištění se snižuje. Kromě toho se zlepšuje účinnost procesu a jeho ekonomika.

Technická kritéria použitelnosti

Použitelné pro všechny závody. Potenciál k recyklaci může záviset na použitém procesu výroby papíru a použitých surovinách (v závislosti na tom, jaký papírenský výrobek se vyrábí). Například možnost kompostování papírenských kalů závisí na biologické rozložitelnosti daného kalu (množství organického vlákna oproti anorganickým pigmentům). Zpracování do půdy v zemědělství závisí na množství živin v kalu (surovinách) a na jeho schopnosti regulovat pH (pigmenty/plnidla).

Ekonomika

Aplikace třídění odpadů umožňuje využívání zdrojů s vysokou ekonomickou efektivitou, zejména s cílem zabránit vzniku zbytků, a to prostřednictvím použití čistších technologií.

Důvody realizace

Prevence vzniku zbytků z procesů nebo příprava jejich opětovného použití, recyklace a využití mají ekonomické přínosy, protože umožňují lepší využití zdrojů a vyšší hospodárnost. Energetické využití spálením zbytkového materiálu má zásadní význam pro zvýšení nadhodnoty a minimalizaci finálních objemů odesílaných k odstranění. Dalšími důvody jsou evropské a vnitrostátní právní předpisy

o odpadech. Existují dvě směrnice EU, které mají pro zpracování zbytků z průmyslu celulózy a papíru prvořadý význam: rámcová směrnice o odpadech a směrnice o spalování odpadů.

Rámcová směrnice o odpadech 2008/98/EC [205, WFD 98/EC 2008] obsahuje definice, podporuje vytváření plánů nakládání s odpady a podporuje třídění odpadů, které se aplikuje v oblasti prevence vzniku odpadů a nakládání s nimi dle následujících priorit: prevence, příprava pro opětovné použití, recyklace, jiné využití, např. energetické využití, a nakonec odstranění. Když se plně aplikuje tento postup, pak by jakýkoli zbytkový odpad měl být recyklován, regenerován jako surovina, zdroj energie nebo, jako poslední možnost, by měl být bezpečně zlikvidován.

Směrnice o spalování odpadů [203, Directive 2000/76/EC 2000] upravuje požadavky na povolení pro spalovací a spoluspalovací zařízení a stanoví emisní limity a požadavky na monitoring některých znečišťujících látek vypouštěných do ovzduší nebo do vody. Tato Směrnice platí také pro spoluspalovací zařízení (zařízení, jejichž hlavním cílem je vyrábět energii nebo materiálové výrobky a která používají odpad jako běžné nebo přídatné palivo, kdy se tento odpad odstraňuje tepelným zpracováním). Podle čl. 2 odst. 2 této směrnice se to nevztahuje na spalovací zařízení spalující pouze „vláknitý rostlinný odpad z výroby primární vlákniny a z výroby papíru z buničiny“ nebo „dřevní odpad“. Popis nejlepších dostupných technik pro spalování odpadů najde čtenář také v referenčním dokumentu o nejlepších dostupných technikách spalování odpadu [273, COM 2006].

Příklady závodů

Mnoho celulózek a papíren v Evropě již plány nakládání s odpady nebo integrované koncepty nakládání s odpady realizovalo. Všechny závody se snaží minimalizovat množství pevného odpadu k odstranění.

Literatura

[60, Hamm 1996], [139, ASPAPEL 2008], [203, Directive 2000/76/EC 2000], [205, WFD 98/EC 2008], [273, COM 2006], [Swedish Forest Industry Federation, 2008].

2.9.9 Snížení emisí při používání komplexotvorných (chelatačních) činidel v bělicích technologiích na bázi peroxidu vodíku

Popis

V chemických nebo mechanických celulózkách se používají komplexotvorná činidla k ochraně bělicích chemikálií na bázi kyslíku před katalytickým rozkladem, a to před bělením nebo během ně. Komplexotvorná činidla se používají v neutrálních, mírně kyselých nebo mírně zásaditých (v závislosti na složení a požadavcích na proces) pracích krocích a při bělení buničiny, a to ke snížení obsahu přechodných kovů (hlavně Mn, Fe a Cu). Nejběžněji používaná komplexotvorná činidla jsou EDTA (zkratka pro chemickou sloučeninu – kyselinu ethylendiamintetraoctovou) a DTPA, polyaminokarboxylová kyselina, a to v různých produktových složeních.

- DTPA a EDTA jsou sice silná komplexotvorná činidla, ale jsou špatně biologicky rozložitelná a na konci procesu jsou emitována do recipientu. I když jsou EDTA a DTPA považovány za stabilní molekuly, některé studie naznačují, že v drsných podmínkách bělení se v podstatné míře rozkládají [208, Langi et al. 2007]. Bělicí činidla ozon, oxid chloričitý a kyselina peroctová mohou do jisté míry rozkládat jak EDTA, tak i DTPA, které jsou zaváděny do bělení chemické buničiny. Ostatní pozorovali významnou redukci EDTA v biologických čistírnách odpadních vod za mírně zásaditých podmínek (pH mezi 7 a 8) [206, Akso Nobel 2007]. Toto odstranění je výsledkem rozkladu nebo přeměny EDTA na neznámé produkty rozkladu. Naproti tomu jiné studie [209, Aschacher et al. 2007] a provozovatelé závodů zjistili, že použitou EDTA lze téměř kompletně detekovat v odtoku z jejich biologického čištění odpadních vod (méně než 10 % biologického rozkladu). DTPA je ve vodním prostředí více rozložitelná než EDTA, ale je pravděpodobné, že DTPA se během procesu bělení nebo při čištění odpadních vod rozkládá na EDTA. [Sillanpää M, 1997], [Remberger M, 2001].

Proto, aby se účinně snížily emise z použití komplexotvorných činidel, je možné realizovat následující postup v jednotlivých krocích:

1. Provedení zjednodušené „hmotnostní bilance“, která poskytuje informace o osudu komplexotvorných činidel v procesu a v biologické čistírně odpadních vod (použití, retence nebo degradace v rámci bělení a promývání, eliminace nebo rozklad během čištění odpadních vod). Je tak určeno množství komplexotvorných činidel, které se uvolní do prostředí. Z environmentálního hlediska můžeme rozlišovat kvalitu a formy vazby vypouštěných komplexotvorných činidel.
2. Pravidelná měření kvalifikovanými certifikovanými laboratořemi a dokumentace komplexotvorných činidel v odtocích.
3. Zkoumání a dokumentace možností pro:
 - (i) omezené používání těžko biologicky rozložitelných komplexotvorných činidel v procesu, např. optimalizací pH, dávkováním a retenční dobou, regenerací a uchováváním komplexotvorných činidel v procesu;
 - (ii) regeneraci a uchovávání těchto chemikálií v procesu;
 - (iii) jejich snížení v systému čištění odpadních vod (prodloužení zdržení pobytu, např. se zdá, že stáří kalu > 28 dnů a mírně zásadité pH zvyšují v některých čistírnách odpadních vod biologickou rozložitelnost komplexotvorných činidel). Zahrnuje to i sledování vývoje biologicky rozložitelných nebo odstranitelných náhražek, které odpovídají požadavkům na bělení.
4. Přednostní použití biologicky rozložitelných nebo odstranitelných činidel a postupné omezení biologicky nerozložitelných činidel v co největší míře zohledňuje jejich technickou a ekonomickou vhodnost a životaschopnost. Podle normy pro testy biologické rozložitelnosti (EN ISO 7827) nebo podobných metod by alternativní komplexotvorná činidla měla dosáhnout míry biologického rozkladu nad 70–80 %.

Postupné zavedení těchto nových chemických přísad je obvykle slibné. Pro dosažení účinnosti nových komplexotvorných činidel je nutné nejprve je vyzkoušet, stanovit správné složení a přizpůsobit provozní podmínky bělicího procesu (pH, teplota, jiné používané chemikálie, místa dávkování).

Dosažené přínosy pro životní prostředí

Tato technika by měla přinést snížení emisí špatně biologicky rozložitelných EDTA/DTPA tím, že je omezeno jejich používání. To by mělo také snížit koncentraci komplexotvorných činidel v povrchové vodě po proudu směrem od závodu. EDTA/DTPA mají schopnost remobilizovat těžké kovy (olovo, rtuť, kadmium) z přírodních vodních sedimentů, které se tak mohou hromadit ve vodních útvech nebo se dostávat do pitné vody z odpadních vod.

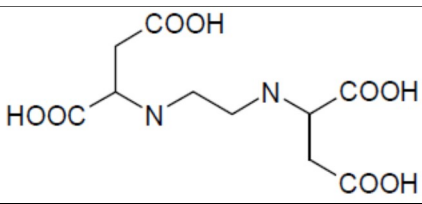
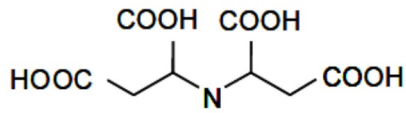
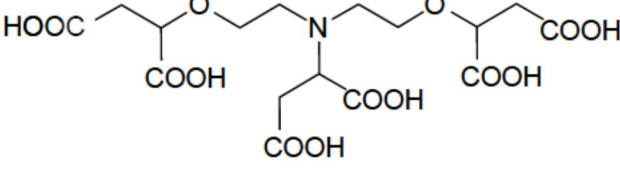
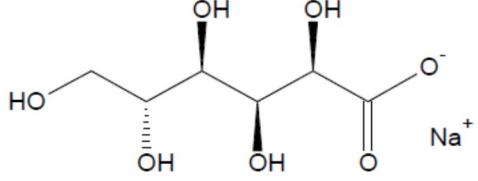
Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Použití komplexotvorných činidel se týká pouze peroxidových technologií bělení. Množství potřebných komplexotvorných činidel závisí na řadě faktorů, kterými jsou kvalita a obsah těžkých kovů v použitém dřevu nebo štěpce, koncová bělost, které má být dosaženo, a pro chemické buničiny také kvalita použité chemikálie (nečistoty). S ohledem na obsah těžkých kovů v použitém dřevě a varné chemikálie (v případě sulfitového vaření s oxidem hořečnatým) existují značné rozdíly. Závodům, které používají dřevo s vyšším obsahem kovů alkalických zemin, se nepodařilo dosáhnout požadované kvality buničiny po bělení bez použití DTPA nebo EDTA. Několik dalších by mohlo provozovat peroxidové bělení bez použití komplexotvorného činidla. Na potřebu komplexotvorných činidel při bělení mohou mít vliv také roční období. V létě dosahuje uložené dřevo při stejném zpracování menší bělosti. A dřevo, které je uloženo po delší časové období, ztrácí bělost.

Podle normy pro testy biologické rozložitelnosti EN ISO 7827 [262, ISO 7827 1994] dosahují některá nová komplexotvorná činidla míry biologického rozkladu nad 70 % nebo 80 %. Někteří dodavatelé chemikálií uvádějí, že byly vyvinuty systémy biologicky rozložitelných komplexotvorných činidel, které v procesech chemického rozvláknování odpovídají účinku tradičních komplexotvorných činidel. Například sodná sůl kyseliny imino-dijantarové (IDS) je snadno biologicky rozložitelným komplexotvorným činidlem [223, H. Hyvönen et al. 2003]. Biologická rozložitelnost kyseliny N-bis-dikarboxyethoxyethyl asparagové (AES) je údajně 20–70 %, v závislosti na použitých kalcích [222, S. Metsärinne et al. 2007]. Toto nové komplexotvorné činidlo (AES) není snadno biologicky rozložitelné, ale vykazuje mírnou biodegradaci.

Následující látky byly testovány s pozitivním výsledkem, tj. podle Holzforschung Austria splňují biologickou rozložitelnost ve výši 80 %. Co se týká funkčnosti, látky uvedené v tab. 2.33 téměř dosahují účinku EDTA/DTPA, ale v některých případech ne plně.

Tabulka 2.33: Biologicky rozložitelná komplexotvorná (chelatační) činidla s téměř plnou funkčností

Název účinné látky	Chemická sloučenina	Chemická struktura
EDDS	Kyselina N, N'-ethylendiamin dijantarová	
IDS	Kyselina imino dijantarová (např. jako sodná sůl)	
AES	Kyselina N-bis-dikarboxyethoxyethyl N-hydroxyethyl asparagová	
Glukonát sodný (je třeba velké množství, nelze použít výhradně)	NA	

Poznámka: NA = údaje nejsou k dispozici
Zdroj: [224, Aschacher 2009]

Je obtížné posoudit účinnost biologicky rozložitelných komplexotvorných činidel při zkouškách v plném provozu, protože většina výsledků je považována za důvěrné. Výzkumné ústavy jako Holzforschung Austria uvádějí, že provozní zkoušky zatím nepřinesly jasný důkaz, že alternativní bělicí přísady dosahují účinku tradičních komplexotvorných činidel. Výsledky získané u nejslibnějších činidel se však technologickému výkonu DTPA nebo EDTA ještě úplně nevyrovnají. Stojí to za připomenutí zejména v případě, kdy musí být dosaženo nejvyšší bělosti (tam, kde je ztráta bělosti o 1 procentní bod již pro závody nepřijatelná). Proto výzkum úprav komplexotvorných činidel a variant jejich použití pokračuje [209, Aschacher et al. 2007]. Na druhé straně jiní uvádějí, že výsledky zkoušek z plného provozu v závodě a další zkušenosti od stálých zákazníků ukazují, že biologicky rozložitelná komplexotvorná činidla mohou nahradit DTPA/EDTA bez ztráty účinnosti daných procesů

[221, Sankari 2009]. S rozlišením na hlavní druhy buničiny jsou dále shrnuty některé provozní zkušenosti týkající se snížení emisí komplexotvorných činidel.

I. Výroba sulfátové buničiny:

Existují případy, kdy biologické čištění odpadních vod (viz kap. 3.3.13) vede ke snížení cca o 90 % EDTA [159, Steube et al. 2005]. Například v německé celulózce Stendal je koncentrace na přítoku ve výši 34–63 mg EDTA/l snížena na koncentraci na odtoku ve výši 0,4 až 7 mg EDTA/l (průměr za rok 2008: 1,8 mg/l; měřeno 12 x za rok v 24hodinových směsných vzorcích; metoda analýzy: DIN 38413-3). Na přítoku bylo v průměru naměřeno 50 mg EDTA/l (24hodinový směsný vzorek) [160, LVSA 2009].

Žádné další důkazy z reálných závodů nebyly předloženy, ani z jiných sulfátových celulózek.

II. Výroba sulfitové buničiny:

V téměř všech závodech se v bělicím systému používá DTPA (1–2 kg DTPA/ADt). V závislosti na uzavření bělicího zařízení skončí 10–90 % tohoto činidla v odpadní vodě. V čistírně odpadních vod nelze za běžných okolností očekávat žádnou významnou biologickou rozložitelnost DTPA. Proto celulózky, které nedisponují prvním bělicím stupněm na bázi MgO, který umožňuje část prací kapaliny recirkulovat zpět do regenerace (viz kap. 4.3.8), pak budou uvolňovat prakticky 90–100 % použité DTPA nebo 1–2 kg DTPA/ADt.

Jedna německá celulózka s bělicí sekvencí P_{MgO} -A- P_{NaOH} recirkuluje 80–90 % použité DTPA do zařízení na chemickou regeneraci a tím účinně zabraňuje uvolňování DTPA do vodního recipientu. Závod, který vyrábí 500–600 tun buničiny/den, používá cca 1 000 kg DTPA/den, z čehož pouze 50–60 kg DTPA/den je ve skutečnosti uvolňováno do životního prostředí.

Zdá se, že efektivita náhražek za EDTA nebo DTPA závisí na řadě faktorů, například na způsobu rozvláknování a bělení, použitém druhu dřeva a jeho obsahu kovů, dále na obsahu kovů alkalických zemin a těžkých kovů (nečistot) v bělicí chemikálii (např. doplňování MgO u sulfitových celulózek) a na konečných cílech v oblasti bělosti nebo skvrn způsobených nečistotami. Jedna německá celulózka používá směs DTPA a DTMPA, hydridofosforečnan, který také není snadno biologicky rozložitelný, ale lépe se adsorbuje v biokalu. Protože se DTMPA hromadí na biomase v čistírně odpadních vod, může být z odpadních vod odstraněna a do recipientu se pak uvolňuje méně komplexotvorných činidel [216, Patt 2009].

Švédská sulfitová celulózka Nordic Paper používá 0,7–1,0 kg EDTA/ADt, z čehož většina skončí v čistírně odpadních vod. Při použití třístupňového bioreaktoru s technologií MBBR je zjištěn 40 % rozklad EDTA.

III. Dřevovina

Několik studií oxidačního bělení dřevovinové buničiny v rakouském závodě Holzforschung jasně ukázalo, že eliminace DTPA vede k poklesu bělosti o 5–6 bodů ve stupnici bělosti dle ISO. Pokusy s nahrazením DTPA jinými chemikáliemi (které jejich dodavatelé prodávají jako biologicky rozložitelné) prokázaly, že určité snížení (např. z 0,3 % na 0,05 %) DTPA je možné, i když se ztratou bělosti o 1–2 body. Náhražky na bázi fosfonátů měly v některých případech podobné výsledky jako DTPA. Obsahuje-li alternativa fosfonáty, může vytvořit provozní problémy v čistícím zařízení. Existují závody, kde tyto problémy nebyly pozorovány při použití fosfonátů jakožto odstranitelných alternativ komplexotvorných činidel, které dosahovaly komplexotvorných vlastností blízkých DTPA [161, C.Hoelger et al. 2008]. Jedna celulózka a papírna v Německu výrazně snížila množství DTPA používané pro svou dřevovinovou linku z 2 kg DTPA/t na 0,4 kg DTPA/t buničiny (zdroj: německá EPA, 2010).

IV. Odbarvená buničina ze zpracování sběrového papíru

Ve většině případů nejsou komplexotvorná činidla k výrobě bělených odbarvených druhů na bázi sběrového papíru nutná. Stabilizace peroxidu nutného pro oxidační bělení se dosáhne především prostřednictvím přírodních nebo upravených druhů křemičitanu sodného (křemičitany sodné nebo draselné). Kvůli vysokému obsahu vápníku v procesních vodách je efekt EDTA nebo DTPA výrazně snížen, proto jejich použití obvykle není účinné. Jako výjimka se DTPA používá jako komplexotvorné činidlo při výrobě vysoce kvalitního papíru, jako např. kvality SC-B založené na 100 % zesvětlené buničině (DIP) nebo kvality SC-A s využitím 25 % DIP (příklad závodu v Německu). Před peroxidovým stupněm je zaveden další prací stupeň. Množství DTPA používaná v těchto případech jsou poměrně malá.

Mezisložkové vlivy

Pokud se používají biologicky rozložitelná komplexotvorná (chelatační) činidla, nepředpokládají se žádné negativní mezisložkové vlivy (dokud alternativy odpovídají účinku tradičních komplexotvorných-chelatačních činidel).

Když je hlavním rysem náhražek lepší adsorpční schopnost (např. některé hydridofosforečnany), kovové komplexy se biologicky nerozkládají. Nejsou však vypouštěny společně s odpadní vodou, ale adsorbují se do vybělených vláken nebo biokalu, který se ve většině případů spaluje.

Studie, které provedl Holzforschung Austria (HFA) v souvislosti se snížením hydridofosforečnanů (zkoušky dle EN ISO 7827), ukázaly, že fosfonáty nejsou biologicky rozložitelné. Také se ukázalo, že tyto látky se neadsorbují na biokalu v té míře, která byla uvedena v jiných zdrojích, a že jsou detekovatelné jen s velkým úsilím a mohou zvyšovat obsah fosforu v odpadní vodě.

U plné provozní aplikace komplexotvorných (chelatačních) činidel na bázi fosfonátů, např. v německé papírně Albruck, bylo prokázáno odstranění těchto látek ve výši cca 90 % potom, kdy prošly biologickou čistírnou [161, C.Hoelger et al. 2008].

Technická kritéria použitelnosti

Postupné kroky ke snižování emisí z používání komplexotvorných (chelatačních) činidel jsou aplikovatelné pro nové i stávající závody. V závislosti na použitých náhražkách budou možná nutné drobné nebo významnější úpravy procesu, aby se garantoval účinek komplexotvorných (chelatačních) činidel. Například bylo zjištěno, že pro optimalizaci procesu na nové směsi budou nutné určité úpravy procesu, obvykle jde o úpravu pH nebo místa dávkování komplexotvorného (chelatačního) činidla.

Biologicky rozložitelné alternativy k EDTA/DTPA jsou často vysoce specifické, tj. jiná komplexotvorná (chelatační) činidla musejí být použita pro jiné procesy rozvlákňování a bělení. Žádné univerzální komplexotvorné (chelatační) činidlo jako EDTA/DTPA neexistuje. Před aplikací je třeba upravit proces a určit nejvhodnější bělicí přísady.

Ekonomika

Hmotnostní bilance používání a rozkladu komplexotvorných (chelatačních) činidel (EDTA nebo DTPA) zahrnuje výpočet nákladů na odběr vzorků, chemické analýzy a vypracování zprávy. Pokud jsou biologicky rozložitelnější náhražky zkoumány za plného provozu, dodavatelé chemikálií se obvykle postarají o odběr vzorků, analýzu atd. v testovací fázi, tzn. nemělo by to pro celulózku představovat žádné dodatečné náklady. Ekonomika výpočtu hmotnostní bilance a testů konvenčních činidel nebo náhražek se neliší, protože pro obě činidla je nutný stejný postup. Když se provozovatel rozhodne použít snadněji biologicky rozložitelnou náhradu, je třeba dávkovací čerpadlo a potrubí. Když se však pravidelně používají biologicky rozložitelná komplexotvorná (chelatační) činidla, využívá závod stejné dávkovací čerpadlo nebo nádrže a potrubí jako u DTPA/EDTA, takže by neměly vzniknout žádné dodatečné náklady. Je nepravděpodobné, že budou nutné výrazné úpravy zařízení, takže nahrazení bělicích přísad vyžaduje jen velmi malé investice.

Hlavní náklady se projeví v ceně biologicky rozložitelného alternativního komplexotvorného činidla. Jednotková cena za 100 % aktivní složky byla v roce 2010 pro biologicky rozložitelné nebo odstranitelné náhrady vyšší než pro DTPA nebo EDTA. Jeden dodavatel chemikálií uvedl, že jednotkové ceny biologicky rozložitelných alternativ jsou cca o 10–15 % vyšší než je jednotková cena DTPA.

Oproti tomu rakouská papírna SCA Laakirchen uvedla, že náklady na bělení by se výrazně zvýšily (až na 200 %), pokud by se výhradně používalo testované alternativní komplexotvorné (chelatační) činidlo [162, U.Hamm 2009].

Důvody realizace

Doporučení Komise o rizikových opatřeních pro látky jako EDTA [260, COM Recommendation 2006/283/EC 2006] v kapitole 6 navrhuje řadu opatření ke snížení emisí EDTA, která jsou použitelná i na další špatně rozložitelná komplexotvorné (chelatační) činidla jako DTPA:

- zavést normy environmentální kvality (NEK) a opatření ke snížení znečištění na vnitrostátní úrovni;
- zvážit použití EDTA v povoleních vydaných podle směrnice 2010/75/EU;
- sledovat zavádění BAT, pokud jde o EDTA, a oznamovat Komisi veškerý důležitý vývoj v rámci výměny informací o BAT.

Ve sdělení Komise o výsledcích hodnocení rizik a strategií snižování rizik pro různé látky, z nichž jednou je EDTA [259, COM Communication 2006/C90/04 2006], je doporučeno, aby aktualizovaný BREF sestavil vodítka ohledně BAT z hlediska používání EDTA. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES ze dne 16. prosince 2008 o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky [263, Directive 2008/105/EC 2008] (dceřiná směrnice dle čl. 16 rámcové směrnice EU o vodě) také zahrnuje EDTA ve své příloze III, „Látky podléhající přezkumu pro případnou identifikaci jako prioritní látky nebo prioritní nebezpečné látky“

Některé vnitrostátní předpisy a regionální kompetentní orgány žádají celulózky v rámci jejich odpovědnosti, aby snížily emise EDTA nebo DTPA do recipientů (např. v Rakousku nebo Německu) a v různých případech posuzují dostupnost jejich náhrad. Pokud se povrchová voda z recipientu (řeky nebo jezera) používá jako zdroj pitné vody, pak povolovací (vodohospodářský) orgán stanovuje stále přísnější limity na přípustné koncentrace EDTA a DTPA.

Příklady závodů

Několik málo sulfitových celulózek nepoužívá pro regulaci kovů žádná komplexotvorná (chelatační) činidla, ačkoli většina závodů ano. Ostatní se snaží uvolňování komplexotvorných (chelatačních) činidel ze závodu do recipientu snížit. Podle důvěrných informací jedna mechanická celulózka ve střední Evropě používá biologicky rozložitelné komplexotvorné (chelatační) činidlo ve svém procesu úspěšně již od ledna 2009. Jeden závod na bázi RCF ve střední Evropě používá biologicky rozložitelné komplexotvorné (chelatační) činidlo pravidelně.

Kvůli utajení zkušeností z plného provozu není možné předložit podrobnější informace.

Literatura

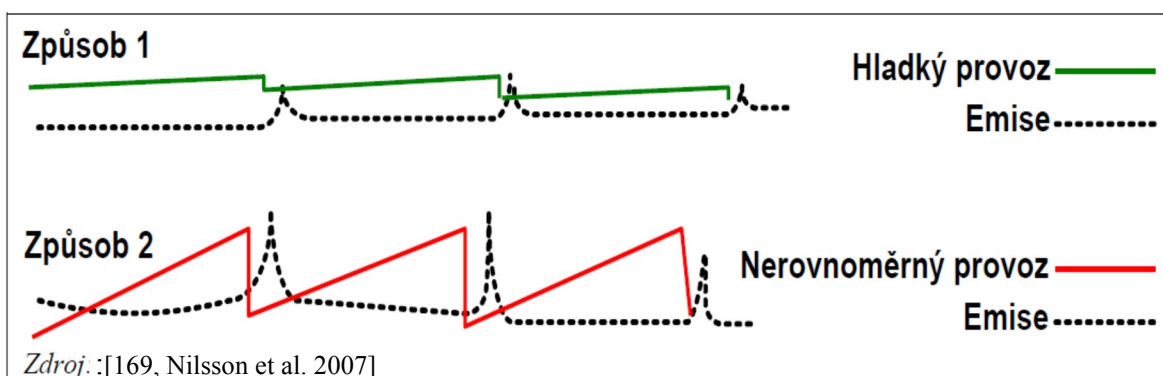
[161, C.Hoelger et al. 2008], [162, U.Hamm 2009], [206, Akso Nobel 2007], [208, Langi et al. 2007], [209, Aschacher et al. 2007], [216, Patt 2009], [221, Sankari 2009], [222, S. Metsärinne et al. 2007], [223, H. Hyvönen et al. 2003], [224, Aschacher 2009], [259, COM Communication 2006/C90/04 2006], [260, COM Recommendation 2006/283/EC 2006], [263, Directive 2008/105/EC 2008], [264, WFD 2000/60/EC 2000].

2.9.10 Zajištění hladkého provozu a minimalizace náhodných úniků

Popis a dosažené přínosy pro životní prostředí

Zajištění hladkého provozu a minimalizace náhodných úniků má v mnoha případech významný dopad na dosaženou výkonnost technik, které je dobré zvážit při stanovení BAT a které jsou popsány v kapitolách 3 až 7. Hladký průběh procesů zlepšuje materiálovou účinnost, snižuje znečištění, spotřebu energie i náklady [169, Nilsson et al. 2007]. Na druhé straně opakovaná přerušování výroby, technické odstávky a náhodné úniky zvyšují emise a způsobují zbytečné procesy. Hladký a bezpečný chod strojů a procesů zaručuje nízké hodnoty emisí bez dalších investic do nápravných opatření. V odvětví výroby buničiny a papíru jsou však období, kdy je míra využití celulózek a papíren poměrně nízká – může to být z obchodních důvodů nebo nejistoty na trhu práce nebo z jiných důvodů, které firma nemůže ovlivnit. To zvyšuje specifické hodnoty spotřeby a emisí (vyjádřené jako kg znečišťující látky na tunu buničiny nebo papíru). Z environmentálního hlediska je proto vhodné provozovat kontinuální výrobu bez přerušování. Různé podmínky na trhu si však žádají změny v nastavení kapacity a výrobků. To znamená, že neexistuje žádný nejlepší postup ohledně toho, co vyrábět, ale pouze to, jak vyrábět a dobře zvládat změny druhů pomocí nejlepších postupů a opatření.

Obrázek 2.30 ukazuje korelace mezi hladkým a nerovnoměrným provozem a emisemi. Hladký provoz předchází vrcholům a propadům výroby a také jejímu spouštění a zastavování, a tím i mimořádně vysokému nebo naopak nízkému zatížení. Takový provoz vede ke snížení emisí a spotřeby energie. Ovlivňuje také kvalitu výrobků.



Obrázek 2.30: Hodnoty emisí podle toho, jak je závod provozován

Zaměřit se na hladký provoz znamená využívat dostupné informace, být si vědomi rušivých podmínek a v případě nutnosti jednat včas. Následující seznam popisuje opatření ke snižování náhodných úniků, které by se měly posuzovat v různých případech.

- Moderní informační, automatizační a počítačově řízené systémy s on-line měřením, zejména v rámci měření emisí do ovzduší snižují potřebu separátního snižování emisí a umožňují statistické zpracování.
- Kontinuální měření a kontrola (monitoring) parametrů procesu, prokazující jeho stabilitu jak pro výrobní procesy, tak i pro techniky snižování emisí, zároveň poskytují data nezbytná k provozu za optimálních procesních parametrů a snaží se stabilizovat nejdůležitější parametry procesu.
- Stanovování hodnot N a P v rámci dlouhodobých intervalů provozovateli neposkytuje informace potřebné k tomu, aby učinil včasné opatření v případě neadekvátního dávkování živin nebo špatného fungování biologické čistírny odpadních vod. Jako součást interního měření lze použít on-line měření dusíku a fosforu pro regulaci dávkování živin. On-line analýza vzorků umožňuje průběžné vyhodnocování situace v oblasti živin v čistírně odpadních vod a v případě jejího špatného výkonu nebo nedostatečného dávkování živin rychlé přijetí příslušných opatření. V mnoha případech použití on-line měření s cílem získat doplňující informace o hodnotách a kolísání živin doplní interní monitoring založený na laboratorních analýzách.

- Optimální objemy nádrží a rezervoárů pro zvládnutí mimořádných úniků.
- Optimální výše výroby s ohledem na maximální kapacitu. Provoz v plné výrobní kapacitě vystavuje závod možnému narušení provozu a nejistotě v regulaci emisí.
- Sdílené informace podporují schopnost přijmout včas správná opatření. Komunikace vyžaduje odhodlání na všech úrovních a pravidelné schůzky všech oddělení. Zapojeni by měli být i zaměstnanci z provozu.
- Aktivní oznamování mimořádných podmínek. Všechny informace o životním prostředí by měly být prostřednictvím interního informačního systému předávány do řídicí jednotky závodu. Čistírna odpadních vod by se měla řídit z této řídicí jednotky, nikoli samostatně.
- Pečlivé plánování odstávek a souvisejících činností – příprava na narušení provozu.

Techniky omezování emisí do ovzduší a do vody mohou být navrženy a provozovány takovým způsobem, aby se mohla výrazně snížit neočekávaná špičková zatížení a náhodné úniky (viz také kap. 10.2.2).

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Nejsou k dispozici žádné informace.

Mezisložkové vlivy

Technika má pozitivní účinky, zabraňuje znečištění všech složek.

Technická kritéria použitelnosti

Opatření a postupy lze použít pro nové a stávající zařízení.

Ekonomika

Nejsou k dispozici žádné informace.

Důvody realizace

Hladký průběh procesů a méně náhodných úniků zlepšuje materiálovou účinnost, snižuje znečištění (odpady, emise) a ve většině případů také náklady. Hladký a bezpečný provoz strojů a procesů zaručuje nižší hodnoty emisí.

Příklady závodů

Mnoho celulózek a papíren v Evropě přijalo opatření k zajištění hladkého fungování procesů a technik zaměřených na omezování emisí do vody a ovzduší, čímž snížilo náhodné úniky do životního prostředí.

Literatura

[169, Nilsson et al. 2007].

2.9.11 Snížení zátěže spojené se znečištěním odpadních vod

2.9.11.1 Primární čištění odpadních vod

Popis

Primární čištění odpadních vod spočívá ve fyzikálně-chemické úpravě, jako je např. vyrovnání toku, neutralizace nebo sedimentace.

Primární čištění se zaměřuje na prevenci výrazně vysokých hodnot znečištění, toku nebo teploty na přítoku do čistírny odpadních vod, čímž se chrání následné biologické čištění. Dalším cílem je snížení znečištění již na počátku, což umožní účinné biologické čištění a vznik menšího objemu kalu. Primární čištění v celulózkách a papírnách může zahrnovat vyrovnávání toku, neutralizaci, sedimentaci, flotaci a filtraci atd. Při vyrovnávání (např. ve vyrovnávacích nádržích nebo velkých zásobnících) je přítok shromažďován, smícháván a dočasně zadržován a výrazně vysoké hodnoty toku se tak eliminují. Nerozpuštěné látky (vlákna, kousky kůry a organické látky jako např. plnidla) se odstraňují mechanickými prostředky (sedimentace, flotace a filtrace). Na podporu čištění a separace některých nerozpuštěných látek se mohou přidávat koloidy a určité rozpuštěné koagulanty nebo flokulanty.

Dosažené přínosy pro životní prostředí

Snížení znečištění, zejména celkových nerozpuštěných látek.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Primární čištění se za běžných okolností nepoužívá jako samostatný krok, ale jako předčištění. Informace o vlivu na životní prostředí a provozní údaje jsou proto součástí informací poskytnutých o sekundárním čištění v kap. 3 až 7.

Mezisložkové vlivy

Primární čištění odpadních vod vyžaduje energii na čerpání apod. a také vzniká kal.

Technická kritéria použitelnosti

Použitelné pro nová i stávající zařízení.

Informace o mezisložkových vlivech, použitelnosti, ekonomice, důvodech realizace a také příklady závodů a literatura jsou pro tuto techniku uvedeny v kap. 6.3.6 a 7.3.10.

2.9.11.2 Sekundární čištění odpadních vod

2.9.11.2.1 Aerobní biologické čištění odpadních vod

Popis

Při aerobním biologickém čištění odpadních vod se biologicky rozložitelné zatížení snižuje za přítomnosti kyslíku, a to vyhníváním pomocí mikroorganismů, kdy vzniká biomasa, oxid uhličitý a voda.

Po primárním čištění, které se obvykle provádí na ochranu biologické čistírny odpadních vod před nadměrným zatížením a škodlivinami, je biologicky rozložitelný rozpuštěný a koloidní materiál v odpadní vodě pomocí mikroorganismů a za přítomnosti vzduchu přeměněn na pevnou látku (biomasu) a na oxid uhličitý a vodu. Po biologickém rozkladu se biomasa a voda oddělují, obvykle pomocí sedimentačních nádrží (separace může být posílena flokulací apod.). Jsou k dispozici i jiná uspořádání tohoto procesu, která lze rozdělit do dvou hlavních kategorií: systémy s aktivovaným kalem (například jednostupňová nebo dvoustupňová zařízení s aktivovaným kalem nebo provzdušňované laguny) a biofilmové systémy (např. biofilmové reaktory s pohyblivým ložem (MBBR) nebo membránové bioreaktory (MBR)). Používá se také kombinace biofilmového systému a systému s aktivovaným kalem.

a) Proces s aktivovaným kalem

Zařízení s aktivovaným kalem se skládá ze dvou hlavních jednotek, provzdušňovací nádrže a sekundárního klarifikátoru (sedimentační nádrže-usazováku). V provzdušňovací nádrži se odpadní voda čistí mikroorganismy (aktivovaného kalu) ve vysoké koncentraci. Kal se pak od vody odděluje v dosazovací nádrži. Většina kalu je vrácena zpět do provzdušňovací nádrže, což je pro udržení vysoké koncentrace kalu nezbytné. Malá část kalu, v závislosti na rychlosti přírůstku, je ze systému odstraněna jako přebytečný kal.

Okysličování a míchání je v provzdušňovací nádrži zajištěno pomocí mechanického provzdušňovacího zařízení. Používají se různé druhy provzdušňovačů, např. povrchové provzdušňovače, ponorné turbínové provzdušňovače, mikrobublinové a také tryskové provzdušňovače. Poslední tři druhy vyžadují stlačený vzduch z dmychadel nebo kompresorů. V rámci aktivačního procesu existuje velký počet uspořádání jednotlivých zařízení a dílčích procesů.

Tyto alternativy se mohou lišit z hlediska provedení provzdušňovací nádrže, počtu stupňů, klarifikátoru (usazováku) a provzdušňovacího zařízení a také recyklace kalů.

b) Provzdušňovaná laguna

Provzdušňovaná laguna má velký objem s retenční dobou odpadních vod 3–20 dní. Mikroorganismy rostou v suspenzi v celém objemu kapaliny, kdy v laguně dosahují relativně nízké koncentrace sušiny: 100–300 mg/l. Růst mikroorganismů vyžaduje kyslík, který se zajišťuje téměř výhradně pomocí mechanických provzdušňovacích zařízení. Nejběžnějšími provzdušňovacími jednotkami jsou povrchové turbínové provzdušňovače, ale v hlubokých lagunách se používají také provzdušňovače umístěné u dna, které mají sání nebo přívod stlačeného vzduchu. Provzdušňovací zařízení zajišťuje také míchání nutné pro udržení pevných látek v suspenzi a posílení mikrobiální činnosti. Provzdušňované laguny vyžadují velký prostor a objem, jsou konstruovány jako zemní nádrže a mohou být navrženy s usazovací sekci nebo bez usazovací sekce. V prvním případě je konec laguny ponechán bez provzdušňování a míchání, což umožňuje usazení pevných látek. V druhém případě toto usazování probíhá v samostatné laguně. Biologický proces nezahrnuje recirkulaci biomasy od začátku až do konce laguny. Usazený kal se málokdy odstraňuje, cca jednou za rok až 10 let.

Používání provzdušňovaných lagun postupně přestává být běžné z mnoha důvodů: má nižší účinnost odstranění nečistot z odpadních vod ve srovnání s aktivačním procesem, je nutná velká plocha a objem nádrže, energetické nároky jsou vysoké a provzdušňování a míchání mají nízkou energetickou účinnost. Ambicióznější požadavky na čištění odpadních vod přispěly k tomu, že mnoho stávajících lagun bylo v odvětví celulózy a papíru zrušeno nebo transformováno na vysoce účinný proces s aktivovaným kalem nebo na doplňkové nádrže pro další čištění odpadních vod.

c) Biofilmové reaktory s pohyblivým ložem

Základem procesu v biofilmových reaktorech s pohyblivým ložem (MBBR) jsou prvky biofilmových nosičů, které jsou vyrobeny z polyethylenu. Tyto prvky poskytují velkou chráněnou plochu pro biofilm a optimální podmínky pro růst bakteriální kultury. Bakteriální kultury požírají rozpustné organické látky, postupně uzrávají a odlupují se pryč. Tyto kultury tvoří přírodní vločky, které lze z vody snadno oddělit.

d) BAS – čištění na bázi biofilmu a aktivovaného kalu

S cílem zmenšit objemy a snížit spotřebu energie byly v posledních letech vyvinuty kompaktní biologické čistírny odpadních vod, které kombinují nosiče s pohyblivým ložem a aktivovaný kal (BAS).

Výhoda biofilmového nosiče je v tom, že velké množství biomasy zůstává na nosiči a nemusí cirkulovat přes sedimentační nádrž. Výhoda pohyblivých biofilmových nosičů ve srovnání s pevnými loži spočívá v tom, že zde nehrozí riziko ucpání.

Používání této technologie snižuje dobu zdržení ve srovnání s tradičními systémy s aktivovaným kalem alespoň o 50 %. Menší objem umožňuje budovat biologické čistírny blízko výrobních linek, a šetřit tak energii i náklady. Snížení CHSK je ve všech různých druzích čistíren s aktivovaným kalem podobné, ale vznik kalu je nižší než v aktivačních čistírnách, když se kal rozloží v posledním stupni zařízení BAS (např. BAS 0,15 kg sušiny/kg snížené CHSK, ve srovnání s čistícím zařízením obsahujícím dlouhodobý aktivovaný kal (LAS): 0,3 kg sušiny/kg snížené CHSK (odkaz: závody Södra). Snížení chlorečnanu je vysoké, 95–100 %, díky anoxickému prostředí při růstu biomasy. Čistírny BAS spotřebovávají díky kompaktnímu objemu méně energie než jiné čistírny (BAS 23 kWh/ADt, ve srovnání s LAS 33 kWh/ADt (odkaz: závody Södra)). Tyto kompaktní systémy jsou však citlivé na nedostatek živin, protože doba zdržení je krátká. Proto jsou tyto systémy provozovány s přebytkem živin, což vede k vyšším emisím fosforu a dusíku.

e) Membránový bioreaktor

Membránový bioreaktor (MBR) obvykle tvoří provzdušňovaný bioreaktor (podobně jako v aktivačním procesu) spojený s membránovým procesem, jehož účelem je oddělení biomasy od čištěné vody.

Existují dvě základní konfigurace MBR: v první jsou membrány ponořeny do reaktoru a tvoří nedílnou součást biologického reaktoru (vnitřní/ponorný) a v druhé jsou membrány samostatnou jednotkou, která následuje za biologickým reaktorem (vnější/vedlejší tok). Vyčištěný filtrát z membránového stupně lze opětovně využít v procesu, zatímco oddělená biomasa se recirkuluje do bioreaktoru. Díky vysoké kvalitě filtrátu je technologie MBR ideální pro použití při čištění ve vnitřním okruhu vody. Proto, aby se zabránilo hromadění pevných látek na povrchu membrány, vyžaduje membránový systém ve stanovených časových intervalech mechanické nebo chemické čištění. To se obvykle provádí zcela automaticky a přímo v nádrži MBR (odstranění membrány není nutné).

Dosažené přínosy pro životní prostředí

Snížení emisí organických látek (CHSK, BSK), AOX, fosforu, dusíku a komplexotvorných činidel do vody.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Čistírny s aktivovaným kalem mají v průmyslu celulózy a papíru široké využití. Hrubý odhad využití aktivačního procesu tvoří 60–75 % všech biologických čistíren odpadních vod v tomto odvětví. Tento proces je také nejběžnější technologií čištění odpadních vod v nedávno postavených závodech. Aktivační proces – nebo srovnatelné techniky jako např. biofilmové reaktory s pohyblivým ložem – obecně dosahuje vysoké účinnosti čištění. Biomasa je však citlivá na poruchy a nestabilitu provozu. Proto provozovatelé obvykle přijímají taková opatření, aby se provzdušňovaným nádržím s biomasou vyhýbaly mimořádně vysoké hodnoty zatížení nebo toků nebo některých odpadních vod s obsahem toxických látek. Tato opatření zahrnují řízení stability výrobního procesu (viz kap. 2.9.10), zamezení přítoku rozlitých koncentrovaných kapalin (viz kap. 3.3.9) a použití záchtných nádrží (viz kap. 3.3.12) a vyrovnávacích nádrží. Mezi nejčastější důvody nedostatečně fungující čistírny patří zvolené uspořádání a dimenzování, příliš vysoké zatížení nebo nedostatečná údržba a provoz systému.

Fungování biologického procesu ovlivňuje také teplota odpadní vody. V aerobních procesech nesmí teplota překročit 30–35 °C, někdy může být nezbytné i chlazení.

Další konkrétní informace o vlivu na životní prostředí a provozní údaje pro aplikaci v jednotlivých podsektorech výroby buničiny a papíru jsou uvedeny v příslušných částech kapitol 3 až 7 věnovaných čištění odpadních vod.

Mezisložkové vlivy

Aerobní biologické čištění odpadních vod spotřebovává energii (např. na chod provzdušňovačů a čerpadel) a vytváří kal, který obvykle vyžaduje úpravu před dalším využitím nebo likvidaci.

Některé biologické čistírny odpadních vod v průmyslu celulózy zjistily přítomnost bakterie *Legionella*. Tomuto problému musejí provozovatelé ve spolupráci s příslušnými orgány věnovat pozornost a minimalizovat a regulovat šíření těchto bakterií.

U kompaktních biologických čistíren může používání přebytku živin vést k vyšším emisím fosforu a dusíku.

Technická kritéria použitelnosti

Použitelné pro nová i stávající zařízení. Konkrétní informace o použitelnosti, ekonomice atd. jsou k dispozici v kap. 3 až 7, v jednotlivých sekcích věnovaných sekundárnímu čištění.

Informace o ekonomice, důvodech realizace, příklady závodů a literatura jsou pro tuto techniku uvedeny v příslušných částech o aerobním čištění (viz kap. 3.3.13, 4.3.16, 5.3.12, 6.3.8 a 7.3.11).

2.9.11.2 Anaerobní biologické předčištění odpadních vod

Popis

Při anaerobním biologickém čištění odpadních vod je zatížení biologicky rozložitelnými látkami snižováno v nepřítomnosti kyslíku pomocí mikroorganismů, které způsobují tvorbu zejména methanu a oxidu uhličitého.

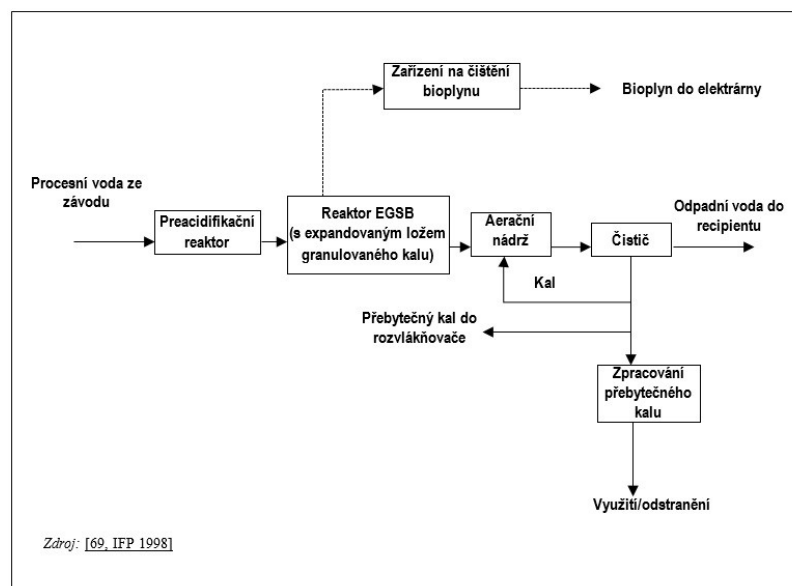
Vznikající bioplyn lze po odsíření použít k výrobě energie. Pro mimořádné situace je zpravidla k dispozici možnost spalovat bioplyn ve fléře.

Jsou k dispozici také různá uspořádání tohoto procesu. Hlavní druhy používaných reaktorů jsou: reaktor s pevným ložem, kontaktní kalový proces, vysokorychlostní anaerobní reaktor s expandovanou biomasou (UASB), vysokozatěžový reaktor s expandovaným ložem granulovaného kalu (EGSB) a poměrně nové reaktory s vnitřní cirkulací (IC). V reaktorech UASB a EGSB jsou kalové částice pomocí vzestupného přítoku udržovány ve fluidním režimu. V reaktorech IC plyn vyráběný v systému pohání cirkulaci a míchání kapaliny a pevné látky v reaktoru.

Hlavním účelem různých konceptů reaktorů je zajistit vysokou koncentraci biomasy v reaktoru. Vysoké koncentrace je dosaženo buď recyklací vypláchnuté biomasy po usazení v externím separátoru (kontaktní reaktorový systém), nebo fixací biomasy na podpůrném médiu uvnitř reaktoru (reaktor s pevným ložem), nebo prostřednictvím autoimobilizace vytvářející granulovanou biomasu (reaktor UASB a EGSB). Reaktory lze provozovat jako samostatné jednotky nebo jako modulární kombinované jednotky.

Anaerobně vyčištěné odpadní vody nespĺňují požadavky na koncovou koncentraci CHSK a BSK pro vyčištěné odtokové vody. Proto se anaerobní zpracování obvykle nepoužívá jako samostatné čištění. Odtoky z anaerobních systémů jsou vždy dále čištěny pomocí aerobního biologického stupně.

Na obr. 2.31 je zjednodušené schéma kombinované anaerobní a aerobní čistírny odpadních vod (v případě výroby grafického a jemného papíru na bázi RCF nemůže být přebytečný kal přiváděn zpět do rozvlákňovače nebo směšovací nádrže).



Obrázek 2.31: Zjednodušené schéma kombinované anaerobní a aerobní čistírny odpadních vod

Dosažené přínosy pro životní prostředí

Anaerobní předčištění snižuje zatížení odpadních vod organickým znečištěním, snižuje přebytečný kal vzniklý ve srovnání se samostatným aerobním čištěním a využívá energii obsaženou v organickém znečištění (výroba bioplynu).

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Ve srovnání se samostatnými aerobními čistírnami se kombinované anaerobní a aerobní čistírny ukázaly jako stabilnější systémy s ohledem na změny zatížení CHSK a toxické nebo inhibující látky v procesní vodě. Aplikovatelnost zařízení je téměř 100 %.

Pro ekonomicky životaschopnou aplikaci anaerobních technik jako prvního stupně biologického čištění odpadních vod by koncentrace CHSK v provozní vodě neměla být nižší než 1 000–2 000 mg/l.

V závislosti na uspořádání anaerobního reaktoru by nerozpuštěné látky v koncentracích nad 200–500 mg/l mohly způsobit problémy v anaerobních systémech, zejména v reaktorech s pevným ložem. V některých reaktorech UASB byl pozorován pomalý rozpad pelet biomasy. V tomto případě lze biomasu nahradit novými peletami z jiných reaktorů UASB, aby se tak zachoval efektivní provoz reaktoru. Anaerobní předčištění výrazně snižuje pravděpodobnost vzniku objemného kalu v následné aerobní fázi.

V kombinovaných anaerobních a aerobních čistírnách činí energie potřebná k odstranění 1 tuny CHSK (používaná především k čerpání a provzdušňování) cca 200–300 kWh, zatímco u samostatných a dobře projektovaných aerobních čistíren dosahuje tato energie potřebná k odstranění 1 tuny CHSK hodnoty 500–600 kWh. Objem bioplynu vyrobeného během anaerobního rozkladu se pohybuje od 400 do 600 m³/t odstraněné CHSK a tento bioplyn se skládá z metanu (60–75 %), CO₂ (20–35 %) a malého množství sirovodíku. Předtím, než je bioplyn použit v elektrárnách závodu jako náhrada za fosilní paliva, je provedeno jeho odsíření. V opačném případě by v elektrárně vznikly problémy s korozi a vyššími emisemi SO₂.

Vzhledem k tomu, že výhřevnost metanu činí 35,7 MJ/m³, pohybuje se energie z tepelného využití bioplynu v kombinované výrobě elektrické energie a tepla v rozmezí 1 900 – 2 900 kWh/t odstraněné CHSK při předpokládané účinnosti elektrárny 75 %. Energetické využití bioplynu pokryje celkovou poptávku po energii pro kombinovanou anaerobní a aerobní čistírnu. Část vyrobené energie (cca 70–80 %) lze použít v jiných oblastech závodu, např. v procesu výroby papíru.

Hlavním parametrem používaným k řízení výkonu anaerobních a aerobních technik čištění odpadních vod je CHSK, která se většinou analyzuje denně. Pro anaerobní systémy je dalším důležitým řídicím parametrem rychlost výroby bioplynu, kontinuálně měřená plynoměrem, a také průběžně měřený obsah CO₂, CH₄ a H₂S v bioplynu.

Mezisložkové vlivy

Nejsou známy.

Technická kritéria použitelnosti

Použitelné pro nová i stávající zařízení. Inovace stávající aerobní čistírny odpadních vod včetně přidání anaerobní fáze předčištění je obvykle proveditelná v případě, kdy složení procesní vody, obsah síranů a CHSK jsou pro anaerobní zpracování vhodné. Modernizace anaerobního předčištění je vhodným opatřením v případě, kdy aerobní stupeň dosáhl své maximální kapacity a je přetížený.

Anaerobní čištění odpadních vod může vyžadovat větší pozornost a možná i změny ohledně použití chemických přísad (např. čisticí prostředky, odpěňovače a protislizové prostředky), protože anaerobní mikroorganismy jsou na tyto chemické přísady a toxické účinky citlivější.

Informace o mezisložkových vlivech, použitelnosti, ekonomice, důvodech realizace, příkladech závodů a referencích jsou pro tuto techniku uvedeny v příslušných sekcích o anaerobním předčištění (viz kap. 4.3.15 a 6.3.7).

2.9.11.2.3 Řízení biologické čistírny odpadních vod a optimální dávkování živin

Popis

Emise živin jsou sníženy díky řízení funkčnosti biologického čištění odpadních vod a také díky nastavení a optimalizaci dávkování živin tak, aby nedošlo k předávkování.

Mikroorganismy používané v biologickém čištění odpadních vod potřebují pro správný růst dusík a fosfor. V odpadních vodách z výroby buničiny a papíru je množství živin ve srovnání s množstvím organických látek obvykle nízké. Často je proto nutné fosfor a dusík do odpadních vod pro dosažení účinného čištění přidávat. Doporučuje se však posoudit, zda jsou počáteční zásoby živin v odpadních vodách dostačující. V některých případech, např. pokud se jako surovina používá eukalyptus, je v odpadních vodách přítomen dostatek fosforu a přírůstek dusíku je třeba jen velmi malý nebo žádný. Při řízení funkčnosti biologického čištění odpadních vod jsou důležité následující aspekty.

Technika I. Dostatečný přísun živin pro mikroorganismy

Mikroorganismy v biologických čistírnách odpadních vod potřebují k rozkladu rozpuštěných organických látek v odpadních vodách dostatečný přísun N a P. Odpadní vody z celulózek a papírů většinou obsahují jen nízké koncentrace N a P, proto se za účelem efektivního provozu biologické čistírny odpadních vod živiny přidávají, např. ve formě močoviny a kyseliny fosforečné. Výjimkou jsou závody, které zpracovávají dřevo iberského eukalyptu, z něhož se během rozvláknování uvolňuje větší množství fosforu. Do biologického čištění odpadních vod z celulózek zpracovávajících eukalyptus se proto nepřidává žádný fosfor.

Přidávání živin se provádí pomocí snadno dostupných nutričních sloučenin, nejlépe s obsahem amonných (NH_4^+) a fosforečnanových (PO_4^{3-}) iontů. V některých případech procesní voda již obsahuje vyšší koncentrace živin (někdy s kolísající koncentrací a složením). V takových případech a také při kolísajícím toku se přebytečné živiny měří za biologickou čistírnu odpadních vod, pokud nebyla dávka odpovídajícím způsobem upravena. Provozovatel biologické čistírny odpadních vod musí najít správnou rovnováhu mezi nedostatečným přísunem N a P do biologického systému a nežádoucím předávkováním. Nedostatečný přísun živin může poškodit biocenózu - společenství organismů obývajících určitý prostor (viz dále „objemný kal“) a následně může snížit rychlost procesu v zařízení. Předávkování je nežádoucí, protože uvolněné přebytečné živiny mohou zvýšit eutrofizaci povrchových vod.

Mnoho závodů se nezabývá obsahem N a P v přitékající procesní vodě ani kolísáním hydraulického zatížení a do odpadních vod průběžně přidává stále stejné množství živin. V některých případech se však do odpadních vod dostávají organické sloučeniny dusíku z použitých chemických přísad, které jsou v biologickém systému hydrolyzovány a přeměněny na amonné ionty. Výsledkem může být situace, kdy koncentrace biologicky využitelného dusíku převyšuje potřeby biologického systému. Potřeba živin v jednotlivých závodech kolísá. Maximální teoretický požadavek je dán poměrem BSK:N:P 100:5:1 [146, Möbius 2008]. V praxi se v řadě čistíren úspěšně aplikují poměry 100:(2,3 – 2,5):0,5.

Technika II. Dávkování živin

Nutriční požadavky různých aerobních a anaerobních systémů biologického čištění se pohybují v určitých mezích. Vhodný přísun živin lze regulovat ze tří různých stran.

a) Ze vstupu do biologické čistírny odpadních vod. Na počátku by měl být přísun živin založen na poměru BSK:N:P na přítoku do aerobního biologického stupně v poměru cca 100:3,0:0,5 a pak by se měl podle skutečné potřeby optimalizovat. Vzhledem k tomu, že se ukázalo jako velmi obtížné spolehlivě určit BSK odpadní vody v daném čase (analýza trvá příliš dlouho), některé závody používají jako parametr (on-line) CHSK a aplikují počáteční poměr CHSK:N:P ve výši 100:1:0,2. Jiné závody při regulaci dávkování živin kontinuálně měří TOC a TN_b .

b) Z vyčištěné odpadní vody. Pro dostatečný přísun živin by roční průměrné hodnoty za biologickým čištěním měly být: 0,5–1 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$ a 0,5–1 mg/l $\text{PO}_4\text{-P}$ [100, M.Cordes–Tolle 2000] nebo ve vztahu ke všem naměřeným hodnotám, např. za celý rok, by hodnoty jednotlivých měření měly být v rozmezí 0 - 2 mg/l.

Čistírny odpadních vod s velmi stabilními provozními podmínkami a malými výkyvy v zatížení možná budou potřebovat nižší průměrné koncentrace, jak je uvedeno v bodě b), zejména s ohledem na fosfor. Dané cílové hodnoty vycházejí ze zkušeností a jsou uvedeny pouze jako orientační. Každý biologický systém musí být optimalizovaný a nastavený odděleně.

c) Samotnou analýzou biomasy. Kontrola koncentrací v odpadní vodě v systémech aktivovaného kalu často neposkytuje žádné jasné důkazy pro optimalizovaný přísun živin do biomasy. Složení biomasy by se mělo sledovat prostřednictvím analýzy obsahu popela, Kjeldahlova dusíku (TKN) a $P_{\text{celk.}}$ ve vzorcích aktivovaného kalu, zejména v případech, kdy jsou vlastnosti kalu nepříznivé, nebo pokud kapacita čistírny odpadních vod v oblasti rozkladu znečišťujících látek nesplňuje očekávání. Cílové hodnoty pro analyzované vzorky aktivovaného kalu jsou následující (na základě sušiny):

P: >10 mg $P_{\text{celk.}}$ /g sušiny)

N: 50 – 60 mg TKN/g sušiny).

Na vlastnosti kalu (kalový index) má velmi silný vliv zejména přísun fosforu. Kalový index kalu by se měl určovat denně nebo týdně. Je to jeden z nejdůležitějších parametrů pro řízení aktivačního procesu. Mikroskopicky by se mikroorganismy měly kontrolovat každý týden.

Pro kombinaci anaerobní a aerobní čistírny odpadních vod je třeba poznamenat, že anaerobní bakterie mají nižší požadavky na výživu než bakterie aerobní. Optimální poměr N a P pro organické zatížení musí být stanoven v každém jednotlivém případě zvlášť. Zkušenosti ukázaly, že dobré výsledky má poměr CHSK:N:P:S ve výši 350:5:1:1 [101, G.Weinberger 2004]. Bylo zjištěno, že snížení dávek živin potřebných pro anaerobní biomasu má vliv na provozní podmínky, které jsou pro následný aerobní stupeň příliš nestabilní. Proto je nutné dávkovat na vstupu do anaerobní fáze i N a P nezbytné pro následné aerobní čištění.

Technika III. Regulace dávkování živin

Pro dosažení optimálního dávkování živin musí být pro každý závod vybrán nejvhodnější řídicí parametr. Při měření koncentrace N a P na vstupu (zejména pak u dusíku) by se měla vzít v úvahu biologická dostupnost dusíkatých složek. Měření $\text{NH}_4\text{-N}$ není vždy dostatečné, např. když významná množství organických sloučenin (měřena jako Kjeldahlův dusík) obsažených v odpadní vodě se transformují na biologicky dostupné amonné sloučeniny. Naopak ne všechny organické sloučeniny dusíku (TKN) jsou pro mikroorganismy použitelné a biologickým čištěním částečně projdou beze změny. Klíčovými parametry, které je vhodné sledovat při dávkování živin, jsou přebytek čpavku a rozpuštěného celkového P nebo $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ na odtoku z ČOV, spolu s procentním podílem N a P v kalu a jeho sedimentační schopnosti. Regulaci mohou doplnit on-line měření CHSK nebo TOC.

Správná regulace dávkování živin je nezbytná z ekonomických i environmentálních důvodů. Vhodným přístupem při řízení dávkování živin je kontrola dávkování N a P v závislosti na zatížení TOC. Při dávkování lze použít empiricky určené poměry TOC:N:P, kdy je nutné brát v úvahu kontinuálně naměřené koncentrace N a P v nevyčištěné odpadní vodě. Vhodnými nástroji pro regulaci živin jsou on-line měření TOC a on-line měření N a P, zejména u větších zařízení. V mnoha čistírnách odpadních vod se dávkování živin provádí, aniž by se zohlednilo kolísání organického nebo hydraulického zatížení. To je vhodné jen v systémech, které vykazují mírné výkyvy. Dojde-li k velkým výkyvům organického nebo hydraulického zatížení, může nastat předávkování, pokud není dávkování patřičně upraveno. Pro tyto systémy je vhodnou variantou on-line regulace a dávkování živin podle objemového toku.

Technika IV. On-line měření

On-line analyzátory živin provozovatelům nabízejí možnost záznamu dat v reálném čase v podobě křivek pro vybraný vzorkovací bod. Na základě těchto dat mohou provozovatelé v přiměřené době reagovat, pokud jsou ve vypouštěných odpadních vodách překročeny cílové hodnoty nebo se objeví mimořádně vysoké zatížení na přítoku anebo v čistírně odpadních vod dojde k většímu kolísání stability procesu. Nízké cílové hodnoty pro emise živin, řízení účinnosti odstranění škodlivin a požadavky týkající se stability procesu a kontroly čištění odpadních vod vedly ke stále většímu využívání on-line měřících přístrojů. Dalšími důvody pro jejich použití jsou větší požadavky konvenčních metod na čas a personál a jejich nedostatečná flexibilita. On-line měření jsou však dražší a také vyžadují častou kalibraci a spolehlivou údržbu. Pro menší závody může být on-line měření příliš drahé.

Technika V. Snížení celkových NL a prevence vzniku objemného kalu

K oddělení pevné biomasy od vyčištěné procesní vody se většinou používají sedimentační nádrže. Klíčové je proto udržování dobré sedimentační schopnosti aktivovaného kalu a prevence vzniku objemného kalu. Kromě vhodného dimenzování a správného fungování klarifikátoru (plošné zatížení sekundárního čistěče nebo hydraulické zatížení) má velký význam i měření a kontrola mikrobiálního složení biomasy. Masivní růst některých druhů mikroorganismů, zejména vláknitých bakterií, je často známkou degenerace aktivovaného kalu a vede ke zvýšeným ztrátám celkových NL.

K bytění kalu při čištění pomocí aktivovaného kalu obvykle dochází v případě, kdy je biologický systém nějak narušen, např. v důsledku výkyvů v zatížení znečišťujícími látkami, kolísání množství rozpuštěného kyslíku v nádrži s aktivovaným kalem, nedostatku nebo nadbytku dusíku a fosforu nebo kolísání množství recyklovaného kalu, který se vrací do provzdušňovací nádrže.

Vhodná opatření k prevenci a řízení (masivního) vzniku objemného kalu v biologické čistírně odpadních vod jsou následující:

- Měření přítoku odpadních vod. Je třeba předcházet anaerobním zónám (např. krátkou dobou zdržení v primárním čiči nebo dočasným provzdušňováním) a zaručit dostatečný přísun živin. V některých případech se zjistilo, že nižší karboxylové kyseliny, jako je kyselina octová, jsou hlavní příčinou převládajícího růstu vláknitých bakterií, které způsobují bytění kalu. Vlákňité bakterie se také mohou objevit v případě, kdy je v odtocích přítomna síra.
- Správně vyprojektovaná čistírna odpadních vod [111, Möbius 2009]. Poměr živin k hmotnosti musí být v určitém rozpětí, aby se předešlo bytění kalu a zajistily se dobré výsledky při odstraňování CHSK. U jednostupňových reaktorů s aktivovaným kalem mohou riziko bytění kalu snížit kaskády, rovnoměrný tok nebo nádrže se selektory; pro účinnost procesu a prevenci bytění kalu lze využít provzdušňování, rozpětí koncentrace kyslíku a gradient koncentrace kyslíku. Dvoustupňové biologické čištění lépe předchází riziku bytění kalů v koncové fázi a nabízí možnost provozu při relativně nízkém zatížení BSK u kalu. První stupeň je často vysoce zatíženým stupněm s materiálem, který nese biofilm (biofilmový reaktor s pohyblivým ložem). Když jsou odpadní vody vhodné pro anaerobní čištění, lze vybudovat vysoce zatížený anaerobní první biologický stupeň, v současnosti zpravidla druh EGSB.
- Denní kontrola fungování čistírny odpadních vod.
- Mikroskopický rozbor aktivovaného kalu.

Dosažené přínosy pro životní prostředí

Snížení emisí dusíku, fosforu a celkových NL.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Techniky I až IV

Tabulka 2.34 ukazuje příklady hodnot N_{anorg} a P_{celk} dosažených při optimálním dávkování živin a kontrolním měření.

Tabulka 2.34: Příklady opatření na regulaci živin a emise dosažené v devíti závodech na výrobu buničiny a papíru

Papírna a [zdroj dat]	Průměr N_{anorg} [mg/l]			Průměr P_{celk} [mg/l]			Poznámka
	Denní	Měsíční	Roční	Denní	Měsíční	Roční	
MD Paper Plattling Myllykoski (<50 % RCP), [4] ⁽¹⁾	2,8	NA	2,1	1	NA	0,77	Denní průměry 80. percentil
Papírna Lang Ettringen (RCP, GW) [1] ⁽¹⁾	0,3	NA	NA	0,5	NA	NA	Průměr z dvouhodinových směsných vzorků
UPM Schongau (> 50 % RCP), novinový papír, papír pro tisk časopisů, [1] ⁽²⁾	0,1 – 10,0 ⁽³⁾	1,3 – 2,6	1,8	0,2 – 3,0	NA	0,8	NA
Hans Kolb, papírna Kaufbeuren, papír na zvlněnou vrstvu (lepenky), [1]	NA	1,1 – 7,5	4,8	NA	0,6 – 1,3	1,0	NA
Papírna Rieger Trostberg (100 % RCP lepenka) [1] ⁽⁴⁾	NA	3,1 – 6,2	4,4	NA	0,7 – 2,2	1,2	NA
Papírna Palm Eltmann, novinový papír 100 % RCP, [1]	NA	0,6 – 1,6	1,2	NA	0,2 – 0,3	0,2	NA
COV Südwasser, pro papírnu Carl Macher (100 % RCP)	$N_{ges.}$: 0,4 – 4,9	3,8	NA	0,2 – 1,0	0,6	NA	Měsíční průměr 05/2001
Wepa Giershagen, tenký papír: primární a druhotná (sekundární) vlákna, [3]	TN _b : 6,1 – 9,4	NA	NA	0,08 – 0,5	NA	NA	Půlhodinové průměry
DeliTissue Stendal, primární vlákna, [2]	0,0 – 1,31 ⁽⁵⁾ Průměr N_{anorg} : 3,08 TN _b : 3,7 – 10 ⁽⁶⁾ Průměr TN _b : 8,4	NA	NA	0,08 – 1,9 Průměr P_{celk} : 0,44	NA	NA	Dvouhodinové směsné vzorky

Poznámka: NA = údaje nejsou k dispozici, $N_{ges.}$ = součet amonného, dusičnanového a dusitanového dusíku

⁽¹⁾ Jedno kontrolní měření za den.
⁽²⁾ On-line měření živin a TOC.
⁽³⁾ V roce 2009 byly pouze dva denní průměry nad 10 mg/l: 15,6 a 10,4 mg/l.
⁽⁴⁾ Dodatečné techniky: aktivovaný kal s předchozí denitrifikací.
⁽⁵⁾ Jedna hodnota nad 10 mg/l: 19 dne 26/11/2009.
⁽⁶⁾ Jedna hodnota nad 10 mg/l: 29 dne 26/11/2009.

Zdroje:
[1] Data z bavorského kompetentního orgánu (Rörig, 2009, roční zprávy).
[2] Data z kompetentního orgánu pro Sasko-Anhaltsko (Ziem, zpráva analýz 2006–2010).
[3] Data z kompetentního orgánu pro Severní Porýní–Vestfálsko (Dreher, zpráva analýz 2010).
[4] MD Plattling, údaje jsou převzaty z německého dotazníku 2006.

Technika IV (On-line měření)

V několika německých papírnách se on-line měření využívá ke stanovení TOC (EN 1484:1997), rychlého stanovení BSK, PO_4 (EN 1189:1996), P_{celk} (EN 1189:1996), NH_4 (DIN 38 406, část 5) a TN_b (DIN 38 409, část 27). TOC je nejčastěji měřeným parametrem pro určení vstupního zatížení (řízení procesů) nebo pro měření limitních hodnot ve vypouštěné vodě. Další závody používají on-line měření při sledování koncentrace N a P ve vypouštěných vodách nebo ke kontrole dávkování dusíku a fosforu; další aplikací je dávkování flokulantu v případě odstranění P. V německých papírnách je aplikace on-line měření při řízení technologických procesů v čistírnách odpadních vod stále omezena na cca 10 závodů (5 % z celkového počtu), protože výsledky pro TOC, NH_4 , PO_4 a P_{celk} (řádná údržba a vyškolený personál) jsou do značné míry spolehlivé, přestože on-line zařízení jsou snadno dostupná [94, F.Schmid et al. 2002], [95, M.Cordes-Tolle et al. 2000], [98, G.Weinberger et al. 2002].

Zařízení na on-line měření mají kratší dobu návratnosti pro větší závody, neboť náklady na možné nevhodné dávkování živin jsou pro tyto závody relativně vyšší. Při posuzování ekonomické životaschopnosti on-line měření je nutné vyhodnotit náklady (investice, náklady na chemikálie, náhradní díly a smlouvy o údržbě) a přínosy vždy pro různé případy.

Mezisložkové vlivy

Nejsou známy.

Technická kritéria použitelnosti

Použitelné pro všechny závody.

Ekonomika

Nejsou k dispozici žádné informace.

Důvody realizace

Požadavky příslušných orgánů. Snížení nákladů na dávkování živin. Kvalitativní cíle pro N a P v povrchových vodách. Jelikož účelem biologického čištění odpadních vod je především snížení množství organických látek vypouštěných do recipientu, mohly by úspěch čištění ohrozit emise přebytku N, P a nerozpuštěných látek.

Příklady závodů

Viz tab. 2.34.

Literatura

[87, Jouttijärvi et al. 2006], [94, F.Schmid et al. 2002], [95, M.Cordes–Tolle et al. 2000], [98, G.Weinberger et al. 2002], [100, M.Cordes–Tolle 2000], [101, G.Weinberger 2004], [111, Möbius 2009], [146, Möbius 2008].

2.9.11.2.4 Techniky snižování P a N

Posouzení obsahu N a P v použitých chemických přísadách a jejich nahrazení přísadami s nižším obsahem N a P může snížit zatížení živinami na přítoku do čistírny odpadních vod a následně i ve vypouštěných odpadních vodách. Další techniky snižování fosforu a dusíku jsou popsány v kap. 2.9.11.3

2.9.11.3 Terciární čištění odpadních vod

Terciární čištění se obvykle používá k odstranění nečistot, které předcházející kroky čištění (např. biologické čištění) nedokázaly odstranit nebo nemohly odstranit dostatečně, např. celkové NL, CHSK, dusík a fosfor. Moderní čištění může zahrnovat techniky jako flokulaci, srážení, biofiltraci, použití membrán při zdokonalené filtraci, ozonizaci atd.

2.9.11.3.1 Chemické srážení

Popis

Chemická flokulace rozpuštěných a suspendovaných látek vytváří vločky, které se následně oddělují filtrací nebo čířením.

Chemické srážení zahrnuje přidání chemikálií, jehož cílem je změnit fyzikální stav rozpuštěných a suspendovaných pevných látek a vytvořit větší částice či vločky, které lze snadněji odstranit sedimentací nebo flotací. Jako srážedla se používají různé látky. Nejčastěji se jedná o soli hliníku ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ a $\text{Al}_n(\text{OH})_m\text{Cl}_{3n-m}$), chlorid železitý (FeCl_3), síran železitý ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), síran železnatý (FeSO_4) nebo hydroxid vápenatý ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Pro optimalizaci flokulace se ve fázi míchání používají polyelektrolyty.

Koagulanty na bázi kovů používané při srážení nebo flokulaci jsou obvykle následující:

- hliníkové soli: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ a $\text{Al}_n(\text{OH})_m\text{Cl}_{3n-m}$;
- železité soli (Fe(III)): FeCl_3 a $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$;
- železnaté soli (Fe(II)): FeSO_4 ;
- vápno.

Dosažené přínosy pro životní prostředí

Snižování emisí fosforu a celkových NL.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Chemické srážení se aplikuje obvykle jako doplňkové opatření v kombinaci s biologickým čištěním. V některých výjimečných případech může chemické srážení stačit jako samostatný krok čištění, který nahradí biologické čištění (např. pro odpadní vody z některých papíren, viz kap. 7.3.12).

Informace o mezisložkových vlivech, použitelnosti, ekonomice, důvodech realizace a také příklady závodů a literatura jsou pro tuto techniku uvedeny v příslušných částech o terciárním čištění (viz kap. 3.3.14, 4.3.17 a 7.3.12).

Mezisložkové vlivy

Vznikají další kaly.

2.9.11.3.2 Nitrifikace a denitrifikace

Popis

Při nitrifikaci a denitrifikaci pro odstranění dusíku jsou složky organicky vázaného dusíku (celk. Kjeldahlův dusík) transformovány na amonné složky.

Amonné složky se používají jako hlavní zdroj živin pro mikroorganismy a téměř zcela se v průběhu málo zatíženého biologického čištění transformují na dusičnany (předpoklad: nízké zatížení a vysoké stáří kalu). Nitrifikace zvyšuje koncentrace dusičnanů a obsah dusitanů v odpadních vodách. Dusičnany lze odstranit denitrifikací. Při tomto procesu (v podmínkách chudých na kyslík) mikroorganismy využívají dusičnany jako zdroj kyslíku. V některých papírnách se denitrifikace provádí pomocí přerušované aerace nebo vytvořením zón s nedostatkem kyslíku. V několika německých papírnách byla přijata opatření ke snižování dusíku v odtocích (viz tab. 2.34).

2.9.11.3.3 Ozonizace a biofiltrace

Viz kap. 6.3.9.

2.9.11.3.4 Další techniky snižování celkových NL

Popis

Zhoršená sedimentace biomasy nebo nadměrné hydraulické zatížení sekundárního klarifikátoru (usazováku) biologické čistírny mohou vést ke zvýšení koncentrace nerozpuštěných látek ve finálních odtocích. Alternativou k rozšíření sedimentační nádrže je instalovat za provzdušňovanými nádržemi filtrační jednotky, které mohou být provozovány nepřetržitě nebo pouze v případě poruchy. V celulózkách a papírnách se používají různé druhy mikrofiltrů, textilních nebo pískových filtrů. Zvýšenému zatížení předchází také flokulace nebo flotace, a to jednotlivě nebo v kombinaci s filtrací.

Dosažené přínosy pro životní prostředí

Snížené emise celkových NL. Filtrační jednotky zvyšují provozní spolehlivost a zabraňují překročení cílových hodnot z důvodu poruchy zařízení [92, F.Schmidt et al. 2002].

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Za běžných okolností a také bez dodatečných opatření jsou za biologickým čištěním dlouhodobě dosahovány koncentrace 20 mg NL_{celk}/l. U méně stabilních procesů může trvale nízké hladiny celkových NL zaručit textilní filtr používaný nepřetržitě nebo v režimu dočasného vyřazení jako pohotovostní opatření (filtr určený k dočištění v případě poruch).

Nízké emise celkových NL snižují i uvolňování organických látek a živin do povrchových vod a jsou předpokladem pro úspěšné čištění. 1 mg zadržených NL_{celk}/l odpovídá cca 1 mg CHSK/l (0,8 – 1,5 mg CHSK/l), který není vypuštěn do recipientu.

Tabulka 2.35 uvádí příklad hodnot celkových NL dosahovaných v jednom závodě na výrobu buničiny a papíru.

Tabulka 2.35: Příklad opatření na regulaci celkových NL a dosažené emise z výroby buničiny a papíru

Papírna a [zdroj]	Použité techniky odstranění celkových NL	Dosažené hodnoty NL _{celk} (mg/l) denní + roční průměry
50 000 t/rok bezdřevého natíraného a nenatíraného papíru	Mikrofiltrace, biofiltr	Denní průměr: 0,0 – 12 Roční průměr: 0,02

Zdroj: Dotazník 2006 (německé závody).

Příklad závodu, který používá biofiltr, potvrzuje, že biofiltry odstraní prakticky všechny nerozpuštěné látky (roční průměr = 0,02 mg/l).

Mezisložkové vlivy

Nejsou známy.

Technická kritéria použitelnosti

Nejsou známy.

Ekonomika

Nejsou k dispozici žádné informace.

Důvody realizace

Snižování emisí celkových NL.

Příklady závodů

Závody používající biofiltr: Glatz Neidenfels, Drewsen Lachendorf, papírna Königstein, Norske Skog Walsum nebo RCF DE 5.

2.9.12 Prevence rizik spojených se znečištěním při ukončování provozu

Popis a dosažené přínosy pro životní prostředí

Jakmile je papírna nebo celulózka či její část uzavřena, jsou hlavními problémy ochrana půdy a vody. Dále jsou uvedena obecná opatření během provozu, která mohou předejít rizikům znečištění ve fázi ukončování provozu závodu.

- Minimalizovat vstup látek do půdy prostřednictvím netěsností, vzdušné depozice a nesprávného skladování surovin, výrobků nebo zbytků během provozní fáze zařízení.
- Zajistit, aby podzemní nádrže a potrubí buď vůbec nebyly nutné, nebo byly dobře zdokumentované.
- Zavést program řízení pro případ úniků a rozšířit prostor záchytu u příslušných zdrojů, a zabránit tak znečištění půdy a podzemních vod.
- Vytvořit pokyny pro vyprazdňování technologických zařízení, nádob a potrubí.
- Zajistit čisté (nekontaminující) uzavření v případě vypnutí zařízení, např. vyčištění a rekultivace lokality s ohledem na její budoucí využití. Měly by být zachovány přirozené funkce půdy, pokud je to možné.
- Využít program monitoringu, který se zaměří zejména na podzemní vody s cílem odhalit možné budoucí dopady na dané místo nebo sousední oblasti.
- Navrhnout plán ukončování provozu, který zahrnuje jasnou organizaci prací a zohledňuje konkrétní odpovídající lokální podmínky. Tento plán může usnadnit jednotlivé kroky a komunikaci, protože dostupnost informací se zpravidla sníží, pokud pracovníci odpovědní za záležitosti životního prostředí z uzavřené společnosti odejdou.

Provozovatelé celulózky nebo papírny by měli zaručit, že činnosti nutné pro ukončení provozu zařízení bude vykonávat odborně vyškolený personál. Předpokladem pro hladké ukončení provozu je dobrý vztah s příslušným správním orgánem vybudovaný na základě pravidelných setkání a otevřené diskuse během období provozu.

Zprávy z areálu závodu jsou opatřením, které při nejbližší příležitosti umožní vytvoření určité základny, podle níž lze posuzovat další kontaminaci lokality. Tato výchozí zpráva (základní) se pak může porovnat s pozdějšími zprávami z doby, kdy je zařízení prodáno, uzavřeno nebo rekonstruováno. Výchozí zprávu (základní) lze použít také k sestavení seznamu prioritních opatření, která mají být pro zařízení přijata.

Kroky, které je třeba učinit, jsou specifické pro každou jednotlivou lokalitu a vyráběné třídy kvality papíru nebo buničiny. U nových závodů by se ukončení provozu mělo zvažovat již ve fázi projektování, čímž se minimalizují rizika a zbytečné náklady spojené s pozdějším ukončováním provozu. Projektování plánovaného zařízení může zahrnovat:

- zajištění, aby do projektu byla začleněna povinnost vyprázdnit a vyčistit nádoby a potrubí před demontáží;
- navrhování provzdušňovaných lagun a skládek s ohledem na jejich případné vyčištění nebo zrušení; hodnocení rizik může být užitečným nástrojem pro vyhodnocení konkrétních požadavků;
- upřednostnění recyklovatelných materiálů.

Před výstavbou nového závodu by se měl posoudit počáteční stav lokality.

U stávajících zařízení je třeba vypracovat a pravidelně aktualizovat obecný plán uzavření nebo ukončení provozu. Takový plán také bere v úvahu účel využití dotyčné lokality. Individuální plán a cíle pro ukončení provozu jsou pak založeny na analýze rizik. Plán by měl být dokončen před reálným ukončením provozu, aby se prokázalo, že zařízení může být vyřazeno z provozu bez jakéhokoli rizika znečištění a lokality, v níž byl závod v provozu, se navrátí do uspokojivého stavu. Podle tohoto programu by měly být řešeny potenciální vlivy na životní prostředí a navrhována opatření na zlepšení jeho stavu. Program by měl být aktualizován, dojde-li k podstatným změnám materiálů.

Plán či program ukončení provozu může zahrnovat i následující kroky:

- pokud jsou nainstalovány podzemní nádrže a potrubí, měly by být vybaveny řádným systémem čištění a vyprazdňování;
- opatření nezbytná k zajištění uspokojivého stavu provzdušňovaných lagun;
- předvídatelná opatření k zajištění takového stavu místních skládek, který umožní jejich uzavření v souladu s předpisy na ochranu životního prostředí;
- opatření zajišťující, že izolace bude demontována bez vzniku prachu nebo jiných nebezpečí;
- opatření na odstranění nebo propláchnutí potrubí a nádrží tam, kde je to vhodné, a úplné vyprázdnění potenciálně škodlivého obsahu;
- program ukončení provozu by měl rozvíjet řadu plánů a metod, jak analyzovat možné problémy, např.:
 - specifikace pro všechny podzemní nádoby a potrubí;
 - metody a zdroje nezbytné k zajištění uspokojivého stavu provzdušňovaných lagun na základě posouzení rizik;
 - metody pro přepracování projektu a úpravu čistírny odpadních vod pro nižší zatížení odpadních vod;
 - způsob zajištění, aby žádné místní skládky nevyvolají po ukončení činností žádné riziko;
 - způsoby demontáže budov a jiných staveb tak, aby se na místech staveb a demolic zabránilo prašnosti, ochránila se půda a povrchové a podzemní vody;
 - rozbor půdy kvůli zjištění míry znečištění způsobeného provozem a nutnosti sanace tak, aby se lokalita vrátila do uspokojivého stavu, jak jej definuje zpráva o počátečním stavu (základní zpráva).

Pokud je někdy půda v lokalitě silně kontaminována, mohou opatření zahrnovat dočasné zakrytí půdy, záchyt a čištění průsakové vody, odstranění kontaminované půdy a zajištění geologických bariér.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

O uzavření celulózek a papíren existuje jen málo veřejných zdokumentovaných informací. Byly shromážděny některé zkušenosti, které lze použít jako obecný seznam problémů, kterým rovozovatelé a úřady mohou čelit v případě ukončení provozu papírny nebo celulózky.

Jedna praktická zkušenost je popsána v dokumentu „Inquiry of measures related to closing down pulp and paper mills“ (Průzkum opatření souvisejících s uzavřením celulózek a papíren), který vypracovalo Regionální environmentální centrum pro jihovýchodní Finsko v roce 2009. Tento dokument se týkal opatření souvisejících s uzavřením sedmi papíren a celulózek ve Finsku a byl zaslán orgánům životního prostředí i Finské lesnické federaci. V rámci projektu byly poskytnuty odpovědi na dotazy a dokumenty týkající se uzavření dotčených závodů. Odpovědi sedmi společností, čtyř environmentálních středisek a Finské lesnické federace jsou shrnuty v následujících bodech.

- Během ukončení provozu čistírny odpadních vod nebo po něm nedochází k žádným výjimečným únikům odpadních vod. V případě externího čištění odpadních vod z papíren nebo běžného čištění spolu s městskými odpadními vodami může ukončení činností způsobit problémy, pokud se vstupní zatížení výrazně změní. Čistírna odpadních vod by pak potřebovala určité úpravy.
- Zpracování kalů ze stále provozovaných závodů může způsobit problémy, pokud byl kal dříve spalován v pomocném kotli uzavřeného závodu. Nashromážděný kal může způsobit škodlivé účinky, a proto musí být organizováno uspokojivé nakládání s odpady.
- Odpad z demoličních prací může tvořit významnou frakci, kterou lze recyklovat, přijmout na skládku nebo z části předat do zařízení na zpracovávání komunálního odpadu. Problémy se mohou objevit i v případě, že na skládce není místo a environmentální povolení neumožňuje použití uzavřených skládek.
- Po uzavření skládky ve vlastnictví společnosti je nutná řada opatření týkajících se, např. rozboru půdy a průsaků, vývinu plynu, rekultivačních opatření, čištění odtokových vod a plynů, kontroly jakosti a monitoringů. Tyto činnosti jsou součástí požadavků v rámci povolení skládky.

Potenciální riziko kontaminace půdy lze zkoumat pomocí odběrů vzorků na základě posouzení rizik a informací o historii dané lokality a příslušné firmy. Plán a environmentální povolení se týkají odstranění kontaminace půdy na základě výsledků analýzy vzorků. Toto zkoumání by mělo být zahrnuto do plánu ukončení provozu, tj. plánu, který se obvykle vytváří po rozhodnutí o ukončení činnosti. Závody, které jsou stále v provozu, takové plány nemají. V některých případech už je obtížné zjistit, kde se vlastně kontaminovaná půda nachází. Při nedostatku historických informací může nastat nejistota ohledně umístění rekultivovaných a kontaminovaných pozemků a toho, kdo je za obnovu oblasti odpovědný.

- Využití a zpracování zbývajících surovin a polotovarů se provádí podle plánu ukončení činnosti, který byl připraven po vyhlášení rozhodnutí o ukončení provozu. Použitelné chemikálie, várky buničiny, dřevo, atd. mohou být přepraveny do jiných závodů. S materiály nevhodnými pro využití se nakládá jako s odpadem nebo nebezpečným odpadem.
- Demoliční práce způsobují zvýšení dopravy a hluku. Řízení demoličního pracoviště vyžaduje dohled a zvláštní dohody. Problémem může být také absence platného povolení k likvidaci demoličního odpadu. Azbestový odpad vyžaduje zvláštní opatření.
- V jednom případě byly hlášeny značné problémy se zápachem způsobené provzdušňovanou lagunou, kam se během ukončování provozu sváděly odpadní vody a který byl ponechán bez údržby. Nyní je v laguně provzdušňování, které brání zápachu. Rok po ukončení provozu již zápach nebyl registrován. Negativním dopadům se lze vyhnout rekultivací těchto druhů lagun a jejich uvedením do uspokojivého stavu.
- Po ukončení činnosti by měl po další roky pokračovat dohled a monitoring vodních útvarů, aby se zjistily účinky snižování znečišťujících látek vypouštěných právě do těchto vodních zdrojů. Několik let by měl pokračovat i monitoring odtokových vod ze skládek. Proto, aby byly naplněny činnosti v rámci ukončování provozu, tj. opatření prováděná na místě po odstavení závodu (např. demontáž budov a rekultivace kontaminovaných pozemků), je třeba dohled příslušných orgánů. Četnost monitoringu musí být v souladu s emisemi i rizikem a časové intervaly analýz by měly být stanoveny tak, aby byly výsledky použitelné pro sledování změn.

Všechny tyto příklady jsou ze závodů, kde proces ukončení provozu stále probíhá a konečná rozhodnutí příslušných orgánů se mohou lišit od názorů či stanovisek uvedených v rozhovorech či odpovědích na dotazy. Výsledek probíhajících analýz půdy i někdejších recipientů odpadních vod ovlivní potřebnost dalšího čištění.

Dále jsou zdůrazněny hlavní zkušenosti získané během osobních pohovorů se zástupci švédského závodu, který ukončil provoz [202, Svanberg 2010].

- Předpokladem pro hladké ukončení provozu je dobrý vztah s příslušným správním orgánem vybudovaný na základě pravidelných setkání a otevřené diskuse během období provozu.
- Správní orgány byly informovány a zapojeny již od okamžiku, kdy byla veřejnost a zaměstnanci seznámeni s rozhodnutím o ukončení provozu.
- Každé uzavření je specifické, ale všechna mají společné to, že základní postup je totožný s běžnou odstávkou kvůli údržbě, je však upraven vzhledem k tomu, že všechny nádrže musí být vyprázdněny, tj. nejsou nutné žádné kapalné chemikálie pro spuštění.
- Při dobrém plánování zůstane jen velmi málo chemikálií a meziproductů a tato množství lze prodat nebo dodat do jiných závodů, které jsou v provozu.
- Je běžné, že některé části závodu (sklad dřeva, kotel na kůru) převezme nový provozovatel. Z tohoto důvodu je nezbytná dokumentace mapující odpovědnost za dosavadní stav, např. u půdy za kontaminaci. Tato dokumentace obvykle zahrnuje právní pomoc.

- Pokud budou probíhat demoliční práce, tj. některé činnosti již ve stávajících budovách nebudou pokračovat, je velmi důležité vybrat zkušeného dodavatele, aby se minimalizovala rizika a vznikl otevřený dialog se správními orgány. Dodavatelé často přebírají odpovědnost za vytřídění suťi a předání recyklovatelného materiálu k recyklaci apod.
- Vzhledem k tomu, že všechny dotčené lokality byly využívány pro průmyslovou činnost po více než 100 let, časově nejnáročnějším problémem bylo zmapování historie potenciální kontaminace půdy. Ve Švédsku se realizuje národní program, jehož cílem je vytvořit evidenci všech kontaminovaných ploch. Všechny tři závody měly již před vydáním rozhodnutí o uzavření dokončenou fázi 1 tohoto programu, která zahrnuje zmapování historie aktivit, ale zatím bez vrtů a odběru vzorků. Po vydání rozhodnutí o uzavření byly výsledky fáze 1 použity jako podklady pro rozhodování (spolu s příslušnými orgány) o umístění a počtu vrtů. V závislosti na činnostech prováděných na místě v minulosti byly/budou analyzovány vzorky v různých složkách životního prostředí.
- Zatím nedošlo k žádnému velkému překvapení ani nenastala nutnost čištění kontaminované půdy. Protože lokalita byla v průběhu času ve vlastnictví různých subjektů, je často třeba zjistit, kdo byl odpovědný.
- Pokud jde o požadavky na budoucí monitoring recipientů, existují různé zkušenosti, ale společně mají to, že nebylo vydáno žádné konečné rozhodnutí.

Mezisložkové vlivy

Tato technika má jen pozitivní účinky, tj. prevenci nebo snížení znečištění všech složek. Je třeba vyhodnotit možné znečištění způsobené kontaminovanou půdou nebo kalem, předcházet mu nebo ho snižovat.

Technická kritéria použitelnosti

U nových závodů by se ukončení provozu mělo zvažovat již ve fázi projektování, aby se zabránilo kontaminaci. Například Britská environmentální agentura po provozovatelích požaduje, aby předložili plán ukončení provozu, a doplnili tak svá povolení.

U stávajících závodů by měl provozovatel v rámci programu zlepšování životního prostředí vytvořit obecný plán ukončení činnosti.

Když bylo vydáno rozhodnutí o uzavření závodu, měl by být ve spolupráci s příslušnými orgány dohodnut plán ukončení provozu. Hlavním důvodem nevypracovat plán ukončení provozu pro existující závod v předstihu je, že plán by měl zohlednit všechny relevantní informace (analytické metody, sanitární techniky atd.), které jsou k dispozici v době rozhodnutí, a neměl by být založen pouze na starších faktech.

Ekonomika

Náklady na popisovaná opatření nebyly sděleny, ale mohou být poměrně velké. Závisí také na potřebě uvedených činností, které posoudí příslušné správní orgány. Výše nákladů na preventivní opatření popsána v textu také nebyla sdělena, ale pravděpodobně budou minimalizovat nadměrné náklady během následného ukončování provozu.

Příklady závodů

Několik závodů ve Finsku a Švédsku. I když v Evropě byly závody uzavřeny již dříve, existuje jen málo příkladů z nedávné doby (s povolením dle stávající legislativy), kde byla provedena všechna opatření a s příslušným orgánem byla uzavřena konečná dohoda. Zkušenosti popsané v odstavci „Vliv na životní prostředí a provozní údaje“ jsou uvedeny pro projekty, které nebyly dosud dokončeny.

Literatura

[202, Svanberg 2010], [275, Inquiry Ojanen 2009].

2.9.13 Snižování hluku

Popis

Účinného snížení hluku je dosaženo buď přímou aplikací opatření, nebo technik u zdroje hluku, anebo prostřednictvím sekundárních protihlukových opatření omezujících šíření hluku, např. překážek, jako jsou budovy, zdi, břehy nebo stromy a keře mezi hlučnou činností a chráněnými oblastmi. Nejefektivnější kombinaci opatření či technik je třeba najít pro každou lokalitu nebo výrobní závod individuálně.

Zdroje hluku jsou rozloženy v celém výrobním řetězci, od vykládky surovin (dřevo, buničina) až po expedici hotových výrobků. Nejvýznamnějšími zdroji trvalého hluku jsou:

- zařízení pro mechanické zpracování, jako jsou bubnové odkorňovače, rafinéry, drtičky apod.
- řezání dřeva před odkorněním pro mechanickou celulózku
- doprava médií v potrubí a jiných systémech, jako jsou dopravníky, bez optimálních rozměrů
- dočasné odpouštění páry během poruch procesu
- hydraulické jednotky
- ventilátory, např. k získávání tepla z papírenských strojů
- motory, kompresory
- kompresory chladicích strojů
- vozidla při nakládce a vykládce
- veškerá doprava v rámci závodu a jeho okolí, včetně železnice
- čištění provozních zařízení, např. síla na vápno se sáním do cisterny.

V celulózkách a papírnách lze využít různá opatření a techniky zaměřené na omezení hluku a chránit tak okolí před vysokými hladinami hluku, například:

- vhodnou volbou umístění hlučného provozu (u nových zařízení)
- uzavření hlučných jednotek, příkladem (ale nikoli jediným) mohou být výše uvedené stroje
- vibrační izolace jednotek, jako jsou ventilátory
- odhlučnění budov tak, aby byly zakryty všechny velmi hlučné provozování, např. zpracování dřeva, hydraulické agregáty a kompresory
- výstupní tlumiče pro odtahy odpadních plynů, tuto techniku lze použít i pro chladicí věže
- použití vnitřní a vnější izolace vyrobené z odolného materiálu pro skloněné dopravní žlaby
- protihluková izolace výrobních budov
- protihluková izolace potrubí
- oddělené uspořádání zdrojů hluku a potenciálně rezonujících komponent, např. kompresorů a vedení
- zkrátit dobu zvedání a transportu u větších dřevozpracujících strojů; také snížení hluku spojenému s vykládkou dřevní hmoty
- lepší údržba zařízení, aby se zabránilo poruchám, např. dmychadel a ložisek
- lepší způsoby práce, např. snížení výšky pro shazování kulatiny; okamžitá zpětná vazba pro hladiny hluku, které jsou vystaveni dělníci.

Pokud výše uvedená protihluková opatření či techniky nelze použít a pokud přesun hlučných jednotek uvnitř budovy není možný, např. vzhledem k velikosti dotčených jednotek, lze považovat za vhodné sekundární protihluková opatření či techniky.

Před realizací opatření ke snížení hluku je přínosné provést celkové posouzení zdrojů hluku na daném místě, zákonných požadavků, stížností od lidí žijících v okolí závodu, dostupných opatření a nákladů na jejich realizaci.

Nejefektivnější přístup při snižování hluku nezahrnuje nutně opatření či techniky na snížení hluku z nejhluchnější jednotky, protože hladina hluku se výrazně snižuje se vzdáleností od zdroje. Efektivnější tak může být kombinace opatření a technik u zdrojů hluku, které jsou blízko postižených oblastí. V některých případech mohou stačit pro snížení škodlivých vlivů na okolí a splnění zákonných požadavků organizační opatření nebo techniky, jako je např. omezení činnosti v noci.

Program celkového snížení hluku pro celulózku nebo papírnu může zahrnovat následující kroky:

- soupis všech hlavních zvukových zdrojů a určení jejich hladiny akustického tlaku v oktávných pásmech a včetně analýzy impulsů;
- určení postižených oblastí, například obydlených oblastí;
- šíření hluku pomocí výpočetní techniky (modelování lokality a jejího okolí); také kontrola skutečné hladiny hluku v obydlené oblasti přímým měřením;
- stanovení pořadí zdrojů hluku podle jejich vlivu na jednotlivé postižené oblasti (odděleně pro denní a noční dobu);
- vyhodnocení protihlukových opatření a technik s ohledem na jejich význam pro hladinu hluku v postižených oblastech a odhadované náklady;
- zjištění nejefektivnější kombinace opatření a technik, která zajistí soulad s požadavky právních předpisů a také přijetí u lidí v blízkém okolí;
- zohlednění regulace hlučnosti v procesech údržby.

Tento program snižování hluku (sedm kroků) by měly používat celulózky a papírny, které se nacházejí v blízkosti obytných oblastí.

Dosažené přínosy pro životní prostředí

Vliv snížené hlučnosti souvisí především s pohodou lidí žijících v okolí.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Povolání k provozu vyžadují, aby hladiny hluku nepřekračovaly určité hodnoty, které jsou obvykle nastaveny pro každý případ individuálně. Lze stanovit hodnoty hladiny hluku pro rezidenční a podnikatelské oblasti ve dne (07:00–22:00) a v noci (22:00–07:00). Provozovatel zařízení obvykle musí poskytovat informace o šíření hluku a o opatřeních, která přijal k omezení hluku.

Kromě absolutní hodnoty v určité lokalitě (v dB(A)) je třeba zohlednit i vzdálenost k nejbližší obydlené oblasti. Vzhledem k tomu, že provoz většiny závodů je nepřetržitý po celý den i noc (s některými odchylkami při zpracování dřeva a dopravě zboží), budou cílové hladiny hluku během noci určovat opatření pro celý provoz. V případě impulzního hluku je běžnou praxí, že se k výsledkům měření při porovnávání limitních hodnot přidává 5 dBA.

Pokud jde o existující příklady snížení hluku, aplikovaná opatření, dosažená zlepšení a některé údaje o nákladech, je čtenář odkázán na části věnované technikám snižování hluku v kapitolách 3 až 7, které jsou věnovány konkrétním procesům.

Mezisložkové vlivy

Nebyly hlášeny žádné významné problémy.

Technická kritéria použitelnosti

Opatření či techniky na snížení hluku lze v zásadě aplikovat v nových i stávajících závodech. Stávající zařízení jsou často inovována, aby splňovala vnitrostátní zákonné požadavky, a starší uspořádání těchto závodů může způsobovat potíže, jako např. nedostatek prostoru pro umístění izolace nebo pro údržbářské práce.

Ekonomika

Z důvodu přijímání protihlukových opatření a technik jsou nutné další investice a zpravidla vznikají i náklady na údržbu. To platí zejména pro stávající zařízení. Přesná výše nákladů závisí na místních podmínkách, ale pro dva zkoumané závody ve Švédsku znamenalo snížení povolené hodnoty z 50 na 40 dB(A), resp. ze 45 na 40 dB(A), investice v rozsahu 10 000 až 500 000 EUR [201, Ingemansson Technology AB 2005]. Vyšší částka odpovídá zcela nové hale na zpracování dřeva. Konkrétní údaje o nákladech na snížení hluku by měly být interpretovány opatrně vzhledem k tomu, že náklady závisejí na druzích zdrojů, které je třeba utlumit, jejich množství a také na tom, na jaký rozsah vzdálenosti od závodu má být těchto výsledků dosaženo. Zdrojem hluku může být jak jeden velký zdroj hluku tak až stovka různých zdrojů, odkud se hluk šíří.

Ve druhém případě vyjde utlumení hlučnosti velkého množství zdrojů hluku o 1 dB(A) na cca 1 milion EUR (závod UPM).

V závodě Stora Enso Heinola snížily investice ve výši 200 000 EUR hladinu hluku ve vzdálenosti tři sta metrů od závodu o 1 dB(A) (z 55 dB(A) na 54 dB(A)). Další opatření na snížení hluku příslušné orgány nevyžadovaly z důvodu nepřiměřeně vysokých nákladů a také vzhledem k tomu, že v blízkosti obytných oblastí existují i jiné zdroje hluku.

Důvody realizace

Zákonné požadavky příslušných správních orgánů a v některých případech i vnitrostátní právní předpisy. Některé příklady cílových hladin hluku jsou uvedeny v tab. 2.36.

Tabulka 2.36: Cílové hladiny hluku v některých evropských zemích

Země	Cílové nebo mezní hodnoty hluku
Finsko	V současných povoleních jsou mezní hodnoty nebo doporučené hodnoty 55 dB(A) ve dne (07:00–22:00) a 50 dB(A) v noci (22:00–07:00). V rekreačních oblastech mohou být mezní hodnoty 45 dB(A) ve dne a 40 dB(A) v noci.
Švédsko	Všechny závody mají mezní hodnoty 45–50 dB(A) v noci.
Německo	Závisí na klasifikaci oblasti (druh použití). Většina závodů patří k druhu C, tj. smíšená podnikatelská a obytná oblast, a v důsledku toho má mezní hodnotu < 60 dB(A) během dne a 45 dB(A) v noci u nejbližšího obytného domu. Nová zařízení musejí splňovat < 40 dB(A).
Rakousko	Podobně jako v Německu.
Nizozemsko/ Belgie	Pro stávající průmysl se vzdáleností větší než 500 metrů od nejbližší obytné oblasti je limit 45 dB(A). Je-li vzdálenost větší nebo se závod nachází v průmyslové oblasti, je povolen limit 55 dB(A). Pro nová zařízení je odpovídající hodnota 40 dB(A). Měření se provádí ve výšce 3 metry nad zemí.
Anglie	Při rozhodování o mezních hodnotách se zohledňuje hodnota pozadí, což znamená, že rozpětí aplikovaných cílových hodnot je široké. Některé příklady uvádějí 60 dB(A) u plotu areálu (kde nejbližší dům je na druhé straně silnice) nebo 38–41 dB(A) (s body měření ve vzdálenosti 800–1 600 metrů).
Jižní Evropa	Neexistují žádné individuální mezní hodnoty, ale odkazuje se na „Obecné nařízení o hluku“, které uvádí 55 dB(A) v noci na 65 dB(A) ve dne pro průmysl ve smíšených oblastech, tj. pro kombinaci kanceláří a bytů.

Příklady závodů

Mnoho celulózek a papíren v Evropě přijalo řadu opatření na snížení hluku, která byla popsána v této kapitole.

Literatura

[201, Ingemansson Technology AB 2005]

2.9.14 Snížení emisí pachových látek

Popis

Výrobu buničiny a papíru si veřejnost často spojuje s emisemi pachových látek. Emise pachových látek (např. merkaptany a další sloučeniny redukované síry vypouštěné ze sulfátových celulózek) způsobují nepříjemnosti zejména z důvodu své odpudivosti a nízkého prahu detekce pro člověka. Shromažďování a zpracování těchto zapáchajících plynů je popsáno v kap. 3.3.15 až 3.3.16.3.

Ačkoliv většinu pachových látek tvoří sloučeniny redukované síry (např. H₂S), existují i pachové látky, které pocházejí z rozkladu organických látek a biologického materiálu. K rozkladu dochází v okamžiku, kdy začnou být příznivé podmínky pro rozkladné a hnilobné bakterie.

Při sulfátovém rozvláknování (viz kap. 3.2.2.6.4) je zápach spojen především s uvolňováním celkových sloučenin redukované síry (TRS) ze zdrojů, jako jsou regenerační kotel, vápenná pec a velký počet difúzních zdrojů zapáchajících plynů (nepřetržitých nebo dočasných).

Při sulfitovém a neutrálním sulfitovém rozvláknování se uvolňuje méně pachových látek. K nepříjemnému zápachu může docházet v důsledku emisí furfuralu, merkaptanů, sirovodíku nebo oxidu siřičitého. To je podrobněji popsáno v kap. 4.2.2.5 a 4.3.22.

Hlavními a nejčastějšími emisemi pachových látek, které jsou spojeny s jinými operacemi v průmyslu celulózy a papíru, než je chemické rozvláknování, jsou emise z dále uvedených zdrojů.

- Extrahovatelné látky (terpeny apod.) unikající ze zpracování dřeva a mechanického rozvláknování.
- Těkavé mastné kyseliny z uzavřených vodních okruhů, především v papírnách, které používají jako vláknitou surovinu sběrový papír. Škrob v odpadním papíru a lepenice se snadno rozkládá za vzniku pachových látek.
- Látky organického rozkladu z různých zdrojů při čištění odpadních vod a zpracování odpadních kalů.

I. Emise pachových látek ze zpracování dřeva a mechanického rozvláknování

Z jednotek, kde se mechanicky zpracovává kulatina, dřevo a dřevěné štěpky, se do ovzduší uvolňují těkavé extrahovatelné látky. Tyto VOC zapáchají. VOC ze zpracování dřeva se uvolňují ze zařízení na odkornění a výrobu štěpky a také z jejich zásobníků. V rámci mechanického rozvláknování se při rafinaci štěpky a broušení klád uvolňují zapáchající těkavé organické látky. Mezi způsoby regulace emisí VOC z mechanického rozvláknování, a tím i emisí zápachu, patří různé metody destrukce, jako např. tepelná oxidace.

V Evropě však není žádná známá celulózka nebo papírna, která by regulovala emise těkavých organických látek. Jinde, např. v UPM-Kymmene, papírně Blandin a papírně New Page Duluth reguluje VOC z odtahu hlavního brusu (PGW) a odtahu z brusírny regenerační termální oxidátor (RTO) [188, Pöyry 2010].

II. Emise pachových látek spojené s vysokým stupněm uzavření vodních systémů

Při papírnách s uzavřenými vodními systémy se v cirkulačních systémech bělicí vody hromadí rozpuštěné látky. Koncentrace se zvyšuje s kapacitou uzavřeného vodního systému, dokud nedosáhne určité stabilní hladiny. V některých závodech, které zpracovávají recyklované vlákno a mají vysoký stupeň uzavření, dosahuje koncentrace CHSK (rozpuštěných organických látek) hodnoty 40 000 mg/l. Tento biologicky rozložitelný organický materiál se za tepla a v anaerobních podmínkách dobře rozkládá (hydrolyzuje) pomocí acidifikačních bakterií na těkavé organické kyseliny. Sacharidy jsou převedeny na těkavé mastné kyseliny, jako je kyselina máselná, kyselina mléčná, kyselina octová a propionové kyseliny, které všechny zapáchají.

Dále jsou uvedeny možné techniky prevence nebo snižování emisí pachových látek v papírnách s uzavřenými vodními okruhy.

- Správné uspořádání procesů v papírně s důrazem na optimální dimenzování a výběr zařízení tak, aby se ve vodních okruzích a navazujících jednotkách předešlo delším dobám zdržení, mrtvým zónám nebo oblastem se špatným promícháváním a zamezilo se tak nekontrolovaným usazeninám v potrubí a nádržích.
- Konstrukční požadavky a kritéria týkající se uzavřených procesů a s tím spojeného provozu „citlivého na vodu“ jsou klíčové pro snížení zápachu (nejen zápachu, ale také koroze, tvorby kamene a usazenin a ke zlepšení celkové provozuschopnosti a dostupnosti procesu).
- Optimální řízení a fungování systému bělicí vody včetně kontroly a monitoringu vstupů, toků a vlastností bělicí vody. V některých případech to zahrnuje také údržbu a čištění zařízení a vnitřní selektivní čištění procesních vod.
- Použití biocidů k regulaci růstu bakterií. Biocidy potlačí růst bakterií ve vodních systémech, ale nesníží koncentrace rozpuštěných látek. Místa pro aplikaci biocidů jsou jímka síťových vod, jímka výmětu, dlouhá cirkulace (velký okruh) apod. Použití je často přerušované a z hlediska nákladů a efektivity se před kontinuálním dávkováním často dává přednost nárazovému dávkování.
- Používání oxidačních činidel k regulaci emisí pachových látek a růstu bakterií. K řešení lokálních problémů s pachy lze využít oxidační činidla jako např. peroxid vodíku. Některé papírny při snižování mikrobiologického znečištění ve svých vodních systémech úspěšně aplikují katalytickou dezinfekci [187, Bussmann et al. 2008].
- Pokud se tvoří H₂S, použije se dusičnan vápenatý ve věži bělicí vody a v zásobníku buničiny.
- Instalace interních čistících procesů (tzv. „ledvin“) ke snížení koncentrace organických látek a v důsledku toho i emisí pachových látek v systému bělicí vody. Interní procesy mohou zahrnovat membránovou separaci nebo biologické čištění (anaerobní nebo aerobní) nebo kombinaci obou procesů. Efektivními metodami snižování CHSK bělicí vody jsou interní biologické čištění v kombinaci s opatřeními k regulaci srážení vápníku. Interní biologické čištění se aplikuje v některých uzavřených papírnách nebo papírnách s nízkým množstvím odpadních vod (RCF DE 6 Německo, VPK Oudegem, Belgie a Papelera de la Aqueria, Španělsko). Mělo by se vzít v úvahu, že kompletní uzavření vodního okruhu může mít negativní vliv na kvalitu papíru, vyžaduje další zařízení a některé další chemikálie a také může snížit provozuschopnost papírenských strojů. V USA jsou papírny s uzavřeným okruhem, které jsou vybaveny membránovou technologií v kombinaci s biologickým čištěním (papírny McKinley, Nové Mexiko, USA), viz kap. 6.3.4.
- Otevírání uzavřených okruhů kvůli odstranění nečistot.

Pouze poslední dvě možnosti snižují množství rozpuštěných látek a mají tak pozitivní dopad na chemii mokré části stroje, chemickou spotřebu kyslíku a korozi.

III. Emise pachových látek spojených s čištěním odpadních vod a zpracováním kalů

V čištění odpadních vod existuje několik potenciálních oblastí a důvodů pro vznik emisí pachových látek. Obecně lze říci, že tam, kde jsou odpadní vody nebo kal v anoxickém nebo anaerobním prostředí, je pravděpodobný vznik emisí pachových látek.

V případě čištění odpadních vod byly pozorovány dále uvedené zdroje emisí pachových látek.

- Emise těkavých sloučenin z odpadních vod, jako jsou sloučeniny redukované síry z kanalizace a předčištění. Vstupní odpadní voda má obvykle vysokou teplotu a emise zapáchajících plyných sloučenin se mohou objevit v:
 - mísení toků odpadních vod v kanalizaci (různé pH nebo různé teploty)
 - otevřené kanalizaci nebo kanalizačních vpustích
 - primární sedimentační (usazovací) nádrži (otevřený povrch a možnost přelivu)
 - chladič věží odpadních vod
 - povrchovém provzdušňování ve vyrovnávacích nádržích.
- Emise zapáchajících sloučenin vzniklých při anoxickém rozkladu organických látek a v redukčních podmínkách v procesech sekundárního čištění a zpracování kalů, včetně:

- anoxického rozkladu kalů v primární sedimentační (usazovací) nádrži
- nedostatečného proudu vzduchu nebo přetížení biologických filtrů
- špatného provzdušňování nebo směšování v provzdušňovací nádrži
- prodloužené doby zdržení kalů v sekundární sedimentační (usazovací) nádrži
- odvětrávání kalových úložišť
- jednotky na odvodňování kalů
- nádrží na úkapy
- emisí zápachajících sloučenin ze sušáren kalu.

Možné postupy při regulaci emisí pachových látek ve spojení s čištěním odpadních vod a zpracováním kalů jsou:

- Kanalizace a primární čištění:
 - Zajistit správný projekt a uspořádání kanalizačních systémů (řízená ventilace, uzavření); to může být problém pro starší závody se složitou a někdy i otevřenou kanalizací.
 - Použití chemikálií k prevenci nebo omezení tvorby sirovodíku v kanalizačních systémech nebo k jeho oxidaci. Sirovodík může buď pocházet z předcházejícího procesu, nebo vzniká za podmínek, které jsou vytvořeny v kanalizaci. Toto opatření se provádí pouze v několika konkrétních problematických případech. V této aplikaci ale i v zásobnících kalu nebo primárních usazovacích nádržích, které mají problémy s emisemi pachových látek, se úspěšně aplikují železnaté soli (jako FeCl₂), čistý kyslík a směsi dusičnanů.
 - Pokud možno nepoužívat věže, které chladí nevyčištěné odpadní vody vzduchem. Chlazení je však často nutné před biologickým čištěním a v některých případech i z důvodu limitů pro teplotu vod vypouštěných do recipientu. Přímé chlazení nevyčištěných odpadních vod (po primární sedimentaci) v chladicích věžích je v evropských celulózkách i papírnách relativně často používanou metodou. Alternativou je nepřímé chlazení pomocí výměníků tepla, kdy získané teplo lze opakovaně využít v jiných procesech. Hlavní provozní problémy jsou spojeny s ucpáváním a tvorbou kamene a provozuschopnost je třeba zvažovat již ve fázi projektování. Příklady závodů, které ke chlazení odpadních vod používají tepelné výměníky, jsou Norske Skog, Follum (Norsko), Billerud AB, Gruvön (Švédsko), Palm Eltmann (Německo) a Stora Enso Oulu a Veitsiluoto (Finsko).
 - Vyhnout se intenzivnímu provzdušňování a udržet dostatečné mísení ve vyrovnávacích nádržích. Dobrého promíchání lze dosáhnout například pomocí ponorných míchadel. Pokud není výkon při míchání dostatečný, tvoří se v některých případech na dně usazeniny. Intenzivní provzdušňování ve vyrovnávacích nádržích je také zdrojem zápachu, protože odpadní voda v této fázi stále obsahuje emise pachových látek redukované síry.
- Metody pro proces sekundárního čištění:
 - Zajistit správnou kapacitu provzdušňování a parametry míchání. V papírnách dochází velmi často v průběhu času ke změnám v rychlosti výroby, specifického znečištění nebo toku a tyto změny postupně způsobují, že skutečný provoz není optimální. Doporučuje se proto pravidelné přehodnocování provzdušňovacího systému právě s ohledem na tento problém. Provzdušňovací systémy s povrchovými provzdušňovači jsou náchylné zejména k neefektivnímu provzdušňování a míchání.
 - Zajistit řádné shromažďování kalu ze sekundární usazovací nádrže a čerpání vratného biologického kalu.
 - Omezit dobu retence kalů v úložištích tak, že je kal kontinuálně předáván dál do odvodňovacích jednotek. Doba retence přebytečného biologického kalu v úložných nádržích nebo zahušťovacích nádržích by měla být omezena na dobu maximálně 3–5 dnů. V případě krátkého stáří kalu v rámci čištění, nebo pokud jsou do něj přimíchány další kaly, mohou být nutné dokonce ještě kratší doby retence.
 - Nenechávat odpadní vodu v záchytných nádržích po dobu delší, než je nezbytně nutné. Odpadní toky odváděné do záchytných nádrží mívají výjimečné složení (vysoké CHSK, extrémní pH apod.). Tyto toky mohou v otevřených záchytných nádržích relativně rychle začít zapáchat. Navíc další vstupní toky s nízkým pH mohou vyvolat emise sirovodíku z nádrže. Obecně platí, že záchytná nádrž by měla být vždy prázdná a připravená pro případ

náhodného úniku.

- Použití sušáren kalu:
 - Čištění plynů z tepelného sušení kalů promýváním nebo biofiltrací (např. tzv. kompostové filtry). Odpadní plyny ze sušárny biologického kalu mají zvláštní nepříjemný zápach. Potenciálně účinnými metodami čištění jsou promývání nebo biofiltrace odpadního plynu. V odvětví výroby buničiny a papíru existuje několik závodů s tepelným sušením kalu po mechanickém odvodnění. V závodech Norske Skog Follum (Norsko) je přebytečný biokal a chemický kal odvodňován mechanicky a následně tepelně v sušárně. Odpadní plyny se čistí v pračce a kompostovém filtru. Dalšími příklady jsou závody Botnia/UPM-Kymmene Rauma ve Finsku.

Dosažené přínosy pro životní prostředí

Snížení emisí pachových látek snižuje i možné obtěžování lidí v okolí závodu. Jedinci reagují na pachové látky odlišně. To, nakolik se jedinec cítí být obtěžován pachovými látkami, může záviset na frekvenci a trvání pachové zátěže, času expozice a charakteru, intenzitě a místě zápalu.

Vliv na životní prostředí a provozní údaje

Některé informace lze nalézt v odst. nazvaném „Popis“ v této kapitole.

Protože stížnosti jsou důležitým impulzem k přijetí opatření ke snížení emisí pachových látek, je systém registrace stížností a jejich vyřizování užitečným nástrojem, s jehož pomocí lze řešit aktuální situaci, dosáhnout jejího zlepšení prostřednictvím aplikovaných opatření a zdokumentovat a doložit dobrý výkon závodu.

Mezisložkové vlivy

Nejsou hlášeny žádné významné problémy.

Technická kritéria použitelnosti

Opatření nebo techniky snižování emisí pachových látek lze použít v nových i stávajících závodech.

Ekonomika

Nejsou k dispozici žádné informace.

Důvody realizace

Ve většině případů jsou důvodem přijetí potřebných opatření stížnosti lidí z okolí závodu na nepříjemný zápach. Dalším důvodem pro regulaci emisí pachových látek může být BOZP a vnitrostátní právní předpisy, např. v Německu směrnice pro regulaci pachových látek v ovzduší GOAA (v němčině: Geruchsimmissionsrichtlinie, [192, GIRL 2008]), stanoví jednotný způsob posuzování koncentrace emisí pachových látek v životním prostředí a požadavky na závody, které je emitují (definice měření pachů, frekvence, trvání, charakter a intenzita pachových látek; maximální tolerovaná úroveň pachových látek).

Emise H₂S nepřináší jen problém s pachovými látkami, ale také zdravotní problém, který je třeba řešit kvůli ochraně zaměstnanců (viz směrnice Rady 98/24/ES).

Příklady závodů

Mnoho evropských celulózek a papíren přijímá řadu opatření k prevenci, regulaci a snížení pachových látek v okolí svých závodů. Pachové látky jsou však v okolí některých papíren stále důvodem ke stížnostem. U některých opatření jsou příklady závodů uvedeny výše v odst. „Popis“.

Literatura

[88, CEN 2003], [187, Bussmann et al. 2008], [188, Pöyry 2010], [192, GIRL 2008].

2.10 Obecné trendy v odvětví výroby buničiny a papíru

Většina rozvíjejících se technik přináší obvykle jen menší vylepšení stávajících procesů (přizpůsobení) nebo určitá zlepšení způsobu podnikání v tomto oboru. Zároveň existují také některé rozšířené činnosti a příklady zkoumání nových přístupů a přehodnocování stávajících trendů (např. program energetické přeměny pro řetězec výroben papíru, Nizozemská asociace papírenského průmyslu, VNP).

Mnoho průmyslových odvětví, mezi nimi i výroba buničiny a papíru, je v přechodné fázi, ovlivněné mnoha faktory. Těchto směrů je mnoho, ale výsledky nejisté. V současném období změn je jedním z mnoha skloňovaných termínů „znalost bioekonomiky“. „Biorafinérie“ a „biopaliva“ jsou příklady vznikajících technologických konceptů, které zahrnují mnoho technik.

Vznikající techniky spojené s širšími obecnými trendy v tomto odvětví lze zařadit do tří hlavních kategorií, které směřují různými cestami vývoje:

- i. „Bio-boom“, který zahrnuje techniky zabývající se menším využíváním fosilních paliv a větším využíváním paliv neutrálních z hlediska CO₂ anebo nových surovin, chemikálií, nátěrů a enzymů na biologickém základě. Díky integraci biorafinačních operací do procesu výroby buničiny a papíru získává tento průmysl schopnost vyrábět kromě papírenských výrobků i širokou škálu výrobků na bázi biomasy, od chemikálií po paliva.
- ii. Integrovaná účinnost zdrojů (energie, voda, vláknité suroviny, nátěry a plnidla).
- iii. Zjednodušené procesy se začleněným multifunkčním zařízením.

Některé z těchto technologických trendů a také některé další trendy budou popsány v příslušných částech kapitol 3 až 7, které pojednávají o „nově vznikajících technikách“.

GLOSÁŘ POJMŮ A ZKRATEK

Účelem tohoto glosáře je napomoci k pochopení informací obsažených v tomto dokumentu. Definice pojmů v tomto glosáři nejsou definicemi v právním smyslu (i když se některé z nich mohou shodovat s definicemi uvedenými v evropských normách); jsou určeny k tomu, aby pomohly čtenáři porozumět některým klíčovým pojmům v kontextu jejich používání v konkrétním odvětví, jehož se týká tento dokument.

Glosář je rozdělen na následující oddíly:

- I. ISO kódy zemí
- II. Jednotky a konverzní faktory
- III. Chemické prvky
- IV. Chemické vzorce běžně používané v tomto dokumentu
- V. Zkratky a definice

I ISO kódy zemí

ISO kód	Země
<i>Členské státy</i>	
BE	Belgie
BG	Bulharsko
CZ	Česká republika
DK	Dánsko
DE	Německo
EE	Estonsko
IE	Irsko
EL	Řecko
ES	Španělsko
FR	Francie
IT	Itálie
CY	Kypr
LV	Lotyšsko
LT	Litva
LU	Lucembursko
HU	Maďarsko
MT	Malta
NL	Nizozemsko
AT	Rakousko
PL	Polsko
PT	Portugalsko
RO	Rumunsko
SI	Slovinsko
SK	Slovensko
FI	Finsko
SE	Švédsko
UK	Spojené království
<i>Poznámka:</i> Pořadí protokolu členských států je založeno na abecedním pořadí jejich geografických názvů v originálních jazycích.	

II Jednotky a konverzní faktory

Termín	Význam
°C	stupeň Celsia
ADt	V tomto dokumentu se specifická spotřeba chemikálií a energie, náklady a emise vyjadřují jako „90 % vzduchosuché buničiny“.
bar	bar (1 013 bar = 100 kPa nebo 1 atm)
BDt	Metrická tuna suché buničiny (používaná např. jako referenční jednotka pro spotřebu energie na výrobu mechanických vláknin); 100%; obsah sušiny v buničině; jinak se nazývá také absolutně suchá nebo sušená v peci.
cm	centimetr
d	den
dB(A)	A-vážené decibely. Hluk (nežádoucí hluk) se vyjadřuje jako logaritmický poměr naměřené hladiny hluku. Jednotka tohoto poměru se nazývá decibel (dB). Lidské ucho je méně citlivé na nízké frekvence hluku. V hlukoměrech se používá filtr, který koriguje spektrum hluku v souladu s citlivostí ucha. To se nazývá A-vážená hladina hluku, vyjádřená v dB(A).
DS (sušina)	rozpuštěné pevné látky
g	gram
h	hodina
J	joule
K	kelvin (0 °C = 273,15 K)
kg	kilogram (1 kg = 1 000 g)
kWh	kilowatthodina (1 kWh = 3 600 kJ = 3,6 MJ)
l	litr
m	metr
m ³	kubický metr
m ³ svb	pevný objem dřeva bez kůry, → svb
mg	miligram (1 mg = 10 ⁻³ g)
mg/Nm ³	Hmotnost emitované látky vztažená k objemu odpadních plynů za standardních podmínek (teplota 273,15 K a tlak 1 013 mbar), po korekci obsahu vodní páry v odpadních plynech; tyto hodnoty koncentrace se vždy vztahují k definovanému standardnímu obsahu (% O ₂).
MJ	megajoule (1 MJ = 1 000 kJ = 0,2778 kWh)
MWh	megawatthodina
Nm ³	Normalizovaný metr krychlový – vztahuje se k objemu odpadních plynů za standardních podmínek (273,15 K, 1 013 mbar), po korekci na obsah vodní páry v odpadních plynech (suchý plyn).
Pa	pascal (1 Pa = 1 N/m ²)
ppm	počet částic na jeden milion (jedna miliontina); hodnota vynásobená molekulovou hmotností dělena 22,41 = mg/m ³ ; např. 1 ppmv NO ₂ = 2,05 mg NO ₂ /Nm ³ , 1 ppmv SO ₂ = 2,85 mg SO ₂ /Nm ³ , 1 ppmv CO = 1,25 mg CO/Nm ³ , 1 ppmv H ₂ S = 1,71 mg H ₂ S/Nm ³
ppmv	počet částic na milion, podle objemu
s	sekunda
svb	pevný objem dřeva bez kůry (m ³)
t	(metrická) tuna (1 000 kg nebo 10 ⁶ g)
t/rok	počet tun za rok
μ	mikro = 1 × 10 ⁻⁶ ; např. μm = mikrometr, μg = mikrogram
% obj.	procenta objemová (také % v/v)
W	Watt (1 W = 1 J/s)
rok	rok

III Chemické prvky

Symbol	Název	Symbol	Název
Al	Hliník	Hg	Rtuť
C	Uhlík	K	Draslík
Ca	Vápník	Mg	Hořčík
Cd	Kadmium	Na	Sodík
Cl	Chlor	N	Dusík
Cu	Měď	O	Kyslík
F	Fluor	P	Fosfor
Fe	Železo	Pb	Olovo
H	Vodík	S	Síra

IV Chemické vzorce běžně používané v tomto dokumentu

Chemický vzorec	Název
CaO	Oxid vápenatý (nehašené vápno)
CaCO ₃	Uhličitan vápenatý
CH ₃ CO ₃ H	Kyselina peroctová
CH ₃ SH	Methylmerkaptan
CH ₃ SCH ₃	Dimethylsulfid
CH ₃ SSCH ₃	Dimethyldisulfid
CO	Oxid uhelnatý
ClO ₂	Oxid chloričitý
H ₂ SO ₄	Kyselina sírová
H ₂ O ₂	Peroxid vodíku
HCl	Kyselina chlorovodíková
HF	Fluorovodík (často ve vodné formě jako kyselina fluorovodíková)
MgO	Oxid hořečnatý
Mg(OH) ₂	Hydroxid hořečnatý
Mg(HSO ₃) ₂	Hydrogensířičitan hořečnatý
MgSO ₄	Síran hořečnatý
NaOH	Hydroxid sodný (kaustická soda)
NaClO ₃	Chlorečnan sodný
Na ₂ S	Sulfid sodný
Na ₂ CO ₃	Uhličitan sodný
Na ₂ SiO ₃	Křemičitan sodný (vodní sklo)
Na ₂ S ₂ O ₄	Dithioničitan sodný
Na ₂ SO ₄	Síran sodný
Na ₂ S ₂ O ₃	Thiosíran sodný
NH ₄ -N	Amonium (počítané jako N)
NO ₂ -N	Dusitan (počítaný jako N)
NO ₃ -N	Dusičnan (počítaný jako N)
NO _x	Součet oxidu dusnatého (NO) a oxidu dusičitého (NO ₂) vyjádřený jako NO ₂
O ₂	Kyslík
O ₃	Ozon
SO ₂	Oxid siřičitý

V Zkratky a definice

Zkratky a zkratková slova	
Absolutně suché	Obsah sušiny v buničině 100 %; nazývá se též absolutně suché nebo sušené v peci.
Aktivní chlor	Bělicí chemikálie obsahující chlor se počítají jako chlor (Cl ₂), tzn., jako kdyby měly stejnou hmotnost na oxidační ekvivalent jako chlor: 1 kg Cl ₂ = 1 kg aktivního chloru; 1 kg ClO ₂ = 2,63 kg aktivního chloru.
ADt	V tomto dokumentu se specifická spotřeba chemikálií a energie, náklady a emise vyjadřují jako „90 % vzduchosuché buničiny“.
Aerobní	Procesy „vyžadující kyslík“. Procesy, v kterých mikroorganismy rozkládají biologicky rozložitelný materiál za přítomnosti kyslíku. Termín se používá pro klasifikaci provzdušňovaných biologických čistíren odpadních vod.
Aerobní čištění odpadních vod	Biologické čištění odpadních vod, které probíhá za přítomnosti kyslíku.
Vzduchosuché	Vzduchosuchá tuna buničiny (ADt) znamená obsah sušiny 90 %; v případě papíru pak termín vzduchosuchý označuje papír s obsahem vlhkosti 6 %.
Alfa-celulóza	Vysoce rafinovaná, nerozpustná celulóza, z které byly odstraněny cukry, pektin a další rozpustné materiály. Známa také jako chemická celulóza.
Anaerobní	Procesy, v kterých mikroorganismy rozkládají biologicky rozložitelný materiál za nepřítomnosti kyslíku. Používá se jako součást procesu čištění odpadních vod.
Anaerobní čištění odpadních vod	Biologické čištění odpadních vod, které probíhá za nepřítomnosti kyslíku.
AOX	Adsorbovatelné organicky vázané halogeny měřené standardní metodou pro odpadní vody podle normy EN ISO 9562. Princip spočívá v adsorpci organických složek vzorku na aktivovaném uhlíku, separaci uhlíku ze vzorku filtrací a spálení uhlíku s kyslíkem ve speciálním zařízení AOX. Z původně organicky vázaného halogenu vznikají HX, které jsou absorbovány v elektrolytu, v kterém se určují mikrocoulometrickou titrací. Výsledek se vyjadřuje jako chlorid v mg Cl/l.
Pomocný kotel	„Pomocný“ obvykle znamená „doplňkový“, „přídavný“, „navíc“, „obvykle mimo provoz“ nebo „malá jednotka na podporu hlavní činnosti“. Celulózky a papírní si vyrábějí většinu tepla a velkou část elektřiny pro svou potřebu ve vlastních kotelnách jako součást svého základního podnikání. Proto může být termín „pomocný kotel“, často se vyskytující v literatuře, zavádějící, pokud odkazuje na parní kotle, které běží po celý rok a liší se svou velikostí, používanými palivy nebo podmínkami zatížení. Je-li použit termín „pomocné kotle“ označuje spalovací zařízení se jmenovitým tepelným příkonem < 50 MW, k nimž patří plynové turbíny s kombinovaným cyklem, reaktory s fluidním ložem, parní bloky, spalovací zařízení používající jako palivo zbytky z výroby celulózy a papíru nebo vedlejší produkty (např. kůru, kal, odpadní papír, výplivy), a spalovací zařízení > 50 MW, pokud jsou v provozu za podmínek zatížení specifických pro dané odvětví (např. parní bloky, plynové turbíny s kombinovaným cyklem). Ohledně konvenčních větších spalovacích zařízení překračujících 50 MW odkazujeme na BREF LCP.
Účinnost (systémy čištění NCG)	Popisuje celkovou účinnost systémů sběru a čištění plynů pro silně a slabě koncentrované nekondenzovatelné zápachající plyny (NCG) ve výrobě sulfátové buničiny. Účinnost čištění musí zahrnovat primární spalování a záložní systémy, tzn. procentuální podíl toku plynu do systému čištění bez ohledu na to, o jaký systém čištění se jedná. Záložní systém je považován za ekvivalentní systému primárnímu a, když je tento systém nutný, vznikají výjimečné emise z dočasně vyřazeného provozu, dokud není spuštěn záložní. Účinnost čištění by měla také zahrnovat zachycování (jímání) i spalování. Pokud je např. úroveň zachycování (jímání) slabě koncentrovaných plynů 98 % a účinnost čištění v čistírně je 99,5 %, je koncová účinnost 97,5 %.
BAT	Nejlepší dostupné techniky definované v čl. 3 odst. 10 směrnice 2010/75/EU o průmyslových emisích (IED).
BAT-AEL	Úrovně emisí spojené s nejlepšími dostupnými technikami definovanými v čl. 3 odst. 12 směrnice 2010/75/EU o průmyslových emisích (IED).
BCTMP	Bělená CTMP buničina.
Biocid	Účinné látky a přípravky obsahující jednu nebo více účinných látek určených k likvidaci, zabránění nebo dosažení regulace bakterií nebo řas chemickými nebo biologickými prostředky. Používají se pro čištění surové vody a pro prevenci a kontrolu růstu bakterií ve vodních okruzích.

Zkratky a zkratková slova	
Biologicky rozložitelné	Schopnost organické látky být biologicky oxidována bakteriemi. Měří se pomocí testů BSK.
Biopaliva	Obnovitelná paliva pocházející z rostlin, např. ze dřeva (včetně černého výluhu a kůry).
Biologický kal	Kal získaný ze systémů aktivovaného kalu nebo z jiných biologických čistíren odpadních vod.
Černý výluh	Použitý louh z výroby sulfátové buničiny s anorganickými a rozpuštěnými organickými látkami
Bělitelnost	Bělitelnost buničiny se obvykle vyhodnocuje na základě určení množství bělicích chemikálií potřebných nebo spotřebovaných k dosažení určité specifikované bělosti.
Bělení	Proces bělení vláken odstraněním barevné látky nebo jejím odbarvením.
BLG	Zplyňování černého výluhu.
BSK	Biochemická spotřeba kyslíku – množství rozpuštěného kyslíku potřebné k tomu, aby mikroorganismy mohly rozložit organický materiál v odpadní vodě. BSK se vztahuje k obsahu látek, které mohou být biochemicky oxidovány. BSK je možné chápat jako snadno rozložitelnou část CHSK. Jednotkou měření je mg O ₂ /l.
BSK₅ nebo 7	Biologická spotřeba kyslíku hodnocená s použitím standardního 5denního nebo 7denního testu.
Suché	Obsah sušiny v buničině 100 %; nazývá se též „sušené v peci“ nebo „absolutně suché“.
BREF	Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách podle definice v čl. 3 odst. 11 směrnice 2010/75/EU o průmyslových emisích (IED).
Výmět	Papír, který byl vyřazen jako odpad kdekoli ve výrobním procesu.
Hnědá látka	Suspenze nebělené buničiny.
Hnědý louh	Použitý louh z výroby sulfátové buničiny s anorganickými a rozpuštěnými organickými látkami.
C	Označuje fázi bělení se zpracováním pomocí chloru za použití molekulárního chloru dispergovaného a rozpuštěného ve vodě. V Evropě se již nepoužívá.
Kaustifikace	Proces ve vápenném cyklu, v kterém je regenerován hydroxid (bílý louh) v reakci $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3 (\text{s}) + 2 \text{OH}^-$. Zelený louh.
CCGT	Plynová turbína s kombinovaným cyklem.
CEN	Evropský výbor pro normalizaci
CEPI	Konfederace evropského papírenského průmyslu.
Země zapojené v CEPI	V roce 2008 bylo CEPI zapojeno 18 evropských zemí: Belgie, Česká republika, Finsko, Francie, Itálie, Maďarsko, Německo, Nizozemsko, Norsko, Polsko, Portugalsko, Rakousko, Rumunsko, Slovensko, Španělsko, Švédsko, Švýcarsko, Spojené království. Země z EU-27, které nebyly zapojeny v CEPI, jsou: Bulharsko, Dánsko, Estonsko, Irsko, Kypr, Litva, Lotyšsko, Lucembursko, Malta, Řecko, Slovinsko. Výroba v jedenácti zbývajících členských státech EU je nižší než 5 % celkové výroby buničiny i papíru.
Změna vyráběného druhu papíru	Jedna nebo více změn výrobku na papírenském stroji za následujících typických okolností: <ul style="list-style-type: none"> • změny gramáže do 5 gsm a větší; nebo • změny více než jedné měřitelné charakteristiky, např. bělosti, obsahu vlhkosti, pórovitosti atd.; nebo • změny složení buničiny (různé druhy buničiny nebo poměr jehličnanové a listnáčové vlákniny); nebo • změna procesních papírenských chemikálií (změna funkčnosti výrobku nebo povrchu) během výroby.
Zařízení CHP	Kombinované zařízení na výrobu (kogeneraci) tepla a elektřiny.
Chemická buničina	Vláknitý materiál získaný odstraněním značné části necelulózových složek ze suroviny, které mohou být odstraněny chemickým zpracováním (vařením, delignifikací, bělením).
CNCG	Koncentrované nekondenzovatelné zápachající plyny, označované také jako silně koncentrované zápachající plyny. Jedná se o plyny obsahující TRS z vaření, odpařování a z vyvažování kondenzátů.
CHSK	Chemická spotřeba kyslíku udávající množství chemicky oxidovatelného organického materiálu v odpadní vodě (obvykle se vztahuje k analýze s dichromanovou oxidací).

Zkratky a zkratková slova	
Účinnost zachycování (jímání) NCG	Termín používaný ve výrobě sulfátové buničiny. Účinnost zachycování (jímání) CNCG může být vyjádřena jako emise CNCG v kg S/ADt /vzniklé množství CNCG v kg S/ADt. Účinnost sběru DNCG může být vyjádřena jako emise DNCG v kg S/ADt /vzniklé množství DNCG v kg S/ADt. Celulózký musí pravidelně měřit, počítat, resp. odhadovat toky ucházejících plynů a zaznamenávat dobu dočasného vyřazení z provozu, tok plynu a přibližný obsah síry v uvolněném zápachajícím plynu.
Směsný vzorek	Směsný vzorek označuje vzorek vody, který je průběžně odebírán během dané doby, nebo vzorek složený z více vzorků odebraných buď průběžně, nebo postupně během dané doby (např. během 24 hodiny) a směsných.
Kondenzát	Kapalina, např. voda, získaná po ochlazení plynu nebo páry, resp. odparu.
Konzistence	Hmotnostní procento vzduchsuchého (nebo v peci sušeného) vláknitého materiálu v látce nebo suspenzi látky. Rozlišujeme nízkou konzistenci (3–5 %, LC), střední konzistenci (10–15 %, MC) a vysokou konzistenci (30–50 %, HC).
Jímka gaučového výmětu (Gaučová jímka, jímka na výmět)	Komora pod koncem lisové části formovacího (tvářecího) zařízení pro zachycování ořezaných okrajů a roztržených pásů z výroby papíru.
Mezisložkový vliv	Možné přesunutí ekologického dopadu z jednoho oddělení do jiného. Tak je tomu například v případě, že je nainstalován filtr pro omezení emisí do ovzduší; vzduch je čistý, ale vzniká odpad.
CSF	Canadian Standard Freeness – míra rychlosti, s kterou odtéká voda z vlákny, čím menší číslo, tím pomalejší je odvodňování vlákny.
CTMP	Chemicko-termomechanická vláknina.
D	Označuje chlordioxidový stupeň bělení s použitím vodného roztoku oxidu chloričitého (ClO ₂).
DAF	Flotace rozpuštěným vzduchem.
Průměrná denní hodnota, voda	Průměr za dobu vzorkování 24 hodiny, při odebírání směsného vzorku přímo úměrného toku. Časově proporcionalní vzorkování se může používat za předpokladu, že je prokázána dostatečná stabilita toku.
Průměrná denní hodnota, vzduch	Průměr za dobu 24 hodin na základě platných hodinových průměrů kontinuálně měřených.
DAV	Průměrná denní hodnota.
Delignifikace	Rozpuštění a odstraňování ligninu z dřevní štěpky (vaření: počáteční, velkoobjemová a zbytková delignifikace) nebo z vláken (kyslíkový stupeň a bělení).
Denitrifikace	Biologický proces redukce dusičnanů, který může v důsledku vytvořit molekulární dusík (N ₂) v řadě mezistupňových plynných produktů oxidů dusíku.
Odstraňování tiskařské černi	Proces odstraňování tiskařské černi z potištěného sběrového papíru, který ale zahrnuje také všeobecné odstranění ostatních nežádoucích materiálů (proces zesvětlování).
DG	Generální ředitelství (Evropské komise).
Difuzní emise	Emise vznikající z přímého (neusměřovaného) kontaktu těkavých látek nebo prachu s okolním prostředím za běžných provozních podmínek. Difuzní emise vznikají během běžného provozu závodů na výrobu chemické buničiny a uvolňují se jako slabě koncentrované plyny z ventilačního systému nádrží a zařízení ve vláknové lince, odpařovacích zařízení, varny tálového oleje a kaustifikačního zařízení (např. rozpouštění taveniny). Minimalizace je možná přeměnou na svedené emise (např. jejich zachycováním-jímáním) a následnou úpravou (spálením) NCG.
DIP	Vláknina ze zesvětleného sběrového papíru – vláknina vyrobená z recyklovaného tiskového papíru, např. novinového, procesem odstraňování tiskařské černi (zesvětlováním).
Přímá měření	Specifické kvantitativní určení emitovaných složek ve zdroji.
Vypouštění	Fyzické uvolnění znečišťující látky stanoveným výstupním, tzn. kanálovým systémem (např. kanalizace, odtok).
Dispergace	Mechanická úprava vláken odpadního papíru pro dispergaci částic tiskařské černi
DLN	Specifický druh hořáku s nízkou úrovní NO _x ; DLN označuje technologii „dry low-NO _x “ (tzv. suchá metoda snížení emisí NO _x), která se používá zejména v plynových turbínách. Snižuje emise NO _x pomocí slabého předmíchaného spalování ve vícezónových spalovacích zařízeních a pomocí řídicího zařízení, které směřuje palivo do různých zón spalování.

Zkratky a zkratková slova	
DNCG	Ředěné nekondenzovatelné zápachající plyny, označované také jako slabě koncentrované zápachající plyny. Jsou to plyny obsahující TRS, kdy se nejedná o silně koncentrované zápachající plyny (např. plyny pocházející z nádrží, mycích filtrů, zásobníků na štěpky, filtrů vápenného kalu nebo sušících zařízení).
Usazeniny, kaly	Kal zeleného louhu.
Suchý konec	Součást procesu výroby papíru po vytvoření pásu papíru.
DS (sušina)	Sušina vyjádřená v hmotnostních %.
DTPA	Kyselina diethylenetriaminpentaoctová (komplexotvorné/chelatační činidlo používané při peroxidovém bělení).
DTVG	Odplyny z rozpouštěcí nádrže. Plyny s vysokým obsahem síry.
Prach	Při určení jako „hmotnostní koncentrace prachu“ z odpadních plynů podle příslušné standardní metody (např. gravimetrická metoda podle EN 13284-1): Pevné částice jakéhokoli tvaru, struktury nebo hustoty, rozptýlené v plynné fázi, které po sušení za předepsaných podmínek zůstávají před a na specifickém filtru.
E	Označuje stupeň alkalické extrakce v bělárně používající hydroxid sodný (NaOH)
EC	Evropská komise.
ECF	Bez elementárního chloru. Bělicí stupeň s oxidem chloričitým, ale bez elementárního plynného chloru.
Lehké ECF	Stejně jako ECF, ale s menším množstvím oxidu chloričitého, obvykle do 10 kg ClO ₂ /ADt. Je třeba mít na paměti, že termín „lehké ECF“ nemá v rámci technické komunity jednoznačnou definici.
ECO	Ekonomizér. Zařízení pro přehřívání napájecí vody kotle (voda do parního cyklu) tepelnou výměnou s odpadním plynem.
EDTA	Kyselina ethylendiamintetraoctová, komplexotvorné/chelatační činidlo.
EIPPCB	Evropský úřad pro integrovanou prevenci a omezování znečištění
Odstranitelnost	Vlastnost organické látky, která zaručuje, že látka může být odstraněna z odpadní vody, např. adsorpcí do biomasy; nemusí být nutně ekvivalentní biologické rozložitelnosti.
EMAS	Systém Společenství pro environmentální řízení závodů a audit
Emise	Přímé nebo nepřímé uvolnění látek, vibrací, tepla nebo hluku z jednotlivých nebo difuzních zdrojů v zařízení do ovzduší, vody nebo půdy (podle směrnice 2010/75/EU).
Úrovně emisí a spotřeby spojené s použitím BAT	BAT-AEL.
Emisní faktor	Vypočítaná průměrná úroveň emisí dané znečišťující látky pro daný zdroj vztahovaná na jednotku činnosti nebo výrobku, např. kg CHSK/ADt.
EMS	Systém environmentálního řízení
EN ISO 14001	Evropská norma (EN) publikovaná Mezinárodní organizací pro normalizaci (ISO), týkající se standardů environmentálního řízení.
Koncová technika	Technika, která snižuje koncové emise nebo spotřebu pomocí dodatečného procesu, ale nemění principiální fungování základního procesu. Synonyma: sekundární technika, technika redukce.
E/O	Extrakční stupeň bělení s hydroxidem sodným a následným přidáním plynného kyslíku jako zesilujícího činidla.
EOP	Extrakční stupeň bělení využívající hydroxid sodný s následným přidáním kyslíku a roztoku peroxidu vodíku jako zesilujícího činidla.
E/P	Extrakční stupeň bělení s hydroxidem sodným a následným přidáním roztoku peroxidu vodíku jako zesilujícího činidla.
EPA	Agentura pro ochranu životního prostředí
ESP	Elektrostatický odlučovač.
ETS	Evropské sympozium hygienického papíru, Evropská asociace výrobců hygienického papíru.
EU	Evropská unie.
EU-10	Česká republika, Estonsko, Kypr, Litva, Lotyšsko, Maďarsko, Malta, Polsko, Slovensko a Slovinsko.

Zkratky a zkratková slova	
EU-15	Členské státy Evropské unie před 1. květnem 2004. Belgie, Dánsko, Finsko, Francie, Irsko, Itálie, Lucembursko, Německo, Nizozemsko, Portugalsko, Rakousko, Řecko, Španělsko, Švédsko a Spojené království
EU-25	EU-15 + EU-10: Členské státy Evropské unie od 1. května 2004 do 31. prosince 2006.
EU-27	Členské státy Evropské unie od 1. ledna 2007.
EUR	Evropská měnová jednotka.
Eutrofizace	Znečištění vodního recipientu splaškovými odpadními vodami, hnojivy spláchnutými z půdy a průmyslovými odpady (anorganické dusičnany a fosforečnany). Tyto složky stimulují růst řas, snižují obsah kyslíku ve vodě, a proto hubí živočichy s vysokou potřebou kyslíku.
Výfukový vzduch	Proud vzduchu (odpadní plyn) ze zařízení znečištěného plynnými složkami, obvykle s nízkými koncentracemi.
FAS	Kyselina formamidinsulfonová; redukční bělicí činidlo.
FEI	Finský institut ochrany životního prostředí
FF	Textilní filtr.
Plnidla	Příspěvky/pigmenty pro výrobu papíru, obvykle minerální kaolín, křída, mastek nebo uhličitan vápnický.
Jemné částice	Materiál ve formě malých částic při výrobě papíru, obvykle definovaný jako materiál do 75 mikronů.
Flokulant	Látka, která způsobuje shlukování nebo hrudkovatění suspendovaných částic.
Flokulace	Aglomerace destabilizovaných částic do mikrovloček a následně do objemných vloček, které se mohou usazovat a nazývají se pak flokulanty.
Odpadní plyn	Odpadní plyn, který odchází do ovzduší komínem, což je potrubí nebo kanál pro odvádění výfukových plynů z topeniště, sušárny, pece, kotle nebo generátoru páry.
Poléťavý popílek	Anorganický zbytek po spalování unášený odpadním plynem ze spalovacího kotle, např. kotle na kůru.
Častá změna druhů papíru	Jedna nebo více změn výrobku na papírenském stroji za den v ročním průměru, při splnění jedné nebo více z následujících podmínek: (i) změny gramáže větší a rovné 5 g/m ² ; (ii) změny více než jedné měřitelné charakteristiky výrobku, např. bělosti, obsahu vlhkosti, pórovitosti atd.; (iii) změny ve složení vlákniny (různé druhy vlákniny nebo poměr jehličnanové a listnáčové vlákniny); (iv) změny procesních chemikálií při výrobě papíru (změna funkce hmoty nebo povrchu) během výroby.
FSC	Forest Stewardship Council (certifikační systém; značka pro výrobky, které vznikly v souladu se zásadami přírodně blízkého lesního hospodaření)
FTOH	Fluorotelomerní alkoholy.
Fugitivní emise	Fugitivní emise vznikající během nepravidłného fungování z netěsností. První možností pro minimalizaci je prevence na základě dobré údržby, měření (monitoring) a řízení procesu.
Zanáška	Směs různých materiálů, které se míchají v suspenzi látek, ze které se vyrábí papír nebo lepenka. Hlavními složkami jsou vláknitý materiál (buničina), plnidla, klíživá činidla, přísady pro pevnost za vlhka nebo jiné přísady a barviva.
Gramáž	Hmotnost v gramech na jeden čtvereční metr papíru nebo lepenky (g/m ²).
Zelený louh	Vodný roztok sulfidu sodného a uhličitanu sodného. Mezistupňový produkt při chemické sulfátové regeneraci.
Kal zeleného louhu	Kal z usazování při čištění zeleného louhu.
GW	Vláknina z dřevoviny.
Nejlepší postup	Výraz používaný k označení techniky, metody, procesu nebo činnosti, která se považuje za efektivnější při dosažení konkrétního výsledku než jakákoli jiná technika, metoda nebo proces.
Listnáčová vláknina	Skupina druhů dřevin, do které patří osika, buk, břıza a eukalyptus. Termín listnáčová vláknina se používá jako protiklad k vláknině jehličnanové.
Nátoková skříň	Zde začíná dávkování vláknité suspenze do papírenského stroje.
HexA	Kyselina hexuronová.
Kyselina hexuronová	Skupina nenasycených uronových kyselin vznikajících v podmínkách alkalického vaření ze xylanů v buničině.
HC	Vysoká konzistence – koncentrace buničiny/vlákniny v intervalu 30–50 % obsahu sušiny.
HHV	Vyšší výhřevnost.

Zkratky a zkratková slova	
HP	Vysoký tlak (pára).
IED	Směrnice 2010/75/EU Evropského parlamentu a Rady ze dne 24. listopadu 2010 o průmyslových emisích (integrované prevenci a omezování znečištění).
Imise	Výskyt a úroveň znečišťujících látek, zápachu nebo hluku v okolním prostředí.
IMPEL	Síť Evropské unie pro zavádění a provádění environmentálních právních předpisů
Zařízení	Stacionární technická jednotka, v které probíhá jedna nebo více činností uvedených v příloze I ke směrnici o průmyslových emisích a všechny ostatní přímo související činnosti na stejném místě, které jsou technicky spojené s těmito činnostmi a které mohou mít vliv na emise a znečištění.
Inspekce	Proces skládající se z prohlídek, kontrol, zkoušek a ověření v průmyslovém zařízení, prováděný úředními orgány nebo interními či externími experty za účelem analýzy a hodnocení postupů, provozních režimů, provozních podmínek procesu a souvisejících zařízení, mechanické integrity, úrovně výkonu, záznamů a výsledků dosažených průmyslovým závodem.
Integrovaná výroba nebo integrovaný závod	Když se buničina/vláknina a papír vyrábí na stejném místě. Buničina/vláknina se před výrobou papíru nesuší. Výroba papíru nebo lepenky je přímo spojena s výrobou buničiny/vlákniny.
IPPC	Integrovaná prevence a omezování znečištění.
IR	Infračervené.
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci.
% ISO	Jednotka bělosti buničiny podle ISO (Mezinárodní organizace pro normalizaci).
ISV	Index objemu kalu – objem v ml zaujímaný 1 gramem aktivovaného kalu po usazení za stanovených podmínek po stanovenou dobu, obvykle 30 minut.
I-TEQ	Mezinárodní ekvivalenty toxicity používané pro kvantifikaci dioxinů a furanů.
JRC	Společné výzkumné centrum.
Číslo kappa	Měří zbytkový obsah ligninu v nebělené buničině, určený po výrobě buničiny a před bělením. Čím nižší je číslo kappa, tím méně ligninu. Číslo kappa je bezrozměrné.
Sulfátová buničina	Chemická buničina vyrobená s použitím sulfidu sodného jako hlavní varné chemikálie. Dřevní štěpky se vaří v alkalickém varném louhu, vodném roztoku hydroxidu sodného a sulfidu sodného (bílý louh).
LAeq	Ekvivalentní trvalá A-vážená hladina akustického tlaku.
LC	Nízká konzistence – koncentrace buničiny/vlákniny v intervalu 3–5 % obsahu sušiny.
LCP	Velké spalovací zařízení, viz BREF LCP a příloha IV směrnice o průmyslových emisích.
LCA	Hodnocení životního cyklu.
LCV	Nižší výhřevnost.
Lignin	Dřevní látka, aromatický polymer v buněčné stěně rostlin. Vazební látka v přírodních vláknech. Lignin se rozpouští spolu s uhlohydráty v procesu rozvláknování.
Vápenná pec	Jednotka v sulfátovém regeneračním cyklu. V této vápenné peci se vápenný kal znovu pálí na vápno: $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{teplo} \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2$.
Vápenný kal	Obsahuje zejména uhličitán vápenatý vznikající z kaustifikace při výrobě bílého louhu.
LP	Nízký tlak (pára).
LVHC	Malý objem vysoce koncentrovaných nekondenzovatelných plynů.
LWC	Lehký natíraný papír.
Magnefite	Proces výroby sulfátové buničiny na bázi hořčíku.
Doplňované chemikálie	Doplňování zakoupených chemikálií za účelem pokrytí ztrát chemikálií různého druhu.
Komerční buničina	Buničina vyrobená a vysušená v závodě na jednom místě pro prodej výrobcům papíru na jiných místech.
MBR	Membránový bioreaktor.
MBBR	Biologický reaktor s pohyblivým ložem.
MC	Střední konzistence – koncentrace buničiny/vlákniny v intervalu 8–15 % obsahu sušiny.

Zkratky a zkratková slova	
Opatření	Technika nebo kombinace technik.
Naměřená hodnota	Výsledek měření.
Měření	Soubor operací pro určení kvantitativní hodnoty.
Měřicí systém	Kompletní sada měřících přístrojů a jiných zařízení, včetně všech pracovních postupů, používaná k provedení předepsaných měření.
Mechanická vláknina	Papírenská vláknina plně vyrobená mechanickými prostředky z různých surovin, např. broušením dřeva o abrazivní povrch (vláknina z dřevoviny) nebo zpracováním dřevních štěpků nebo pilin v rafiněru (mechanická vláknina z rafiněru). Mechanická vláknina obsahuje významné množství necelulózových složek.
MF pryskyřice	Melamin-formaldehydová pryskyřice.
MLSS	Nerozpuštěné látky ve směsném louhu.
Kompenzace vlhkosti biomasy	Rozsahy celkové účinnosti zařízení CHP se vypočítávají s použitím nižší výhřevnosti paliv s kompenzací vlhkosti biomasy podle $LCV_{af} = LCV_{dry} \times (1 - m_w) - l_{25} \times m_w$ [168, M.Huhtinen et al. 2000], kde: LCV_{af} nižší výhřevnost spalovaného paliva LCV_{dry} nižší výhřevnost suchého paliva m_w hmotnost vody v palivu (kg H ₂ O/kg paliva) l_{25} odpařovací teplo pro vodu při 25 °C.
MS	Členský stát Evropské unie.
Závod na výrobu více výrobků	Výrobní závod, kde se vyrábí buničina/vláknina, papír a výrobky na bázi dřeva v širokém sortimentu (nařezaný materiál, chemická buničina, mechanická vláknina nebo vláknina ze zpracování sběrového papíru, různé druhy papíru a lepenky a vedlejší výrobky na bázi dřeva). Závod může vyrábět více výrobků (různé druhy buničiny/vlákniny), ale nemusí být integrovaný (tzn. vyrábět buničinu/vlákninu i papír).
MWC	Středně těžký natíraný papír.
NCG	Nekondenzovatelné zapáchající plyny se nazývají páchnoucí plyny z výroby sulfátové buničiny. Patří k nim CNCG (koncentrované) a DNCG (ředěné).
Obsah N v černém výluhu (BL)	Obsah dusíku v černém výluhu. N se určuje jednou z následujících analytických metod: (modifikovaná) KCL-SFS 5507, modifikovaná Kjeldahlova metoda, metoda KCL, metoda Buchi-O, DIN ISO 11261, metoda SP 0528 (elementární analýza prováděná ústavem Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, SE), tepelně vodivý článek SCN atd. Nepoužívá se žádná harmonizovaná metoda.
Neintegrováná výroba nebo neintegrováný závod	„Neintegrováná výroba“ znamená: (a) výrobu komerční buničiny (na prodej) v závodech, které neprovozují papírenské stroje, nebo (b) výrobu papíru/lepenky jen s použitím buničiny vyrobené v jiných závodech (komerční buničina).
Neutralizace	Zvýšení hodnoty pH kyselých roztoků nebo snížení hodnoty pH alkalických roztoků na neutrální pH (pH 7).
Nitrifikace	Biologický proces podporovaný bakteriemi, kterým se přeměňuje čpavek nejprve na dusitan a potom na dusičnan.
Nm³	Běžný suchý plyn za standardních podmínek (273,15 K a 1 013 mbar, po korekci obsahu vodní páry v odpadních plynech).
NPE	Neprovozní prvky, které se mohou hromadit při uzavření vodních okruhů v papírnách, např. Al, Si, Ca, Mg, Mn.
NSSC	Neutrální sulfátová polobuničina je nejběžnějším druhem polobuničiny, který se vyrábí kombinací chemického a mechanického rozvláknování. V procesu se částečně vaří dřevní štěpky, aby se zeslabil vazby mezi vlákny a ligninem. Potom jsou štěpky mechanicky zpracovány v rafiněru.
O	Označuje stupeň delignifikace/bělení s plynným kyslíkem (O ₂).
OTNOC	Jiné než běžné provozní podmínky
Oxidovaný bílý louh	Vzniká, když je sulfid bílého louhu oxidován na thiosíran, obvykle vzduchem.
P	Označuje alkalický bělicí stupeň s peroxidem vodíku (H ₂ O ₂) jako kapalinou.
Paa	Označuje bělicí stupeň s kyselinou peroctovou (CH ₃ COOOH). Používá se při bělení TCF.
Papír	Pás vláken s různými přidanými chemikáliemi. Podle základní hmotnosti je možné ho rozlišovat jako: Papír < 150 g/m ² < lepenka < 250 g/m ² < karton.
PCDD/F	Polychlorované dibenzo-p-dioxiny/furany.

Zkratky a zkratková slova	
PEFC	Program pro Schvalování certifikace lesů.
PFC	Perfluorované a polyfluorované chemikálie.
PFOA	Kyselina perfluorooktanová.
PFOS	Kyselina perfluorooktansulfonová/sulfonát kyseliny perfluorooktanové.
PGW	Lisovaná dřevovina (rozvlákňování)
Pinch analýza	Metoda pro analýzy a optimalizaci využívání energie v procesech a zařízeních. Metoda integrovaná v procesu, vhodná k určení, kde a kolik energie má být použito pro termodynamicky optimalizovaný systém. Provozní údaje jsou prezentovány formou souboru toků nebo proudů energie jako funkce tepelného zatížení v závislosti na teplotě. Tyto údaje dávají složené křivky, jednu pro všechny horké proudy (uvolňující teplo) a jednu pro všechny studené (vyžadující teplo).
Parametr	Měřitelná veličina představující hlavní vlastnosti statistické skupiny.
Pevné částice	Prach. Veškerý materiál, který je v okamžiku měření pevný. Celkové pevné částice udávají všechny anorganické a organické pevné a kapalné materiály (kapky a aerosoly), které se mohou vyskytovat v odpadním plynu.
Pryskyřice (smola)	Pryskyřičný materiál v čerstvých vláknech.
PM_{2,5}	Pevné částice, které procházejí selektivním filtrem s odlučovací účinností 50 % pro aerodynamický průměr 2,5 μm.
PM₁₀	Pevné částice, které procházejí selektivním filtrem s odlučovací účinností 50 % pro aerodynamický průměr 10 μm.
Znečišťující látka	Jednotlivá látka nebo skupina látek, které mohou poškozovat nebo negativně ovlivňovat životní prostředí.
Výkon	Pojem výkon se vztahuje k elektrické energii.
Tlakový difuzér	Zařízení k praní buničiny, ve kterém se buničina pere vytěšňováním pod tlakem.
Výrobní kapacita	Hmotnost výrobků (vzduchosuché hmoty), kterou dokáže vyrobit zařízení během stanovené doby (den, měsíc, rok).
Rozvlákňování	Proces konverze surových vláken (např. dřeva) nebo recyklovaných vláken na buničinu/vlákninu využitelnou ve výrobě papíru.
Q	Označuje kyselý bělicí stupeň, kde se používá komplexotvorné (chelatační) činidlo EDTA nebo DTPA k odstranění kovů, především při bělení peroxidem vodíku.
Kvalita údajů	Údaje poskytované v kontextu výměny informací o BAT mohou být v závislosti na kvalitě údajů klasifikovány do kategorií: <ul style="list-style-type: none"> • D: naměřené údaje na základě statistické analýzy • E: odborný posudek na základě několika výsledků měření • M: modelová čísla (např. výsledky zpracování toku N) • A: odborný posudek na základě závěru vyvozeného z analógie.
RCF	Recyklovaná vlákna; vlákna získaná ze zpracování sběrového papíru.
Regenerace	Definována rámcovou směrnicí ES o odpadech jako každá operace, jejímž hlavním výsledkem je odpad sloužící k užitečnému účelu tak, že nahradí jiné materiály, které by jinak byly použity k plnění určité konkrétní funkce, nebo odpad připravený k plnění takové funkce, v zařízení nebo v hospodářství.
Regenerační kotel	Parní kotel a chemický reaktor v sulfátovém a sulfitovém regeneračním systému; spaluje černý výluh nebo hnědý louh při vysoké teplotě a vyrábí páru a elektřinu.
Recyklace	Definována rámcovou směrnicí ES o odpadech jako každá regenerační operace, která přepracovává odpadní materiály na výrobky, materiály nebo látky pro původní nebo jiné účely.
Vláknina ze sběrového papíru	Vláknitý materiál, který již prošel výrobou papíru nebo lepenky.
Opětovné použití	Rámcová směrnice ES o odpadech je definuje jako každou operaci, která znovu používá výrobky nebo složky, které nejsou odpadní, ke stejnému účelu, k němuž byly určeny.
Referenční podmínky	Podmínky, které jsou předepsané, např. ve spojení s provozem procesu, při sběru vzorků nebo při určování úrovní emisí.
Rafinace	Proces mechanické úpravy vláken pro zvýšení pevnosti.
Účinnost odstraňování	Vyjadřuje, jak účinně funguje proces úpravy. Obvykle se vyjadřuje jako procentuální odstraněná část vzhledem k počátečnímu znečištění emisemi.
RMP	Mechanická vlákna z rafinéry.

Zkratky a zkratková slova	
Odtok	Část srážek a roztátého sněhu, která se nevsákne, ale pohybuje se jako pozemní tok.
Lapač	Přístroj používaný pro regeneraci vláken a plnidel z podsíťové vody. Obvykle pracuje na principu filtrace, usazování, flokulace nebo flotace.
SC	Superkalandrovaný papír.
Usazeniny	Anorganické usazeniny v provozním zařízení (příležitostně mohou obsahovat také organické látky).
Pračka plynů	Zařízení pro kapalinové čištění plynu.
SEPA	Švédská agentura ochrany životního prostředí.
SEC	Specifická spotřeba energie.
SGW	Dřevovina z broušení na brusném kamenu (vláknina).
Shluky vláken	Svazky vláken, tzn. nerozvlákněné ve varně.
Index objemu kalu (SVI)	Index objemu kalu je objem v mililitrech zaujímaný 1 gramem suspenze po 30 minutách usazování. SVI se běžně používá k měření (monitoring) charakteristik usazování aktivovaného kalu a jiných biologických suspenzí.
SNCR	Selektivní nekatalytická redukce.
Mýdlo	Produkt reakce mezi zásadou v louhu na výrobu sulfátové buničiny a podíly mastných kyselin ve dřevě, které se srážejí, když se z použitého výluhu na výrobu buničiny odpařuje voda.
Jehličnanová vláknina	Dřevo z jehličnanů, k nimž patří borovice a smrk. Termín jehličnanová vláknina se používá jako protiklad k vláknině listnáčové.
Papírny na výrobu speciálních druhů papíru	Závod vyrábějící různé druhy papíru a lepenky pro speciální účely (průmyslové i neprůmyslové), které jsou typické nestandardními vlastnostmi, poměrně malým odbytem pro koncové použití nebo aplikací s menším využitím a které jsou často speciálně navrženy pro konkrétního zákazníka nebo skupinu koncových uživatelů. K příkladům této široké kategorie speciálních papírů patří mimo jiné cigaretové papírky, filtrační papíry, metalizovaný papír, termografický papír, samoprůpisový papír, lepicí etikety, litý natíraný papír, stejně jako sádkokarton na krycí vrstvy a speciální papíry pro voskování, izolaci, pokrývání střech, asfaltování a další specifické aplikace nebo úpravy. Všechny tyto druhy patří mimo standardní druhy papíru.
Specifická spotřeba vody	Množství čerstvé vody použité během výroby (povrchová voda, spodní voda), která je odebrána z externích zdrojů. Tato potřeba čerstvé vody je vztažena k čistě vzduchsuché výrobě a vyjádřena jako m ³ /ADt. Čerstvá voda, která je použita jen pro účely chlazení (tzn. voda, která nepřijde do kontaktu s vlákny a přísadami) a je přímo vypouštěna do vodního toku, se nezapočítává. Dále není započítána odpadní voda vznikající na místě v zařízeních na výrobu páry a elektřiny.
SS	Nerozpuštěné látky.
SSL	Použitý sulfátový louh. Kapalina, která zůstává z procesu výroby sulfátové buničiny, kde se dřevo působením tepla a tlaku vaří na celulósovou buničinu s hydrosiřičitanem.
Lepivé hmoty	Materiály, které se hromadně slepují; lepivé nečistoty ve sběrovém papíru.
Látka (papírovina)	Ve výrobě papíru – smíchaná suspenze tříděných vláknin a přidaných plnidel a chemických přísad použitých k formování (tváření) papíru.
Vyvařovací kolona (stripper)	Destilační kolona pro čištění kondenzátu.
Sulfidita (%)	Sulfidita (%) = $(2[\text{HS}^-]/([\text{OH}^-] + \text{HS}^-]) \times 100$. Poměr sirovodíkových iontů a součtu hydroxidových a sirovodíkových iontů v bílém louhu. Poměr se vyjadřuje jako mol/mol.
Sulfátová buničina	Chemická buničina, kde se jako hlavní varné chemikálie používají různé siřičitany nebo hydrogensiřičitany.
Přehříváč páry	Parní trubky v horní části kotle, v kterých se teplota vyrobené páry zvyšuje nad teplotu syčené páry.
SUSD	Spuštění/zastavení provozu
Tálový olej	Kapalný produkt skládající se z látek extrahovatelných z černého výluhu.
TCF	Zcela bezchlórové. Bělení buničiny bez použití chemických sloučenin chloru.
Techniky (podle směrnice o průmyslových emisích)	Zahrnují jak použitou technologii, tak způsob, jakým je jednotlivé zařízení konstruováno, stavěno, udržováno, provozováno a vyřazováno z provozu.

Zkratky a zkratková slova	
Termomechanická vláknina	Papírenská vláknina vyrobená pouze mechanickými prostředky z různých surovin, obvykle ze dřeva. V procesu výroby termomechanické vlákniny je surovina podrobena předběžné tepelné úpravě. Termomechanická vláknina obsahuje významné množství necelulózových složek.
TMP	Termomechanická vláknina.
Celkový dusík (N_{celk})	Celkový dusík (N _{celk}) udávaný jako N zahrnuje organický dusík, volný čpavek a amonium (NH ₄ ⁺ -N), dusitany (NO ₂ ⁻ -N) a dusičnany (NO ₃ ⁻ -N).
Celkový fosfor (P_{celk})	Celkový fosfor (P _{celk}) udávaný jako P zahrnuje rozpuštěný fosfor plus veškerý nerozpustný fosfor přenesený do odpadní vody ve formě srážek nebo uvnitř mikrobů.
TOC	Celkový organický uhlík; alternativní měření k CHSK. Analytická metoda používaná k určení obsahu organických látek při vzorkování odpadní vody.
Účinnost čištění NCG	Viz účinnost.
TRS	Celková redukováná síra v odpadním plynu. Součet následujících redukovaných zápachajících sloučenin síry vznikajících v procesu výroby buničiny: sirovodík, methylmerkaptan, dimethylsulfid a dimethyldisulfid, vyjádřené jako síra.
NL	Celkové nerozpuštěné látky (v odpadní vodě). Nerozpuštěné látky tvořené malými fragmenty vláken, plnidel, jemných částic, neusazené biomasy (shlukování mikroorganismů) a dalších malých částic.
Terpentýn	Směs terpenů, zejména pinenu, získaných parní destilací borové pryskyřice regenerované kondenzací plynů uvolněných z vařáku při várce jehličnanové vlákniny v procesu výroby sulfátové buničiny.
TWG	Technická pracovní skupina.
UASB	Anaerobní reaktor/proces s kalovým ložem s tokem shora dolů.
UBA	Umweltbundesamt – spolková agentura (úřad) pro životní prostředí, např. v Německu nebo Rakousku.
Viskozita buničiny	Používá se k hodnocení stupně rozkladu celulózy během várky a bělení. Vyjadřuje se jako ml/g.
VOC (těkavé organické látky)	Těkavé organické sloučeniny.
% obj.	Procenta objemová
Mokrý konec	Součást procesu výroby papíru před vytvořením pásu papíru.
Bílý louh	Alkalický varný louh; vodný roztok NaOH a Na ₂ S pro výrobu sulfátové buničiny.
Podsátová voda	Všeobecný termín pro všechny provozní vody z papírny, které byly odděleny od suspenze látky nebo buničiny na papírenském stroji nebo na přídavných zařízeních, jako jsou zahušťovače, pračky, regenerace a brusy. Obsahuje určité množství vláken a může obsahovat různá množství plnidel a barviv.
Dřevitý papír nebo lepenka	Papír a lepenka obsahující větší množství necelulózových sloučenin (více než 5 %) jako základní složku svého vlákninového složení.
Bez dřevitý papír nebo lepenka	Papír a lepenka obsahující ve svém vláknitém složení v principu jen chemickou buničinu; v praxi však mohou obsahovat malé množství jiných vláken nebo buničin (méně než 5 % necelulózových sloučenin).
WID	Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/76/ES ze dne 4. prosince 2000 o spalování odpadu (směrnice o spalování odpadu).
ČOV	Čistírna odpadních vod.
Sušicí válec Yankee	Velký jednoduchý válec používaný hlavně k sušení hygienických papírů nebo utěrek.
Průměrná roční hodnota, voda (znečištění)	Průměr (vážený podle denních výrobních hodnot) denních průměrů určených s frekvencí stanovenou pro příslušné parametry během roku, vyjádřený jako hmotnost emitovaných látek na jednotku hmotnosti vyrobených nebo zpracovaných výrobků nebo materiálů.
Průměrná roční hodnota, vzduch	Průměr za období jednoho roku na základě platných hodinových průměrů kontinuálně měřených.
Výtěžek	Množství použitelných vláken po rozvlákňování, bělení nebo zesvětlování, vyjádřené jako procentuální část použitelných vláken v poměru ke vstupním surovinám.
Z	Označuje bělicí stupeň používající plynný ozón (O ₃).

Definice druhů vlákniny (buničiny) a papíru podle CEPI

1. Definice papírů

1.1. Grafické papíry

Novinový papír: Papír používaný hlavně pro tisk novin. Vyrábí se především z mechanické vlákniny a sběrového papíru s malým množstvím plnidel nebo bez nich. Plošné hmotnosti se obvykle pohybují od 40 g/m² do 52 g/m², ale mohou dosahovat až 65 g/m². Novinový papír je strojně dokončovaný nebo lehce kalandrovaný, bílý nebo lehce zbarvený a používá se v rotačkách pro knihtisk, ofsetový tisk nebo flexografický tisk. Harmonizovaný kód CEPI pro novinový papír je 100 000 000.

Nenatíraný mechanický: Papír vhodný pro potisk nebo jiné grafické účely, u něhož méně než 90 % vlákninového složení tvoří vlákna chemické buničiny. Tento druh je známý také jako papír z dřevoviny nebo dřevitý papír a magazinový papír, např. silně plněný superkalandrovaný papír pro spotřebitelské magazíny, tištěný metodou válcového hlubotisku nebo ofsetového tisku. Harmonizovaný kód CEPI pro nenatíraný mechanický papír je 211 000 000.

Nenatíraný bezdřevý: Papír vhodný pro potisk nebo jiné grafické účely, u něhož nejméně 90 % vlákninového složení tvoří vlákna chemické buničiny. Nenatíraný bezdřevý papír se může vyrábět z různých zanášek s proměnlivým obsahem minerálních plnidel a řadou dokončovacích procesů, jako jsou klížení, kalandrování, strojní lazurování a vodotisk. Tento druh zahrnuje většinu kancelářských papírů, např. podnikové formuláře, kopírovací, počítačové, dopisní a knižní papíry. Do této kategorie spadají pigmentované a na klížicím lisu „natírané“ papíry (natírání méně než 5 g na stranu). Harmonizovaný kód CEPI pro nenatíraný bezdřevý papír je 231 000 000.

Natírané papíry: Veškerý papír vhodný pro potisk nebo jiné grafické účely a natíraný na jedné nebo obou stranách minerály, např. bělicí hlinkou (kaolinem), uhličitanem vápenatým atd. Natírání může být provedeno různými metodami, na stroji i mimo stroj, a může být doplněno superkalandrováním. Natírané mechanické papíry se vyrábějí z vláken připravených hlavně (90 %) procesem výroby mechanických vláknin a jsou známé také jako natírané dřevité papíry. Natírané bezdřevé papíry se vyrábějí z vláken připravených hlavně (90 %) procesem výroby chemických buničin a jsou známé také jako natírané volné pásy. Harmonizovaný kód CEPI pro natírané mechanické papíry je 212 000 000 a pro natírané bezdřevé papíry 232 000 000.

1.2. Hygienické papíry a papíry pro domácnost

Tato kategorie zahrnuje širokou řadu různých hygienických papírů pro používání v domácnosti nebo v komerčních a průmyslových zařízeních. Mezi příklady patří toaletní papír a odličovací ubrousky, kuchyňské utěrky, ručníky a průmyslové tampony. Některé hygienické papíry se používají také při výrobě kojeneckých plenek, menstruačních vložek atd. Základní papírovina je tvořena z primární (panenské) buničiny nebo regenerovaných vláken, popř. z jejich směsí. Ve výrobních statistikách se uvádí jako hmotnost základní papíroviny před konverzí na hotové výrobky. Statistiky importu a exportu však zahrnují obchodování se základní papírovinou i s hotovými výrobky. Harmonizovaný kód CEPI pro hygienické papíry a papíry pro domácnost je 700 000 000.

1.3. Balení

Materiály na krabice: Papíry a lepenky používané hlavně ve výrobě vlnité lepenky. Vyrábějí se z různých kombinací primárních a sekundárních vláken a mohou být bělené, nebělené nebo mramorované. Fluting je střední papírovina s vnějšími vrstvami nazývanými krycí vrstvy. Jsou zde zahrnuty druhy jako Kraftliner, Testliner, fluting z chemické polobuničiny a fluting na bázi sběrového papíru (Wellenstoff). K hlavním oblastem použití patří krabice z vlnité lepenky, přepravní a skladovací obaly a displeje výrobků. Jsou známé také jako lepenka na krabice, vlnité krabicové materiály,

kartonová lepenka, krycí lepenka nebo papír na zvlněnou vrstvu. Harmonizovaný kód CEPI pro materiály krabic je 300 000 000.

Lepenka: Může být jednoduchá nebo vícevrstvá, natíraná nebo nenatíraná. Vyrábí se z primárních nebo sekundárních vláken a dobře se ohýbá, má dobrou tuhost i schopnost drážkování. Používá se hlavně pro krabice na spotřební výrobky, jako jsou zmrazené potraviny nebo kosmetika, a v kontejnerech na tekutiny. Je známá také jako plochá lepenka, skládačková lepenka, lepenka na krabice nebo lepenka na přepravní obaly. Harmonizovaný kód CEPI pro karton je 400 000 000.

Obalové papíry (do 125 g/m²): Papíry, jejich hlavní oblastí použití je ovíjení nebo balení, vyrobené z jakékoli kombinace primárních nebo sekundárních vláken, bělené nebo nebělené. Mohou být podrobeny různým dokončovacím nebo značkovacím procesům. Patří k nim sáčkový papír, jiné obalové sulfátové papíry, sulfitový papír a nepromastitelné papíry. Harmonizovaný kód CEPI pro balicí papíry je 500 000 000.

Ostatní papíry hlavně pro účely balení: Tato kategorie zahrnuje všechny papíry a lepenky používané hlavně pro účely balení, které nejsou uvedeny výše. Většinou se vyrábějí z druhotných (sekundárních) vláken, např. ze šedé lepenky procházejí konverzí, která může být v některých případech určena pro jiné použití než balení, včetně obalů knih a her. Je známá také jako šedá lepenka. Harmonizovaný kód CEPI pro ostatní obalové papíry je 600 000 000.

1.4. Speciální (jiné)

Ostatní papíry a lepenky pro průmyslové a speciální účely: Do této široké kategorie patří cigaretové papírky, filtrační papíry, termografický papír, samoprůpisový papír, lepicí etikety, stejně jako sádkartony na krycí vrstvy a speciální papíry pro voskování, izolaci, pokrývání střech, asfaltování a další specifické aplikace nebo úpravy. Harmonizovaný kód CEPI pro speciální papíry a lepenky je 800 000 000.

2. Definice buničin (vláknin)

Druhy buničin (vláknin) jsou klasifikovány podle jejího výrobního procesu. Hlavní druhy jsou:

2.1. Mechanické vlákniny

Dřevovina z broušení: Vlákna vyrobená broušením dřeva na brusném kameni na poměrně krátká vlákna. Tato vlákna se používá zejména pro novinový papír a dřevité papíry, jako jsou papíry LWC (lehký natíraný) a SC. Harmonizovaný kód CEPI je 923 000 000.

Termomechanická vlákna (TMP): Vlákna, než vstoupí do tlakového rafinéru. TMP má z větší části stejné koncové použití jako vlákna vyrobená z dřevoviny broušením na brusném kameni. Varianty dvou výše uvedených procesů vyrábějí vlákna z dřevoviny broušením na brusném kameni a mechanickou vlákna v rafinéru. Harmonizovaný kód CEPI je 923 400 000.

2.2. Chemické polobuničiny

Chemická: Polobuničina vyráběná ve dvoustupňovém procesu, který zahrnuje částečnou digesci s chemikáliemi, po níž následuje mechanická úprava v diskovém rafinéru. Tato buničina se používá hlavně ve výrobě materiálu na zvlněnou vrstvu pro vlnitou lepenku. Harmonizovaný kód CEPI je 921 000 000.

Chemicko-termomechanická vlákna (CTMP): Vlákna se vyrábí podobným způsobem jako TMP, ale částice dřeva jsou před vstupem do rafinéru chemicky upraveny. Tato vlákna má vlastnosti vhodné pro výrobu hygienického papíru. Některé vlákniny CTMP se používají pro tiskové a psací druhy. Vlákna CTMP je v harmonizovaném systému Rady pro celní spolupráci (Customs Co-operation Council) klasifikována jako chemická polobuničina. Ve FAO a ostatních průmyslových statistikách jsou takové chemicko-termomechanické vlákniny zařazeny do jedné skupiny s vlákninou mechanickou.

2.3. Chemické buničiny

Sulfitová: Buničina vyráběná várkou dřevních štěpků v tlakové nádobě za přítomnosti hydrogensířičitanového louhu. Koncové použití je od tiskových a psacích papírů až po hygienické a zdravotnické papíry, textilie a různé chemikálie (deriváty celulózy).

Sulfátová (kraftová): Buničina vyráběná várkou dřevních štěpků v tlakové nádobě za přítomnosti hydroxidu sodného jako louhu. Buničina může být nebělená nebo bělená. Oblasti koncového použití jsou široké, bělená buničina se používá zejména na grafické papíry, hygienické papíry a lepenky. Nebělená buničina se obvykle používá na krycí vrstvy vlnité lepenky, na obalové, sáčkové a pytlivé papíry, obálky a jiné nebělené speciální papíry. Harmonizovaný kód CEPI je 922 100 000.

2.4. Vlákny

Vláknina vyrobená z jiných vláken než dřevních, např. z vylisovaných zbytků cukrové třtiny, pšeničné slámy, kenafu, bavlněných hadrů a konopí.

2.5. Vlákny se zesvětlováním

Vláknina vyrobená ze sběrového papíru, z něhož byly odstraněny tiskařské barvy a ostatní nečistoty.

LITERATURA

- [1] Finnish BAT Report, *The Finnish Background Report for the EC Documentation of Best Available Techniques for Pulp and Paper Industry*, Ministry of Environment in Finland, 1997.
- [2] CEPI, *Annual Statistics 2008. European Pulp and Paper Industry*, CEPI, 2009.
- [3] CEPI, *Harmonised List for Paper and Board Grades*, 2007.
- [4] CEPI, *Sustainability Report 2009*, CEPI, 2009, p. 60.
- [5] Bentley et al., 'Mill report: McKinley Paper goes from zero to success in less than four years', *TAPPI Journal*, Vol. 82, No. 1, 1999-03-25, 1999.
- [6] BMU Austria, *Sector Waste Management Concept for Paper and Pulp Industry. Prevention-Utilisation-Disposal*, Ministry of Environment, Vienna, Austria, 1995.
- [7] Italian TWG, *BAT and economy of scale in the paper sector*, 2007, p. 12.
- [8] Borschke et al., 'Papermaking in view of an optimized waste and water management', *Das Papier*, Vol. 21. Jahrg., No. 6A, 1997, p. V 146-153, 1997.
- [9] Directive 2004/8/EC, 'Directive 2004/8/EC of the European Parliament and of the Council of 11 February 2004 on the promotion of cogeneration based on a useful heat demand in the internal energy market and amending Directive 92/42/EEC', Vol. L52, No 50, 21.02.2004, 2004.
- [10] Spanish Ministry of Environment, *Variability analysis of Recovery Boiler and Lime kiln Pulp and Paper. Industry air emissions over different averaging periods*, 2012.
- [11] Braunsperger et al., 'Slime Control without Chemicals', *Wochenbl.f.Papierfabrikat.*, Vol. 124 (1996), No. 5, 1996, pp. p. 192-194.
- [12] Directive 2010/75/EU, 'Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control)', *Official Journal of the European Union*, Vol. L 334, 17.12.2010, 2010, pp. 17-119.
- [13] Landälv et al., 'A status report on the Chemrec renewable motor fuels and demonstration plant projects', *PulPaper 2010 Conference*, 2010, Helsinki, Finland.
- [14] CEPI, *BAT in the Manufacturing of Pulp*, CEPI, 1997.
- [15] CEPI, *BAT for Paper Manufacturing*, CEPI, 1998.
- [16] CEPI, *BAT in the Manufacturing of Pulp. Complementary Information on BAT Candidates*, CEPI, 1998.
- [17] Nurmesniemi, *Tertiary treatment of biologically treated waste water from the pulp and paper mill - internal report assessing findings of the WWF report on the Celco pulp mill in Valdivia, Chile*, Sora Enso Oyj, Environmental affairs, 2010, p. 2.
- [18] RAIZ, *Partial closure of bleach plant*, RAIZ – Instituto de Investigação da Floresta e do Papel, 2011.
- [19] G.Sousa, 'Extended modified cooking (batch or continuous) to a low Kappa', Personal Communication, 2011.
- [20] Pikka, 'Advances in eucalyptus pulp bleaching technology', *3rd ICEP -International Colloquium on Eucalyptus Kraft Pulp*, 2007, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.
- [21] Diedrich et al., 'In-line biological process water treatment in a zero effluent discharge paper mill', *Das Papier*, Vol. 51, No. 6A, p. V153-V159, 1997.
- [22] Driessen et al., *Anaerobic treatment of pulp and paper mill effluents – status quo and new developments. Water Science & Technology 55 (2007), No. 6, 223-230*, 2007

-
- [23] Dutch Notes on BAT, *Dutch Notes on BAT for Paper and Board from Recycled Fibres*, 1996.
- [24] Furtado, 'Effect of the acid stage in ECF bleaching on Eucalyptus globulus kraft pulp bleachability and strength.', *Pulp and Paper Canada*, Vol. 12, 102, 2001.
- [25] ISO, Technical committee 207, 2010.
- [26] Edelmann et al., 'Towards effluent free paper mill', *Das Papier*, Vol. 21. Jahrg., No. 6A, 1997, pp. p. V 138- 145.
- [27] Edelmann et al., 'Closed water cycles and environmental issues in paper production', *International Conference on process integration*, 1999, Copenhagen.
- [28] CEN 643, European list of standard grades of recovered paper and board, 2001.
- [29] ISO, ISO 14001: 2004, 2004.
- [30] DG Environment, What is Emas?, 2010.
- [31] IAF, International Accreditation Forum website, 2010.
- [32] Vakkilainen, Pulp Mill Energy and Recovery Processes. Lecture 13: Malodorous gas handling (DNCG, CNCG). 8-17 Nov. 2007, Helsinki University of Technology Department of Forest Products Technology, 2007.
- [33] COM, Assessment of the data collection on air emissions from European kraft pulp mills, Febr - April 2011, 2011.
- [34] Kankkonen et al., 'Enhancing the power generation in a modern greenfield pulp mill. Proceedings of the 2010 International Chemical Recovery Conference, March 29 - April 1, Williamsburg, Virginia, USA, Vol. 2, pp. 323 – 335', *2010 International Chemical Recovery Conference, March 29 - April 1*, 2010, Williamsburg Lodge, Williamsburg, Virginia, USA.
- [35] Raukola et al., 'Increasing power generation with black liquor recovery boiler', *2002 TAPPI Fall Technical Conference, September 8-11*, 2002, San Diego, California, USA.
- [36] SCAN, SCAN CM-45:00, revised 2000: COD and TOC removable by washing, 2000.
- [37] B.Eckert et al., 'Improving fiber yield through borate autoausticizing', *Tappi/Solutions!*, Vol. April 2005, 2005, pp. 33-34.
- [38] M.Björk et al., 'Partial borate autoausticizing trial increases capacity at Swedish mill', *Tappi Journal*, Vol. 4, No 9, 2005, 2005, pp. 15-19.
- [39] M.Michniewicz et al., 'The technique for sodium carbonate autoausticization with sodium metaborate', *Polish Paper Review*, Vol. 66, No 5, 2010, 2010, pp. 263-268.
- [40] B.Bujanovic et al., 'Comparative studies of kraft and kraft-borate pulping of black spruce', *Journal of Pulp and Paper Science*, Vol. 29, No 6, 2003, 2003, pp. 190-196.
- [41] H.Tran et al., 'Partial autoausticizing of kraft smelt with sodium borates', *Tappi/Solutions!*, Vol. Sept. 2001, 2001, pp. 1-16.
- [42] Botnia Rauma, 'Air emissions - Botnia Rauma mill. Presentation given during a mission to Finland, 23.02.2009', Personal Communication, 2009.
- [43] Evans, 'An overview of the water recovery process at Millar Western's', *CPPA Spring Conference*, 1991, Whistler, B.C. 1991.
- [44] Evans, 'Startup of Millar Western's zero discharge BCTMP mill in Meadow Lake', *Tappi Pulping Conference*, 1992, Boston, MA.
- [45] Evans et al., 'Meadow Lake's success opens the door for kraft bleach plant closure', *Pacific Paper Expo*, 1993, Vancouver, B.C.

- [46] M. Lundberg et al., 'Effect of Ammonia Injection on Black Liquor Recovery Boiler NO_x Emissions and Ash Chemistry, TAPPI Engineering, Pulping & Environmental Conference, Aug. 24-27, 2008', *TAPPI Engineering, Pulping & Environmental Conference, Aug. 24-27, 2008*, 2008, Portland, Oregon, USA.
- [47] FEI, *The aquatic environmental impact of pulping and bleaching operations - an overview*, The Finnish Environment, 1996.
- [48] Mao et al., 'Effect of chloride and potassium on borate autocausticizing reactions during black liquor combustion', *Pulp & Paper Canada*, Vol. 107 (10), 2006, pp. T201-204.
- [49] N.Berglin et al., 'Experiences from feeding and co-firing of lignin powder in a lime kiln', *International Chemical Recovery Conference, March 29 - April 1, 2010*, 2010, Williamsburg, Virginia, USA.
- [50] Decision 2000/532/EC, 'Commission Decision 2000/532/EC of 3 May 2000 replacing Decision 94/3/EC establishing a list of wastes pursuant to Article 1(a) of Council Directive 75/442/EEC on waste and Council Decision 94/904/EC establishing a list of hazardous waste pursuant to Article 1(4) of Council Directive 91/689/EEC on hazardous waste', *Official Journal of the European Communities*, Vol. L 226, 6.9.2000, 2000, pp. 3- 22.
- [51] R.Honkanen, 'Experiences in Various Chloride Removal Technologies', *International Chemical Recovery Conference, March 29 - April 1, 2010*, 2010, Williamsburg, Virginia, USA.
- [52] Goncalves et al., 'Factors affecting chloride and potassium removal efficiency of a recovery boiler precipitator ash treatment system.', 2009.
- [53] Fromson et al., 'Good project execution: a science not an art', *47th Annual General Conference*, 1993, Roorua, Australia, April 1993.
- [54] N.DeMartini et al., *Black Liquor Gasification – State of the Art*, ForestCluster Ltd., 2010.
- [55] M.Naqvi et al., 'Bio-refinery system in a pulp mill for methanol production with comparison of pressurized black liquor gasification and dry gasification using direct causticization', *Applied Energy*, 2011.
- [56] Naqvi et al., 'Black liquor gasification integrated in pulp and paper mills: A critical review.', *Bioresource Technology*, Vol. 101 (2010), 2010, pp. 8001-8015.
- [57] O.Grigoray, *Gasification of Black Liquor as a Way to Increase Power Production at Kraft Pulp Mills. Maser's thesis*, Lappeenranta University of Technology, Faculty of Technology, 2009, p. 86.
- [58] K.Grönblad et al., 'Ombyggnad av sodapanna SP-7 i Skutskär (Rebuild of recovery boiler SP-7 in Skutskär)', *Sodahuskonferens, ÅF-IPK*, 2000, Stockholm, Sweden.
- [59] Hamm et al., 'Anaerober Abbau von Abwässern altpapierverarbeitender Papierfabriken', *Das Papier*, Vol. 45, No. 10A, 1991, pp. p. V55-V63.
- [60] Hamm, 'Utilization and final disposal of paper mill waste - what is the answer', *Wochenbl. F. Papierfabr*, Vol. Nr. 9, 409 - 413, 1996.
- [61] Wallén et al., 'Operational performance of Billerud Gruvön's new recovery boiler with environmental friendly solutions. TAPPI Proceedings: Fall Technical Conference, 8-11 September 2002', *TAPPI Fall Technical Conference, Sept. 2002*, 2002, San Diego, California, USA.
- [62] Hedenberg, *Nitrogen and phosphorus in pulp wood*, Miljö 95/96, 1996.
- [63] Salmenoja, 'NO_x emissions from kraft pulp mills. Presentaion given during a mission to Rauma in February 2009', Personal Communication, 2009.
- [64] J.Malmström, *NO_x emissions from Swedish recovery boilers*, Swedish Forest Industries Federation, 2010.

-
- [65] N.DeMartini et al., *Final summary report on nitrogen oxide emissions from Finnish pulp mills*, Finnish Recovery Boiler Committee, 2010.
- [66] FRBC, *NO_x emissions from recovery boilers – why discrepancy between Finnish and Swedish values*, Finnish Recovery Boiler Committee, 22.12.2010, 2010, p. 12.
- [67] Hynninen, *Study for the Finnish Forest Industries Federation on tertiary treatment*, Biosim Networking Group AB, Föglö, Finland, 2008, p. 1.
- [68] IFP, *Biodegradability of chemical additives for papermaking and paper converting*, Institute of Paper Science and Technology, Darmstadt, Germany, 1997, 1997.
- [69] IFP, *Report on BAT for the Production of Case making Materials (Testliner and Wellenstoff)*, Institute of Paper Science and Technology, Darmstadt, Germany, 1998.
- [70] González, 'Submitted environmental performance data and background information from the eucalyptus-based kraft pulp mill UPM S.A. Fray Bentos, Uruguay', Personal Communication, 2011.
- [71] Pöyry, *Tech/Econ Evaluation of Water Pollution Control in Pulp Mills*, 1992.
- [72] R.Campo et al., 'Celtejo plays in the top division', *Results Pulp & Paper*, Vol. 3, No 2009, 2009, p. 2.
- [73] ASPAPEL/CELPA, Environmental issues specific to eucalyptus-based kraft pulp-making, 2010.
- [74] Pöyry, *Techno-Economic Study on the Reduction Measures, Based on BAT of Emissions (water, waste,air) from the Paper and Board Manufacturing Industry*, EU, 1994.
- [75] Pöyry, *A compilation of BAT techniques in Pulp and Paper Industry*, Jaakko Pöyry Oyj, 1997.
- [76] Pöyry, *BAT emissions of the pulp and paper industry in the European Union. Strategic background paper*, 1998.
- [77] Costa et al., 'Low environmental impact bleaching sequences for attaining high brightness level with Eucalyptus SPP pulp', *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, Vol. Vol. 26, No. 1, Jan. - March 2009, 2009, pp. 11-22.
- [78] Hostachy, 'Ozone-enhanced bleaching of softwood kraft pulp (peer-reviewed)', *Tappi- Journal*, Vol. August 2010, 2010, pp. 14-21.
- [79] Dyllick and Hamschmidt, '(quoted in) Klemisch H. and R. Holger, Umweltmanagementsysteme in kleinen und mittleren Unternehmen – Befunde bisheriger Umsetzung, ', *KNI Papers 01/ 02, January 2002, p 15*, Vol. 73, 2000, p. 15.
- [80] Koepf-Bank, 'Biologische Reinigung des Abwassers einer altpapierverarbeitenden Papierfabrik', *Allg.Papier-Rdsch*, Vol. 115, No. 40, 1991, pp. p. 1092-1098.
- [81] Krieger, 'New developments in rejects and sludge dewatering', *Paper Technology*, Vol. 39, No. 4, 1998, pp. p. 45-50.
- [82] Clausen J., M. Keil and M. Jungwirth, *The State of EMAS in the EU. Eco-Management as a Tool for Sustainable Development – Literature Study*, Institute for Ecological Economy Research (Berlin) and Ecologic, Institute for International and European Environmental Policy, 2002, p. 15.
- [83] Reg. 1221/, 'Regulation (EC) No 1221/2009 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the voluntary participation by organisations in a Community eco-management and audit scheme (EMAS), repealing Regulation (EC) No 761/2001 and Commission Decisions 2001/681/EC and 2006/193/EC', *Official Journal of the European Union*, Vol. L 342, 22.12.2009, 2009, pp. 1-45.
- [84] T.Lind et al., 'Electrostatic precipitator performance and trace element emissions from two kraft recovery boilers', *Environmental Science & Technology*, Vol. Vol. 40, No. 2, January 15, 2006.

- [85] P.Mikkanen, *Fly ash particle formation in kraft re-recovery boilers.*, Helsinki University of Technology: VTT Publications, Espoo, 2000, p. P421.
- [86] Merkel, 'Waste Paper Treatment and Energy Consumption', *WfP*, Vol. No.5, 1997, pp. 211-215.
- [87] Jouttijärvi et al., 'Controlling the eutrophying properties of biologically treated wastewater from pulp and paper mills', *6th International Conference on the Fate and Effects of Pulp and Paper Mill Effluents. April 9-12, 2006*, 2006, Vitoria, Brazil.
- [88] CEN, *EN 13725:2003 Air quality - Determination of odour concentration by dynamic olfactometry*, CEN, 2003.
- [89] RFC NL 1, 'Personal communication with expert from the RCF NL 1 based corrugated base paper mill ', Personal Communication, 2010.
- [90] J.Schrijver et al., 'Biocides for deposit control in the production of corrugated base paper, in: Chemical additives for the proction of pulp & paper', *Edited by ZELLCHEMING TC 'Chemical Additives'*, 2008, pp. 319 -339.
- [91] Möbius, *Pulp and paper industry wastewater. Biological treatment of wastewater from pulp and paper manufacturing*, Munich, Germany, 1997, p. 2nd Edition.
- [92] F.Schmidt et al., 'Filtrationsanlagen zur Verbesserung der Ablaufqualität in biologischen Abwasserreinigungsanlagen (engl. Filtration units enhancing the quality of final effluents from biological waste water treatment)', *Wochenbl. f. Papierfabrikation (WfP)*, Vol. 5, 2002, pp. 309-311.
- [93] Mönnigmann et al., 'Abwasserfreie Papierfabrik - Traum oder Alptraum?', *Das Papier*, Vol. 50, No. 6, 1996, pp. p. 357-364.
- [94] F.Schmid et al., *Vergleichende Betrachtung und Anwendungsempfehlungen zum Einsatz von On-line-Messtechnik in biologischen Abwasserreinigungsanlagen der Papierindustrie*, Paper Research Institute PTS, 2002.
- [95] M.Cordes-Tolle et al., 'Einsatz und Erfahrungen mit On-line-Messgeräten bei der Überwachung von biologischen Abwasserreinigungsanlagen', *ipw Das Papier 2000*, Vol. No. 7, 2000, pp. T 114-T 118.
- [96] Nokelainen et al., 'Wet end control-results and new possibilities', *Pulp & Paper Conference "EcoPaper/Tech"*, 1995, Helsinki, June.
- [97] Nokelainen et al., 'Control of retention and ash', *PIRA Conference Proceedings "Use of minerals in Papermaking"*, 1997, Manchester, UK.
- [98] G.Weinberger et al., 'Optimierung von Betriebsbedingungen zur Vermeidung von Betriebsstörungen in biologischen Abwasserreinigungsanlagen, in: Betrieb biologischer Abwasserreinigungsanlagen – Optimale Konzepte und Vermeidung von Betriebsstörungen', *Betrieb biologischer Abwasserreinigungsanlagen – Optimale Konzepte und Vermeidung von Betriebsstörungen*, PTS-Manuskript: PTS-MS 50219, 2002, Munich, Germany.
- [99] Nygard et al., *Coating chemical regeneration by ultrafiltration*, 1997.
- [100] M.Cordes-Tolle, *Optimierung und Kontrolle der Stickstoff- und Phosphorversorgung, in: Betrieb biologischer Abwasserreinigungsanlagen – Der Weg zur stabilen Anlage*, Paper Research Institute PTS, 2000.
- [101] G.Weinberger, *Steigerung der Leistungsfähigkeit und der Betriebssicherheit anaerober Reinigungsprozesse in der Papierindustrie durch Verbesserung der Schlammigenschaften (engl.: Increase of the performance and reliability of anaerobic purification processes in the paper industry by improving the sludge properties)*, Paper Research Institute PTS, 2004, p. 85.
- [102] I.S.Kim et al., 'The effect of calcium on the membrane biofouling in the membrane bioreactor (MBR)', *Water Research*, Vol. 40, No 14, 2006, pp. 2756-2764.

-
- [103] P.Fischer, 'Product and system technology of Voith Paper Environmental Solutions for sustainable paper production', *Tappsa Journal*, Vol. Sept 2008, 2008, pp. 30-34.
- [104] Paper and Timber, 'Firing pulp and paper making residues at small power plants', *Paper and Timber*, Vol. Vol. 75, No No. 8, 1993.
- [105] F.Hutter, 'Strategie der Energieversorgung in der Papierindustrie (engl: strategy of energy supply in the paper industry)', *Wochenblatt für Papierfabrikation*, Vol. 23-24, 2007, p. 1280.
- [106] F.Hutter, 'Data related to the environmental performance of the recently built CCGT plant at the paper and cartonboard mill in RCF DE 2', Personal Communication, 2010.
- [107] H.Schwarz, 'Personal communication about the MBR built at Köhler Pappen Gengenbach', Personal Communication, 2010.
- [108] Krieger, Bellmer, 'Investment and operating costs for sludge dewatering machinery', Personal Communication, 2010.
- [109] PARCOM, *BAT and BEP for the Sulphite and Kraft Pulp Industry*, 1994.
- [110] N.Kaindl, 'Advanced waste water treatment at LCA Laakirchen AG, presentation during a site visit on 15 May 2009', Personal Communication, 2009.
- [111] Möbius, 'Waste water in the pulp and paper industry - today and in retrospect', *PTS Water & Environmental Technology Symposium, 10./11.Vov. 2009*, 2009, Munich, Germany.
- [112] Kaindl, 'Weitergehende Abwssereinigung mittels Ozonung und nachfolgender Biofiltration', *ipw Das Papier 2007*, Vol. No. 1, 2006, pp. T130-T135.
- [113] PTS, *Operation of biological Wastewater Treatment Plants - Reasons and Prevention of Disturbances*, Papiertechnische Stiftung PTS (The Paper Technology Specialists), 1998.
- [114] PTS-FB, *Measures for reduction of gaseous emissions from paper and coating machines*, Munich: Papiertechnische Stiftung (PTS), 1997, p. 108.
- [115] C.H.Möbius et al., 'Combined ozonation and biofilm treatment for reuse of papermill waste waters', *Water Science and Technology*, Vol. 49, No. 4, 2004, pp. 319-323.
- [116] Rampotas et al., 'The netfloc system - the tool to remove extractives and NPE', *Tappi Minimum Effluent Mill Conference*, 1996, Tappi.
- [117] Kaindl, *Weitergehende Reinigung von mechanisch und biologisch vorgereinigtem Abwasser der Papierindustrie mittels Ozonbehandlung und nachfolgender Biofiltration (Engl.: Advanced purification of mechanical and biological pre-treated paper mill effluent by ozonation and subsequent biofiltration)*, Technical University of Vienna, Austria, 2009, p. Doctoral thesis.
- [118] A.Helble et al., 'Current experience with the use of membrane bioreactor technology for the treatment of papermill effluent', *PTS Water & Environment Technology Symposium*, 2009, Munich, Germany.
- [119] Botnia, Annual Report 2009, 2010.
- [120] RIZA, *A Broad Approach to Water Loop Closure at Papierfabriek Doetinchem (and Appendix Report)*, RIZA, 1997.
- [121] RIZA, *The evaluation of substances and preparations in the context of the pollution of Surface water Act*, Riza, 1997.
- [122] Veracel, Sustainability 2008, 2009.
- [123] Roitto et al., 'Environment-friendly coating: recycling of coating chemicals', *Executive conference on profitable making of coated papers*, 1997.
- [124] Mäntyniemi, 'Novel solutions for pulp mill energy intensification', *Pulpaper 2010. Implementing the new rise*, 2010, Helsinki, Finland.

- [125] Schwarz et al., 'Peripheral subsystems for water, sludge and rejects', *WfP*, Vol. No. 18, 1995, pp. p. 792-802.
- [126] Sebbas, 'Reuse of kraft mill secondary condensates', *Tappi Journal*, Vol. July 1988, 1988.
- [127] SEPA report, *Reduction of Atmospheric Emissions from Pulp Industry*, Swedish EPA, 1992.
- [128] P.McKeough et al., 'Higher-value energy products from biomass - a technology overview', *Pulpaper 2010. Implementing the new rise*, 2010, Helsinki, Finland.
- [129] SEPA report, *Environmental Impact of Pulp and Paper Mill Effluents. A strategy for Future Environmental Risk Assessments*, 1997.
- [130] SEPA report, *Energy conservation in the pulp and paper industry*, 1997.
- [131] SEPA report, *Aspects on Energy and Environment Costs in Connection with Production of Kraft Pulp, Recycled Fibre and TMP*, 1997.
- [132] Solid waste handbook, *Solid waste handbook for the paper industry*, 1996.
- [133] A.v.Heiningen, 'Overview of forest biorefinery concepts; opportunities and challenges', *Pulpaper 2010. Implementing the new rise*, 2010, Helsinki, Finland.
- [134] Södra Värö, 'Personal communication during a site visit carried out 17 February 2009', Personal Communication, 2009.
- [135] KRAFT SE 1 mill, 'Personal Communication with the environmental affairs manager of the KRAFT SE 1 mill in Sweden', Personal Communication, 2010.
- [136] Sweet et al., 'Millar Western's zero liquid effluent market BCTMP mill one year after start-up', *Pacific Coast and Western Branches Conference*, 1993, CPPA, Whistler.
- [137] K.Touminen, 'Future pulp mill with energy products', *Pulpaper 2010 - Implementing the new rise*, 2010, Helsinki, Finland.
- [138] PP TWG, *Questionnaires for data collection 2009*, EIPPCB, 2009.
- [139] ASPAPEL, *Guía de gestión de residuos (fábricas de pasta, papel y cartón). Engl: Guidelines for waste management (pulp, paper and cartonboard mills)*, ASPAPEL, 2008, p. 109.
- [140] Tappi proceedings, 'Design considerations for cost-effective kraft and sulphite pulping liquor spill control system', *Tappi Pulping Conference. Minimum effluent Mill Symposium*, 1996, Tappi.
- [141] Kuula et al., 'Ultrafiltration membrane technology – more efficiency through water and coating color recycling', *17th International Paper Symposium Munich 2-4 April 2008*, 2008, Munich, Germany.
- [142] C.Finke et al., *Coating colour recovery within paper production. Final report within the environmental innovation program of the German Ministry of Environment*, German EPA (Umweltbundesamt, UBA), 2009, p. 53.
- [143] T.Sutela et al., 'Ultrafiltration membrane technology enables runnability improvements and reduced water consumption in paper and board mills', *Chemical technology in papermaking*, PTS Munich, 2006, Munich, Germany.
- [144] Sutela, 'Long term experience of ultrafiltration at paper industry', *PTS Seminar 'Membrane technology in the paper industry'*, 2008, Munich, Germany.
- [145] UBA Report, *Avoidance of wastewater by closed water loops with in-line process water treatment in a paper mill*, German EPA, 1996.
- [146] Möbius, *Abwasser der Papier- und Zellstoffindustrie 3. Auflage*, November 2002, Revision Dezember 2008 (engl.: Waste water from the pulp and paper industry), 2008.

-
- [147] J.Sommer et al., 'Reststoffverwertung in der Papierindustrie am Beispiel des Heizkraftwerkes Wörth der Papierfabrik Palm - Konzept, Realisierung, Inbetriebnahme und erste Betriebserfahrungen', *Berliner Abfallwirtschafts- und Energiekonferenz - Optimierung der Abfallverbrennung*, 2009, Berlin, Germany.
- [148] Voith, 'Mastering environmental and economic challenges with the integrated paper mill concept', *9th IWA Symposium on Forest Industry Wastewaters, June 17, 2009*, 2009, Fredericton, New Brunswick, Canada.
- [149] H.Hilbert, 'Leistungsvergleich Schwebebettreaktor und Anaerob-Stufe zur Hochlastbehandlung von Abwässern einer Deinking-Papierfabrik (engl. Comparison of the performance of a moving bed reactor with an anaerobic stage for the treatment of high-loaded effluents of a deinking mill)', *GWF Wasser - Abwasser*, Vol. 149, No. 4, 2008, pp. 355-363.
- [150] Bülow et al., 'Complete water system closure', *Pulp and Paper International*, Vol. No. 8, 2003, pp. 14-17.
- [151] Bülow et al., 'Schließung des Wasserkreislaufs einer Altpapier verarbeitenden Papierfabrik unter besonderer Berücksichtigung der Calcium-Problematik', *ipw/Das Papier*, Vol. No. 1, 2003, pp. 31-38.
- [152] I.Demel et al., 'Kriterien für die Rückführung biologisch gereinigter Wässer in die Produktion (engl. Criteria for re-circulation of biologically treated process waters)', *ipw/Das Papier*, Vol. No. 1 and 2, 2004, pp. No. 1, p. 37-40, No. 2, p. 33-35.
- [153] J.Sundholm, *Mechanical pulping. Book 5*, Finnish Paper Engineer's Association & TAPPI, Helsinki, 1998, p. Papermaking Science and Technology.
- [154] Virtapohja et al., 'Accelerated biodegradation of EDTA in a conventional activated sludge plant under alkaline conditions', *TAPPI Environmental Conference*, 1997, Minnesota, USA.
- [155] Ward et al., 'Millar Western Meadow Lake. A success story in effluent treatment', *Joint Conference of Environment Canada and the German Ministry of Environment*, 1993, Munich, Germany.
- [156] LD Leipzig, 'Monthly selfmonitoring reports from Stora Enso Sachsen GmbH (Aug. 2008 - July 2009)', Personal Communication, 2010.
- [157] KRAFT SE 1 mill, 'Daily average emission data over the year 2009 of the waste water treatment plant of the KRAFT SE 1 mill', Personal Communication, 2010.
- [158] RFC NL 1, 'Daily average emission data of the waste water treatment plant RCF NL 1 over the year 2009', Personal Communication, 2010.
- [159] Steube et al., 'The greatest possible reduction in BOD, COD, AOX and EDTA in the biological effluent treatment plant of the Stendal pulp mill', *PTS Symposium Water and Environmental Technology 2005*, 2005, Munich, Germany.
- [160] LVSA, 'Selfmonitoring report of the waste water treatment plant of the kraft pulp mill Stendal, DE (2008)', Personal Communication, 2009.
- [161] C.Hoelger et al., 'Phosphonate als ökologisch sinnvolle Alternative zu DTPA - Ergebnisse einer Studie bei MD Albbbruck (Engl. Phosphonates as an ecologically sound alternative to DTPA - Results of a study at MD Albbbruck)', *Wochenbl. f. Papierfabrikation*, Vol. 136 (2008), No. 11-12, 2008, pp. 666-669.
- [162] U.Hamm, *Technical evaluation of the use of chelating agents at the SE Hagen paper mill (German: Fachliche Bewertung des Komplexbildnereinsatzes bei der Stora Enso Kabel GmbH & Co. KG, Hagen)*, PMV, Technical University Darmstadt, 2009, p. 55.
- [163] J.Lahtinen et al., 'Water and energy savings in vacuum generation - how to utilise modern process and variable speed drive technology', *Symposium Water and Environmental Technology*, PTS Munich, 2009, Munich, Germany.

- [164] M.Kara, 'Energy use, visions and technology, opportunities in Finland', 2007, Helsinki, Finland.
- [165] ZELLCHEMING, *Chemical additives for the production of pulp and paper. Functional essential - ecological beneficial.*, Deutscher Fachverlag, 2008.
- [166] KRAFT SE 1 mill, 'Daily average emission data of the bubbling fluidised bed boiler equipped with SNCR from the KRAFT SE 1 mill', Personal Communication, 2010.
- [167] BMUJF, *Emissionsbegrenzung und Anwendungsbereiche von Gasturbinen und GuD- Anlagen*, Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, 1999.
- [168] M.Huhtinen et al., *Combustion of bark*, TAPPI PRESS, 2000, p. Papermaking Science and Technology, Book 6B.
- [169] Nilsson et al., *Continuum - Rethinking BAT Emissions of the Pulp and Paper Industry in the European Union*, The Finnish Environment Institute, 2007, p. 41.
- [170] Pöyry, *Combined heat and power. Report by order of CEPI*, 2010.
- [171] R.Morin, 'Daily average data over a complete year (2008) from the Södra Värö kraft pulp mill ', Personal Communication, 2009.
- [172] A.Schweizer, 'Daily average data over a complete year for the recovery boiler and the lime kiln of Zellstoff Pöls AG, AU', Personal Communication, 2010.
- [173] J.Queiser, 'Pulp mill Arneburg. On-line transfer of emission data 2009 to the competent authority ', Personal Communication, 2009.
- [174] M.Ahlroth et al., *3FS Förutsättningar för framtidens sodapanna - En värmeteknisk studie. (Engl. The opportunities of future recovery boilers - A process study)*, Thermal Engineering Research Institute Värmeforsk, 2009, p. 265 pages.
- [175] Recovery Boiler Committee, *Recommended procedure for incineration of noncondensable gases. Second, updated version dated March 31, 2006*, Finnish Recovery Boiler Committee, 2006.
- [176] Hämäläinen, 'Technical description of malodorous gas collection in Botnia mills', Personal Communication, 2009.
- [177] Spanish Ministry of Environment, *Variability analysis of pulp and paper sector emissions to water over different averaging periods. Presented in the framework of the European process for the review of the Pulp and Paper BREF*, 2009.
- [178] R.Spörl, *Revision des BVT-Merkblattes für die Papier- und Zellstoffherstellung. Teilbericht 2: Vergleichbarkeit von Berichtsdaten*, Paper Research Institute PTS Munich, 2009.
- [179] O. Blum, 'Optimierung des Wärmehaushalts – Reduzierung der Ablauftemperatur im Vorfluter', *PTS Seminar Wasserkreisläufe in der Papiererzeugung*, 2006, Munich, Germany.
- [180] A.Well, 'Simulation zur Prognose für die Rückführung von biologisch gereinigtem Abwasser', *PTS Seminar Betrieb biologischer Abwasserreinigungsanlagen*, 2006, Dresden, Germany.
- [181] Kappen et al., *Reduzierung der spezifischen Abwassermenge durch Optimierung der Wasserkreisläufe bei der Erzeugung holzfreier Papiere*, Paper Research Institute PTS, 2003.
- [182] J.Kappen et al., 'Utilisation of waste heat - one essential approach to the carbon dioxide problem', *Pulpaper 2004*, 2004, Helsinki, Finland.
- [183] J.Kappen et al., 'Modelling and simulation in pulp and paper industry, Proceedings of Model Validation Workshop, Espoo, Finland, 2005 ', *COST Action E36 Modelling and simulation in pulp and paper industry*, Vol. 1455–0873, VTT Technical Research Centre of Finland, 2005, Espoo, Finland.
- [184] Alonso et al., *Main specifications of different software packages. COST E36 Modelling and Simulation in the pulp and paper industry*, COST, 2006.

-
- [185] J. +Zürcher, 'Turbair vacuum systems. The most efficient vacuum systems for dewatering; Proceedings of the COST Strategic Workshop 'Improving Energy Efficiency in Papermaking', Amsterdam 9.-11. June 2008', 2009.
- [186] Lahtinen et al., 'Water and energy savings in vacuum generation - How to utilize modern process and variable speed drive technology; in H.-J. Öller (ed.), Proceedings 'PTS- Symposium Water & Environmental Technology 2009"', 2009, 2.
- [187] Bussmann et al., 'Geruchs- und Schleimeliminierung in der Papierindustrie. Einsatz des 'Mol Clean'-Verfahrens bei Pappen- und Wellpappenrohpaperherstellern (engl.: Odour and slime elimination in the paper industry)', *Allgemeine Papier-Rundschau (APR)*, Vol. 03, No 2008, 2008, pp. 24-28.
- [188] Pöyry, *Odour emission from pulp and paper production*, Pöyry Management Consulting Oy, 2010, p. 5.
- [189] Norrström, *Steam and power generation in pulp and paper mills*, ÅF-Engineering AB, Stockholm, Sweden, 2010, p. 22.
- [190] TBU Stubenvoll, *Description of technical measures for reduction of NO_x emissions from fluidised bed boilers. Final report (in German)*, Technisches Büro für Umweltschutz - TBU, 2004.
- [191] FFIF, *Energy efficiency in the Finnish pulp and paper industry*, 2007.
- [192] GIRL, 'Determination and assessment of odour in ambient air (Guideline on odour in ambient air/GOAA) dated 29 February 2008, translated version from March 2003, in 2009 an updated and complemented version has been published (in German only)', *Niedersächsischen Ministerialblatt*, 2008.
- [193] Axegård et al., *Ecocyclic Pulp Mill - "KAM". Final report 1996-2002*, STFI (now Innventia), Stockholm, 2003.
- [194] Francis, *Reporting guidelines for energy use in pulp and paper operations*, FPIInnovations - Paprican, 2007, p. 110.
- [195] CEN, *EN 16001:2009: Energy management systems - Requirements with guidance for use*, July 2009, 2009.
- [196] Blum, 'Energy efficiency analysis – cost effectiveness in energy consumption', *PTS news, Munich*, Vol. 2006, 2006.
- [197] IEA, *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions. In support of the G8 Plan of Action*, IEA, 2007, p. 324.
- [198] Porle, *Electrostatic precipitators for industrial applications. REHVA Guidebook*, REHVA - Federation of European Heating and Air-conditioning Associations, 2005, p. 117.
- [199] Herrlander, 'E-mail communication on key elements on ESP application in the pulp and paper sector, January 2010', Personal Communication, 2010.
- [200] REACH Regulation (EC) No 1907/, 'Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH)', *Official Journal of the European Union*, Vol. L 396, 30.12.2006, 2006, pp. 1-849.
- [201] Ingemansson Technology AB, *Report 12-01823-A. A consequential study (in Swedish) made for the Swedish Forest Industry Federation (SFIF)*, Swedish Forest Industry Federation (SFIF), 2005.
- [202] Svanberg, 'Telephone interviews, January 2010, with representatives of Swedish pulp and paper mills (Rottneros/Utansjö mill, Stora Enso/Norrundet mill, Arctic Paper/Håfreström mill)', Personal Communication, 2010.

- [203] Directive 2000/76/EC, 'Directive 2000/76/EC of the European Parliament and of the Council of 4 December 2000 on the incineration of waste', *Official Journal of the European Communities*, Vol. L 332, 28.12.2000, 2000, pp. 91-111.
- [204] Portugal, *Phosphorus emissions from the production of eucalyptus kraft pulp – update*, Portuguese TWG, 2007, p. 3.
- [205] WFD 98/EC, 'Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives', *Official Journal of the European Union*, Vol. L 312, 22.11.2008, 2008, pp. 3-30.
- [206] Akso Nobel, *Complete degradation of EDTA in biological waste water treatment plants*, Akso Nobel, 2007, p. 2.
- [207] T.Tamminen, et al., 'Dust and flue gas chemistry during rapid changes in the operation of black liquor recovery boilers: Part 3 - Gaseous emissions', *Tappi Journal*, Vol. Vol. 1, No. 7 (September 2002), 2002, pp. 25-29.
- [208] Langi et al., *Fate and degradation of complexing agents used in pulp and paper production*, Ekolab Environmental Ltd, 2007.
- [209] Aschacher et al., *New complexing agents for the pulp and paper industry*, Holz Forschung, 2007, p. 3.
- [210] T.Tamminen, et al., 'Dust and flue gas chemistry during rapid changes in the operation of black liquor recovery boilers: Part 2 - Dust composition', *Tappi Journal*, Vol. Vol. 1, No. 6 (August 2002), 2002.
- [211] Technical University of Denmark and Novozymes, *Proposal of five enzyme applications in pulp and paper industry for BAT or Emerging Techniques*, Technical University of Denmark and Novozymes, 2007.
- [212] T.Tamminen, et al., 'Dust and flue gas chemistry during rapid changes in the operation of black liquor recovery boilers: Part 1 - Dust formation', *Tappi Journal*, Vol. Vol. 1, No. 5 (July 2002), 2002, pp. 27-31.
- [213] Pelin, 'Text proposal on the preparation of ClO₂ for the bleaching of pulp', Personal Communication, 2009.
- [214] Seveso II Directive (96/82/EC), 'Council Directive 96/82/EC of 9 December 1996 on the control of major accident hazards involving dangerous substances (Seveso II Directive)', *Official Journal of the European Communities*, Vol. L 010, 14.01.1997, 1996, pp. 13-33.
- [215] Aubriot, 'Performance data of the biological waste water treatment plant of the Tembec sulphite pulp mill, Tartas', Personal Communication, 2009.
- [216] Patt, *Einsatz von Komplexbildnern in der TCF-Bleiche von Magnesiumbisulfidzellstoffen*, University of Hamburg, Chemical Technology of Wood, 2009, p. 8.
- [217] Lenzing, 'Technical descriptions and emissions from the evaporation and incineration of the EOP concentrates in a sodium boiler', Personal Communication, 2009.
- [218] Karlsen, *Borregaard's sodium liquor (biofuel) boiler projects*, Borregaard Industries Ltd., 2008.
- [219] SCA Mannheim, 'Emissionsdaten der Rauchgasreinigungsanlage der SCA Mannheim (Emissionsfernüberwachung)', Personal Communication, 2009.
- [220] Kroiß, 'Emissions to water for the Lenzing AG sulphite mill (viscose)', Personal Communication, 2009.
- [221] Sankari, 'Confidential material about AES and ISA in mill scale (kraft and mechanical pulp)', Personal Communication, 2009.

-
- [222] S. Metsärinne et al., *Biodegradation of novel amino acid derivatives suitable for complexing agents in pulp bleaching applications*, Science of the Total Environment, 2007, p. 45-51.
- [223] H. Hyvönen et al., 'Studies on biodegradable chelating ligands: complexation of iminodisuccinic acid (ISA) with Cu(II), Zn(II), Mn(II) and Fe(III) ions in aqueous solution', *Green Chemistry*, Vol. 5, 2003, p. 410-414.
- [224] Aschacher, 'Comments and supplements on a draft text on 'Reduction of emissions from the use of chelating agents in the peroxide stages of the bleach' plant'', Personal Communication, 2009.
- [225] Hupa, *Nitrogen oxide emissions from pulp mills and the factors affecting them – a summary of the current knowledge*, Report for the Finnish Recovery Boiler Committee, 2005, p. 15.
- [226] Vakkilainen et al., 'Nitrogen Oxide Emissions from Recovery Boilers/Pulp Mills – Scandinavian Perspective', *TAPPI Engineering, Pulping, Environmental Conference*, 2005, Philadelphia, USA.
- [227] SCA Aschaffenburg, 'Personal communication on 'Example 1: Energetic utilisation of rejects from RCF mills without de-inking in reject incineration plants'; reviewing and updating information', Personal Communication, 2009.
- [228] Sappi Stockstadt, 'Example of organic loads before and after treatment from the Stockstadt mill, Sappi Fine Paper Europe ', Personal Communication, 2009.
- [229] Stubenvoll et al., *Overview of NO_x and Dust emissions of the Austrian pulp and paper industry*, Umweltbundesamt, 2007.
- [230] Selling, 'Contributions to the text 'Closed loop bleaching in a sodium based sulphite mill using ultrafiltration, flotation and separation'', Personal Communication, 2009.
- [231] Schwarz, 'E-mail communication in June/July 2009', Personal Communication, 2009.
- [232] Symposium Slovenia, 'Providing the Cardboard Manufacturer MM-Karton in Hirschwang, Austria with Energy from Operational Waste', *Symposium, Slovenian Paper Industry, 2007*, 2007, Slovenia.
- [233] Hamm et al., 'Sulfatzellstoffe ein vergleich ihrer umweltbelastungen', *Das Papier*, Vol. 2003, No T22, 2003, pp. 42-49.
- [234] Schwarz, 'Kleinverbrennungsanlage für die thermische Reststoffverwertung auf Basis der Schleuderradtechnik für die Papierindustrie', *Wochenblatt für Papierfabrikation (WfP)*, Vol. 23-24, No 2007, 2007, p. 73.
- [235] Schwarz, 'Comparison and development of waste paper handling in Germany, Europe and globally', *ipw Das Papier 2007 T130-T135*, Vol. 10, No 2007, 2007, p. 6.
- [236] COM, 'Data from questionnaires from 8 sulphite pulp mills in Europe', Personal Communication, 2009.
- [237] Bajpai, *Environmentally benign approaches for pulp bleaching*, Elsevier B.V., 2005.
- [238] Stora Enso Oyj Heinola Fluting Mill, *Production scheme of a Neutral Sulphite Semi-Chemical mill (220000 t/yr) with chemical and energy recovery units*, 2009.
- [239] Garseg, *Process flow of a sulphite mill producing speciality pulp and various products based on the conversion of the spent sulphite liquor*, 2009.
- [240] Biocel Paskov, *Preparation of chlorine dioxide by the 'Kesting method' (Biocel Paskov a.s.)*, 2009.
- [241] Biocel Paskov, *Scheme of the manufacturing of fodder yeast and separation of lignosulfonates from the spent sulphite liquor*, 2009.
- [242] Sappi Ehingen, *Pressure screens for final screening*, 2009.

- [243] Biocel Paskov, 'Example for an ECF bleaching sequence for sulphite paper pulping', Personal Communication, 2009.
- [244] Pulp and Paper TWG, *Questionnaires for data collection*, 2007.
- [245] van Tuijl, 'Typical fibre line of a sulphite pulp mill manufacturing pulp for papermaking', Personal Communication, 2009.
- [246] Sappi Ehingen, *Areal view of an integrated sulphite pulp mill that produces coated fine paper including power plant and wastewater treatment plant*, 2009.
- [247] TÜV Süd, *Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen an der Laugenverbrennungsanlage; Ybbstaler Zellstoff GmbH Kematen; 20.03.2009*, 2009.
- [248] Hamm, *Revision of Best Available Technique Reference Document (BREF) for the Pulp & Paper Industry*, UBA Germany (Federal Environmental Agency Germany), 2007.
- [249] Blum et al., *Revision of best available technique reference document for the pulp & paper industry: use of energy saving techniques*, UBA Germany (Federal Environmental Agency Germany) and PTS München, 2009.
- [250] Questionnaires, 'Received questionnaires from the following sulphite pulp mills', Personal Communication, 2009.
- [251] TÜV-Bayern, *Bericht über die Abnahmemessung NO_x-Minderung am Laugenkessel*, 2009.
- [252] Johansson et al., *Drying of bio fuel utilizing waste heat*, S.E.P. Scandinavian Energy Project AB, 2004.
- [253] Mondi Neusiedler/Ybbstaler Zellstoff, 'Personal Communication via E-mail', Personal Communication, 2009.
- [254] Kunz, 'Personal communication via E-mail', Personal Communication, 2009.
- [255] Peter, 'Personal communication via E-mail', Personal Communication, 2009.
- [256] Kogler, 'Personal Communication via E-mail', Personal Communication, 2009.
- [257] Soedra, 'Personal communication', Personal Communication, 2009.
- [258] Botnia, *Areal view Botnia*, 2008.
- [259] COM Communication 2006/C90/04, 'Commission Communication on the results of the risk evaluation and the risk reduction strategies for the substances: Dibutylphthalate; 3,4-Dichloroaniline; Di-'isodecyl' phthalate; 1,2-Benzenedicarboxylic acid, di-C9-11-branched alkyl esters, C10-rich; Di-'isononyl' phthalate; 1,2-Benzenedicarboxylic acid, di-C8-10-branched alkyl esters, C9-rich; Ethylenediaminetetraacetate; Methyl acetate; Monochloroacetic acid; n-Pentane; Tetrasodium ethylenediaminetetraacetate (2006/C 90/04)', *Official Journal of the European Commission*, 2006.
- [260] COM Recommendation 2006/283/EC, 'COMMISSION RECOMMENDATION of 11 April 2006 on risk reduction measures for the substances: Dibutylphthalate; 3,4- Dichloroaniline; Di-'isodecyl' phthalate; 1,2-Benzenedicarboxylic acid, di-C9-11-branched alkyl esters, C10-rich; Di-'isononyl' phthalate; 1,2-Benzenedicarboxylic acid, di-C8-10-branched alkyl esters, C9-rich; Ethylenediaminetetraacetate; Methyl acetate; Monochloroacetic acid; n-Pentane; Tetrasodiummethylenediaminetetraacetate (2006/283/EC)', *Official Journal of the European Commission L 104/45*, Vol. 13.04.2006, 2006.
- [261] Papermaking Science & Technology, *Papermaking Science and Technology, Chemical Pulping, Book 6A*, Fapet Oy, Jyväskylä Finland, 2000.
- [262] ISO 7827, *Water quality - Evaluation in an aqueous medium of the ultimate aerobic biodegradability of organic compounds - Method by analysis of dissolved organic carbon (DOC)*, ISO, 1994, p. 7.

-
- [263] Directive 2008/105/EC, 'Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy, amending and subsequently repealing Council Directives 82/176/EEC, 83/513/EEC, 84/156/EEC, 84/491/EEC, 86/280/EEC and amending Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council', *Official Journal of the European Union*, Vol. L 348, 24.12.2008, 2008, pp. 84-97.
- [264] WFD 2000/60/EC, 'Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy', *Official Journal of the European Communities*, Vol. L 327, 22.12.2000, 2000, pp. 1-72.
- [265] Directive 1999/31/EC, 'Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste', *Official Journal of the European Communities*, Vol. L 182, 16.07.1999, 1999, pp. 1-19.
- [266] Ragnar, Kvaerner, *The technology of oxygen delignification and bleaching of chemical pulp*, Kvaerner, 2002.
- [267] Lenzing, *Modern recovery boiler technology*, Lenzing, 2009.
- [268] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Energy Efficiency (ENE BREF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2009.
- [269] COM, *Reference Document on the General Principles of Monitoring (MON REF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2003.
- [270] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document to Industrial Cooling Systems (ICS BREF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2001.
- [271] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants (LCP BREF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2006.
- [272] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide (CLM BREF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2013.
- [273] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration (WI BREF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2006.
- [274] CTP, *Study on BREF-Application and suggestions on supporting tools*, LUCENSE SCpA (Ed.), 2002.
- [275] Inquiry Ojanen, *Inquiry of measures related to closing down pulp and paper mills - summary of replies*, Southeast Finland Regional Environment Centre, 2009.
- [276] Sixta, *Handbook of pulp*, Wiley-VCH, Weinheim, 2006.
- [277] Loquenz, *SCA Mannheim Chemical recovery - an expert report on the emission situation including possibilities for improvement*, 2007.
- [278] Wickstroem, 'Membrane processing allows Stora Nymoella to go 'green'', *Tappi Minimum Effluent Mills Symposium, October 23-24, 1997*, 1997, San Francisco.
- [279] TNO, 'Membrane technology in the pulp and paper industry', *Cost Action E14 "Towards ZLE in fibre supply for Paper Making"*, in November 5, 1999., 1999, Madrid, Spain.
- [280] Wickstroem, 'Pretreatment of waste water from the oxygen stages in an ultrafiltration plant followed by aerobic treatment of the total effluent', Personal Communication, 2009.
- [281] Project PaperBREF, *Technical guidelines (water management concept) for paper makers in European regions with difficult boundary conditions on how to operate mills with minimum water use*, 2002.

Europe Direct je služba, která pomáhá nacházet odpovědi na otázky o Evropské unii.

Bezplatné telefonní číslo (*): 00 800 6 7 8 9 10 11

(*) Někteří operátoři mobilních telefonů nedovolují volat na čísla 00 800 nebo takové volání zpoplatňují.

Velké množství doplňujících informací o Evropské unii je k dispozici na internetu.

Lze je vyhledat na serveru Europa <http://europa.eu>.

Jak získat publikace EU

Naše publikace jsou k dispozici v knihkupectví EU (<http://bookshop.europa.eu>), kde můžete podat objednávku s prodejním zástupcem podle své volby.

Úřad pro publikace EU má síť prodejních zástupců po celém světě.

Jejich kontaktní údaje můžete získat, když zašlete fax na číslo (352) 29 29-42758.

Evropská komise

EUR 27235 EN – Společné výzkumné centrum – Institut pro perspektivní technologické studie

Název: **Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách (BAT) pro výrobu buničiny, papíru a lepenky**

Autoři: Michael Suhr, Gabriele Klein, Ioanna Kourti, Miguel Rodrigo Gonzalo, Germán Giner Santonja, Serge Roudier, Luis Delgado Sancho

Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské unie

2015 - 901 s. - 21,0 x 29,7 cm

EUR-edice Vědecký a technický výzkum – ISSN 1831-9424 (on-line)

ISBN 978-92-79-48167-3 (PDF)

doi:10.2791/370629

Poslání Společného výzkumného centra

Úkolem Společného výzkumného centra (JRC) jako interního vědeckého servisu Komise je stanovovat politiku EU na základě nezávislé, na důkazech postavené vědecké a technické podpory během celého politického cyklu.

Centrum JRC ve svém působení úzce spolupracuje s politickými generálními ředitelstvími, zaměřuje na klíčové společenské problémy, přičemž stimuluje inovace na základě vývoje nových metod, nástrojů a standardů a sdílí své know-how s členskými státy, vědeckou obcí a mezinárodními partnery.

Sloužíme společnosti

doi:10.2791/370629

ISBN 978-92-79-48167-3

