



**Energetická účinnost
a integrovaná prevence
a omezování znečištění (IPPC)
v průmyslu v ČR**

ENVIROS

OBSAH

1. PŘEDMLUVA.....	4
2. STRUČNÝ ÚVOD DO IPPC.....	5
2.1 EVROPSKÁ UNIE	5
2.1.1 Rozsah platnosti směrnice 96/61/EC.....	5
2.1.2 Povinnosti subjektů podléhajících IPPC	6
2.1.3 Nejlepší dostupné techniky	7
2.1.4 Referenční dokumenty nejlepších dostupných technik (BREF).....	7
2.1.5 Aktuální informace od Evropské komise a Evropské kanceláře IPPC	8
2.2 ČESKÁ REPUBLIKA	9
2.2.1 Zákon a prováděcí předpisy.....	9
2.2.2 Projekty a činnosti na podporu implementace IPPC.....	11
3. POŽADAVKY NA ENERGETICKOU ÚČINNOST V BREF	12
3.1 RAFINERIE ROPY A ZEMNÍHO PLYNU	12
3.1.1 Úvod.....	12
3.1.2 Spotřeba energie.....	14
3.1.3 Řízení spotřeby a výroby energie	17
3.1.4 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“	30
3.2 VÝROBA PAPIRU A CELULÓZY.....	32
3.2.1 Úvod.....	32
3.2.2 Spotřeba energie.....	33
3.2.3 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“	47
3.3 VÝROBA ŽELEZA A OCELI	51
3.3.1 Úvod.....	51
3.3.2 Spotřeba energie.....	51
3.3.3 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“	57
3.4 VÝROBA CEMENTU A VÁPNA	59
3.4.1 Úvod.....	59
3.4.2 Spotřeba energie.....	59
3.4.3 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“	62
3.5 VÝROBA CHLORU A LOUHU	65
3.5.1 Úvod.....	65
3.5.2 Spotřeba energie.....	65
3.5.3 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“	67
3.6 ZPRACOVÁNÍ ŽELEZNÝCH KOVŮ	68
3.6.1 Úvod.....	68
3.6.2 Spotřeba energie.....	68
3.6.3 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“	70
3.7 VÝROBA NEŽELEZNÝCH KOVŮ	72
3.7.1 Úvod.....	72
3.7.2 Spotřeba energie.....	72
3.7.3 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“	72
3.8 VÝROBA SKLA.....	75
3.8.1 Úvod.....	75
3.8.2 Spotřeba energie.....	75
3.8.3 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“	83
3.9 KOŽELUŽNY (STUDIE).....	89
3.9.1 Úvod.....	89
3.9.2 Spotřeba energie.....	89
3.9.3 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“	90
3.10 VELKOOBJEMOVÉ ORGANICKÉ CHEMIKÁLIE	91
3.10.1 Úvod.....	91
3.10.2 Spotřeba energie	91
3.10.3 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“	93

3.11	BĚŽNÉ ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD A ODPADNÍCH PLYNŮ, SYSTÉMY MANAGEMENTU V CHEMICKÉM PRŮMYSLU.....	95
3.11.1	Úvod.....	95
3.11.2	Spotřeba energie	96
3.11.3	Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“.....	97
3.12	STRUČNÉ SHRNUÍ.....	99
4.	ZÁKON Č. 406/2000 SB., O HOSPODAŘENÍ ENERGIÍ VE VZTAHU K IPPC.....	100
4.1	ÚVOD.....	100
4.2	POŽADAVKY ZÁKONA Č. 406/2000 SB. NA MINIMÁLNÍ ÚČINNOST UŽITÍ ENERGIE	101
4.2.1	Účinnost užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie	101
4.2.2	Účinnost užití energie při rozvodu tepelné energie.....	102
4.2.3	Účinnost užití energie při přenosu, distribuci a vnitřním rozvodu elektrické energie	102
4.2.4	Účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách	103
4.3	ZÁKON Č. 406/2000 SB. A ENERGETICKÝ AUDIT	103
4.3.1	Vypracování energetického auditu.....	103
4.3.2	Energetický audit a IPPC	104
4.3.3	Energetické řízení (management) a IPPC	104
4.4	ZÁVĚR	105
5.	ENERGETICKÁ ÚČINNOST, IPPC, DOBROVOLNÉ DOHODY A OCHRANA OVZDUŠÍ A KLIMATU VE VELKÉ BRITÁNII.....	106
5.1	POPLATEK Z PALIV A ENERGIE A DOPROVODNÝ BALÍK OPATŘENÍ (CARBON LEVY PACKAGE)	106
5.2	VÝZNAM A PRINCIPY DOBROVOLNÝCH DOHOD V UK	107
5.3	CÍLE V OBLASTI ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI A KONTROLA JEJICH PLNĚNÍ.....	107
5.3.1	Využití dobrovolných dohod pro IPPC	108
5.3.2	Kvalitativní požadavky v oblasti energetické účinnosti	108
5.3.3	Schéma „Rychlých odpisů kapitálových výdajů“ (Enhanced Capital Allowances – ECA) ..	108
5.4	ZÁVĚREM	109
6.	NÁVRH SCHÉMATU POSUZOVÁNÍ ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI V RÁMCI IPPC V ČR....	110
6.1	STAV POSUZOVÁNÍ ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI VYPLÝVAJÍCÍ Z NÁVRHU VZORU ŽÁDOSTI O VYDÁNÍ INTEGROVANÉHO POVOLENÍ	110
6.2	NÁVRH SCHÉMATU POSUZOVÁNÍ ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI.....	110
6.3	NÁVRH SCHÉMATU, ENERGETICKÝ AUDIT, NÁVRH VZORU ŽÁDOSTI	112
7.	PŘÍPADOVÁ STUDIE.....	114
8.	PŘÍLOHY	115
8.1	PRACOVNÍ NÁVRH ÚPRAVY VZORU ŽÁDOSTI O VYDÁNÍ INTEGROVANÉHO POVOLENÍ PRO OBLAST ENERGETICKÉHO ŘÍZENÍ	115
8.1.1	Způsob energetického řízení podniku.....	115
8.1.2	Měření spotřeby energie, určení rozsahu měření a frekvence sběru dat.....	116
8.2	POZNÁMKY K NÁVRHU HODNOCENÍ ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI	117
9.	LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE.....	119

1. PŘEDMLUVA

Tento dokument považujeme za podklad pro diskusi s odbornou veřejností zabývající se energetickou účinností a integrovanou prevencí a omezováním znečištění.

Tato verze je výsledkem shody technické pracovní skupiny pro energetickou účinnost (ČR) ohledně **základního** přístupu k problematice.

Rámcový návrh posuzování energetické účinnosti bude modifikován na základě očekávané diskuse na toto téma v ČR i na základě založení „Energy efficiency TWG“ při Evropské kanceláři IPPC v Seville a práci na příslušném BREF.

2. STRUČNÝ ÚVOD DO IPPC

Jedním z nových nástrojů v oblasti ochrany životního prostředí je, kromě jiného, zavádění tzv. integrované prevence a omezování znečištění. Celý proces se odvíjí od požadavků směrnice 96/61/ES o integrované prevenci a omezování znečištění – IPPC (Integrated Pollution and Prevention Control).

Jedná se o určitý zlom v přístupu k ochraně životního prostředí, protože smyslem směrnice je dosáhnout vysoké ochrany životního prostředí jako **celku**. Jinými slovy, neposuzují se nepříznivé dopady činností (provozu zařízení) do životního prostředí zvlášť, podle jednotlivých složek či účinků, ale nalézá se určité optimum ochrany životního prostředí.

Účinné využívání energie při provozu zařízení je jedním z významných požadavků směrnice, neboť nezbytně patří ke klíčovým prvkům preventivního přístupu k ochraně ovzduší a klimatu.

2.1 Evropská unie

Legislativní rámec pro toto nové chápání je vytvořen novou rámcovou směrnicí 96/61/ES o IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) – o integrované prevenci a omezování znečištění, která byla přijata Evropskou radou v roce 1996.

Tato směrnice je u vybraných kategorií zařízení nadřazena předchozím směrnicím, které se vztahují ke kontrole znečišťujících látek emitovaných těmito zařízeními (podniky) do vody, vzduchu a půdy a ke kontrole odpadů. Emisní limity definované předchozími směrnicemi se stávají součástí směrnice o IPPC, pokud nebylo stanoveno jinak.

Od **října 1999** je nutno podřídit vydání povolení pro provoz příslušných **nových** zařízení požadavkům směrnice o IPPC; na již **existující** provozy se vztahuje **přechodné** období po dobu **8 let** (platné pro členské země EU).

Integrovaný systém spočívá ve vydávání **integrovaného povolení** k provozu. Pod pojmem „integrovaný“ nelze spatřovat pouze požadavky environmentální, zvažují se i ekonomické parametry podniku (zařízení). Klíčovým prvkem je **komunikace a spolupráce** mezi Regulátorem, provozovatelem a veřejností, systém „příkaz-kontrola“ je tak nahrazen sdílenou zodpovědností všech zájmových skupin.

Důležitým hlediskem je individuální přístup při povolovacím řízení, vždy se přihlíží k **místním podmínkám** (při zachování proporcionality povolovacího řízení z hlediska Regulátora).

Cílem směrnice 96/61/ES je **dosažení integrovaného systému prevence a omezování znečištění** vznikajícího v důsledku činností, které jsou uvedeny v příloze I směrnice

2.1.1 Rozsah platnosti směrnice 96/61/EC

IPPC se vztahuje, jak již bylo uvedeno, na zařízení podle přílohy I směrnice o IPPC, která jsou seskupena do šesti základních kategorií:

- Energetika
- Výroba a zpracování kovů
- Zpracování nerostů
- Chemický průmysl
- Nakládání s odpady
- Ostatní činnosti

Směrnice o IPPC se zaměřuje hlavně na velká zařízení, přičemž u většiny sektorů rozhoduje o zařazení pod IPPC výrobní kapacita. Malé a střední podniky spadají pod IPPC pouze v chemickém průmyslu.

Integrované povolení, jeho vydávání a periodické obnovování, a s ním spojené povolovací řízení má zaručit plnění povinností, které jsou dle IPPC na provozovatele kladeny. Stát je povinen zajistit, aby

příslušní provozovatelé mohli žádat pouze o jedno (integrované) povolení, nikoliv o řadu dílčích povolení.

Povolení vydává příslušný úřad – Regulátor. Regulátor je odpovědný za plnění požadavků vyplývajících ze směrnice.

Povolení musí obsahovat emisní limity pro znečišťující látky, zejména pro látky uvedené v příloze III směrnice, které pravděpodobně budou emitovány z dotyčného zařízení ve významném množství, se zřetelem k jejich povaze a potenciálu přenosu z jedné složky do druhé (vody, ovzduší a půdy). V případě nutnosti povolení obsahuje i odpovídající požadavky na ochranu půdy a podzemní vody i opatření k nakládání s odpady, které v zařízení vznikají. Hodnoty limitů mohou být případně doplněny nebo nahrazeny ekvivalentními parametry nebo jinými technickými ukazateli.

Emisní limity, jim obdobné parametry a jiné technické ukazatele vycházejí z nejlepší dostupné techniky, se zřetelem k technickým charakteristikám dotyčného zařízení, k jeho zeměpisné poloze a podmínkám životního prostředí v místě, kde se zařízení nachází, aniž by však bylo předepsáno použití jakékoliv konkrétní metody či technologie.

Povolení musí dále obsahovat vhodné požadavky týkající se monitorování výpustí, s uvedením podrobností metodiky a frekvence měření, postupu vyhodnocování a povinnosti předkládat příslušnému orgánu údaje nutné k ověření shody s povolením.

Povolení musí obsahovat opatření pro případ situací odlišných od normálních provozních podmínek. Proto tam, kde existuje riziko poškození životního prostředí, musí být učiněna vhodná opatření týkající se spouštění, poruch, krátkodobých přerušení a definitivního ukončení provozu zařízení.

Povolení může též obsahovat dočasné výjimky z požadavků uvedených v odstavci 4, jestliže plán nápravných opatření, schválený příslušným orgánem, zaručuje splnění těchto požadavků do šesti měsíců a jestliže posuzovaný projekt vede ke snížení znečištění.

Povolení může obsahovat další zvláštní podmínky, jejichž splnění v rámci uplatnění směrnice o IPPC považuje členský stát či příslušný orgán za vhodné.

Členské státy mohou předepsat určité požadavky pro určité kategorie zařízení formou obecně závazných pravidel, místo zařazení těchto požadavků do podmínek jednotlivých povolení, a to za předpokladu, že bude zajištěn integrovaný přístup a odpovídající vysoká úroveň ochrany životního prostředí jako celku.

2.1.2 Povinnosti subjektů podléhajících IPPC

Podle směrnice o IPPC (článek č.3)¹ je nutné, aby zařízení bylo provozováno takovým způsobem, že

- jsou učiněna všechna vhodná preventivní opatření proti znečišťování, zejména prostřednictvím aplikace nejlepší dostupné techniky;
- nedochází k významnému znečišťování;
- předchází se vzniku odpadů v souladu se směrnicí Rady 75/442/EHS ze dne 15. července 1975 o odpadech; jestliže odpady vznikají, jsou zhodnocovány anebo, pokud zhodnocení není technicky a ekonomicky možné, jsou zneškodňovány s vyloučením či omezením jakýchkoliv dopadů na životní prostředí;
- energie je využívána účinně;
- jsou přijata nezbytná opatření, která předcházejí výskytu havárií a omezují jejich následky;
- jsou přijata nezbytná opatření k tomu, aby po úplném ukončení činností bylo možné zabránit jakémukoliv riziku znečištění a bylo možné místo ukončeného provozu navrátit zpět do uspokojivého stavu.

¹ Ke splnění ustanovení tohoto článku postačí, jestliže členské státy zajistí, aby příslušné úřední orgány vzaly při stanovení podmínek pro udělení povolení v úvahu obecné principy uvedené v tomto článku.

2.1.3 Nejlepší dostupné techniky

Ke klíčovým pojmům integrované prevence a omezování znečištění patří **nejlepší dostupné techniky - BAT**, z anglického *best available techniques*. Chápání tohoto pojmu a jeho interpretace je předmětem řady diskusí jak v České republice, tak na úrovni EU. Vzhledem k této skutečnosti je proto nejlepším dostupným technikám věnována samostatná kapitola (kapitola 3).

"nejlepšími dostupnými technikami" se rozumí nejúčinnější a nejpokročilejší stádium vývoje činností a jejich provozních metod, které ukazují praktickou vhodnost určitých technik zpravidla jako základu pro stanovení emisních limitů, jejichž smyslem je předejít vzniku emisí, a pokud to není možné, emise snížit a omezit nepříznivý dopad na životní prostředí jako celek:

- "techniky" zahrnují jak používané technologie, tak způsob, jakým je zařízení navrženo, budováno, udržováno, provozováno a vyřazováno z činnosti,
- "dostupnými" technikami se rozumí ty techniky, která byly vyvinuty v měřítku dovolujícím jejich zavedení v příslušném průmyslovém sektoru za ekonomicky a technicky přijatelných podmínek s ohledem na náklady a přínosy, ať již tyto techniky jsou nebo nejsou v příslušném členském státě používány či vyráběny, pokud jsou provozovateli rozumně dostupné,
- "nejlepší" znamená nejúčinnější z hlediska dosažení vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku;

při určování nejlepší dostupné techniky je třeba věnovat zvláštní pozornost hlediskům uvedeným v příloze IV;

2.1.4 Referenční dokumenty nejlepších dostupných technik (BREF)

S pojmem BAT jsou svázány tzv. BREF (*BAT Reference Documents*), které by se měly stát vodítkem a nástrojem realizace směrnice o IPPC. Příprava BREF je v souladu s články směrnice o IPPC týkajícími se výměny informací a přílohou IV, v které jsou uvedeny kritéria pro stanovování BAT. Evropská komise má připravený víceletý pracovní program pro přípravu BREF (viz následující strana). Některé BREF jsou již zpracovány ve své konečné podobě (k dnešnímu dni 5), je však nutné říci, že práce mají zpoždění.

Referenční dokumenty nemají právní závaznost, jejich účelem není předepisovat konkrétní techniky a technologie, ale slouží k identifikaci takových technik a technologií, které jsou **obecně** v souladu s požadavky směrnice. Pokud pro daný sektor neexistují, integrované povolení se vydává na základě emisních limitů podle složkových zákonů či jiných právních předpisů.

Spolupráce průmyslu je při zpracovávání BREF nezbytná. Před oficiálním zahájením prací na BREF jsou představitelé příslušného průmyslového sektoru vyzváni k delegování svých expertů do pracovní skupiny (Technical Working Group). Průmysl rovněž poskytuje nezbytnou dokumentaci pro vypracování BREF.

Struktura BREF je jednotná, a ačkoliv při nahlédnutí do existujících BREF zjistíme, že podrobnost zpracování se liší, vždy se jedná o objemné dokumenty podrobně analyzující příslušný sektor/skupinu výrobních činností.

Úvodní kapitola dokumentu BREF je souhrnnou zprávou o stavu příslušného sektoru/ skupiny výrobních činností v zemích EU a o technikách a technologiích používaných v příslušném sektoru. Jejím obsahem jsou statistická data, která porovnávají celkovou produkci sektoru za posledních 40 - 50 let v EU a ve světě, celkovou zaměstnanost v sektoru a počet zařízení v daném sektoru v jednotlivých členských státech.

Druhá kapitola BREF pojednává o používaných procesech a technikách v odvětví. Je to poměrně vyčerpávající část, zahrnující skladování a úpravu surovin před vlastní výrobou, včetně paliv, jsou-li třeba. Následuje popis používaných technologií, včetně fáze balení a distribuce.

Následuje část věnovaná současným hladinám spotřeby energií/produkce emisí. V úvodu jsou vyjmenovány hlavní problémové toky odpadů. Spotřeby jednotlivých druhů energií a surovin jsou vztaženy jak absolutně na jednotlivé druhy technologií, tak relativně na produkci výrobku. V oddílu věnovaném emisím jsou jmenovány hlavní emisní toky, jež by měly být brány v úvahu v rámci směrnice, s tím, že dále jsou tyto údaje rozvedeny dle jednotlivých druhů emisí. Je uveden také přehled emisních limitů v jednotlivých členských zemích, monitorování vznikajících emisí.

Další část BREF je věnována jádru celého přístupu - pojednává a popisuje techniky, které splňují kritéria nejlepších dostupných technik - BAT. Tyto techniky jsou zde označeny jako „techniky mající pozitivní vliv na emise vznikající během výroby“. Popis těchto technik (včetně spotřeby energií/surovin) zahrnuje jejich použitelnost, a tam, kde je to možné/vhodné, jejich emisní limity a výdaje nutné k jejich dosažení. Jsou rozlišovány např. techniky zaměřené na optimalizace procesů, výběr paliv/surovin, techniky na kontrolu jednotlivých druhů emisí (včetně krátkého popisu jednotlivých technik). Je nutné zmínit, že za emise se v tomto textu považuje produkce odpadů, dále hluk, ale i produkce pachu.

Předposlední část každého BREF je zaměřena na doporučení konkrétních technik a postupů. Bylo již řečeno, že cílem IPPC není poskytovat detailní návody s doporučením konkrétních technologií; takový postup by mj. odporoval pravidlům rovné hospodářské soutěže. Tato část dokumentu tedy podává charakteristiku technik, které jsou v daném odvětví na úrovni „BAT“, tzn. doporučuje techniky a technologie, které vedou ke snížení celkových produkováných emisí, a to až úrovně požadované legislativou.

Poslední kapitola BREF pojednává o vyvíjených technologiích/technikách v daném odvětví. Je zde podán stručný přehled tématu spolu s předpokládanými redukcemi emisí/spotřeb energie, surovin, finančních prostředků, záboru půdy, atd. v důsledku zavedení nových technologií/technik na trh EU.

Úlohu BREF je možné vysvětlit např. na dokumentu pro výrobu železa a oceli. Postupně jsou podrobně popisována jednotlivá výrobní zařízení (koksovny, vysoké pece, sintrační a peletizační linky, ocelářské pece, pánve, kontilít aj.), materiálové toky a koeficienty pro vstupy a výstupy na jednotlivých zařízeních vztažené na jednotku výroby (např. tunu tekuté oceli), chemické složení vstupů a výstupů, interní a externí nakládání s odpady a potřebná koncová zařízení.

BREF² je jedním z výsledků výměny informací o BAT. Poskytuje příslušným správním úřadům, dotčeným podnikům, veřejnosti a Komisi informace pro rozhodování; jejich cílem je řídit enviromentální výkonnost.

BREF není interpretací směrnice o IPPC, nedefinuje či nenahrazuje povinnosti a závazky stanovené legislativou, neobsahuje navrhované hodnoty pro emisní limity a nebere v úvahu místní podmínky.

BAT by měly být užívány jako benchmark (hodnoty pro porovnávání) při aktualizaci nepřekročitelných emisních limitů a standardů kvality životního prostředí.

BAT je dynamický proces; integrovaný přístup a definování BAT vedou k „trade-off“ (kompromisnímu) rozhodování - členské státy a jejich kompetentní úřady jsou plně odpovědné za aplikaci tohoto rozhodování.

2.1.5 Aktuální informace od Evropské komise a Evropské kanceláře IPPC

V čase zpracování tohoto dokumentu bylo známa pouze ta skutečnost, že se připravuje založení pracovní skupiny pro energetickou účinnost. K jejímu založení má dojít v druhé polovině roku 2003.

² stanovisko Direktoriátu Životní prostředí (DG Environment, Evropská komise, Brusel) k BREF respektive BAT.

2.2 Česká republika

2.2.1 Zákon a prováděcí předpisy

Pozn.: následující text a schéma převzaty z www.ceu.cz

Dne 1.března se stal součástí české legislativy [zákon č. 76 / 2002 Sb.](#) (82 kB) včetně příloh - zákon o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci). Týká se především velkých průmyslových a zemědělských podniků, výrobců potravin a krmiv, provozovatelů skládek, spaloven atd., uvedených v [\(PŘÍLOZE 1 zákona\)](#).

Pro dotčené podniky to znamená mnohem důkladnější a komplexnější přístup k minimalizaci a prevenci znečišťování životního prostředí. Zákon o integrované prevenci vstoupí v účinnost k 1. lednu 2003. Po tomto datu vznikne pro provozovatele povinnost ve stanovených lhůtách získat tzv. integrované povolení pro provoz zařízení. Tato povolení budou vydávána krajskými úřady nebo MŽP ČR a budou nahrazovat řadu rozhodnutí dle složkové environmentální legislativy.

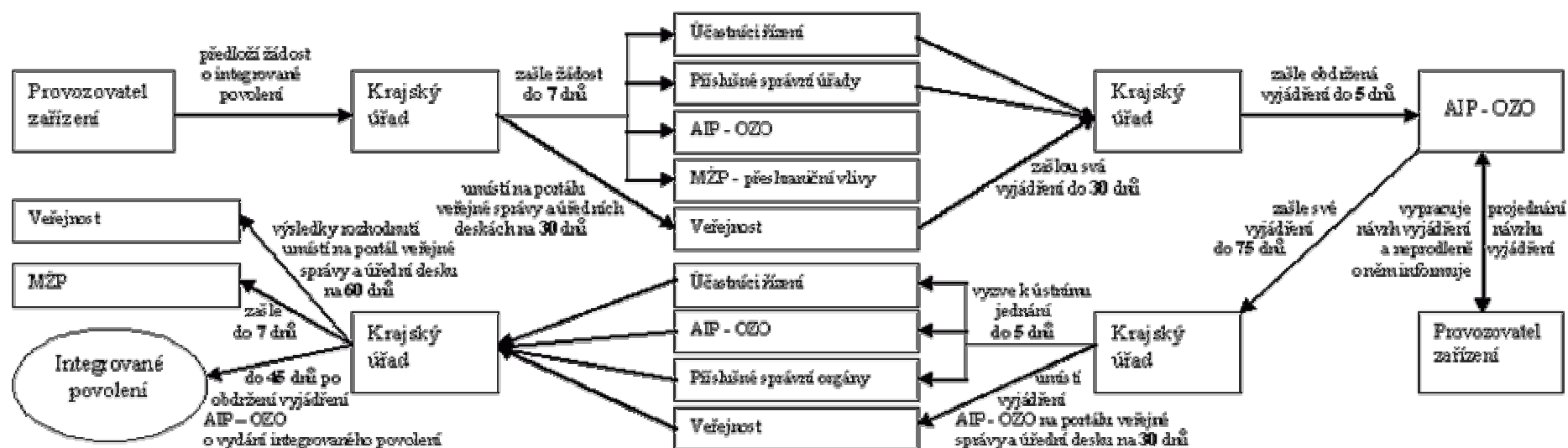
Nelze popřít, že přijetí zákona o integrované prevenci vyžaduje od podniků práci navíc a v některých případech i zvýšení investic do modernějších technologií. Mezi přínosy je naopak možné zahrnout zjednodušený způsob povolování provozu pomocí hodnocení všech aspektů životního prostředí v rámci jednoho správního řízení. Tento koordinovaný přístup při hodnocení navrhovaných investic na výstavbu vycházející z aplikace nejlepších dostupných technik ([BAT](#)) má za cíl v dlouhodobém horizontu nejen zlepšení životního prostředí, ale především úsporu nákladů. V důsledku použití moderních technologií klesnou investice do surovin, materiálů a energie. Nemalé úspory vzniknou také recyklací odpadů, snížením poplatků za znečišťování životního prostředí atd.

Řízení o vydání integrovaného povolení trvá 4 – 6 měsíců. Závazné podmínky povolení vycházejí spíše z vyjednávání a dialogu mezi zúčastněnými stranami, než ze striktních nařízení úřadu. Předpokládá se zejména aktivní přístup ze strany podniku tj. vlastní návrhy např. na znovuvyužití odpadů, zavádění šetrnějších technologií, zlepšení hospodaření se surovinami, vodou a energií apod.

K zajištění skutečně odborného posouzení konkrétní žádosti se v rámci správního řízení počítá s vyjádřením Agentury IP nebo tzv. odborně způsobilé osoby (právnícké osoby zapsané v Seznamu odborně způsobilých osob). Podmínkami pro zapsání do seznamu jsou mj.: dostatečná odborná úroveň, technické, administrativní a organizační zázemí a nezbytný počet zaměstnanců s odbornou praxí, s odpovídajícím vysokoškolským vzděláním, znalostmi a schopnostmi. Ministerstvo životního prostředí zajišťuje odbornou podporu výkonu státní správy prostřednictvím Agentury IP. Jejími úkoly jsou:

1. poskytování předběžných konzultací při přípravě žádosti jak pro provozovatele, tak pro státní správu
2. bezplatné vyjádření k žádosti o vydání integrovaného povolení
3. účast na pravidelných kontrolách
4. spolupráce na výměně informací o BAT
5. vedení Integrovaného registru znečišťování

Obrázek 1: Průběh řízení



Pro implementaci IPPC respektive plnění požadavků Zákona č. 76/2002 Sb. je klíčovým dokumentem „Žádost o integrované povolení“, jejíž charakter determinuje celé řízení o vydání integrovaného povolení. V době zpracování tohoto dokumentu byl k dispozici pouze (a neoficiálně) návrh vyhlášky, kterým se stanoví vzor žádosti. S ohledem na rozporuplné přijetí návrhu vyhlášky odbornou veřejností a očekávané výrazné úpravy není účelné se na tomto místě návrhem vyhlášky dále zabývat. Příslušná část týkající se energetické účinnosti je předmětem rozboru v kapitole 6.1.

Ustanovení § 47 odst. 3 zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci zmocňuje vládu k vydání nařízení, o způsobu a rozsahu zabezpečení systému výměny informací o nejlepších dostupných technikách, k provedení § 27 odst. 3 zákona.

Ustanovení systému výměny informací o nejlepších dostupných technikách je nutné zejména z těchto důvodů:

- Koordinaci postupu státních orgánů a dalších zainteresovaných subjektů při zabezpečení systému výměny informací o nejlepších dostupných technikách (BAT).
- K zabezpečení potřebné kvality, a odborného řízení o vydání integrovaného povolení. V České republice dosud neexistuje adekvátní zdroj informací o BAT, který by pokryl požadavky zákona a napomohl tak splnění účelu řízení o vydání integrovaného povolení.
- K zabezpečení kvalitní účasti České republiky v evropském systému výměny informací o BAT. Kandidátské země, včetně České republiky, jsou k této výměně informací přizývány.

Navrhané řešení systému výměny informací o BAT v ČR vychází ze zkušeností, získaných v posledních dvou letech při přípravě návrhu zákona a jeho prováděcích předpisů. Systém výměny informací o BAT je zabezpečován zejména pomocí webových stránek. Dále je využíváno vydávání odborných publikací a příruček, popř. pořádání potřebných školení týkajících se jednotlivých referenčních dokumentů -BREF apod.

Vyhláška se v době zpracování tohoto dokumentu rovněž připravovala.

2.2.2 Projekty a činnosti na podporu implementace IPPC

V roce 2002 byla řešena řada projektů na podporu implementace Zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění.

- Nejdůležitějším projektem bylo zpracovávání pilotních žádostí o integrované povolení v tzv. nových zařízeních za podpory Ministerstva životního prostředí.
- Dalším projektem byl Twinning Project CZ2000/IB/EN-01 Integrated Pollution Prevention and Control, PHARE - Program 2000: Twinning project between the Czech Ministry of Environment, the German Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety and Member State Denmark, zaměřený na podporu státní správy při implementaci integrované prevence. Důležitým výstupem, kromě řady školení a dalších činností, bylo zpracování Regionálních implementačních plánů pro jednotlivé kraje ČR.
- Byly překládány konečné verze BREF či konečné verze návrhů BREF (podpora MPO).
- V roce 2002 zahájila činnost Agentura integrované prevence.

3. POŽADAVKY NA ENERGETICKOU ÚČINNOST V BREF

V této kapitole je uveden souhrn informací s vazbou k energetické účinnosti uváděných ve všech schválených a dokončených BREF k měsíci září 2002, kromě BREF pro chladicí systémy. U koželužen byla použita místo BREF studie zpracovaná³ pro Ministerstvo průmyslu a obchodu.

V úvodu jednotlivých podkapitol je dostupná stručná charakteristika odvětví a stručný popis hlavních environmentálních dopadů i energetické náročnosti, následuje část věnovaná spotřebě energie a poslední část se věnuje **nejlepším dostupným technikám ve vztahu k energetické účinnosti**.

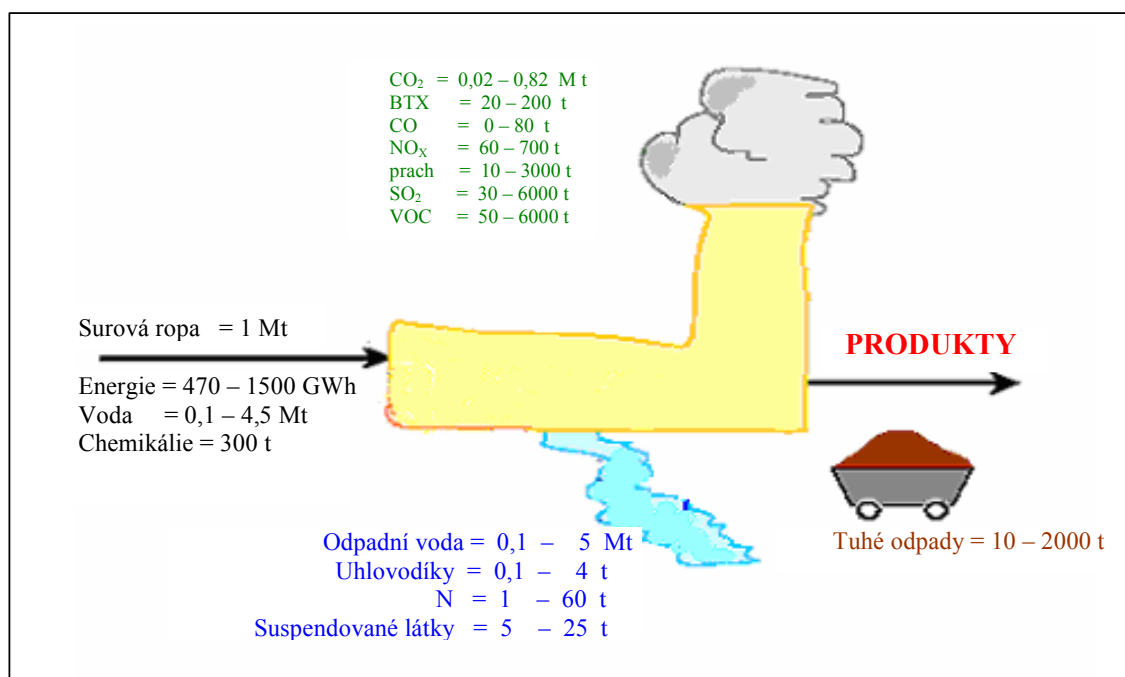
První podkapitola je věnována rafineriím ropy a zemního plynu, protože v příslušném BREF je energetické účinnosti věnována ve srovnání s ostatními BREF největší pozornost, včetně energetického řízení – viz podkapitola 3.1.3 a Tabulka 5 (!). Podkapitola 2.1 je proto členěna jinak, než ostatní podkapitoly.

3.1 Rafinerie ropy a zemního plynu

3.1.1 Úvod

Rafinerie jsou velkými vnitřně propojenými komplexy. Rafinerie jsou průmyslovými centry, jimiž procházejí ohromné proudy surovin, a z nichž vycházejí ohromné proudy produktů. Rafinerie jsou také spotřebiteli ohromných množství tepla, energie a vody. Ze skladovacích a výrobních procesů unikají emise do ovzduší, do vody a do půdy, a to v takové míře, že ochrana životního prostředí se stala pro rafinerie zásadní součástí jejich činnosti..

Obrázek 2: Příklad specifických emisí a spotřeb v evropských rafineriích



Poznámka: Roční výrobní kapacita rafinerií v Evropě je mezi 20 Mt a méně než 0,5 Mt surové ropy za rok. Nízké hodnoty uváděných rozmezí obvykle odpovídají rafineriím, které mají zavedeny technické postupy ke snížení emisí, a jejichž environmentální výkonnost je vysoká, zatímco vysoké hodnoty uvedeného intervalu odpovídají rafineriím, které techniky ke snižování emisí nevyužívají.

³ STUDIE K REFERENČNÍMU DOKUMENTU BAT PRO KOŽELUŽSKÝ PRŮMYSL, MPO, Ing. Jaromír Ludvík, CSc.

Na každý milion tun surové ropy zpracované v evropských rafinériích (kapacita evropských rafinérií se pohybuje od 0,5 milionu tun ropy za rok po více než 20 milionů t ropy za rok) rafinérie emitují 20 000 - 820 000 t oxidu uhličitého, 60 - 700 t oxidů dusíku, 10 - 3 000 t prachových částic, 30 - 6 000 t oxidu siřičitého a 50 - 6 000 t těkavých organických sloučenin (VOC). Rafinérie produkují na 1 milion t zpracované ropy 0,1 - 5 milionů t odpadní vody a od 10 do 2 000 t tuhého odpadu. Uvedená velká rozmezí hodnot emisí mohou být jen zčásti vysvětlena rozdíly v propojení procesů a v odlišné struktuře rafinérií (např. zda jde o jednoduché rafinérie a rafinérie komplexní struktury). Hlavní příčinou rozdílů jsou rozdíly v legislativních opatřeních v jednotlivých státech Evropy. Hlavními polutanty unikajícími do ovzduší ze závodů na zpracování zemního plynu je CO_2 , NO_x , SO_x a VOC. Odpadní vody z těchto závodů jsou, oproti rafinériím ropy, mnohem méně významným problémem.

Nejvýznamnějším zdrojem negativního vlivu rafinérií na životní prostředí jsou emise z rafinérií do ovzduší. Hlavními polutanty ovzduší jsou oxidy uhlíku, dusíku a síry, prachové částice (hlavně ze spalovacích procesů) a těkavé organické sloučeniny. Závody na zpracování zemního plynu mají mnohem menší vliv na životní prostředí (je jich méně a mají menší kapacitu, uniká z nich méně látek, a proto také se jich týká menší počet BAT).

Emise do ovzduší

Emise do ovzduší jsou hlavním zdrojem emisí procesu, jak z jednotky výroby energie, tak z rafinérie jako celku. Průtok spalin produkovaných v rafinérii ze spalovacích procesů je v rozsahu 100 000 až více než 700 000 Nm^3/h při obsahu kyslíku 3 %.

Hlavním zdrojem emisí do ovzduší ze spalovacích procesů jsou komínové plyny obsahující oxidy síry, oxidy dusíku, oxidy uhlíku (oxid uhličitý a oxid uhelnatý), a v případě, že jsou spalována kapalná rafinérská paliva nebo koks, jsou významné zejména úniky prachových částic (obsahující prachové částice PM_{10} a kovy, např. V a Ni). V případě, kdy je správně řízen režim spalování a kdy jsou používána čistší rafinérská paliva jako rafinérský topný plyn, oleje s nízkým obsahem síry a zemní plyn, emise jsou relativně nízké. Ovšem, je-li spalování paliv nedokonalé nebo jsou ohřevné pece a kotle vytápěny rafinérskými topnými odpady nebo zbytky, emise mohou být významně vyšší. Režim nedokonalého spalování může působit emise oxidu uhelnatého, kouře, a v případě, kdy je palivem těžký topný olej, i prachových částic. V důsledku uvedených faktů představují spalovací zařízení hlavní zdroj emisí rafinérie. Úroveň množství vypouštěných polutantů závisí významně na kvalitě používaného paliva, která může být značně proměnlivá. V řízení spalovacích procesů je nutné volit kompromis mezi protichůdnými vlivy, které ovlivňují i úroveň emisí. Tak např. podmínky spalování, které jsou při spalování kapalných paliv příznivé z hlediska emisí prachových částic, to jest přebytek vzduchu, vysoká teplota, dobré mísení paliva se vzduchem a účinná atomizace paliva, jsou nepříznivé pro zajištění nízkých emisí NO_x .

Tabulka 1: Emisní faktory CO_2 pro různé typy paliv, pramen: [115, CONCAWE, 1999], [259, Dekkers, 2000]

Typ paliva	Typické složení % hmot.	kg CO_2 / kg paliva	kg CO_2 / GJ
Rafinérský topný plyn	30 H_2 / 35 C_1 / 35 C_2 % obj.	2,83	43
Zemní plyn	100 % methan	2,75	56
LPG	50 C_3 / 50 C_4	3,02	64
Destilovaný topný olej	60 P / 10 O / 30 A	3,22	74
Zbytkové palivo	50 P / 50 A	3,26	79
Koks	90 C / 10 popel	3,30	117

Zkratky: C uhlík, H vodík, P parafíny, O olefiny, A aromáty

Tabulka 2: Rozsah emisí NO_x pro existující jednotky, pramen: [45, Sema and Sofres, 1991], [115, CONCAWE, 1999]

	Plyn*	Kapalné rafinérské palivo (těžký topný olej)
	70-1300	280-1000
Kotle	100-1100	300-1000
Turbíny	15-1050	200-450 [#]
Všechny údaje uvádějí NO _x jako NO ₂ při obsahu kyslíku 3% v mg/Nm ³ * Nižší hodnota odpovídá zemnímu plynu # pro plynový olej a olej pro proudové motory		

Tabulka 3: Rozsahy emisí prachových částic v existujících zařízeních, pPramen: [45, Sema and Sofres, 1991], [147, UBA Austria, 1998]

	Rafinérský topný plyn	Kapalné rafinérské palivo
Procesní pece	<5	5-1000
Kotle	<5	5-500
Turbíny (při 15 % O ₂)	n.a.	n.a.
Všechny údaje jsou v mg/Nm ³ při 3% O ₂		

Tabulka 4: Rozsah emisí oxidu siřičitého v existujících rafinériích v Evropě, pramen: [45, Sema and Sofres, 1991], [247, UBA Austria, 1998], [198, (Hellas), 1999; 197, Hellenic Petroleum, 1999; 199, Petrola Hellas, 1999]

SO _x (mg/Nm ³ při 3 % O ₂)	Rafinérský topný plyn (*)	Kapalný topný olej (#)
Procesní pece	3 - 1700	50 - 7000
Kotle	3 - 1700	50 - 7000
Turbíny (při 15 % O ₂)	3 - 1700	n.a.
*Nižší hodnota se vztahuje na spalování zemního plynu. Vyšší hodnota odpovídá spalování nečištěného topného rafinérského plynu bez technických opatření k omezení úniků síry. # Spodní hodnota se vztahuje na spalování kapalných paliv s nízkým obsahem síry při instalaci techniky na snižování emisí síry. Vyšší hodnota odpovídá spalování oleje s obsahem síry (4,1 %) bez uvedené techniky.		

Těkávé emise VOC mohou unikát při skladování paliv a dále pak jejich příčinou může být nedokonalé spalování paliv. V tomto směru chybí údaje.

3.1.2 Spotřeba energie

Systémy výroby tepla a elektrické energie tvoří podstatnou a nedílnou součást většiny rafinérských procesů a činností a jsou zpravidla ve všech rafinériích velmi podobné. Kapacita spalovacích jednotek v rafinériích se pohybuje v širokých mezích od méně než 10 do 200 megawattů tepelného výkonu (MW_{th}). Celkové instalovaná kapacita se mění od několika stovek do více než 1 500 MW_{th} pro největší rafinérie (odpovídá 1,7 až 5,4 GJ na 1 t zpracované ropy). Tato kapacita odpovídá elektrárně s výkonem 20 až 1 000 MW. Spotřeba tepla v rafinérii je významně závislá na stupni využití tepla v rafinérii propojením tepelných systémů, na složitosti rafinérie a na zařazení jednotek jako je kogenerace výroby energie, a na tom, zda jsou součástí rafinérie petrochemické procesy a výroba mazacích olejů.

K činnosti rafinérie je nezbytné zajištění zdrojů tepla a elektrické energie. Vysoké požadavky na spotřebu tepla jsou zpravidla zajištěny spalováním paliv. Teplo může být předáváno na procesní

proudy buď přímo (ohřevnými pecemi) nebo nepřímo (ohřevem parou). Elektrická energie může být vyráběna přímo v rafinérii (např. kogenerací elektřiny a páry - CHP, plynovými nebo parními turbínami, IGCC - zplyňováním koksu v integrovaném cyklu) nebo nakupována z veřejné sítě. Protože výroba elektrické energie a tepla může představovat další výrobní produkt rafinérií, mohou být elektřina a teplo vyráběné v rafinérii někdy také prodávány mimo ni.

Paliva nezbytná pro výrobu páry a elektrické energie nebo pro vytápění ohřevných pecí mohou být získávána přímo v rafinérii samotné (rafinérské palivo), nebo nakupována od jiných firem, zpravidla zemní plyn, či mohou být kombinovány obě možnosti. Nejběžněji je většina paliv používaných v rafinérii vedlejším produktem rafinérských procesů. Složení a kvalita těchto paliv se mění významně se zpracovávanou ropou. Obecně řečeno je základna používaných paliv výsledkem rovnováhy mezi potřebou energie, typem zpracovávané ropy, nutností dodržovat emisní limity a požadavky na ekonomiku procesu.

Převážná část paliva používaného v rafinérii tvoří **rafinérský topný plyn** (methan, ethan a ethylen spolu s přebytečným vodíkem), který vzniká v řadě rafinérských procesů, a je sbírán do sběrného systému rafinérského plynu, přičemž musí být použit rychle a nemůže být prodáván. Rafinérský topný plyn, je-li správně zpracováván, je palivem způsobujícím jen nízké znečištění ovzduší. Většina rafinérských systémů výroby rafinérského topného plynu má dva nebo tři alternativní zdroje: rafinérský plyn, nakupovaný plyn (obvykle zemní plyn), a zkapalněný ropný plyn (LPG). Tyto plyny mohou být produkovány jako plyny prosté síry (např. v procesu katalytického krakování nebo v procesu isomerizace), nebo jako plyny obsahující síru (většina ostatních procesů, např. plyny z destilace surové ropy, krakování, koksování a všech desulfuračních procesů). V druhém případě je plyn, než je vpuštěn do systému topného plynu, čištěn aminovou absorpcí, jíž je odstraněn sirovodík, je zbaven prachu a prochází konverzí COS, je-li to nutné (Sekce 4.23). Je-li rafinérie vybavena jednotkou koksování, je hlavním zdrojem topného plynu koksování. Obsah síry ve formě H_2S je běžně pod 100 mg/Nm^3 , ale je možné dosáhnout i hladiny $20 - 30 \text{ mg/Nm}^3$, je-li plyn zpracováván při vysokém tlaku (20 bar). Obsah dusíku je zanedbatelný.

Kapalná rafinérská paliva (těžký topný olej, HFO) je v rafinériích běžně směsí zbytku z atmosférické a/nebo vakuové destilace a zbytků z konverzních a krakovacích procesů. Kapalná rafinérská paliva jsou k dispozici v různých stupních kvality, přičemž nejdůležitějším parametrem je jejich viskozita. Čímž je viskozita nižší, tím je palivo dražší. Těžší paliva (s vyšší viskozitou) musí být před spalováním vyhřívána, aby jejich viskozita byla snížena. Obsahují síru ($<0,1 - 7 \%$), částice promotorů (obvykle V, Ni) a dusík ($0,1 - 0,8 \%$), důsledkem čehož při jejich přímém pálení vznikají spaliny s vysokým obsahem oxidu siřičitého, prachových částic a oxidů dusíku. Tyto topné oleje mohou být zplyněny v procesu IGCC (koksování, zplyňování a výroba energie v integrovaném cyklu), v němž mohou být všechny zbytkové frakce (z visbreakingu nebo tepelného koksování, či dehty, atd.) využity k výrobě tepla a elektrické energie.

Tuhá paliva, jako např. petrolejový koks, mohou být zplyněna a představují pak další zdroj rafinérského topného plynu (Flexicoking, Sekce 2.7). Koks je spalován dále v regenerátoru katalyzátoru jednotky fluidního katalytického krakování (Sekce 2.5) a v jednotce koksování (Sekce 2.7) a představuje pro rafinérii další zdroj tepla. Uhlí není v evropských rafinériích důležitým palivem.

Pece a kotle

V mnoha rafinérských procesech a podpůrných systémech je spalováno palivo (plynné a/nebo kapalné) v k tomu určených pecích a kotlích, aby bylo získáno v procesu nezbytné teplo. Hlavními zdroji tepla jsou ohřevné peci a kotle vytápěné spalováním paliva. V ohřevných pecích je teplo získané spalováním přenášeno přímo na zpracováváný proud, v kotlích je vyráběna vodní pára, která je pak použita na potřebném místě zařízení. Principem výroby páry je zahřívání vroucí napájecí vody pod tlakem v k tomu určeném kotli vyhříváném palivem nebo v kotli na odpadní teplo, který je konstruován jako svazkový výměník tepla (ekonomizéry a přehřívače páry). V tomto dokumentu se ohřevné peci a kotle neodlišují s výjimkou situací, kdy je rozlišení důležité.

V rafinériích jsou používány kotle a peci nejrozličnější konstrukce, konstrukce je určena požadavky na výkonové charakteristiky pece v daném procesu. Mnohé, ale ne všechny peci, jsou dvoufunkční a umožňují použití jak plyného, tak kapalného paliva, což zvyšuje přizpůsobivost palivového systému. Rafinérské ohřevné peci jsou většinou pravoúhlého nebo válcového tvaru s mnoha hořáky projektovanými speciálně na nízký spalovací výkon. Kotle (s pevným nebo fluidním ložem) jsou zpravidla jednotky na výrobu páry standardního typu pracující se střední nebo vysokou intenzitou spalování. Ohřevné peci mohou být vybaveny kotli na odpadní teplo. Přímé vytápění kotle a ohřevné peci obvykle dosahují tepelné účinnosti přes 85 %. Je-li využito přehřevu vzduchu a produkty

spalování (spaliny) jsou ochlazovány na teplotu blízkou jejich rosnému bodu, je možné dosáhnout tepelné účinnosti vyšší než 93 %. V kotlích je spotřebováváno okolo 10 - 20 % celkové spotřeby energie v rafinérii.

Plynové a parní turbíny

Plynové turbíny pracují následujícím způsobem: čerstvý vzduch je při teplotě okolí nasáván do kompresoru, kde se zvýší jeho tlak a teplota. Vysokotlaký vzduch prochází do spalovací komory, kde je palivo spalováno při konstantním tlaku. Vznikající spaliny vyhřáté na vysokou teplotu vstupují do turbíny, kde expandují na atmosférický tlak za současné výroby energie. Parní turbíny jsou využívány pro transformaci energie stlačené páry na energii. Kombinovaný proces spojuje použití plynové a parní turbíny k výrobě energie s vyšší účinností než je možné dosáhnout s turbínami pracujícími nezávisle (parní turbína, plynová turbína). Více informací o plynových a parních turbínách a o jejich spojeních je možné nalézt v dokumentu BREF LCP.

Kogenerační jednotky (CHP)

Tyto systémy jsou určeny pro spojenou produkci elektrické energie a tepla. Palivem pro tento typ zařízení je zpravidla zemní plyn. Jako palivo je však možné použít rafinérský topný plyn jako jednu ze součástí struktury rafinérských paliv, což umožňuje snížit množství rafinérského topného plynu spalovaného v ohřevných pecích a kotlích. Princip kogenerace výroby elektrické energie a páry může být použit i na vytápění kotlů, např. kotlů s vytápěním kapalnými palivy. Mohou být projektovány tak, aby byla vyráběna vysokotlaká pára a spaliny byly expandovány v expanzním turbogenerátoru. Ke zvýšení účinnosti výroby energie je možné využít ekonomizéry a systémy pro optimalizaci poměru vzduchu k palivu.

Integrovaný cyklus zplyňování a výroby energie (Integrated gasification combined cycle - IGCC)

Integrovaný cyklus zplyňování a výroby energie je technologickým postupem umožňujícím výrobu páry, vodíku (není vždy využito) a elektrické energie z mnoha paliv podřadné kvality s nejvyšší dosažitelnou účinností. V prvním stupni je z ropné frakce reakcí s kyslíkem nebo se vzduchem vyroben syntézní plyn, který je pak ve druhém stupni použit v kombinovaném cyklu jako palivo pro výrobu tepla a elektrické energie. Ze syntézního plynu může být také vyráběn vodík pro použití v rafinérii.

Proces je založen na reakci organických uhlíkatých sloučenin nebo koksu s vodní parou a kyslíkem při vysoké teplotě a vysokém tlaku, přičemž kyslík je použit v podstechiometrickém množství (parciální oxidace). Produktem reakce je tzv. synplyn ($\text{CO} + \text{H}_2$). Za spalovací komorou jsou zařazena sofistikovaná zařízení na výrobu páry a elektrické energie a na výměnu a regeneraci tepla.

Závod na zplyňování zahrnuje dvě spojené komplexní jednotky. První je zařízení na výrobu syntézního plynu sloužící ke zplynění těžkých frakcí a k výrobě a čištění syntézního plynu. Druhou částí je výroba energie v kombinovaném cyklu. Syntézní plyn vstupuje do kombinované termoelektrické jednotky.

Pára

Různé druhy páry vyráběné v kotlích rafinérii mají následující obecné charakteristiky (obsah tepla je v rozsahu 2 700 MJ/t pro nízkotlakou páru a 3 200 MJ/t pro přehřátou vysokotlakou páru při 50 bar):

- Síť vysokotlaké páry (>30 bar, 350 – 500 °C) vyráběná v kotlích na odpadní teplo (chlazení horkých odpadních plynů a/nebo horkých produktů katalytických procesů nebo hydrokrakovacích procesů) a v kotlích vyhříváných spalováním paliv. Vysokotlaká pára se využívá především pro výrobu elektrické energie v parních turbinách (vedlejším produktem je středotlaká pára).
- Síť středotlaké páry (7 - 20 bar, 200 – 350 °C) vyráběná redukcí tlaku vysokotlaké páry je v rafinérii používána ke stripování, atomizaci, ve vývěvách na zajištění vakua a k ohřevu (např. vařáků kolon a zásobníků).
- Síť nízkotlaké páry (3,5 - 5 bar, 150 – 200 °C) vyráběná ve výměnících tepla na chlazení horkých produktů a redukcí tlaku středotlaké páry. Je používána pro ohřev, stripování a ohřev potrubí.

Pára je vyráběna v parních kotlích varem demineralizované vody, tzv. napájecí vody, pod tlakem. Teplárny vyrábějící páru jsou zpravidla vytápěny rafinérským topným plynem nebo kapalným palivem.

Rafinérie jsou vybaveny parními kotli prakticky ve všech procesních jednotkách, včetně sítě rozvodu vysokotlaké, středotlaké a nízkotlaké páry a sběrného systému vysokotlakého, středotlakého a nízkotlakého kondenzátu, jež jsou napojeny na jednotku přípravy napájecí vody a zásobní tank napájecí vody.

Pára používaná v turbínách a ohřívačích je po ochlazení zpravidla získávána jako kondenzát. Napájecí voda je tedy směsí čerstvé demineralizované vody přidávané na doplnění okruhu (její kvalita závisí na tlaku vyráběné páry) a recyklovaného kondenzátu. Napájecí voda může být nakupována nebo může být připravována z pitné vody, filtrované podzemní vody, mořské vody destilací, povrchové vody, nebo dokonce zpracováním odpadních vod s použitím kombinace čistících operací, jako je filtrace pískovým ložem nebo mikrofiltrace (k odstranění suspendovaných látek) a demineralizace, s využitím postupného průchodu kolonou s katexem a anexem. Reverzní osmóza slouží k odstranění iontů, koloidů a velkých organických molekul. Je aplikována většinou v nových závodech. Za ní je zařazován průchod vody směsnou kolonou katexu a anexu a filtrace vody průchodem přes aktivní uhlí pro konečné dočištění. Zásobní tank na sběr kondenzátu je většinou opatřen systémem na detekci přítomnosti olejů a zařízením na sběr olejů z povrchu. Aby se zabránilo korozi v systému páry a kondenzátu, je kyslík a oxid uhličitý odstraňován v odplyňovacím zařízení a do napájecí vody jsou přidávány pohlcovače kyslíku a inhibitory koroze. Po úpravě je napájecí voda čerpána do kotlů. Kotle prochází napájecí voda a horké spaliny v protiproudém uspořádání. Napájecí voda je předeřhávána v ekonomizéru a dále ohřívána v prvním a druhém přehříváči. Aby byla koncentrace rozpuštěných a suspendovaných látek v parním bubnu konstantní, je nutné odebírat odpadní kalový odtah v množství 1 - 2 %.

Elektrická energie

Elektrická energie je obvykle vyráběna v parní turbíně s využitím vysokotlaké páry, ale může být vyráběna i v turbíně plynové. Elektrická energie je nezbytná k pohonu čerpadel, kompresorů, řídicích systémů, ventilů a dalších zařízení. Rozvody elektrické energie rafinérií jsou proto rozsáhlé.

Výkon rafinérských energetických systémů

Výkon jednotlivých rafinérských spalovacích zařízení se pohybuje v širokém intervalu od méně než 10 až po více než 200 MW tepelného výkonu (MW_{th}). Celkový instalovaný výkon se pohybuje v rozsahu několika stovek až po více než 1 500 MW_{th} v největších rafinériích. Energie spotřebovaná v rafinérských spalovacích zařízeních se pohybuje od 200 do více než 17 000 TJ za rok. Rafinérie zaměřené na hluboké zpracování ropy spotřebovávají třikrát více energie (10 % vstupu surové ropy) než rafinérie omezené na jednoduchou destilaci (hydroskimmingové rafinérie) (3%) [101, Worlds Bank, 1998].

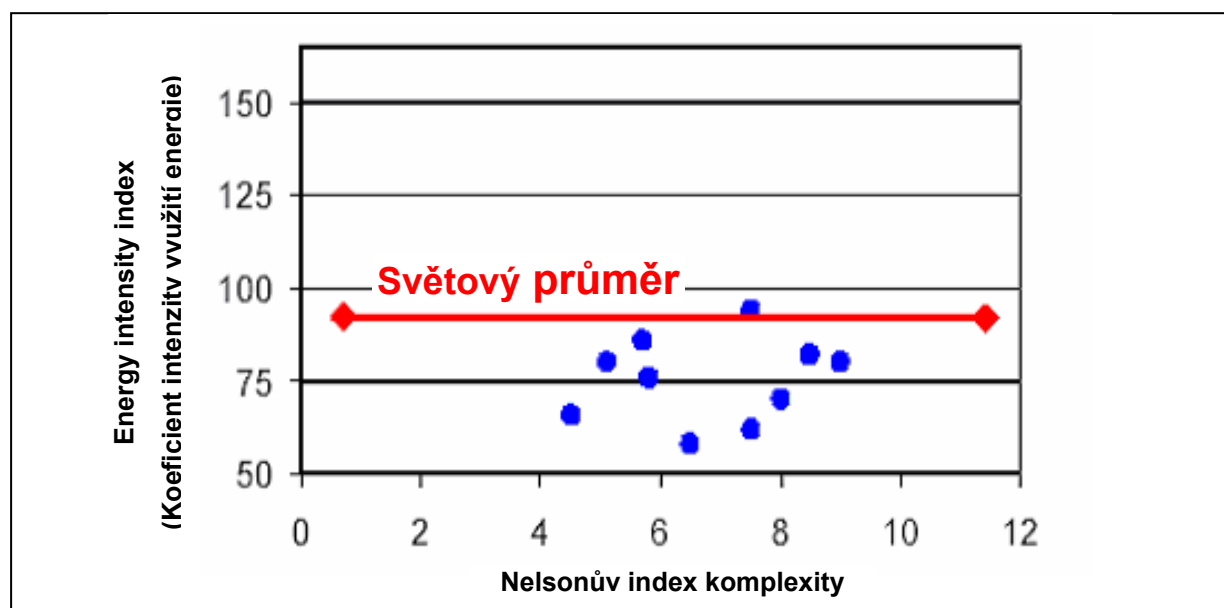
3.1.3 Řízení spotřeby a výroby energie

Energetická účinnost rafinérie je koeficientem (indexem) pro určení účinnosti využití energie v rafinérii. V současné době jsou používány k hodnocení tři metodologické přístupy, které jsou dále stručně popsány:

- Specifická spotřeba energie (specific energy consumption SEC). Tento koeficient je nejjednodušší charakteristikou. Je určován jako poměr spotřeby energie a množství zpracovávané surové ropy. Koeficient má pro evropské rafinérie hodnotu od 1 do více než 4 GJ na 1 t zpracovávané ropy. Protože je jednoduchou charakteristikou, určení jeho hodnoty nebere v úvahu složitost struktury rafinérie (rafinérie se složitější strukturou zpracování se jeví jako rafinérie spotřebovávající více energie).
- Metoda energetického hodnocení produktů (product method) [318, Phylipsen, Blok a spol., 1998]. Při této metodě jsou posuzovány z energetického hlediska jednotlivé produkty a meziprodukty vyráběné v rafinérii a pro jednotlivé položky je určována dosažitelná hodnota účinnosti spotřeby energie na 1 t výrobku. Vynásobením těchto hodnot množstvím vyráběného produktu a sečtením všech položek je pak získána dosažitelná hodnota pro celou rafinérii. Některá vyhodnocení naznačují, že nejlepší specifické hodnoty spotřeby energie se pohybují v intervalu mezi 2,4 - 2,9 GJ/t, zatímco skutečné hodnoty se mění od 1 do 4,8. Výsledek ukazuje, že některé evropské rafinérie vykazují vyšší energetickou účinnost než hodnoty plynoucí z vyhodnocení nejlepších dosažitelných hodnot.
- Koeficient intenzity využití energie (Energy intensity index EII). Je empirickým koeficientem, jehož hodnota je získávána vyhodnocením režimu procesů v rafinériích. Standardní hodnoty

využití energie jsou založeny na měřeních provedených asi ve 300 rafinériích v celém světě. Střední hodnota koeficientu EII získaná studií zahrnující rafinérie v celém světě (studie Solomona, 1994) vedla k hodnotě 92, s variačním rozpětím 62 až 165. [107, Janson, 1999]. Rafinérie s vyšší účinností mají nižší hodnotu koeficientu. Je tedy zřejmé, že některé z rafinérií mají třikrát vyšší hodnotu koeficientu než jiné. Koeficient (index) odráží strukturu rafinérie, typy provozovaných procesů a jejich zpracovatelský výkon. Tyto údaje nejsou však pro všechny rafinérie k dispozici, protože často jsou považovány za předmět obchodního tajemství. Údaje zveřejnilo 10 rafinérií. Zveřejněné hodnoty jsou vyneseny proti Nelsonovu koeficientu komplexity v následujícím obrázku. Nejnižší hodnoty koeficientu EII jsou dosahovány v rafinériích, jimž místní specifické podmínky umožňují prodávat odpadní teplo pro externí využití

Obrázek 3: Koeficient intenzity využití energie (Energy intensity index) jako funkce Nelsonova indexu komplexity pro některé evropské rafinérie, pramen: TWG.



Účelné řešení energetického systému a účinný způsob řízení tohoto systému jsou významným prostředkem pro minimalizaci důsledků provozu rafinérie na životní prostředí, přičemž je nutné respektovat skutečnost, že procesy jsou vzájemně propojeny a vzájemně na sobě závislé. Cílem řízení je zpravidla splnit trvale požadavky kladené na výrobu energií v jednotlivých procesech a pomocných zařízeních při proměnném sortimentu vyráběných paliv, a to s nejmenšími výrobními náklady a s nejnižšími důsledky pro životní prostředí. Celkovou energetickou účinnost rafinérie je možné zvýšit nejen zvýšením energetické účinnosti jednotlivých procesů nebo zvýšením energetické účinnosti výroby energie, ale i zlepšením systému řízení energetického hospodářství (energy management), úsporami energie propojením jednotlivých procesů a regenerací tepla uvnitř rafinérie jako celku.

Řízení energetického hospodářství rafinérie je již dlouhou dobu středem pozornosti. Podpůrnými prostředky pro zlepšení systému řízení mohou být např. systémy zavádění ISO 14000 a zavádění EMAS. Zavádění těchto systémů může zvýšit energetickou účinnost rafinérie jako celku. Pro zvýšení energetické účinnosti jsou využitelné techniky úspor energie, jako např. ohlašování úspor energie a jejich oceňování, zavádění zdokonalených způsobů spalování, nebo energetická integrace procesů. To vše může významně ovlivnit energetickou účinnost rafinérie. Dalšími technickými prostředky pro zvýšení energetické účinnosti jsou např.: techniky na energetické propojení procesů a techniky na regeneraci tepla, jako např. instalace kotlů na odpadní teplo, instalace expanzních turbín na využití energie stlačených plynů, zlepšení tepelných izolací budov a aparatur ke snížení ztrát tepla do okolí. Systém hospodaření s párou je další oblastí, v níž je možné zvýšit energetickou účinnost rafinérie.

Vysoká úroveň technického vybavení a vysoká úroveň řízení energetického hospodářství jsou důležitými předpoklady snížení vlivu činnosti rafinérie na životní prostředí, přičemž je nutné brát na vědomí vysoký stupeň propojení a vysoké vzájemné závislosti jednotlivých výrobních jednotek. Základním praktickým cílem řízení je zajistit výrobu energií při proměnné výrobě a spotřebě paliv, a to při co nejnižších nákladech a při co nejnižším negativním vlivu na životní prostředí. Následující část je

zaměřena souborně na všechna technická opatření uváděná dále, protože zvýšení energetické účinnosti rafinérie může být dosaženo aplikací postupů k úsporám energie, postupů k účinnějšímu využití tepla a postupů regenerace energie.

Dále jsou uvedeny některé postupy zvyšování a hodnocení energetické účinnosti rafinérie.

3.1.3.1 Zvyšování účinnosti využití energie

1. Hodnocení požadavku zajištění energií při nejnižších nákladech musí být prováděno na všech úrovních řízení a musí být vyhodnocováno i na úrovni nejvyšší. Podobně jako v jiných oblastech řízení, např. v oblasti bezpečnosti, může být řízení podporováno zavedením systémů správného řízení. Vodítkem pro zavedení systému řízení energetického hospodářství (Energy Management System) mohou být již běžně zaváděné systémy ISO 14000 nebo EMAS [285, MDemuynck, 1999]. Aby bylo zajištěno trvalé zvyšování energetické účinnosti rafinérie, je účelné zavést systém pravidelného ohlašování spotřeb energií vedení provozů a rafinérie. Součástí systému řízení jsou i audity. K zajištění trvalého zlepšování systému energetického hospodářství je dále doporučováno, aby se rafinérie zúčastnily takových aktivit, jako je účast v hodnocení energetické účinnosti a vytyčování cílových úrovní spotřeb energie. Roční plán investic určených ke zvýšení energetické účinnosti je také zařazen mezi technické postupy uvažované při výběru BAT.
2. Další možností, jak splnit požadavky výroby a spotřeby, je zvýšení energetické účinnosti uvnitř systému rafinérie. Rafinérie s lepšími provozními ukazateli lépe využívají energii v rafinérii vyrobenou. K hodnocení účinnosti využití energie jsou používány různé metodologické postupy, např. Solomonův koeficient energetické účinnosti (nejpodrobnější popis), specifická spotřeba energie a index vztahující spotřebu energie na množství zpracovávané surové ropy (nejjednodušší a méně přesná charakteristika).

Dosažené přínosy v ochraně životního prostředí

Zvýšení energetické účinnosti rafinérie se bezprostředně projeví na snížení emisí a nepřímo se promítne i do snížení produkce odpadních vod a odpadů. Snížení spotřeby paliv nebo zvýšení úspory energie zvyšuje pravděpodobnost, že k zajištění výroby energie pro celou rafinérii postačí jako zdroj rafinérský topný plyn.

Aplikovatelnost

Postup je plně aplikovatelný. Velký rozsah hodnot udávajících spotřebu energií v rafinériích naznačuje, že v mnoha rafinériích by bylo možné spotřeby energií podstatně snížit. Sladěné a dobře řízené úsilí založené na integrovaném přístupu ke snížení spotřeby energie, zlepšení metod provozování jednotek, správné metody hospodaření (housekeeping), odpovídající metody řízení a selektivně cílené investice jsou prostředky, které je účelné v tomto kontextu zdůraznit.

Ekonomika

Spotřeba energie může tvořit v rafinérii až 50 % celkových provozních nákladů. V důsledku toho snížení spotřeby energie nebo zvýšení účinnosti využití energie snižuje provozní náklady.

Motivace pro zavedení

Zvyšování energetické účinnosti rafinérie je aktivitou typickou pro rafinérie, protože vede ke snížení provozních nákladů.

Referenční jednotky realizace

Systém správného řízení energetického hospodářství (Energy Management System) byl zaveden v mnoha rafinériích. Některé rafinérie vydávají roční zprávy o spotřebě energie a účastní se projektů zaměřených na určený dosažitelných cílových hodnot. Celosvětová studie provedená v rafinériích nejrozličnější struktury (konfigurace, kapacita) na bázi určení Ekvivalentní kapacity destilace (Equivalent Distillation Capacities) se prokázala jako užitečný prostředek pro vzájemné porovnávání energetické účinnosti rafinérií.

3.1.3.2 Technické postupy k úspoře energie

Sladěné a dobře řízené úsilí založené na integrovaném přístupu ke snižování spotřeby energie, dobrém hospodaření, účinném řízení a selektivně zaměřeném investování, jsou nejlepšími opatřeními,

kteřá jsou hodná zdůraznění. Následuje seznam technických opatření, která jsou uvažována při výběru nejlepší dostupné techniky BAT v sektoru rafinérií. Jak je vidět, některé z nich jsou vzájemně svázané.

Tabulka 5: Seznam technických opatření pro výběr BAT

Popis technického opatření	Účinek a poznámka
Soustředit řízení na energii	Zajistit, že jsou přijímána opatření na integrovaném základě
Iniciovat vytvoření systému ohlašování spotřeb energie	Vyhodnocení pokroku a vyhodnocení plnění cílů
Zavést systém oceňování či odměňování úspor energie	Podpořit vyhledávání oblastí, kde je možné zavést zlepšení
Provádět pravidelně energetický audit	Zajistit, aby aktivity byly v souladu s pokyny
Sestavovat plán úspor a snižování spotřeby energie	Stanovit cíle a strategii pro zlepšení
Přijmout opatření k zvýšení účinnosti spalovacích procesů	Identifikovat oblasti zlepšení (např. poměr vzduch/palivo, komínová teplota, konfigurace hořáků, konstrukce pecí)
Spolupracovat na projektech klasifikace z hlediska spotřeby energie a určování jejích cílových dosažitelných hodnot	Ověření nezávislou organizací
Zpracovávat údaje o propojení tepelných systémů jednotek a zařízení	Propojení tepelných systémů jednotek nemusí být optimální, např. studie "Pinch"

Dosažené přínosy v ochraně životního prostředí

Všechna opatření vedoucí k úspoře energie se projeví ve snížení všech emisí včetně CO₂. Každá úspora má vliv na znečištění životního prostředí, protože poklesne spotřeba paliv.

Aplikovatelnost

Opatření jsou aplikovatelná zejména v rafinériích, které mají vysokou specifickou spotřebu energie. Šířka intervalu, v němž se pohybují specifické spotřeby energií (jsou rozdílné až 4krát), ukazuje, že v některých rafinériích je velký prostor pro snížení spotřeby energie.

3.1.3.3 Úspory a regenerace tepla

Ke zlepšení využití a regenerace tepla v rafinérii a ke zvýšení energetické účinnosti rafinérie mohou být využita tato technická opatření (seznam není vyčerpávající):

- Všeobecná opatření ke snížení emisí CO₂, jako je optimalizace propojení tepelných systémů, zvýšení účinnosti pecí spojené s řízením spalovacího procesu počítačem. Výsledkem je snížení spotřeby paliv na 1 t zpracovávané ropy.
- Instalace kotlů na odpadní teplo.
- Instalace expanzních turbin na regeneraci energie.
- Rozšíření soustav výměníků tepla, v nichž jsou vstupní proudy předehřívány teplem z proudů výstupních.
- Přímé vedení meziproductových proudů do další jednotky, bez ochlazení a uložení v meziskladu. Z hlediska úspor energie je vždy účelné regenerovat teplo horkých výstupních proudů z destilace ropy, např. tak, že jsou proudy vedeny přímo do navazujících jednotek, aniž jsou mezi tím ochlazovány pro skladování a později pak vedeny do navazujících jednotek chladné ze zásobního tanku.
- Vyvážení rafinérského systému topné páry a topného plynu.
- Použit čerpadla a kompresory pracující s vysokou účinností.
- Instalovat tepelná čerpadla.
- Snížit teplotní hnací sílu ve výměnících za současného zvýšení turbulence kapalin na výměnné ploše.

- Dodávání odpadního tepla do okolních budov. Identifikace možností pro využití tepla mimo rafinérii a možností spolupráce s organizacemi mimo rafinérii v této oblasti je záležitostí jednání s organizacemi mimo rafinérii (vyhřívání průmyslových budov, dálkové topení, výroba energie). Využití tepla mimo rafinérii může snížit nároky rafinérie na chlazení a současně uspoří palivo někde mimo rafinérii.
- Aplikace moderních způsobů řízení umožňujících zvýšit účinnost využití energie.
- Tepelná izolace budov a procesních jednotek (minimalizace ztrát tepla radiací).
- Optimalizace výroby energie
- Optimalizace recyklování plynů, pracovních teplot a tlaků a tlakových hladin topné páry.
- Minimalizovat nebo vyloučit přestřiky a úniky produktů, jejichž důsledkem je nutnost jejich přepracování.
- Udržovat povrchy výměnných ploch čisté nebo je pravidelně čistit (dobré hospodaření).
- Opravovat netěsnosti parních potrubí a kondenzačního hrnců.
- Rozšířit výměnnou plochu o nové sekce výměníků. V případě, že je přidáno více nových výměníků tepla, je nutné případně zavést nové rozdělení proudů, případně změnit tlakové úrovně topné páry a strukturu její spotřeby.

Dosažené přínosy v ochraně životního prostředí

Propojení tepelných systémů zajišťuje, že podstatná část tepla potřebná v procesech je dodávána výměnou tepla mezi proudy, které mají být ohřívány, a proudy, které mají být chlazeny. V rafinérii je důležité optimalizovat propojení tepelných systémů tak, aby byla minimalizována spotřeba tepla i chladu. Při dosažení tohoto cíle může být významná část produktů prodána, místo co by byla pálena. Přímým důsledkem zvýšení účinnosti využití tepla a regenerace tepla je snížení emisí CO_2 , NO_x , prachových částic a SO_2 .

Vliv na ostatní složky životního prostředí

Vzájemné propojení výrobních jednotek výměnou tepla vytváří vzájemné vazby, kterými se mohou poruchy z jedné jednotky přenášet na jednotky propojené systémem výměny tepla. To může ovlivnit bezpečnost procesů. Je proto nutné zavést systém řízení, který zajišťuje stabilitu režimu.

Aplikovatelnost

V rafinériích je přebytek odpadního tepla i přebytek nízkotlaké/středotlaké nízkoteplotní páry. Úsilí zaměřené na využití tepla obsaženého v nízkotlaké nízkoteplotní páře je bezpředmětné, neexistuje-li způsob využití nadbytečné páry. Způsob využití tohoto zdroje tepla musí být pečlivě hodnoceno kvantitativně i kvalitativně. Instalace výměníků tepla vyžaduje prostor. Identifikace příležitostí pro využití tepla mimo rafinérii je mnohdy obtížné a vyžaduje přistoupit na kompromisy, nikoliv jen ze strany rafinérie, ale i ze strany externího partnera.

Ekonomika

Z ekonomického hlediska je účelné maximalizovat využití tepla v rafinérii a tím minimalizovat náklady na ohřev a chlazení. Postupy využití tepla a regenerace tepla poskytují možnost úspor, protože náklady na energie představují okolo 50 % provozních nákladů. Při analýze využití tepla je však nutné brát v úvahu i náklady na instalaci výměníků a potrubní sítě.

Motivace pro zavedení

Ekonomické důvody, protože opatření vedou k úspoře paliv.

Referenční jednotky realizace

Postupy jsou v rafinériích široce využívány.

3.1.3.4 Řízení výroby a spotřeby páry

Pro výběr techniky bylo uvažováno více postupů:

- Pára používaná ke stripování, k zajištění vakua, pro atomizaci a ohřev potrubí, je většinou ztracena jako odpadní voda nebo pára odcházející do ovzduší. Pára používaná pro výrobu mechanické nebo elektrické energie a pro ohřev je získávána ve formě kondenzátu, který je sbírán v systémech sběru vysokotlakého, středotlakého a nízkotlakého kondenzátu a skladován v tancích kondenzátu. Snížení množství stripovací páry je jednou z možností, jak snížit produkci odpadních vod. Stripování parou se běžně používá v případech, kdy je nutné zajistit, aby produkt splňoval požadavky kladené specifikací na jeho bod vzplanutí a na počáteční bod varu (front end fractionation) a na rozložení výtěžků. Aby bylo sníženo zatížení stripovacích kolon kyselých vod a snížen objem hlavových proudů, které je nutné chemicky zpracovat, volí se někdy postup, při kterém nejsou boční kolony, zejména kolony na stripování lehkých frakcí, stripovány parou přiváděnou z rozvodu páry, ale vodní pára je generována teplem dodávaným do vařáků. Většina stripovací páry je však přesto přiváděna do hlavní kolony v její spodní části. Tato pára nemůže být v koloně recyklována opětovým odpařením, což omezuje možnost dosáhnout úspor spotřeby páry. Navíc je stripování při použití externího zdroje páry mnohem účinnější než při generování vodní páry ve vařáku, protože těkavější frakce jsou vodní parou odehnány.
- V případech, kdy je za ekonomickou cenu dostupný N_2 , jeho použití ke stripování představuje alternativní možnost, zejména pro lehčí frakce.
- Řešením k optimalizaci výroby páry s využitím odpadního tepla obsaženého v horkých spalinách nebo kouřových plynech je instalace kotle na odpadní teplo (WHB) nebo kogenerace výroby energie a tepla (CHP). Další možností je využití tepla obsaženého v horkých produktových prouděch.

Dosažené přínosy v ochraně životního prostředí

Snížení množství stripovací páry snižuje produkci odpadních vod. Snížení spotřeby energie k výrobě páry snižuje nároky na výrobu energie a tím snižuje emise do ovzduší.

Motivace pro zavedení

Ochrana životního prostředí.

Referenční jednotky realizace

Příklady aplikací existují v řadě rafinérií.

3.1.3.5 Rafinérská paliva - typy a čištění

BREF zahrnuje pouze paliva vyráběná v rafinérii. Není zahrnuto použití prodejních paliv v rafinériích, jako jsou LPG, komerční topné oleje a plynový olej, přestože by při úvahách o BREF být zahrnuto mohlo. Použití těchto paliv je však podrobně analyzováno v dokumentu BREF LCP [317, EIPPCB, 2002], v němž jsou uvedeny i dosažitelné hodnoty emisí.

V BREF jsou dále v obdobné struktuře jako výše dostupné podrobné informace o

- *Zvýšení podílu plyných paliv*
- *Čištění rafinérského topného plynu*
- *Hydrogenační úpravě kapalných rafinérských paliv*

3.1.3.6 Technické postupy výroby energie

V této části jsou zahrnuty všechny technické postupy výroby energie používané v rafinériích. Dále jsou zahrnuty i technické postupy pro zábranu emisí z výroby energie.

Primární opatření uvažovaná v této sekci pro pece a kotle jsou (viz také dokument BREF Large Combustion Plants):

- Instalace předehřívání vzduchu, které může významně zvýšit účinnost pece (více než o 5 %).
- Optimalizovat provoz pece a tím zvýšit účinnost spalování použitím metod pokročilého řízení provozních proměnných (poměr vzduch/palivo, snížit ztráty zjevného tepla způsobené velkým přebytkem vzduchu).
- Zvolit konstrukci pece nebo kotle s vysokou tepelnou účinností doplněnou účinným systémem řízení (např. s řízením obsahu kyslíku).
- Minimalizovat ztráty tepla radiací nebo ztráty tepla se spalinami (např. minimalizace ztrát tepla s nespálenými plyny (H_2 , CO) nebo nespálenými zbytky (nedopal).
- Kontinuální monitorování teploty a koncentrace kyslíku ve spalinách pro optimalizaci spalovacího procesu.
- Vysoký tlak v kotli.
- Předehřívání paliva dávkovaného do kotle.
- Předehřívání napájecí vody dávkované do kotle parou.
- Zabránit kondenzaci spalin na površích.
- Minimalizaci spotřeby použitím vysoce účinných čerpadel, ventilů a jiných zařízení.
- Optimalizace podmínek spalování.
- Technická opatření k řízení emisí CO.
 - správné provozování a řízení procesu
 - konstantní dávkování kapalného paliva do sekundárního ohřevu
 - dobré promíchávání spalin
 - katalytické spalování spalin

Dosažené přínosy v ochraně životního prostředí

Pece a kotle vytápěné spalováním paliv produkují podstatnou část emisí CO_2 , SO_2 , NO_x a prachových částic, zejména, je-li jako palivo používán těžký topný olej. Zařízení vytápěná plynem neprodukují prakticky žádné emise prachových částic a jen velmi málo emisí SO_2 , pokud je rafinérský topný plyn čištěn aminovou absorpcí. Emise NO_x jsou také podstatně nižší než u zařízení vytápěných topnými oleji. Nízký obsah SO_2 ve spalinách pak dovoluje snížit teplotu spalin v komíně na hodnotu $150^\circ C$. Snížení komínové teploty umožňuje zvýšit tepelnou účinnost zařízení, s čímž souvisí i odpovídající snížení emisí CO_2 .

Následující tabulky poskytují přehled o dosažitelných úrovních emisí jednotlivých polutantů pro kotle a ohřevné pece, u nichž jsou aplikována primární opatření uvedená výše. Další opatření, jako je snižování emisí NO_x , odsiřování spalin a další, jsou uvedena v další části sekce. Hodnoty uvedené v tabulkách jsou udány v mg/Nm^3 , jsou to hodnoty dosažitelné při kontinuálním provozu (půlhodinové průměry) a jsou vztaženy na obsah kyslíku ve spalinách 3 % (pokud není uvedeno jinak). Kapalně rafinérské palivo: zbytek z tepelného krakování, vakuový zbytek, atd.

Tabulka 6: Očekávané emise CO z pecí a kotlů s optimální konstrukcí hořáků

	Plyn	Kapalně rafinérské palivo
Procesní pec	5-80	20-100
Kotel	5-80	20-100
Motor	10-150	

Tabulka 7: Očekávané emise CO_2 z pecí a kotlů s optimální konstrukcí hořáků

	Plyn	Kapalně rafinérské palivo
--	------	---------------------------

Procesní pec	2,75-3	3,2-3,3
Kotel	2,75-3	2,3-3,3
Hodnoty jsou uvedeny v kg CO ₂ na 1 kg paliva Viz tabulka 3.47		

Tabulka 8: Očekávané emise NO_x z pecí a kotlů s optimální konstrukcí hořáků

	Plyn	Kapalné rafinérské palivo	
		0,3 % N	0,8 % N
Procesní pec	70-150	280-450	280-450
Kotel	100-300	300-450	350-600
Motor	250-400		

Tabulka 9: Očekávané emise prachových částic z pecí a kotlů s optimální konstrukcí hořáků

	Plyn	Kapalné rafinérské palivo
Procesní pec	<5	20-250
Kotel	<5	20-250

Tabulka 10: Očekávané emise kovů z pecí a kotlů s optimální konstrukcí hořáků

	Plyn	Kapalné rafinérské palivo
Procesní pec	0	5-10
Kotel	0	5-10
Kovy (As, Pd, Cd, Cr, Co, Ni, V a jejich sloučeniny) jsou uvedeny jako suma prvků		

Tabulka 11: Očekávané emise SO_x z pecí a kotlů

	Plyn	Kapalné rafinérské palivo		
		0,2 % S	1 % S	3 % S
Procesní pec	5-100	350	1700	5000
Kotel	5-100	350	1700	5000

Vliv na ostatní složky životního prostředí

Předeříváče vzduchu zvyšují emise NO_x.

Provozní údaje

Pece a kotle vytápěné spalováním plynu obvykle dosahují účinnosti 85 %. Je-li použito předeřívání vzduchu a spaliny jsou chlazený na teplotu blízkou jejich rosnému bodu, tepelná účinnost může dosahovat až hodnoty 90 - 93 %.

Aplikovatelnost

Postup plně aplikovatelný.

Motivace pro zavedení

Požadavky procesu na ohřev proudů nebo výrobu páry.

Referenční jednotky realizace

V každé rafinérii je velký počet pecí a kotlů různé velikosti.

3.1.3.7 Příprava napájecí vody pro kotle (BFW) a její opětovné použití

Technické postupy, které by měly být uvažovány jako důležité pro proces přípravy napájecí vody, jsou shrnuty v těchto bodech:

1. Zásobní tank kondenzátu je vybaven čidlem na zjišťování přítomnosti ropných látek (olejů) a zařízením na odstraňování olejů.
2. K zábraně koroze v systému páry a systému kondenzátu je kyslík a oxid uhličitý odstraňován v deaerátoru a do napájecí vody jsou přidávány sloučeniny pohlcující kyslík a inhibitory koroze. Pro další úpravu napájecí vody jsou přidávány dispergující látky, alkálie a někdy i látky tlumící pěnění.
3. Jsou minimalizovány ztráty tepla unášením tepla spaliny (nespálené složky, H_2 , CO), nespálenými zbytky (nedopalem), unášením tepla popelem a struskou a ztráty tepla sáláním.
4. Předehřívání vody vstupující do kotle nebo do aerátoru odpadním teplem.
5. Snížením spotřeby energie na přípravu napájecí vody.
6. Postupy přípravy napájecí vody: běžný postup přípravy je založen na použití měničů iontů, mikrofiltraci a reverzní osmóze. Na rozdíl od procesu využívajícího výměny iontů, membránové procesy neprodukují odpadní soli s vysokým obsahem solí. Při výběru metody přípravy by měly být preferovány postupy, při nichž vznikají recyklovatelné odpady (např. železitý kal). Přednostně by měly být používány netoxické pomocné chemikálie, které jsou biologicky rozložitelné. Čiřicí prostředky by měly obsahovat minerální oleje. Použití chemikálie by neměly obsahovat organické sloučeniny chloru nebo je obsahovat jen v minimálním množství. Neměly by být vůbec používány následující typy sloučenin: EDTA (a homologické sloučeniny) a jeho soli, aminopoly-karbonové kyseliny a jejich soli (aminopolycarbonic acids and their salts), metalo-organické sloučeniny, chromany, dusitany, organické polyelektrolyty s obsahem monomeru vyšším než 0,1 %. Odpadní vody z přípravy napájecí vody by měly být čistěny v dobře navržené čistírně odpadních vod zejména v případě, kdy regenerační roztoky obsahují velká množství NH_3 pocházející z regeneračního cyklu měničů iontů. [317, EIPPCB, 2002].
7. Doporučuje se tento postup úpravy napájecí vody: dobrý postup úpravy je založen na řízení reakcí s kyslíkem: do vody je přidán amoniak, aby hodnota pH byla zvýšena na hodnotu odpovídající alkalické oblasti. Pak jsou dávkována malá množství kyslíku. Při použití tohoto postupu není nutné přidávat hydrazin, který je pokládán za karcinogenní sloučeninu. Současně klesá spotřeba amoniaku. Dalším přínosem tohoto postupu je vytváření vrstvy magnetitu a hematitu na vnitřním povrchu potrubí. Tato vrstva má nízkou drsnost, čímž snižuje tlakovou ztrátu potrubí a tím spotřebu energie na čerpání napájecí vody. Odpadní vody z okruhu napájecí vody musí být neutralizovány a předány ke zpracování do dobře navržené čistírny odpadních vod [317, EIPPCB, 2002].
8. Použití opakovaného přehřevu páry.

Dosažené přínosy v ochraně životního prostředí

Napájecí voda má velmi nízký obsah polutantů. Nejdůležitějším přínosem z hlediska ochrany životního prostředí je snížení skutečné spotřeby vody opakovaným použitím napájecí vody.

Vliv na ostatní složky životního prostředí

V případě, kdy jsou použita činidla potlačující pěnění, je nutné odpadní vodu biologicky čistit.

Provozní údaje

Napájecí voda by neměla být používána jako procesní voda pro odsolování.

Aplikovatelnost

Je-li napájecí voda recyklována a zpravidla vracena do deaerátoru nebo do výměníků na přehřívání napájecí vody. V některých případech tento postup není schůdný z ekonomických důvodů, protože sběrný zásobník kondenzátu a deaerátor jsou umístěny na různých místech výroby.

Ekonomika

Výběr zdroje vody pro přípravu napájecí vody je ovlivněn místními specifickými podmínkami.

Motivace pro zavedení

Příprava napájecí vody je nezbytná pro provzovávání kotlů na výrobu páry.

Referenční jednotky realizace

Příprava napájecí vody je procesem, který je do jisté míry zaveden v každé rafinérii.

3.1.3.8 Plynové turbíny

Popis plynových turbin je možné najít v dokumentu BREF Large Combustion plants [317, EIPPCB, 2002]. Dále jsou uvedeny některé technické postupy a technická opatření, která mohou být využita ke snížení emisí do ovzduší při provozování turbin:

- vstřikování páry,
- použití odpadních plynů jako spalovacího vzduchu pro turbíny,
- optimalizace přeměny energie páry na elektrickou energii (nejvyšší možný tlakový rozdíl, s nímž pracuje turbína, výroba páry s vysokou teplotou a vysokým tlakem, několikanásobné přehřívání páry).
- Použití turbin s vysokou účinností, např. optimalizovaných konstrukcí turbin, použití nejnižšího technicky dosažitelného výstupního tlaku protitlakých turbin.
- *Další technická opatření, jako např. použití suchých hořáků s nízkou produkcí NO_x, jsou uvedena v jiných částech BREF*

Dosažené přínosy v ochraně životního prostředí

Tabulka shrnuje údaje o dosažitelných úrovních emisí při použití technik uvedených výše.

Tabulka 12: Očekávané emise z plynových turbin optimální konstrukce

Polutant	Plyn ¹ v g/GJ (mg/Nm ³)	Kapalné rafinérské palivo ² (mg/Nm ³)
CO	(<30)	<50
CO ₂	n.a.	n.a.
NO _x (jako NO ₂) při 15 % O ₂	15 - 130 ³ (30 - 200) 240 - 700 ³ bez primárních opatření	200 s nastřikováním vody
Prachové částice při 15 % O ₂	(<2)	bez zachycování se zachycováním
SO _x (jako SO ₂)	n.a.	n.a.

¹ Nižší hodnota odpovídá spalování zemního plynu
² Plynový olej/tryskový olej
³ Rozsah závisí na typu turbíny

Vliv na ostatní složky životního prostředí

Nastříkávání páry zvyšuje emise CO a uhlovodíků. Pára by měla být vyráběna pouze v případech, kdy není v rafinérii dostatek páry.

Aplikovatelnost

Postup plně aplikovatelný.

Ekonomika

Příklad nastříkávání vodní páry do jednotky s výkonem výroby elektrické energie 85 MW. Neřízené emise NO_x byly 500 mg/Nm³ při 15 % O₂. Snížení emisí na 50 - 80 mg/Nm³ při 15 % O₂. Investiční náklady (1998) byly 3,4 milionů EUR (včetně nákladů na produkci páry). Provozní náklady: 0,8 milionů EUR (excluding capital charge).

Motivace pro zavedení

Postup výroby elektrické energie.

Referenční jednotky realizace

V rafinériích existuje mnoho příkladů aplikace. Mnoho rafinérií má nebo v současné době instaluje turbínu pracující v kombinovaném cyklu (CCGT) projektovanou pro výrobu páry a elektrické energie pro potřeby rafinérie. Důvodem výstavby je zpravidla náhrada celých starších jednotek osazených staršími typy kotlů vytápěných topnými oleji nebo jejich částí, aby byly sníženy výrobní náklady a snížena závislost rafinérie na jiných výrobcích elektrické energie.

3.1.3.9 Kogenerační jednotky (Cogeneration plants CHP)

Dosažené přínosy v ochraně životního prostředí

Hodnoceno pro soustavu rafinérie / externí výrobce energie (OPG), instalace kogenerační jednotky snižuje jak spotřebu energie, tak emise CO₂. U externího dodavatele energie se zavedení projeví poklesem spotřeby paliv a s tím souvisejících emisí, v samotné rafinérii však může spotřeba paliv i produkce emisí vzrůst. Rafinérii, která je zásobována energií a parou jen z vlastních zdrojů (nenakupuje energii a teplo z externích zdrojů), může použití kogenerační jednotky přinést zisk. V tomto případě se úspora spotřeby paliv a snížení emisí projeví plně v režimu rafinérie.

Vliv na ostatní složky životního prostředí

Žádný vliv na ostatní složky životního prostředí nebyl pozorován.

Provozní údaje

Většina typů turbin vyžaduje použití stabilní směsi topných plynů, aby byla zajištěna stabilita spalovacího procesu. Turbiny jsou zpravidla projektovány pro spalování zemního plynu. Složení rafinérského topného plynu však kolísá v širokých mezích, zejména, je-li produkován nadbytečný vodík, což jsou případy, kdy je jednotka hydrogenačního zpracování přechodně odstavena a vodík, který je v ní jinak spotřebováván, je veden do systému rafinérského topného plynu. Tyto problémy však mohou být překonány až do obsahu vodíku v topném plynu okolo 70 %.

Aplikovatelnost

Postup je obecně aplikovatelný. Princip současné výroby elektrické energie páry může být použit i na kotle spalující kapalná paliva. Kotle mohou být projektovány na výrobu vysokotlaké páry, jejíž tlak je pak snížen průchodem expanzní turbínou vyrábějící elektrickou energii. V kogeneračních jednotkách může být ke zvýšení účinnosti instalován kotel na odpadní teplo (ekonomizér) a optimalizace poměru vzduch-palivo.

Motivace pro zavedení

Výroba elektrické energie a páry pro použití v rafinérii nebo mimo ni.

Referenční jednotky realizace

Řada rafinérií již používá nebo v současné době staví jednotky pracující v kombinovaném cyklu (CCGT) nebo jednotky kogenerační (CHP). Cílem je zajištění výroby páry a elektrické energie pro rafinérii. Důvodem výstavby je zpravidla náhrada celých starších jednotek nebo některých součástí starších jednotek vytápěných kapalnými palivy s cílem snížit výrobní náklady a snížit závislost na externích dodavateli elektrické energie.

3.1.3.10 Zplyňování těžkých olejů a koksu (IGCC)

Integrovaný kombinovaný cyklus zplyňování (integrated gasification combined cycle IGCC) je dalším použitelným technickým postupem. Jeho cílem je výroba páry, vodíku (není vždy zavedena) a elektrické energie z širokého sortimentu málo hodnotných paliv při vysoké dosažitelné účinnosti.

Dosažené přínosy v ochraně životního prostředí

Syntézní plyn získávaný touto metodou obsahuje 0,01 - 0,05 % síry a může být použit jako rafinérský topný plyn, pro výrobu vodíku, nebo pro chemické zpracování. Odpadající voda obsahující částice sazí je filtrována a filtrační koláč je spalován za řízených podmínek. Proces je v principu autothermní, protože teplo produkované spalováním postačuje na odpaření vody z filtračního koláče sazí.

Proces IGCC je vysoce integrovaným a účinným procesem, který může být využit k výrobě elektrické energie, vodíku a vodní páry. Navíc je tento postup přijatelným řešením pro likvidaci těžkých zbytků a surovin, dokonce i rafinérských kalů, za předpokladu, že tvoří méně než 1 % nástřiku. Instalací systému čištění horkého plynu je možné zvýšit účinnost systému a snížit výrobní náklady. Dosažitelné úrovně emisí do ovzduší jsou: SO_2 50 mg/Nm³, NO_x 65 mg/Nm³ při 3 % O_2 , prachových částic 5 mg/Nm³ a oxidu uhelnatého 10 - 30 mg/Nm³.

Emise z jednotky IGCC jsou významně nižší než emise z klasické jednotky na výrobu páry a elektrické energie. Emise SO_2 z rafinérie mohou být sníženy o 80 %, emise CO_2 však vzrostou.

Použití vedlejších produktů a zbytkových proudů k zajištění paliv pro rafinérii je nejen efektivní z ekonomického hlediska, ale i účinné z hlediska environmentálního, protože při procesu jsou využívány proudy, které by jinak byly obtížným odpadem, který by byl spalován bez získávání energie v bezpečnostních hořácích.

Vliv na ostatní složky životního prostředí

V některých případech vznikají obtíže se spalováním vyráběného nízkokalorického plynu. Odpadní vody jsou obvykle předávány do čistírny odpadních vod rafinérie. Mohou obsahovat značná množství kovů, V, Cr nebo Ni a polyaromatické uhlovodíky.

Provozní údaje

Jednotka zplyňování spotřebovává 1 800 – 4 900 kWh na 1 t elektrické energie a 1 140 kg páry na 1 t. Produkované saze obsahují okolo 50 - 75 % hmot. V_2O_5 zbytku a mohou být prodávány jako surovina pro výrobu kovů. Jednotka IGCC je také vybavena obslužnými procesy, okruhem chladicí vody (smíšený systém s otevřeným okruhem chlazení mořskou vodou pro velké výroby a uzavřeným okruhem se zařazením čištění pro ostatní uživatele), přípravou demineralizované vody, vzduchu, dusíku, vody a rozvodem topného plynu, hasicím zařízením, bezpečnostními hořáky, skladováním, rozvodem elektrické energie, budovami, atd.

IGCC je technickým procesem s vysokou flexibilitou umožňující pružné spouštění, odstavování a přechod na režim s nízkým výkonem, podle propojení jednotlivých sekcí. Obecně je možné říci, že systémy využívající výměníky tepla mají vyšší účinnost než systémy používající k chlazení vstřikování vody (quench). Investiční náklady na výstavbu jednotek s výměníky tepla jsou však vyšší. U výměníků existuje nebezpečí tvorby úsad na výměnných plochách. Při manipulaci s filtračním koláčem sazí je nutné vyloučit jeho rozprašování (přesto, že obsahuje 80 % vody), protože tento zbytek má toxické vlastnosti.

Aplikovatelnost

Tento postup je alternativní možností k odstraňování síry z ropných frakcí hydrogenačním zpracováním. Při normálním provozu zplyňovacího reaktoru může být v jednotce IGCC převeden prakticky libovolný zbytek (atmosférický zbytek, vakuový zbytek, dehty z visbreakingu a tepelného krakování, atd.) na teplo a elektrickou energii. Nástřik může mít vysoký obsah síry.

Ekonomika

Tabulka 13: Ekonomické údaje o dvou jednotkách IGCC v evropských rafinériích

Kapacita rafinérie	5	Mt za rok
Některé charakteristiky rafinérie		
Používané palivo	120000 kapalné 180000 plynné	t / rok
Produkováný objem spalin	$1,68 \cdot 10^9$	Nm ³ / rok
Emise SOx (jako SO ₂) před instalací IGCC	5000 (pro kapalné palivo s obsahem 3 % S)	mg/Nm ³
Zátěž emisemi SOx	8400	t / rok
Účinnost procesu měřená obsahem síry v plynném palivu	0,01	%
Investiční náklady	200-400	milion EUR
Provozní náklady	20-40	milion EUR / rok

Výkon jednotky IGCC	280	MW
Čistá účinnost kogenerační jednotky	47,2	%
Investiční náklady	648	milionů €
Charakteristiky suroviny	Hustota: 1,05 -1,1	kg/dm ³
	Viskozita: 100-3500	cts při 150 °C (?)
	Síra: 3,5-7	%
	Kovy: 300-800	ppm
	Výhřevnost: 8800-9200	kcal/kg

Referenční jednotky realizace

Koncepce IGCC je zcela novou technologickou koncepcí jednotek na výrobu elektrické energie. Hlavními součástmi zařízení IGCC jsou: zplyňování, oddělování plynů, čištění plynů a kombinovaný cyklus. Tyto technologie jsou známy již z dřívější doby, ale v minulosti byly provozovány odděleně při nejrůznějších aplikacích s různými surovinami. Integrace procesů ("I" ve zkratce IGCC) je však poměrně dávnou myšlenkou (koncepcí). Zplyňování olejů je aplikováno již dlouhou dobu. Zplyňování zbytkových frakcí, jak se provádí v procesu IGCC, je však postupem poměrně novým. V evropských rafinériích pracují již nejméně 4 jednotky IGCC a další jsou ve stadiu projekce nebo výstavby. Zplyňování uhlí je také procesem novým, založeným na koncepci IGCC, ale několik jednotek je již v provozu.

3.1.3.11 Kotle s fluidní vrstvou

Alternativní metodou likvidace těžkých ropných zbytků a petrolejového koksu je jejich spalování v kotli s fluidní vrstvou, do které je dávkován vápenec pro zachycování síry.

Dosažené přínosy v ochraně životního prostředí

Při procesu je zachyceno okolo 90 % síry přítomné v palivu a asi 50 % vápníku obsaženého ve vápenci je využito na zachycení síry.

Vliv na ostatní složky životního prostředí

Vznikající síran vápenatý spolu s nezreagovaným oxidem vápenatým s absorbovaným niklem a vanadem z použitého paliva jsou odebírány z kotle jako tuhý zbytek, který může být použit jako směs na úpravu vozovek nebo ukládán na skládku.

Uvedený postup spalování má však nižší stupeň zachycení síry než zplyňování a neposkytuje možnost vyrábět vodík. Z hlediska ochrany životního prostředí se mohou objevit námitky proti těžbě a dopravě vápence a ukládání tuhého odpadu. Z uvedených důvodů je zplyňování z dlouhodobého hlediska procesem perspektivnějším.

Aplikovatelnost

Spalování v kotli s fluidní vrstvou může navazovat na jednotky rozpouštědlového odasfaltování a pozdrženého koksování a může být ekonomicky výhodné pro rafinérie vybavené jednotkou FCC, pokud mají nedostatek topné páry a elektrické energie.

Ekonomika

V typických případech je tento proces levnější než zplyňování.

Motivace pro zavedení

Snížení produkce tuhých odpadů.

3.1.4 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“

Kapitola věnovaná BAT odráží skutečnost, že z hlediska ochrany životního prostředí v sektoru rafinérií ropy a závodů na zpracování zemního plynu jsou klíčovým problémem emise do ovzduší. V kapitole je uvedeno více než 200 technických postupů a technických opatření uvažovaných pro sektor rafinérií jako BAT z hlediska ochrany životního prostředí. Všude, kde to bylo možné, jsou uvedeny u jednotlivých postupů i hodnoty spotřeb energií a surovin, úrovně emisí a hodnoty účinnosti zachycování emisí.

Vzhledem ke složitosti výrobních jednotek v těchto sektorech průmyslu, ke složité struktuře surovin, k četným vedlejším efektům, které je nutné respektovat, a rozdílům ve vnímání environmentálních rizik, nebylo snadné zvolit vhodnou strukturu členění kapitoly - např. nejsou klasifikovány cíle ochrany životního prostředí ani cesty, které k dosažení cílů mohou být použity, protože na tyto problémy neměla pracovní skupina TWG jednotný názor. Vždy se projevila skutečnost, že významnou úlohu v řešení mají místní specifické podmínky.

Mezi mnoha aspekty ochrany životního prostředí, které jsou zahrnuty v dokumentu BREF, je nutné zdůraznit následujících pět, které mají z hlediska ochrany životního prostředí patrně největší význam:

- zvýšení energetické účinnosti rafinérie,
- snížení emisí oxidů dusíku,
- snížení emisí oxidů síry,
- snížení emisí těkavých organických sloučenin (VOC),
- snížení kontaminace vody

3.1.4.1 Cílem zavádění BAT je zvýšení energetické účinnosti rafinérie

Z výměny a zpracování informací vyplynulo zjištění, že jedním z nejdůležitějších cílů zavádění nejlepších dostupných technik (BAT) v sektoru je zvýšení energetické účinnosti, jehož přímým důsledkem je snížení emisí všech polutantů ovzduší. Při zpracování údajů bylo vybráno asi 32 technických postupů a opatření umožňujících zvýšit energetickou účinnost rafinérií. Na základě shromážděných informací však nebylo možné rozhodnout, jak jednotlivé metody přispívají ke zvýšení energetické účinnosti rafinérie. Jsou uvedeny jen některé údaje hodnoty tzv. Solomonova indexu pro deset evropských rafinérií. Energetickou účinnost rafinérií je možné zvýšit zavedením dvou typů opatření:

- zvýšením energetické účinnosti jednotlivých procesů nebo aktivit,
- zvýšením propojení tepelných systémů jednotlivých jednotek v rafinérii, jehož důsledkem je zvýšení využití tepla.

Rafinérie je složena z mnoha jednotlivých procesních jednotek. Na emise může mít významný vliv i způsob, kterým jsou jednotky vzájemně propojeny v systému rafinérie. Účelně propojená rafinérie může dosahovat relativně nízkých hodnot celkových emisí polutantů. Při výběru BAT je nutné respektovat oba aspekty problému, a to jak environmentální účinnost jednotlivých jednotek, tak

environmentální účinnost rafinérie jako celku. Tato sekce shrnuje údaje o environmentální účinnosti rafinérie jako celku. Zahrnuje výběr BAT pro sektor Mineral Oil Refineries and Natural Gas Plants, a to postupy pro environmentální řízení rafinérií a snižování emisí do ovzduší, emisí do vody a snižování produkce tuhých odpadů v obecném smyslu (v horizontální poloze). Na obsahu této kapitoly se odráží skutečnost, že v rafinériích mají největší význam z hlediska ochrany životního prostředí emise do ovzduší.

3.1.4.2 Snižování emisí do ovzduší

Snížení celkových emisí do ovzduší je v praxi zpravidla výsledkem kombinace dvou typů opatření: opatření ke zvýšení environmentální účinnosti a šetrnosti jednotlivých jednotek a činností (např. zvýšení účinnosti jednotky na výrobu síry, použití způsobů spalování s nízkou produkcí NO_x); opatření směřujících k snížení emisí systému celé rafinérie (např. zvýšení energetické účinnosti, řízením struktury a spotřeby paliv, bilancováním síry). V jednáních se však nepodařilo dosáhnout jednotného názoru na to, v jakém rozsahu by se měly pohybovat souborné hodnoty emisí do ovzduší odpovídající aplikaci BAT. Důvody pro to jsou: a) odlišné představy o rozsahu emisí z jednotlivých procesů; b) odlišné představy o souborných hodnotách emisí z rafinérie jako celku (např. zda hodnotit emisní koncentrace nebo celkové zátěže životního prostředí, zda hodnotit emise denní či roční, nejednotnost byla i v tom, které procesy mají být zařazeny či vyloučeny pro vyhodnocení); c) rozsah, v němž se připouští flexibilita řešení; d) závažnost hodnot z hlediska ochrany životního prostředí (např. jak mají být nastaveny souborné hodnoty emisí); e) variabilní struktura rafinérií v Evropě (rafinérie jednoduché struktury a rafinérie složité struktury, rafinérie ropy univerzálního typu a rafinérie specializované, 100% použití topného plynu a použití vysokého podílu kapalných paliv, typ zpracovávané ropy, atd.).

BAT by měly zahrnovat:

- zvýšení energetické účinnosti (snížení znečištění ovzduší polutanty produkovanými při spalovacích procesech) zvýšením stupně využití tepla a stupně regenerace tepla uvnitř rafinérie, použitím technických postupů úspor energie a využitím optimalizací výroby i využití energie. Pro kvantitativní hodnocení účinnosti využití energie byly doporučeny tři metody (viz podkapitola 3.1.3). Účelné použití těchto údajů může iniciovat soutěž mezi výrobními jednotkami, jejímž výsledkem je identifikace možných oblastí zlepšení existujícího stavu při respektování rozdílů mezi jednotlivými výrobními jednotkami. TWG uvádí údaje o indexu EII pouze pro deset rafinérií ze států EU+. Údaje hodnot tohoto indexu dokazují, že hodnota indexu se v rafinériích v celém světě mění od 55 do 165. Nižší hodnoty odpovídají rafinériím provozovaným s vyšším stupně využití energie. Údaje uvedené pro deset rafinérií v státech EU+ se pohybují v rozsahu mezi 55 až 94, všechny údaje s výjimkou jednoho jsou pod hodnotou odpovídající celosvětovému průměru (92). Nižší hodnoty jsou typicky dosahovány v rafinériích, kde místní specifické podmínky dovolují prodávat nízkoteplotní odpadní teplo mimo rafinérii. Pracovní skupina TWG došla k názoru, že pro srovnávání energetické účinnosti rafinérií bude nezbytné vypracovat standardizovanou metodu výpočtu energetické účinnosti rafinérií.
- Použit technické postupy vybrané jako BAT aplikovatelné na systémy výroby energie, na katalytické krakování a koksování.

3.1.4.3 BAT pro vysokou úroveň provozní praxe a environmentálního řízení rafinérie

Řada metodik řízení spadajících do oblasti environmentálního systému řízení (EMS) je součástí BAT. Jsou to především technická opatření umožňující trvale zvyšovat environmentální účinnost rafinérie. Tato opatření jsou prostředkem pro zajištění, přijetí a plnění postupů BAT, která, ačkoliv jsou často velice přízemní, jsou důležitá. Postupy dobré každodenní provozní praxe a metody řízení výroby často snižují úniky emisí.

Součástí BAT je účinný metodický systém řízení označovaný jako EMS:

- sestavování a publikaci ročních zpráv ochrany životního prostředí. Zpráva slouží současně i jako prostředek přenosu dobrých zkušeností a úspěšných metodik ochrany životního prostředí do jiných podniků, je tedy prostředkem výměny informací (Art. 16 Directive). Ověření externí organizací může důvěryhodnost zprávy zvýšit.
- sestavování ročních plánů zlepšení ochrany životního prostředí a rozesílání tohoto plánu všem zainteresovaným zájemcům. Plán zajišťuje trvalé zlepšování ochrany životního prostředí.
- využívání praxe pravidelného stanovování cílových hodnot spotřeby energie, úspor energie a emisí do ovzduší (SO₂, NO_x, VOC a prachových částic), látek vypouštěných do vod a produkce tuhých odpadů. Součástí stanovování cílových hodnot pro zvýšení účinnosti využití energií může být i vnitřní program zvyšování energetické účinnosti nebo vnitropodnikové či externě pořádané kursy a výcvik zaměřený na využití energie. Cílem těchto aktivit je trvalé zvyšování účinnosti využití energie.
- vydávání ročních zpráv o bilanci síry s uvedením vstupů, výstupů ve formě emisí a ve formě produktů (včetně produktů nízké ekonomické hodnoty a produktů neodpovídajících specifikaci, s uvedením jejich dalšího použití a osudu).
- zvýšení stability režimu jednotek Zavedení moderních metod řízení a snížení frekvence výskytu poruchových stavů, s čímž souvisí snížení podílu doby provozu při zvýšené produkci emisí (např. odstavování a najíždění jednotek)
- Zavedení účelného systému údržby a čištění.
- Přijetí programů výchovy zaměstnanců k environmentální zodpovědnosti zahrnujících i programy školení.
- Zavedení systému monitorování. Program monitorování spojený se systémem zpracování měřených údajů umožňuje omezovat emise. Podrobnější informace o systému monitorování je uvedena v dokumentu BREF Monitoring. Některé základní prvky monitorování jsou:
 - kontinuální monitorování proudů velkého průtoku, v nichž se významně mění koncentrace polutantů,
 - periodické monitorování nebo stanovování základních parametrů proudů málo proměnného složení,
 - pravidelná kalibrace měřicích přístrojů, periodická kontrola správnosti funkce měřicích přístrojů porovnáním s nezávislým měřením.

3.2 Výroba papíru a celulózy

3.2.1 Úvod

Papír je v podstatě list vláken s řadou přidaných chemikálií, ovlivňujících vlastnosti a kvalitu listu. Vedle vláken a chemikálií vyžaduje výroba papíru také velké objemy provozní vody a energii ve formě elektřiny a tepla z páry. Z toho vyplývá, že hlavní environmentální záležitosti, spojené s výrobou

vláknin (buničin) a papíru se týkají emisí do vody, emisí do ovzduší a spotřeby energií. Očekává se, že odpad bude nabývat stále většího environmentálního významu.

Papírenský průmysl je složité odvětví skládající se z mnohastupňového výrobního procesu a vyrábějící řadu různých produktů. Široká škála použitých surovin, procesy, užité pro výrobu buničiny a papíru však mohou být rozloženy na velký počet jednotkových operací, aby je bylo možno diskutovat. Referenční dokument (BREF) obsahuje úvodní část a pět hlavních částí:

- výroba buničiny sulfátovým procesem
- výroba buničiny sulfitovým procesem
- výroba mechanických a chemi-mechanických vláknin
- zpracování recyklovaných vláken
- výroba papíru a související procesy

3.2.2 Spotřeba energie

3.2.2.1 Sulfátová buničina

Převážná část tepelné energie je spotřebována pro ohřev různých kapalin, plynů a odpařování vody. Používá se i k urychlení a řízení chemických reakcí. Elektrická energie se spotřebovává převážně při dopravě materiálu (čerpání) a pro provoz papírenského stroje (pouze v integrovaných podnicích). Výroba bělené sulfátové buničiny spotřebuje kolem 10-14 GJ/t tepelné energie (nezahrnuje páru pro výrobu elektrické energie). Spotřeba elektrické energie se pohybuje mezi 600-800 kWh/t, včetně sušení buničiny. Spotřeba energie pro sušení buničiny činí kolem 25% elektrické energie. Téměř 50% elektrické energie se používá k čerpání.

Spotřeba energie závisí na uspořádání procesu, výrobním zařízení a účinnosti řízení procesu. Následující tabulka shrnuje průměrnou spotřebu energie ve formě tepla (mimo tepla pro výrobu elektřiny na odběrových turbinách) a elektřiny v některých neintegrováných a integrovaných celulózkách.

Tabulka 14: Průměrná spotřeba energie ve švédských celulózkách a papírnách v r.1995 [SEPA report 4712]

Druh buničiny a papíru	Tepelná energie [GJ/t]	Elektrická energie [kWh/t]
Neintegrováná výroba bělené sulfátové buničiny	14,4	760
- z toho dodávka z vnějších zdrojů	1,2	0
Výroba nebělené sulfátové buničiny s integrovanou výrobou lepenky	16,4	959
- z toho dodávka z vnějších zdrojů	1,5	388
Bělená sulfátová buničina s integrovanou výrobou nenatíraného bezdřevého papíru	17,5	1218
- z toho dodávka z vnějších zdrojů	3,5	706

Z dostupných údajů pro švédské celulózky jsou v předcházející a následující tabulce [AEPA report 4712] shrnuty spotřeby energie a energetická bilance pro řadu různých podniků podle dílčích procesů. Je možné z nich určit procesy s největší spotřebou energie. Hodnoty ve Zprávě 4712 představují modernizovaný podnik jako je celulózka vybudovaná v sedmdesátých letech a poté modernizována. Nově vybudovaná či v současnosti modernizovaná stávající celulózka bude vykazovat pravděpodobně nižší hodnoty.

Tabulka 15: Průměrná spotřeba energie pro výrobu 243 000 t/rok nebělené sulfátové buničiny a integrovanou výrobu 250 000 t/rok lepenky.

Oddělení	Tepelná energie [MJ/t]	Elektrická energie [kWh/t]
Příprava dřeva	200	45
Varna	1700	64
Praní a třídění	0	45
Odparka	4000	21
Regenerační kotel	600	48
Pomocný kotel	0	23
Kaustifikace	0	14
Vápenná pec	1500	7
Ostatní, celulózka	2600	133
Celkem celulózka	10600	400
Příprava papíroviny	0	200
Papírenský stroj	5800	350
Celkem papírna	5800	550
Čistírna odpadních vod	0	9
Celkem na tunu papíru	16400	959

Tabulka 16: Energetická bilance pro výrobu 243 000 t/rok nebělené sulfátové buničiny a integrovanou výrobu 250 000 t/rok lepenky.

Oddělení	Tepelná energie [MJ/t]	Elektrická energie [kWh/t]
Celulózka		
Regenerační kotel, provozní pára	+14500	
Pomocný kotel (kúra), provozní pára	+2050	
Turbogenerátor	-2050	+571
Externí zdroj (teplo do váp. pece)	+1500	0
Spotřeba (včetně vápenné pece)	-10600	-400
Čistírna odpadních vod	0	-9
Přebytečná energie z celulózky	+5400	+162
Papírna		
Spotřeba	-5400	+550
Externí dodávka	0	+388
Celková externí dodávka	1500	388

Tabulka 17: Spotřeba energie pro neintegrovanou výrobu 250 000 t/rok bělené sulfátové buničiny.

Oddělení	Tepelná energie [MJ/t]	Elektrická energie [kWh/t]
Příprava dřeva	150	55
Varna	2050	65
Praní a třídění	0	55
Kyslíková delignifikace	400	45
Bělení	500	83
Příprava chemikálií pro bělení	70	6
Třídění bělené látky	0	40
Sušení buničiny	2850	105
Odparka	4100	30
Regenerační kotel	610	60
Energetický kotel	0	30
Kaustifikace	0	20
Vápenná pec (přímé teplo)	1500	10
Ostatní, celulózka	2170	136
Celkem celulózka	14400	740
Čistírna odpadních vod	0	20
Celkem na t buničiny	14400	760

Tabulka 18: Energetická bilance pro neintegrovanou výrobu 250 000 t/rok bělené sulfátové buničiny.

Oddělení	Tepelná energie [MJ/t]	Elektrická energie [kWh/t]
Regenerační kotel, provozní pára	+17500	
Energetický kotel(kůra), provozní pára	+3000	
Turbogenerátory	-2600	+650
Externí dodávka	+1200	0
Spotřeba (včetně vápenné pece)	-14400	-630
Čistírna odpadních vod	0	-20
Přebytek energie z celulózky (včetně odpadního tepla)	+4700	0
Celková dodávka externí energie	1200	0

Tabulka 19: Spotřeba energie pro integrovanou výrobu bělené sulfátové buničiny a 250 000 t/rok povrchově klíženého nenatíraného bezdřevého papíru.

Oddělení	Tepelná energie [MJ/t]	Elektrická energie [kWh/t]
Příprava dřeva	230	46
Varna	1800	55
Praní a třídění	0	46
Kyslíková delignifikace	400	38
Bělení	500	70
Příprava chemikálií pro bělení	70	5
Třídění bělené látky	0	34
Sušení buničiny	0	0
Odparka	3600	25
Regenerační kotel	600	51
Energetický kotel	0	25
Kaustifikace	0	17
Vápná pec	1300	8
Ostatní, celulózka	1900	115
Celkem celulózka	10400	535
Příprava papíroviny	0	250
Papírenský stroj	7100	420
Celkem papírna	7100	670
Úprava odpadních vod	0	13
Celkem na tunu papíru	17500	1218

Tabulka 20: Energetická bilance integrované výroby bělené sulfátové buničiny a 250 000 t/rok povrchově klíženého nenatíraného bezdřevého papíru.

Oddělení	Tepelná energie [MJ/t]	Elektrická energie [kWh/t]
Celulózka		
Regenerační kotel, provozní pára	+13800	
Energetický kotel, provozní pára (pouze vlastní kůra)	+2300	
Turbogenerátor	-2100	+512
Externí dodávka (vč. vápné pece)	+1300	+36
Spotřeba	-10400	-535
Úprava odpadních vod	0	-13
Přebytečná energie z celulózky (včetně odpadního tepla)	+4900	0
Papírna		
Spotřeba	-7100	-670
Externí dodávka	+2200	+670
Celková dodávka externí energie	3500	706

Jak je vidět z uvedených tabulek, jsou chemické celulózky energeticky intenzivními zařízeními, která spotřebovávají velká množství energie, ale současně vyrábějí vlastní páru a elektrickou energii využitím obnovitelných paliv. Moderní neintegrovane celulózky jsou tedy převážně energeticky soběstačné, protože efektivně získávají energii spalováním 50% vstupního objemu dřeva v regeneračním kotli (silný černý louh) a použitím kůry jako paliva v pomocném kotli. Druhotná energie z různých kroků procesu pak může být regenerována ve formě teplé a horké vody (40-80°C). Fosilní paliva jsou využívána jako podpůrná (např. olej ve vápné peci).

Konvenční uspořádání energetiky v neintegrovane sulfátce zahrnuje regenerační kotel a kotel na kůru pohánějící odběrovou turbínu s odběry páry v mezistupních a možnou kondenzací. Regenerační kotel slouží jako energetický zdroj, kde se spaluje silný černý louh a vyráběného tepla se využívá k výrobě vysokotlaké, přehřáté páry. Část energie přehřáté páry se využívá k výrobě energie v odběrové turbíně. Pára o středním tlaku z turbíny a nízkotlaká vycházející pára se používají k pokrytí potřebné tepelné energie při výrobě buničiny. Podíl elektřina/teplo je obvykle 0,2-0,3 [Finnish BAT report, 1997].

Zapáchající plyny se shromažďují a jsou spalovány převážně z ekologických důvodů neboť energetický efekt není žádný nebo jen nízký.

V integrované celulózce s papírnou není přebytek energie vyrobený celulózkou dostatečný k pokrytí spotřeby energie při výrobě papíru. Zvýšená spotřeba tedy musí být zajištěna kotlem na kůru a dřevo pomocným kotlem. Fosilní paliva se používají jako podpůrná v kotlích na kůru a kaly i jako základní palivo v pomocných kotlích.

Spotřeba energie ve špičkách je často zajištěna použitím menšího kotle na fosilní paliva. Kogenerační jednotky (CHP) založené na plynové turbíně v kombinaci s parním kotlem a parní turbínou jsou velmi účinné a několik jich již v Evropě bylo instalováno. CHP elektrárny se využívají při vysoké spotřebě papírny neboť poměr elektrický efekt/tepelný efekt je obvykle 0,8-0,9 [Finnish BAT report, 1997].

Dále jsou uvedeny některé další hodnoty spotřeby energie jednotlivých stupňů procesů v celulózkách:

- Rozmrazování spotřebuje kolem 30 MJ tepla ve formě horké vody nebo páry na 1 m³ zpracovávaného dřeva.
- Celková spotřeba energie při odkorňování je 7-10 kWh/m³ dřeva [Finnish report].
- Energie pro sušení buničiny (pouze pro buničinu komerční) může činit 3 GJ/tunu buničiny nebo asi 25% celkové spotřeby tepelné energie sulfátky a 15 – 20% spotřeby elektrické energie.
- Průměrná spotřeba elektrické energie při výrobě chemikálií pro bělení je uvedena v následující tabulce.

Tabulka 21: Průměrná spotřeba elektrické energie při výrobě chemikálií pro bělení, [Finnish BAT report].

Chemikálie a (kód stupně bělení)	Spotřeba elektrické energie [kWh/kg chemikálie]
Chlór dioxid (D)	10
Kyslík (O)	0,4
Ozón (Z)	10
Peroxid (P)	3,5
Alkálie (E)	1,6

Čistírna odpadních vod běžně spotřebovává energii [následující hodnoty jsou získány z Finnish BAT report, 1997]. Anaerobní úprava je za předpokladu využití vzniklého bioplynu spalováním výjimkou. Spotřeba elektrické energie se při čištění aktivovaným kalem pohybuje mezi 1,2- 2 kWh/kg sníženého BSK (provzdušnění a čerpání), což je ekvivalentní 1-1,5 kWh/m³. Množství energie spotřebované při filtraci závisí na tlakovém spádu na filtru. Například ultrafiltrace odpadní vody z natírání spotřebovává 3-5 kWh/m³. Odpařování při nízkém tlaku a použití mechanické rekompresy par spotřebuje 5-15 kWh/m³. Běžná specifická spotřeba energie na tunu bělené sulfátové buničiny se uvádí 3 kWh/t pro mechanické čištění a 46 kWh/t pro čištění odpadních vod z celulózky aktivovaným kalem.

3.2.2.2 Sulfitová buničina

V mnoha evropských zemích jsou informace o energetické bilanci celé celulózky a papírny veřejně špatně dostupné. V Evropě se používají různé systémy podávání zpráv. Do určité míry závisí energetické bilance též na místních podmínkách. Proto rozsahy spotřeby energie v celulózkách uvedené v následující tabulce by se měly brát pouze jako indikace přibližné potřeby provozního tepla a energie v sulfitových celulózkách s efektivním energetickým hospodářstvím. Další příklady sulfitových celulózky s efektivním energetickým hospodářstvím včetně specifických podmínek bude snad možné přidat do revidované verze dokumentu BREF.

Tabulka 22: Spotřeba energie spojená s použitím BAT pro různé typy výrob na tunu produktu [údaje od Jaakko Pöyry, 1998]

Typ závodu	Spotřeba provozního tepla (čistá) v GJ/t	Spotřeba energie (čistá) v MWh/t	Poznámky
Neintegrovaná celulózka na bělenou sulfitovou buničinu	16 – 18	0,7 – 0,8	
Integrovaný závod na výrobu bělené sulfitové buničiny a natíraného bezdřevého papíru	17 – 23	1,5 – 1,75	Na sušení papíru se spotřebuje více energie než na sušení buničiny
Integrovaný závod na výrobu bělené sulfitové buničiny a nenatíraného bezdřevého papíru	18 – 24	1,2 – 1,5	Plniva a povrchové klížení 10 – 30%
Poznámky: Jednotky lze převést z MWh na GJ podle rovnic: 1 MWh = 3,6 GJ a 1 GJ = 0,277 MWh			

3.2.2.3 Výroba mechanických nebo chemi-mechanických vláknin

Podobně jako v jiných papírnách a celulózkách i při výrobě mechanické vlákniny se vyrábí energie spalováním různých typů fosilních paliv nebo obnovitelného dřevěného odpadu. Mezi používaná fosilní paliva patří uhlí, rašelina, topný olej a zemní plyn. V typické integrované papírně, která používá mechanickou vlákninu, se vyrábí vysokotlaká pára v teplárně. Energie se částečně přemění na elektřinu v odběrovém turbogenerátoru a zbývající část se použije při sušení papíru. Teplárny spalující pevná paliva mají elektrostatické odlučovače pro odstranění popílku z kouřových plynů. Emise oxidu siřičitého se omezují používáním vybraných paliv. Podle místních podmínek se v evropských papírnách používá různé množství externě dodávané energie.

Měrná spotřeba energie ve výrobě mechanické vlákniny závisí na konkrétním procesu výroby vlákniny, vlastnostech suroviny a do velké míry na požadavcích kladených na kvalitu vlákniny z hlediska konečného výrobku. Hodnota odvodnitelnosti (Canadian Standard Freeness = CSF) charakterizuje odvodňovací vlastnosti vlákniny a používá se obvykle pro specifikaci kvality vlákniny. Nižší hodnota odvodnitelnosti indikuje pomalu se odvodňující vlákninu s vysokým stupněm fibrilace. Pro výrobu vlákniny s nižší odvodnitelností (lepší pevností) se zvýší příkon energie při broušení a rafinaci. Kromě odvodňovacích vlastností se příkonem energie řídí i distribuce dlouhých vláken a jemného materiálu v dané vláknině a měkkost vláken. Typ papíru a lepenky, ve kterých se mechanická vláknina používá, určuje požadavky na odvodňovací schopnost, bělost a jiné vlastnosti. Nejběžnějšími výrobky jsou dřevitý tiskový papír, např. LWC, magazínový SC papír (odvodnitelnost 20-60 ml CSF) a novinový papír (odvodnitelnost 80-150 ml CSF). Tyto vlákniny se též používají pro lepenku (odvodnitelnost 450-750 ml CSF), tissue (300 ml CSF) a komerční vložkovou vlákninu (700 ml CSF).

Pouze část mechanické práce vložené do brusu nebo rafiněru se použije na uvolnění vláken dřeva. Zbývající část vložené energie se přemění třením na teplo, jež lze zčásti získat zpět ve formě horké vody nebo páry, která se může použít pro sušení konečného produktu. Největší možnost zpětně získat energii z výroby mechanické vlákniny se omezuje na tu část procesu, která je vedena pod tlakem.

Množství rekuperovatelné energie není neměnným procentem z celkového příkonu energie, ale závisí na odvodnitelnosti (stupni mletí) vlákniny, protože např. vláknina s nižší odvodňovací schopností vyžaduje delší sekundární a terciární rafinaci za atmosférického tlaku. Typické hodnoty spotřeby energie a míra výtěžku rekuperovatelné energie v procentech jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 23: Spotřeba energie a získání energie zpět ve výrobě mechanické vlákniny [TEKES, 1997]. Spotřeba energie se týká absolutně vysušené (100%) vlákniny. Tato čísla udávají jen průměrná množství, která se mohou odchýlovat $\pm 10\%$ v důsledku místních podmínek a též kvůli nepřesnostem měření

Mechanická vláknina a odvodňovací schopnost, ml CSF	Spotřeba energie (kWh/t vlákniny)	Energie rekuperovatelná	
		jako horká voda [%]	jako pára [%]
GW 350-30	1100-2200	20	
PGW 350-30	1100-2200	30	20
PGW-S 350-30	1100-2300	30	20
RMP 350-30	1600-3000	30	20
TMP 400-30	1800-3600	20	40-45
CTMP 700-30	1000-4300	20	40-45

Tak například pro dřevovinu se spotřeba energie pohybuje od 1100 kWh/t při CSF 350 do 2000 kWh/t při CSF 40 se žádným zpětným získáním energie. Varianta PGW spotřebuje od 1300 kWh/t při CSF 300 do 2300 kWh/t při CSF 40, ale až 30% celkového příkonu energie lze získat zpět jako horkou vodu ve výměníku z horké suspenze vlákniny. Až 30 % energie lze získat zpět jako horkou vodu u RMP a až celkem 60-65 % u TMP ve formě horké vody a páry. Proces TMP, který pracuje s tlakem kolem 6 barů, produkuje až 2 tuny páry na tunu vlákniny nebo kolem jedné tuny páry na MWh spotřeby rafinátu. Množství získané páry obecně závisí na spotřebované měrné energii a činí 2 tuny na tunu vlákniny při tlaku 2-4 bary.

Proces TMP spotřebovává obecně více energie než výroba dřevoviny. Například, výroba dřevoviny používané pro výrobu papíru SC spotřebuje celkem asi 2200 kWh/t a pro výrobu novinového papíru 1600 kWh/t, zatímco TMP spotřebuje pro papír SC kolem 3600 kWh/t a pro novinový papír 2500 kWh/t.

3.2.2.4 Zpracování sběrového papíru (recyklovaných vláken)

Závody na výrobu papíru a lepenky vyžadují značné množství páry pro ohřívání vody, vlákniny, vzduchu a chemikálií na požadovanou provozní teplotu a především pro sušení papíru. Kromě toho jsou vyžadována velká množství elektřiny pro pohon zařízení, k čerpání, výrobě podtlaku, větrání a čištění odpadních vod. V papírnách je energie obvykle hlavním faktorem provozních nákladů. Protože sekundární vlákna již prošla zařízením přípravny látek, když se vyráběl původní papír, vyžaduje rozvlákňování sběrového papíru pro zpracování poměrně méně celkové energie, než je třeba pro chemické a zvláště mechanické rozvlákňování. Například v Holandsku byla zaznamenána průměrná měrná spotřeba elektřiny 322 kWh/t (při zanedbání rozdílu v měrné spotřebě elektřiny mezi zpracováním sběrového papíru se zesvětlováním a bez něj). Celková měrná spotřeba energie činí 10,9 GJ/t u papíren bez zesvětlování a 12,1 GJ/t u papíren se zesvětlováním (Dutch note on BAT, 1996).

V papírnách zpracovávajících sběrový papír si páru normálně vyrábí interně každá společnost. Elektřina se může, pokud je třeba, nakupovat z veřejné sítě. Papírny mají obvykle vyrovnanou potřebu páry a elektřiny, ze které vyplývá použití kogeneračních instalací pro kombinovanou výrobu tepla a energie (CHP). CHP kryje tyto potřeby energie současnou výrobou elektřiny a užitkového tepla (páry) a má značně vyšší celkový výtěžek (80-95 %) ve srovnání s "oddělenou výrobou", tj. výrobou tepla a nakupováním elektřiny (elektřina s výtěžkem cca 40 %). CHP papíren někdy vyrábějí více elektřiny, než je skutečně třeba na základě potřeby tepla. Tato nadbytečná elektřina může být dodávána do veřejné sítě.

V následující tabulce jsou uvedena podrobná čísla o spotřebě energie, požadované pro přípravnu látek zpracovávající sběrový papír, používaný pro tissue a novinový papír. Všechny údaje se vztahují na moderní zařízení a koncepty přípravny látek, konstruované pro vysoce kvalitní systémy. Hodnoty představují reálné příklady v nedávné době postavených konceptů přípravny látek. Normálně se vybrané koncepty procesu v jednotlivých papírnách do určité míry od sebe liší. Avšak hlavní stavební bloky systému potřebuje každá papírna zpracovávající sběrový papír. Do té míry mohou naznačit rozsah spotřeby energie, který je možné očekávat u těchto typů papíren zpracovávajících sběrový papír.

Tabulka 24: Skutečné příklady ze světa pro potřebu energie při výrobě tissue a novinového papíru ze sběrového papíru (údaje od firmy Valmet)

Používá se moderní zařízení. Všimněte si, že spotřeba energie závisí na použitých surovinách, uspořádání přípravných látek, instalovaném zařízení a vlastnostech výroby, kterých je třeba. Čísla zahrnují pouze přípravu látek, nikoli papírenský stroj.

	Linka tissue DIP (200 t/d)	Linka novinového papíru DIP (1000t/den)
Surovina	Staré časopisy/smíšený kancelářský odpad	Sběrový novinový papír/sběrové časopisy
Výtěžek	55 – 60 %	80 %
Celková měrná energie (odhad)	230 kWh/t vlákniny DIP ¹⁾	300 kWh/t vlákniny DIP ²⁾
Celková měrná nízkotlaká pára	0,3 t páry/t vlákniny DIP	0,3 t páry/t vlákniny DIP
Měrná spotřeba energie pro hlavní procesy		
Nakládací dopravník	1 kWh/t vlákniny DIP	0,4 kWh/t
Rozvlákňování pro vysokou konzistenci ¹⁾	39 kWh/t vlákniny DIP (rozvlákňování CHD včetně hrubého třídění)	16 kWh/t (bubnový rozvlákňovač)
Hrubé třídění	Nepožadováno	18,5 kWh/t
Cleaner MC	Čerpací energie	Čerpací energie
Odstraňování písku (cleaner)	Čerpací energie	Čerpací energie
Jemné třídění	17 kWh/t vlákniny DIP	22 kWh/t
Flotace I	18 kWh/t vlákniny DIP	33 kWh/t
Praní I	8 kWh/t vlákniny DIP	Bez praní
Diskový filtr (zahušťování)	Nepožadováno	1 kWh/t
Disperze (včetně zahušťovače)	55 kWh/t vlákniny DIP ²⁾	67 kWh/t ²⁾
Flotace rozpuštěným vzduchem	údaje neuvedeny (obtížné vypočítat v kWh/t vlákniny DIP)	údaje neuvedeny (obtížné vypočítat v kWh/t vlákniny DIP)
Flotace II	5 kWh/t vlákniny DIP	19 kWh/t vlákniny DIP
Praní II	10 kWh/t vlákniny DIP	Bez praní
Kalový lis	údaje neuvedeny (nejedná se o hlavní zařízení)	údaje neuvedeny (nejedná se o hlavní zařízení)
Všechna čerpadla	nejdou zahrnuta ³⁾	91 kWh/t ⁴⁾
Vysvětlivky:		
1. Normálně jsou hodnoty uvedeny jako instalované kW. Když se měrná spotřeba energie odvozuje od těchto čísel, je nutné přiblížit se skutečné situaci.		
2. Rozvlákňování CHD – nepřetržité rozvlákňování při vysoké konzistenci /Continuous High Density Pulping/. V řadě papírů se používá standardní dávková HD (vyšší spotřeba energie/higher energy demand)		
3. Tyto hodnoty představují spíše podprůměrná čísla. Pro lepší kvalitu není v některých papírech neobvyklá spotřeba až 70 – 80 kWh/t. Normálně se uvádí spotřeba elektriny pro zahušťování a dispergaci 85 – 90 kWh/t (viz níže uvedená čísla).		
4. U zařízení na přípravu látky pro tissue nejsou zahrnuta čerpadla a míchací zařízení		
5. Kromě čerpadel pro systém flotace jsou zahrnuta všechna čerpadla a míchací zařízení		

Při porovnávání čísel o spotřebě energie je třeba mít na paměti následující hlediska:

- Výtěžek procesu se liší hlavně podle surovin.
- Země a oblast, kde se sbírá papír značně ovlivňuje kvalitu surovin.
- Vzhledem ke špatné kvalitě sběrového papíru mohou být v některých papírnách zapotřebí dodatečné stupně v přípravě látek.
- Když se mluví o spotřebě energie, jsou obvykle zahrnuta pouze hlavní zařízení, tzn. že čerpadla a míchací zařízení nejsou součástí příslušného systému. Tyto "pasivní" provozní součásti nezlepšují kvalitu vlákniny, ale týká se jich spotřeba energie.
- Příspěvek čerpadel a míchacích zařízení k celkovému instalovanému výkonu může činit 20 až 30 %. Z hlediska energie jsou proto důležité koncepty procesu, které omezují počet čerpadel. Například pro novinový papír na bázi sběrového papíru činí v předcházející tabulce podíl čerpadel na celkové spotřebě energie 30 %.
- Periferní podsystémy pro vodu, kal a výplvy, jako je DAF, šnekový lis na výplvy nebo kalové

- lisy, také nejsou zahrnuta, protože nejsou považována za hlavní zařízení. Jejich spotřeba energie se musí k číslům přičíst.
- Je rozdíl mezi instalovaným výkonem (hlavní zařízení) a průměrnou potřebou energie, která se skutečně používá. Podle hrubého odhadu činí skutečně spotřebovaný výkon 70-75% instalovaného výkonu. Tento poměr se liší podle stupně procesu a dodavatelů zařízení.

V následujících dvou tabulkách jsou uvedena čísla o spotřebě a bilanci energie pro papírny, vyrábějící novinový papír ze 100% druhotných vláken. Spotřeba energie je rozdělena na teplo a elektřinu. Příklady se týkají švédské papírny s výrobní kapacitou 500 000 t/rok novinového papíru.

Tabulka 25: Spotřeba energie v integrované švédské papírně s výrobní kapacitou 500 000 t/rok novinového papíru ze zesvětlené vlákniny. Výchozí rok: 1995 (SEPA Report 4712-4, 1997)

Úsek	Procesní teplo (MJ/t)	Elektrická energie (kWh/t)
Příprava vlákniny		
Zesvětlování	200	175
Praní a třídění	0	50
Bělení	0	75
Příprava vlákniny celkem	200	300
Příprava látek	0	235
Papírenský stroj	5300	350
Papírna celkem	5300	585
Čištění odpadní vody	0	32
Měrná spotřeba energie na tunu papíru	5500	917

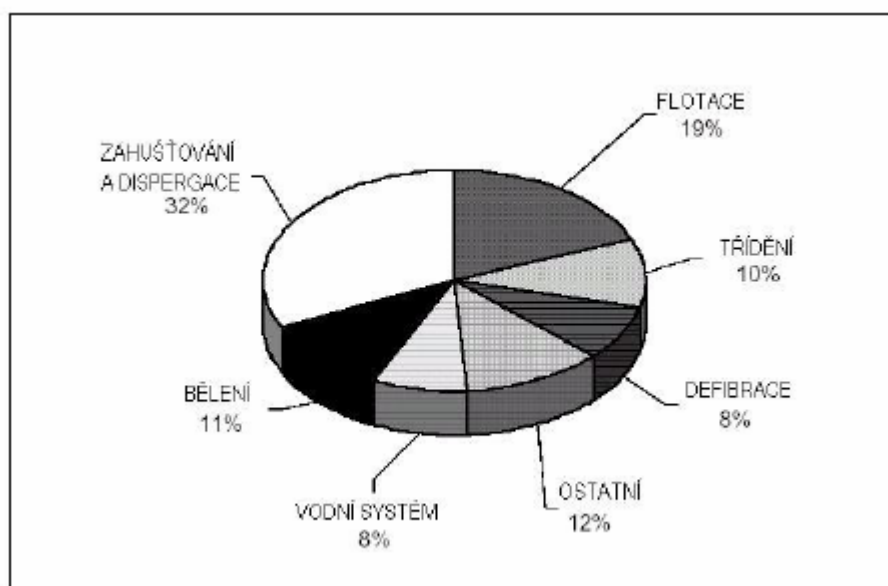
Tabulka 26: Vyrovnání energie u dvou integrovaných papíren vyrábějících novinový papír na bázi RCF s výrobní kapacitou 500 000 t/rok, resp. 250 000 t/rok. Výchozí rok: 1995 (SEPA Report 4712-4, 1997)

Úsek	Teplo (MJ/t)	Elektrická energie (kWh/t)
Příprava vlákniny		
Turbogenerátor	0	0
Externí dodávka	+ 200	+ 332
Spotřeba	- 200	- 300
Čištění odpadní vody	0	- 32
Přebytek energie z přípravy vlákniny	0	0
Papírna		
Spotřeba	- 5300	- 585
Externí dodávka	+ 5300	+ 585
Celková externí dodávka	5500	917

Spotřeba energie při zpracování druhotných vláken závisí v podstatě na projektovém řešení, druhu a počtu procesních kroků, které jsou zapotřebí pro dosažení určité kvality výrobku. Především zvýšení bělosti a omezení skvrn je spojeno se zvýšeným vstupem energie. Například německá papírna na výrobu novinového papíru s kapacitou pro zpracování 1900 tun sběrového papíru denně hlásila značné zvýšení spotřeby energie tím, že uvedla do provozu stupeň peroxidového bělení s dispergačním zařízením a přidavnou sekundární flotaci pro výrobu zlepšeného novinového papíru místo standardních druhů. Zatímco standardní zesvětlená látka spotřebuje cca 350 kWh/t a 250 t páry denně, bělená zesvětlená vláknina vyšší kvality vyžaduje 420 kWh/t. Je nutné vzít v úvahu, že nakupovanou elektřinu často vyrábějí elektrárenské společnosti při energetické účinnosti cca 38%. Takže pro výrobu požadované nakupované elektřiny pro zpracování sběrového papíru (t.j. 0,35-0,45 kWh/kg DIP) je vyžadována spotřeba primární energie 1 až 1,3 kWh/kg DIP.

Na následujícím obrázku je zobrazena měrná spotřeba energie na zpracování sběrového papíru v papírně vyrábějící novinový papír (Merkel, 1997). Flotace zahrnuje dva stupně; třídění zahrnuje primární a sekundární třídění; "ostatní" zahrnuje ventilaci, sušárnu pro část látky DIP, systémy čištění vody atd.; vodní systém nezahrnuje čištění vody; bělení se provádí v dispergačním zařízení

Obrázek 4: Měrná spotřeba energie na zpracování sběrového papíru v papírně vyrábějící novinový papír (Merkel, 1997)



Hodnoty spotřeby energie v jednotlivých stupních procesu ukazují, že asi jedna třetina se spotřebuje při zahušťování a dispergaci. Pro rozvlákňovací instalace byly uvedeny tyto rozsahy: tradiční rozvlákňovač 25-80 kWh/t, bubnový rozvlákňovač 15-20 kWh/t, sekundární rozvlákňovač 15-40 kWh/t (všechna čísla: UBA, 19/1994). Zahušťování před dispergací spotřebuje cca 30 kWh/t. Ohřev zanášky až na 90°C a provoz dispergačního zařízení vyžadují cca 60-100 kWh/t. Flotace potřebuje cca 27-33 kWh/t. Spotřeba energie pro flotaci závisí na počtu flotačních komor, provedení potrubí v papírně a druzích používaných vzduchových injektorů. Síťové lisy a šnekové lisy pro odvodnění vyžadují cca 10 kWh/t.

3.2.2.5 Výroba papíru a související procesy

Papírenský průmysl lze obecně popsat jako energeticky náročné odvětví. Energie představuje třetí největší nákladovou položku při výrobě papíru, dosahující přibližně 8% obrátu [DG XVII, 1992]. Je to v rozporu se skutečností, že o specifické spotřebě energie ve výrobě se publikuje méně informací než například o vodním hospodářství. Proto je poměrně obtížné získat kvalifikované informace o spotřebě energie související s výrobou různých druhů papíru o různé kvalitě, energeticky úsporných technologiích a metodách a využití energií v evropském papírenském průmyslu.

Procesy výroby papíru můžeme rozdělit na několik hlavních oblastí: příprava látky, mokrá část, sušicí část a natírání (není nutné). Tyto oblasti lze dále rozdělit na hlavní výrobní jednotky. Následující tabulka zachycuje úlohu energie v jednotlivých výrobních procesech a potenciál úspory energie v těchto fázích.

Tabulka 27: Úloha energie v hlavních fázích výroby papíru a zlepšovací potenciál [podle DG XVII, 1992; změněno EIPPCB]

Hlavní proces	Hlavní procesní jednotky	Druh a užití energie v každém procesu	Potenciál energetických úspor
Příprava látky	Rozvláknění	Do 60 kWh/t proudu pro rozvláknění suché buničiny	Mimý
	Čistění/třídění	Množství energie pro čerpání a ohřev látky závisí na počtu stupňů, potřebných pro daný druh vlákniny (RCF potřebuje více než primární); Pro primární látku cca 5 kWh/t	Velký
	Rafinace	Velmi energeticky náročné, proud pohání rotor rafinér. Sine závisí na požadovaných vlastnostech papíru; 100 – 3000 kWh/t	Mimý
Mokrá část	Formace a odvodňování	Užívá velký objem energie na pohon stroje a pro podtlakové procesy. Energeticky účinná konstrukce nátoky a dvousitého stroje vede k úsporám energie; Asi 70kWh/t je třeba pro vývěvy (podle druhu a porosity)	Mimý
Suchá část	Lisování	Není energeticky náročné samo o sobě, ale účinné odvodňování může přinést energetické úspory v sušení	Mimý
	Sušení	Vedle rafinace je energeticky nejnáročnější proces ve výrobě papíru; Tepelná energie	Velmi vysoký
	Klízicí lis a dousoušení	Tepelná energie pro sušení za klíž. lisem	Malý
	Kalandrování	Proud pro pohony a zalisování	Malý
Natírání	Natírání a sušení	Proud a teplo pro opětovné vysušení	Malý

Celková energetická náročnost (spotřeba) ve formě tepla (páry) a elektrické energie v neintegrované papírně na bezdřevý papír je uváděna [SEPA-report 4712-4, 1997] jako:

- provozní teplo: 8 GJ/t (= 2222 kWh/t)
- elektrická energie: 674 kWh/t14

Znamená to, že se spotřebují asi 3 MWh elektrické energie a páry na tunu výrobku. Pokud vezmeme v úvahu primární energetickou náročnost přeměny fosilních paliv na energii, potřebujeme celkově 4 MWh na tunu papíru.

Tato čísla se týkají modernizovaných papíren vybudovaných v sedmdesátých letech a postupně modernizovaných. Hodnoty zahrnují všechny fáze od rozvláknění suroviny po konečný papírový výrobek včetně potřebných obslužných částí. V případě výroby natíraného papíru se zahrnuje i spotřeba energie na nátěrový proces (předpokladem je papírna o roční kapacitě 125 000 tun natíraného bezdřevého papíru z komerční buničiny. Obsah pigmentu v papíru je 39% a vlhkost papíru 4,5%).

V následující tabulce jsou uvedeny podrobnější údaje o spotřebě energie ve formě páry a elektrické energie v takové neintegrované papírně na bezdřevý papír.

Tabulka 28: Spotřeba energie v neintegrované papírně na natíraný papír s výrobní kapacitou 125 000 tun za rok [SEPA-Report 4712-1, 1997]. Údaje o externích dodávkách představují celkový požadavek nakoupený z externích zdrojů, např. topná nafta, uhlí, plyn či elektřina.

Oddělení	Provozní teplo (MJ/t)	Elektřina (kWh/t)
Příprava látky	0	202
Papírenský stroj	8000	350
Kuchyně natírání	0	118
Výroba papíru celkem	8000	670
Čištění odpadních vod	0	4
Spotřeba na tunu celkem	8000	674
Turbogenerátor		0
Externí dodávka celkem	8000	674

Spotřeba elektřiny závisí do určité míry na druhu vyráběného papíru. Nejnižší hodnoty odpovídají balicímu papíru nebo materiálům na vlnité lepenky, který spotřebuje okolo 500 kWh/t, zatímco tiskový nebo psací papír spotřebuje mezi 700 -800 kWh/t. Energeticky nejnáročnější jsou některé speciální druhy papíru, až 5600 kWh/t, kdy se energie spotřebovává při intenzivnější rafinaci.

Podrobnější informace o spotřebě elektrické energie jsou uvedeny níže.

Provozní teplo se v papírenském průmyslu využívá zejména ke čtyřem účelům:

- **Ohřev vody a kapalin, dřeva nebo buničiny, vzduchu a chemikálií na provozní teploty.** Systémy buničiny a síťové vody lze často udržovat dostatečně teplé bez přídavku páry. Je to nutné z hlediska minimalizace používání čerstvé vody a zvyšování využití síťové vody z energetického hlediska. V neintegrováných papírnách se kromě přídavku teplé čerstvé vody musí často používat cirkulace síťové vody přes systém rekuperace tepla, aby se teplota v systému síťové vody udržela na dostatečné úrovni.
- **Odpařování vody.** Při výrobě papíru je jeho sušení energeticky nejnáročnější fází, během níž se spotřebuje velké množství tepla k odpaření vody z pásu papíru. Proto je důležité mechanicky (lisováním) minimalizovat množství vody, kterou bude nutno odpařit. Výsledkem vývoje lisovací části (použití dvojitého síta a prodloužená lisovací zóna lisu) je poněkud nižší vlhkost papíru, vstupujícího do sušicí části (neplatí pro tissue papír). Při povrchovém klížení či natírání se již jednou suchý papír musí znovu vysušit po nánosu povrchového klíždla nebo nátěru na papírový pás. Vyšší koncentrace a teplota těchto chemikálií snižuje spotřebu tepla.
- **Pokrývání tepelných ztrát do okolí.** Větší část tepelných ztrát z vlhkého výfukového vzduchu, unikajícího ze sušicí části se kompenzuje přívodem suchého vzduchu, který se musí opět ohřát. Tepelné požadavky lze snížit redukcí průtoku vzduchu sušicí částí. To také zvyšuje vlhkost odcházejícího vzduchu, což zvyšuje hodnotu vzduchu jako zdroje sekundárního tepla. Rekuperace tepla v tepelném výměníku mezi odtahem vlhkého vzduchu a vstupem suchého vzduchu také snižuje spotřebu tepla.
- **Přeměna na elektrickou energii.** Rostoucí počet papíren instaloval kogenerační zdroje tepla a elektrické energie.

V papírenství se elektřina spotřebovává především na provoz motorových pohonů a na rafinaci při přípravě látky. Motory pohánějí ventilátory, čerpadla, kompresory, míchadla, papírenské stroje, lisy, vakuové systémy, různé dopravníky, atd. Při rafinaci se elektřina primárně spotřebovává na pohon rotoru rafinéra. Energetická náročnost se mění podle výrobků, od filtračních a savých papírů, které jsou nejméně energeticky náročné, po pauzovací papír, který má největší spotřebu. Obvyklé spotřeby energie jsou zaneseny v následující tabulce.

Tabulka 29: Obvyklá spotřeba energie při rafinaci podle výrobku [DG XVII, 1992]

Druh papíru	Energie (netto) ¹⁾ na rafinaci (kWh/t)	Energie btto ²⁾ (kWh/t)
Tissue	nejdou údaje	do 100
Tiskové a psací papíry	60 – 100	90 – 300
Podložka – přímopropisující papír	150 – 200	250 – 500
Pergamin/pergamenová náhrada	450 – 600	600 – 1000
Pauzovací papír	800 – 1200	1600 – 3000
Poznámky:		
1) Energie netto je odvozena z hrubé spotřeby energie (btto) minus spotřeba v nezatiženém stavu ³⁾		
2) Hrubá spotřeba je spotřeba celkem včetně ztrát		
3) Spotřeba v nezatiženém stavu je odběr motoru, spotřebovaný na mechanické odpory turbulentní síly a není tudíž k dispozici pro mletí vláken		

Potenciál energetických úspor bude v mnoha případech vysoký. Mnohé rafinéry jsou například špatně dimenzované či špatně udržované, což zvyšuje spotřebu energie při chodu na prázdko a snižuje účinnost rafinéry. Nesprávné onožení rafinéry zase zvyšuje spotřebu energie k dosažení dané vlastnosti. Nové rafinéry se zvýšenou účinností také šetří energií, protože tento typ rafinéry má velmi nízkou spotřebu při chodu na prázdko.

V následující části se budeme podrobněji věnovat spotřebě elektrické energie v papírnách, abychom osvětlili technické pozadí, které je základem zlepšování a aplikace energeticky úsporných technologií.

Následující tabulka shrnuje celkovou spotřebu elektřiny v papírnách. Uvedená čísla zahrnují veškerou spotřebu energie od skladování buničiny v nádržích (v integrovaných papírnách) až po dokončovací provozy (úpravny). Neintegrované provozy musí mít rozvlákní ovače, které mírně zvyšují specifickou spotřebu elektřiny (až o 60 kWh/t). Není zde zahrnuto čištění odpadních vod. Je nutno poznamenat, že výkonnost papírny tato čísla ovlivňuje. Čím menší výkonnost, tím větší odchylka od nominálních hodnot, označujících 100% účinnost. Úprava hodnot podle účinnosti hraje větší roli u starších nebo univerzálních papírenských strojů s velkým počtem změn druhů sortimentu.

Tabulka 30: Obvyklá spotřeba elektrické energie v moderních papírnách podle jmenovité kapacity papírenského stroje [údaje od dodavatele]. Zahrnuje veškerou elektřinu uvnitř budovy papírenského stroje a lze ji vypočítat z celkové spotřeby el. energie dělené jmenovitou produkcí stroje

Druh papíru	Spotřeba proudu (kWh/t)
Novinový papír	500 – 650
Papír LWC	550 – 800
SC papír	550 – 700
Nenatíraný bezdřevý papír	500 – 650
Natíraný bezdřevý papír	650 – 900
Vícevrstvá lepenka	cca 680
Pytlavý papír	cca 850
Materiály na vlnité lepenky	cca 550
Tissue	500 – 3000*
Poznámky	
* Rozsah dat odpovídá reálným příkladům ve světě, tj. bez představ 100% účinnosti. Obecně, pro výrobu tissue na novém zařízení je nutná větší spotřeba elektřiny, na druhé straně se snižuje spotřeba sušovin. Rozdílné systémy sušení v tissue papírně (konvenční Yankee, TAD nebo procesy jako vlhký krep) mají na spotřeby energie mnohem větší vliv než jakékoliv jiné faktory v papírně (podle ETS)	

Celkové hodnoty spotřeby elektřiny v papírnách jsou složeny ze spotřeb velkého počtu elektřinou poháněných subsystémů, které jsou vysvětleny níže. Souhrn subsystémů uvedených v následující tabulce (všechny údaje od dodavatele papírenského zařízení) odpovídá číslům celkové spotřeby elektrické energie v předcházející tabulce.

Tabulka 31: Hodnoty spotřeby elektrinou poháněných subsystémů

Typ stroje	Spotřeba proudu	Poznámky
Rychlé stroje (>1300 m/min.)	80 – 120 kWh/t	Směšovací čerpadlo do nátoky zvyšuje svůj výkon se třetí mocninou rychlosti stroje
Pomalé stroje	60 – 100 kWh/t	Pomalejší stroje nepotřebují odzdušňování látky

Tabulka 6.10: Obvyklá specifická spotřeba energie systému konstantní části papírenských strojů

Tabulka 6.11: Obvyklá specifická spotřeba energie vakuového systému na počátku papírenského stroje papírní

Typ stroje	Spotřeba proudu	Poznámky
Rychlé stroje (>1300 m/min.)	70 – 110 kWh/t	Rychlejší stroje vyrobí větší objem produkce; Specifická spotřeba je tudíž menší.
Pomalé stroje	80 – 120 kWh/t	

Tabulka 6.11: Obvyklá specifická spotřeba energie v podtlakovém systému mokré části papírenského stroje

Posice	Spotřeba proudu nové stroje	Spotřeba proudu staré stroje	Poznámky
Gaučová jímka	3 – 5 kWh/t	3 – 7 kWh/t	Starší papírenské stroje (do roku 1990) měly betonové kádě nebo tvary nádrží nebyly optimalizovány pro rozvlákňování suspence; Techn. rozvoj přinesl snížení spotřeby proudu
Rozvlákňovač výmětu pod lisy	5 – 8 kWh/t	7 – 12 kWh/t	
Rozvlákňovač suchého výmětu	7 – 12 kWh/t	10 – 20 kWh/t	

Poznámka:
Pod papírenským strojem jsou za rozvlákňovačem výmětu nádrže, v nichž se papírový pás rozvlákňuje do vody. Tento rozvlákňovač pracuje jen při přetřích.

Tabulka 6.12: Obvyklá specifická spotřeba energie v rozvlákňovačích papírenského stroje

Druh vlákniny	Spotřeba proudu	Poznámky
Zesvětlená vláknina	30 – 70 kWh/t	Výroba vlákniny není zahrnuta do těchto spotřeb; horní mez rozsahu odpovídá nižším hodnotám CSF; Skutečně spotřebovaný proud na tunu hotového výrobku závisí na objemu rafinovaných vláken, použitých na tunu produktu (tj., když se rafinuje jen 30% vlákniny pak se čísla násobí 0,3)
Dlouhovláknitá bělená	100 – 200 kWh/t	
Krátkovláknitá bělená	50 – 100 kWh/t	
Dlouhovláknitá nebělená	150 – 300 kWh/t	
Krátkovláknitá nebělená	100 – 150 kWh/t	

Tabulka 6.13: Obvyklá specifická spotřeba energie rafinérů nových strojů na tunu rafinované buničiny

Druh procesu	Spotřeba proudu	Poznámky
Systém síťových vod	20 – 30 kWh/t	Pohony PS, former, lapače v okruzích, kádě, čerpadla
Systém vlastního výmětu	40 – 60 kWh/t	Věž výmětu, třídiče výmětu, nádrže a čerpadla
Michání	10 – 15 kWh/t	Směšovací kád, strojní kád, čerpadla a michadla
Rozvlákňování balíků (jen v neintegrovane papírně)	25 – 40 kWh/t	Rozvlákňovače a dopravníky, nádrže a čerpadla
Dávkování vlákniny	5 – 10 kWh/t	Linka vláken od zásob, nádrží do směšovací kádě; nádrže, čerpadla
Stříčky papírenského stroje	5 – 10 kWh/t	Systém stříček PS s čerpadly, filtry a trídíči
Spotřeba proudu celkem	70 – 120 kWh/t	na tunu produktu

Tabulka 6.14: Obvyklá specifická spotřeba energie na přípravu látky a systémy síťové vody na tunu papíru (vyjma rafinace, rozvlákňovačů a systému konstantní části).

Druh procesu	Spotřeba proudu	Poznámky
Papírenský stroj	80 – 140 kWh/t	Pohony PS, former, lapače v okruzích, kádě, čerpadla
Ventilace PS	40 – 60 kWh/t	Dodávka vzduchu do krytu, výfuk z krytu, vzduch do součástí zlepšení pro lepší provozuschopnost, ventilace v mokré části, ventilace haly, ventilátory, čerpadla
Ventilace úpravny	50 – 80 kWh/t	Všechno zařízení za tamborem (např. natírání, kalandrování, navíjení atd.
Parokondenzátní systém	5 – 10 kWh/t	Čerpadla kondenzátu a vývěvy
Mazání a čerpadla hydrauliky	15 – 40 kWh/t	Jednotky mazání a čerpadla hydrauliky
Natírání	15 – 25 kWh/t	
Kalandry	100 – 120 kWh/t	
Navíjení	5 – 10 kWh/t	
Úprava	10 – 15 kWh/t	
Chemikálie	5 – 50 kWh/t	Směšovací zařízení chemikálií, dávkovací čerpadla...

Tabulka 6.15: Obvyklá specifická spotřeba energie pohonu papírenského stroje

Téměř všechna spotřebovaná elektrická energie se převádí na energii ve formě mechanické práce a v konečné fázi na teplo. Toto teplo může být v mnoha případech využito, protože teplo přispívá k držování systémů na požadované teplotě.

Spotřeba elektrické energie mnoha papírenských systémů je poměrně stálá a víceméně nezávislá na úrovni produkce, což platí zejména v papírnách, kde se nepoužívají ve velkém rozsahu řídicí systémy. Nízké specifické spotřeby energie pak mohou být dosaženy udržováním rovnoměrné a vysoké úrovně výroby na stroji. Mezi jiným, minimální běh strojů na prázdko zaručuje snížení spotřeby elektrické energie.

3.2.3 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“

3.2.3.1 Obecné BAT pro všechny procesy

Během výměny informací se objevilo, že nejúčinnějším prostředkem pro snižování emisí/spotřeb a zlepšování ekonomické výkonnosti je zavedení nejlepších dostupných procesů a technologií snižování emisí v kombinaci s následujícím:

- Trénink, vzdělávání a motivace všeho personálu
- Optimalizace řízení procesů
- Dobrá údržba technických jednotek a navazujících technologií snižování emisí
- Systém environmentálního managementu, který optimalizuje management, zvyšuje celkové povědomí odpovědnosti, stanovuje cíle a prostředky, poskytuje pracovní a procesní instrukce apod.

3.2.3.2 Sulfátová buničina

Ke snížení spotřeby tepla a elektřiny a zvýšení vlastní generace energie lze využít řadu možností. V komerčních celulózkách s efektivním energetickým hospodářstvím se teplo získává spalováním černého louhu v regeneračním kotli, spaluje se kůra a zbytky dřeva a takto získané teplo je vyšší než spotřeba tepla v celém výrobním procesu. Přesto je potřeba nějaké palivo (topný olej) k nastartování technologických tepelných zařízení po jejich provozních zastávkách a také pro stabilizaci např. vápenné pece.

Energeticky hospodárná sulfátová celulózka spotřebovává následující energii:

- Komerční sulfátová celulózka, bělená buničina: provozní teplo 10-14 GJ/t produkce, proud 0,6 – 0,8 MWh/t produkce
- Integrovaná sulfátová celulózka, bělená buničina a papírna, např. bezdřevé nenatírané papíry: 14-20 GJ/t provozního tepla a proud 1,2 – 1,5 MWh/t produkce
- Integrovaná sulfátová celulózka a papírna (např. kraftliner): provozní teplo 14-17,5 GJ/t a proud 1-1,3 MWh/t produkce

V rámci nejlepších dostupných technik pro snižování emisí do ovzduší je uvedeno: optimalizované spalování zbytků z hlediska emisí a se získáváním energie.

3.2.3.3 Sulfitová buničina

Ke snížení spotřeby tepla a elektřiny a zvýšení vlastní generace energie lze využít řadu možností. V komerčních celulózkách s efektivním energetickým hospodářstvím se teplo získává spalováním výluhu v regeneračním kotli, spaluje se kůra a zbytky dřeva a takto získané teplo je vyšší než spotřeba tepla v celém výrobním procesu. Přesto je potřeba nějaké palivo (topný olej) k nastartování technologických tepelných zařízení po jejich provozních zastávkách a také pro stabilizaci. Např. integrované sulfitové celulózky s papírenskou výrobou mají spotřebu tepla pro provoz 18- 24 GJ na tunu produkce a 1,2-1,5 MWh elektřiny na tunu produkce.

Opatření na úsporu energií:

1. Opatření pro snížení tepelných ztrát a pro nízkou spotřebu tepla:

- Vysoký obsah sušiny v kůře

- Vysoká účinnost parních kotlů , např. nízké teploty kouřových plynů
- Efektivní sekundární otopná soustava např. voda horká kolem 85°C
- Dobře uzavřený vodní systém
- Poměrně dobře uzavřená bělárna
- Vysoká koncentrace buničiny (technika se střední (MC) nebo vysokou (HC) konzistencí buničiny)
- Využití sekundárního tepla k vytápění budov
- Dobré řízení procesu

2. Opatření pro nízkou spotřebu elektrické energie

- Co možno nejvyšší konzistence buničiny při třídění a čištění
- Regulace otáček použitých velkých motorů
- Účinné vakuové vývěvy
- Správné dimenzování potrubí, čerpadel a ventilátorů

3. Opatření pro vysokou výrobu elektrické energie

- Vysoký tlak v kotli
- Výstupní tlak páry v protitlakové turbíně tak nízký jak je technicky proveditelné
- Kondenzační turbína pro výrobu energie z přebytečné páry
- Vysoká účinnost turbíny
- Předehřívání oxidačního vzduchu a paliv dávkovaných do kotlů

Efekt těchto opatření na úsporu energií nelze často snadno prokázat formou hodnot, poněvadž dosažená zlepšení závisí na situaci v celulózce před realizací těchto opatření.

3.2.3.4 Výroba mechanických nebo chemi-mechanických vláknin

BAT ke snižování emisí do ovzduší jsou účinná regenerace tepla z rafinérského procesu a potlačování emisí VOC ze znečištěné páry. Kromě emisí VOC generuje mechanická technologie úniky do ovzduší, které nejsou spojeny s procesem, ale s výrobou energií v místě. Teplo a elektřina se vyrábějí spalováním různých druhů fosilních paliv nebo obnovitelných zbytků dřeva a kůry.

Nejlepší dostupné techniky pro snižování odpadu představují minimalizaci vzniku pevných odpadů a jejich shromažďování za účelem opětovného využití nebo recyklace všude tam, kde je to praktické. S výhodou lze užít oddělené shromažďování a mezisklady typických frakcí odpadů u jejich zdrojů. Není-li odpad využitelný ve vlastní papírně, pak se doporučuje hledat jeho využití vně a/nebo se dá využít jako bio palivo ve speciálních kotlích, jedná-li se o vhodný organický materiál. Podmínkou zařazení mezi BAT je získávání energie při spalovacím procesu.

Ke snížení spotřeby tepla a elektřiny a zvýšení vlastní generace energie lze využít řadu možností. Spotřeba tepla a energie v energeticky hospodárných papírnách s technologií mechanické výroby vlákniny je následující:

- Neintegrováná CTMP: na sušení vlákniny se užívá teplo z regenerace z rafinérů, není nutná výroba páry. Spotřeba proudu je 2-3 MWh/t komerčního produktu.
- Integrovaná papírna na výrobu novinového papíru spotřebuje 0-3 GJ/t provozního tepla a 2-3 MWh/t proudu. Spotřeba tepla závisí na vláknité zanášce a stupni regenerace tepla z procesu výroby vlákniny.
- Integrovaná papírna LWC spotřebuje 3-12 GJ/t provozního tepla a 1,7-2,6 MWh/t proudu. Nutno poznamenat, že zanáška papírů LWC se skládá jen asi z 30% TMP nebo PGW a zbytek je bělená sulfátová buničina, plniva a minerální nátěr papíru. Je-li taková papírna integrovaná k sulfátové celulózce, pak je nutno k jejím spotřebám připočítat spotřeby papírenské výroby podle zanášek papíru.
- Integrovaná papírna na výrobu magazínového papíru SC spotřebuje 1- 6 GJ/t provozního tepla a 1,9-2,6 MWh/t proudu.

3.2.3.5 Zpracování sběrového papíru (recyklovaných vláken)

Emise do ovzduší v těchto papírnách pocházejí hlavně z vlastních tepláren, postavených pro výrobu tepla a v některých případech i elektřiny energií kogenerací v místě. Úspory energií v procesu jsou tedy i přímým snížením emisí do ovzduší. Teplárny mají obvykle standardní kotle, které se posuzují jako jiné běžné kotle. Pro snížení spotřeby energií, a tím i emisí, se za BAT považují následující opatření: kogenerace elektřiny a tepla, zlepšování stávajících kotlů a při náhradě zařízení použití zařízení s menší spotřebou energie. Emisní hodnoty z těchto tepláren jsou popsány dále s BAT pro pomocné kotle.

Nejlepší dostupné techniky BAT pro snižování odpadu představují minimalizaci vzniku pevných odpadů a jejich shromažďování za účelem opětovného využití nebo recyklace všude tam, kde je to praktické. S výhodou lze užít oddělené shromažďování a meziskládky typických frakcí odpadů u jejich zdrojů. Není-li odpad využitelný ve vlastní papírně, pak se doporučuje hledat jeho využití vně a/nebo se dá využít jako bio palivo ve speciálních kotlích, jedná-li se o vhodný organický materiál. Podmínkou zařazení mezi BAT je získávání energie při spalovacím procesu.

Energeticky efektivní papírny zpracovávající sběrový papír spotřebovávají teplo a proud takto:

- Materiály na vlnité lepenky: integrované papírny, zpracovávající sběrový papír bez zesvětlování: 6-6,5 GJ/t tepla a 0,7-0,8 MWh/t proudu
- Integrované papírny tissue (se zesvětlováním): 7-12 GJ/t provozního tepla a 1,2-1,5 MWh/t proudu
- Integrovaná výroba novinového papíru nebo tiskových a psacích papírů s DIP: 4-6,5 GJ/t provozního tepla a 1-1,5 MWh/t proudu.

3.2.3.6 Výroba papíru a související procesy

Emise do ovzduší v těchto papírnách pocházejí hlavně z vlastních tepláren, postavených pro výrobu tepla a v některých případech i elektřiny energií kogenerací v místě. Úspory energií v procesu jsou tedy i přímým snížením emisí do ovzduší. Teplárny mají obvykle standardní kotle, které se posuzují jako jiné běžné kotle. Pro snížení spotřeby energií, a tím i emisí se za BAT považují následující opatření: kogenerace elektřiny a tepla, zlepšování stávajících kotlů a při náhradě zařízení použití zařízení s menší spotřebou energie. Emisní hodnoty z těchto tepláren jsou popsány dále s BAT pro pomocné kotle.

Nejlepší dostupné techniky BAT pro snižování odpadu představují minimalizaci vzniku pevných odpadů a jejich shromažďování za účelem opětovného využití nebo recyklace všude tam, kde je to praktické. S výhodou lze užít oddělené shromažďování a meziskládky typických frakcí odpadů u jejich zdrojů. Není-li odpad využitelný ve vlastní papírně, pak se doporučuje hledat jeho využití vně a/nebo se dá využít jako bio palivo ve speciálních kotlích, jedná-li se o vhodný organický materiál. Podmínkou zařazení mezi BAT je získávání energie při spalovacím procesu.

Obecně se v tomto odvětví předpokládá jako BAT použití technologií s efektivním využitím energií. Pro úspory energií existuje mnoho možností v mnoha stupních výrobního procesu. Tato opatření se obvykle spojují s postupnou modernizací výrobních zařízení. Mělo by být poznamenáno, že tato opatření k úsporám energií neplatí je pro vlastní úspory energií, ale také pro úspory nákladů, zvyšování hospodárnosti výrob a zlepšování kvality výrobků. Úspor energií lze např. dosáhnout uplatněním systémů monitorování využití energie a výkonnosti zařízení, účinnějším odvodňováním v lisové části stroje za použití široké lisovací zóny - nipu - (botkový lis), dále vysokokonsistentním rozvlákňováním, energeticky účinnou rafinací vláken, tvorbou listu na dvousítových formerech optimalizací vakuových systémů, regulovanými pohony čerpadel, účinnějších elektromotorů, správně dimenzovanými motory, fungujícím parokondenzátním systémem, vyšší sušinou na klížicím lisu nebo efektivním systémem sušícího krytu papírenského stroje. Snížení spotřeby páry lze dosáhnout pečlivou integrací procesu s použitím analýzy úzkých míst.

Neintegrované papírny, hospodárně využívající energii potřebují pro svůj provoz následující množství tepla a proudu:

- Neintegrovaná papírna pro výrobu bezdřevých nenatíraných papírů: provozní teplo 7-7,5 GJ/t produktu, proud 0,6-0,7 MWh/t

- Neintegrováná papírna pro výrobu bezdřevých natíraných papírů: provozní teplo 7-8 GJ/t produktu, proud 0,7 – 0,9 MWh/t
- Neintegrováná papírna tissue na bázi primárních vláken: provozní teplo 5,5-7,5 GJ/t produktu, proud 0,6 – 1,1 MWh/t produktu.

BAT pro pomocné kotle

V závislosti na energetické bilanci dané celulózky a papírný nebo samostatné papírný, druhu paliva a možností spalování bio paliv je nutno posuzovat emise do ovzduší z pomocných kotlů. Integrované celulózky s papírenskou výrobou obvykle používají kúrové kotle. V neintegrováných papírnách a papírnách, zpracovávajících sběrový papír musí obvykle být tepelné zdroje (teplárny s výrobou elektrického proudu). Tyto teplárny používají standardní kotle a neliší se od jiných běžných tepláren. Předpokládá se tedy, že budou i stejně regulovány zákonnými předpisy. Proto jsou v BREF krátce zmíněny i pomocné kotle a BAT pro ně. Jsou to:

- užití kogenerace tepla a elektřiny pokud to podmínky dovolují
- užití obnovitelných druhů paliv, jako jsou dřevo a dřevěné odpady, aby se snížily emise CO₂ z fosilních paliv
- zvládnutí emisí NO_x z pomocných kotlů řízením spalovacích podmínek a instalací nových hořáků s omezeným vznikem NO_x
- snížení emisí SO₂ užitím kúry jako paliva, plynu, nízkosírného topného oleje a odsiřováním
- použití elektrostatických odlučovačů nebo rukávových filtrů pro snížení emisí prachu z kouřových plynů

BAT pro pomocné kotle v papírenském průmyslu pro různé druhy paliva jsou shrnuty v následující tabulce. Hodnoty odpovídají ročním průměrům za standardních podmínek. Specifické emise v místě jsou však těsně vztaženy na zvláštní podmínky té které instalace (druh paliva, velikost a typ instalace, zda je papírna integrovaná nebo neintegrováná, výroba elektřiny).

Uvolňované látky	Uhlí	TTO	LTO	Plyn	Bio palivo (kúra)
mg S/MJ primárního paliva	100-200 ¹	100-200 ¹	25-50	<5	<15
mg S/MJ primárního paliva *)	50-100 ³	50-100 ³			
mg NO _x /MJ primárního paliva	80-110 ² 50-80 ³	80-110 ² 50-80 ³	45-60 ²	30-60 ²	60-100 ² 40-70 ³
mg prachu/Nm ³ kouř. plynu	10-30 ⁴ při 6%O ₂	10-40 ⁴ při 3%O ₂	10-30 při 3%O ₂	<5 3%O ₂	10-30 ⁴ při 6%O ₂
Poznámky: 1) Emise síry z kotlů spalujících TTO a uhlí závisí na dostupnosti nízkosírného paliva. Určité snížení emisí sloučenin síry lze dosáhnout dávkováním uhličitánu vápenatého 2) Platí pouze pro základní technologii spalování 3) Jsou použita doplňující opatření, jako SNCR, běžné jen u větších instalací 4) Tyto hodnoty platí jen když jsou použity účinné elektrostatické odlučovače 5) Je-li užita pračka spalin - platí jen pro velké instalace					

*) emise za vhodnou pračkou spalin

Musíme poznamenat, že pomocné kotle papírenském průmyslu mají velmi proměnlivou velikost (od 10 do více jak 200 MW). Pro menší jednotky vychází jako vhodné opatření více méně jen použití nízkosírného paliva a řízení spalovacího procesu, zatímco u velkých jednotek lze za přijatelných nákladů uplatnit celou škálu opatření. Tento rozdíl je reflektován i ve shora uvedené tabulce. Vyšší hodnoty jsou uvažovány pro menší instalace a jsou dosažitelné pouze když je zajištěna kvalita jediného paliva a použity vnitřní prostředky, nižší hodnoty odpovídají rozsáhlejší opatřením (považovaným za BAT) použitelným pro velké instalace, kde jsou použity náročnější prostředky na omezování emisí jako pračky spalin a SNCR.

3.3 Výroba železa a oceli

3.3.1 Úvod

Nejdůležitější problémy působení výroby železa a oceli na životní prostředí se týkají emisí do ovzduší a pevných odpadů resp. vedlejších produktů. Znečišťující látky v odpadní vodě pocházející z koksoven, vysokých pecí a kyslíkových konvertorů jsou nejzávažnějšími emisemi do vody z tohoto odvětví.

Proto nepřekvapuje, že o těchto aspektech jsou k dispozici dobré informace, ale jsou dostupné pouze omezené informace o emisích hluku a vibracích a příslušných opatřeních k jejich minimalizaci. Totéž platí i o znečištění půdy, zdraví a bezpečnosti a také aspektech přírody. Kromě toho je málo dostupných informací o metodách vzorkování, analytických metodách, časových intervalech, metodách výpočtu a referenčních podmínkách, které jsou základem, na němž jsou předložené údaje postaveny.

Celkovou strukturu referenčního dokumentu (BREF) charakterizují tři hlavní části :

- všeobecné informace o sektoru
- informace o integrovaných podnicích výroby železa a oceli
- informace o výrobě oceli v elektrických obloukových pecích

Z důvodu komplikovanosti integrovaných hutních podniků je v kapitole 3 BREF uveden přehled ještě předtím, než jsou poskytnuty úplné informace o hlavních výrobních etapách, kterými jsou:

- aglomerační závody
- peletizační závody
- koksovny
- vysoké pece
- kyslíkové konvertory včetně odlévání

Průmysl železa a oceli je vysoce materiálově i energeticky náročným oborem průmyslu. Více než polovina materiálových vstupů přechází ve výstupy v podobě odcházejících plynů a pevných odpadů resp. vedlejších produktů. Většina příslušných emisí jsou ty, které odcházejí do ovzduší. Z celkových emisí převládají emise většiny znečišťujících látek z aglomeračních závodů. Ačkoliv se vynaložilo velké úsilí, aby se emise snížily, je příspěvek odvětví k celkovým emisím do ovzduší v rámci EU značný u řady znečišťujících látek, zejména některých těžkých kovů a PCDD/F (polychlorované dibenzo-dioxiny/furany). V minulosti se výrazně zvýšil podíl opětného využití a recyklace pevných odpadů/vedlejších produktů, ale značná množství se stále ještě zneškodňují na skládkách.

3.3.2 Spotřeba energie

3.3.2.1 Integrovaný hutní podnik (integrovaná ocelárna)

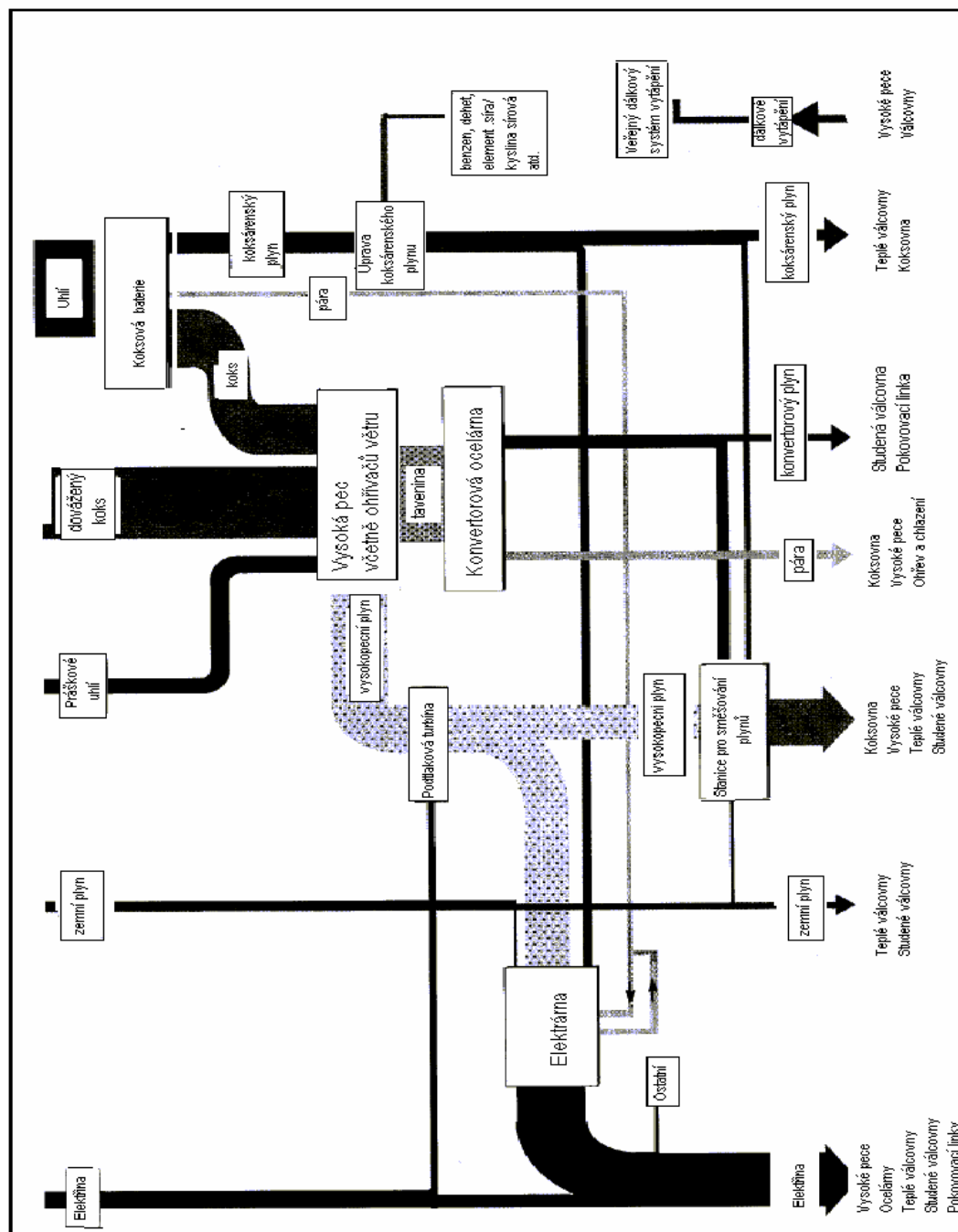
Přehled pochodů na následujícím obrázku ukazuje různé výrobní jednotky integrovaného hutního podniku. Jednotlivé jednotky jsou propojeny jak toky výrobků, tak vnitřními toky odpadů (válcovenských okují, prachu z filtrů, kalů z vypírání vysokopecního nebo konvertorového plynu atd.), toky vody (společná úprava různých proudů odpadní vody, využití stupňovitě uspořádaní při chlazení vody atd.) a energie (koksárenský plyn, vysokopecní plyn, konvertorový plyn, pára z vysokotlakých turbin u vysoké pece nebo kyslíkového konvertoru atd.).

Tato vzájemně závislá propojení se vytvořila proto, aby se minimalizovaly jak emise, tak se optimalizovala produktivita a snížily se náklady.

Vzájemná závislost mezi druhy energie je u těchto propojení nejsložitější. Následující obrázek uvádí příklad vstupních a výstupních toků u každé z různých druhů energie společně s vnitřními toky energie integrovaného hutního podniku. Převládajícími vstupy energie jsou uhlí a koks i když se nakoupí z externích dodávek. Elektřina, zemní plyn, olej a (v několika málo případech) plasty představují také energetické vstupy. Koksárenský plyn, vysokopecní a konvertorový plyn se využívají v celém

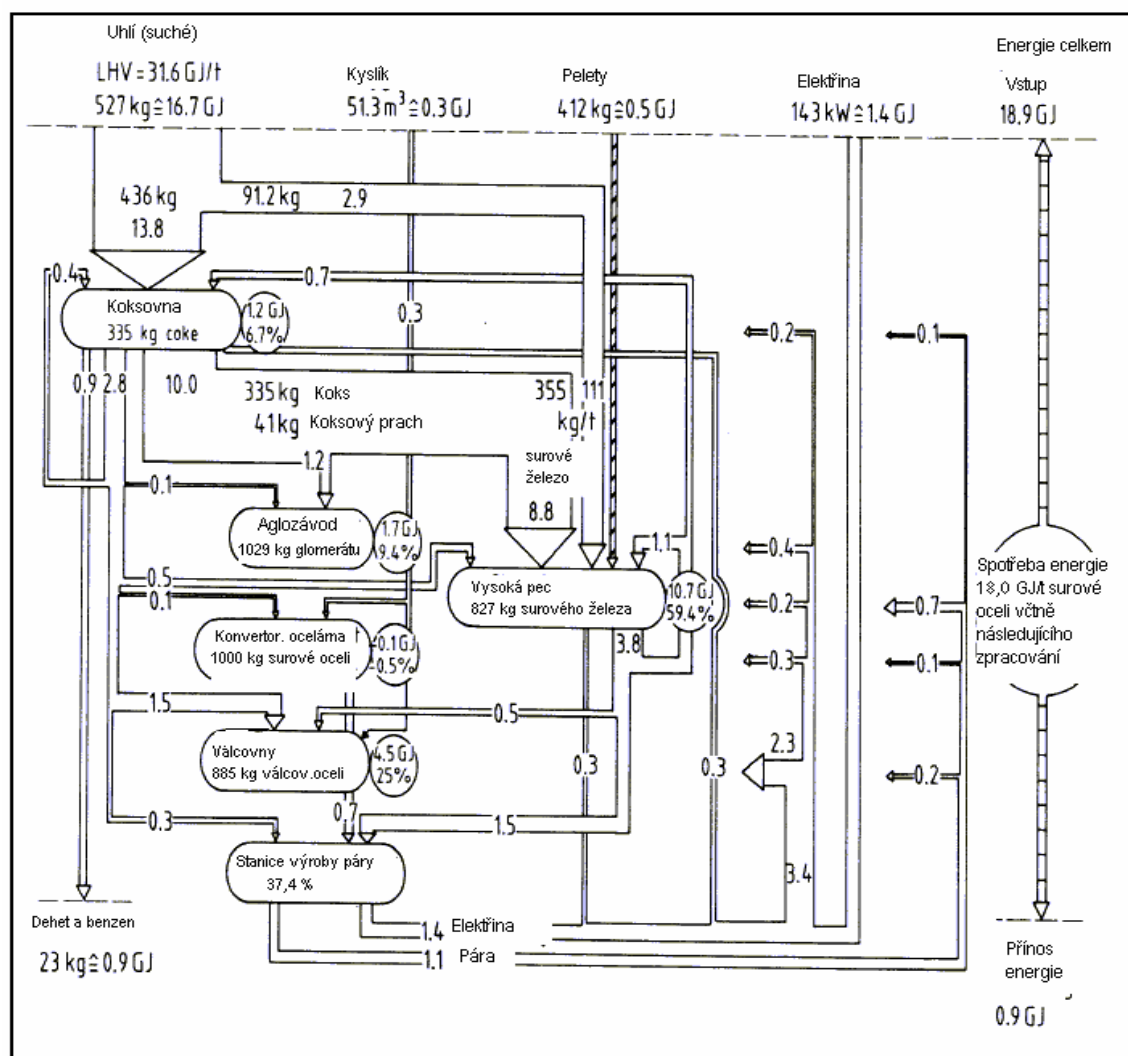
integrovaném podniku. Využití vysokotlakých turbin u vysoké pece však není případem pro rekuperaci konvertorového plynu nebo páry. Rekuperace páry závisí na tlaku ve vrcholu vysoké pece, na podmínkách provozu kyslíkového konvertoru a využitelnosti konvertorového plynu.

Obrázek 5: Příklad vstupů, výstupů a vnitřních toků energií v moderním integrovaném hutním podniku (Joksč, 1998)



Následující obrázek uvádí podrobný popis kvantitativního rozdělení různých druhů energie v integrovaném hutním podniku. Veškeré údaje v tomto obrázku se vztahují k celkovému příkonu energie včetně toho, který pochází z externích zdrojů elektřiny. Asi 88 % dodávané energie pochází hlavně z uhlí, z níž 83 % se konvertuje do koksu. Vysoké pece spotřebují okolo 60 % celkové potřeby energie oceláren, následují válcovny (25 %), aglomerační zařízení (asi 9%) a koksovny (okolo 7 %).

Obrázek 6: Typické rozdělení potřeb energie v integrovaném hutním podniku na tunu surové oceli (Ullmann's, 1989)



3.3.2.2 Aglomerační závod

Z přehledu provozních údajů aglomeračních závodů Evropského výboru pro Vysoké pece (1996) je zřejmé, že aglomerační závody využívají 1125-1920 MJ tepelné energie/t aglomerátu (pevná paliva včetně prachu spalin a zážehového paliva) při průměrné spotřebě 1480 MJ/t aglomerátu. To je ekvivalentní 39, 5 - 67 kg koksového prachu/t aglomerátu při průměru 52 kg koksového prachu na 1 t aglomerátu. Celková spotřeba elektřiny je v rozmezí 68 - 176 MJ/t aglomerátu, což dělá průměrně 105 MJ/t aglomerátu.

Existuje pouze nepatrný rozdíl ve spotřebě paliva mezi aglomerátem o nízké (< 1,7 CaO/SiO₂) a vyšší (≥ 1,7) basicitě.

Následující tabulka ukazuje údaje z pěti aglomeračních závodů, kterým tato čísla odpovídají. Koks dominuje energetickému příkonu aglomeračního závodu (okolo 85%) s elektřinou a plynem (koksárenský plyn a/nebo vysokopecní plyn a/nebo zemní plyn) přispívají na zbývající příkon rovnou měrou.

Hlavní výstupy energie odcházejí v odpadním plynu, přes odpařování vody, v potřebné reakční energii a v samotném aglomerátu. Chlazení aglomerátu je často spojeno s rekuperací značného tepla.

Tabulka 32: Údaje o vstupech a výstupech z 5 aglomeračních závodů ve čtyřech různých členských státech EU (Rakousko, Belgie, Německo a Nizozemí)

VSTUP		VÝSTUP	
Suroviny	kg/t aglomerátu	Produkt	kg/t aglomerátu
železná ruda	680-850 * ¹	aglomerát	1,000
další materiály s obsahem Fe	37-125	EMISE v PLYNU	g/t tekuté oceli
vápno	0,5-14	prach * ⁴	170-280 * ⁵
vápenec	105 – 190	Cd	0,002-0,04 * ⁶
aditiva	26-42	Cr	0,005-0,05 * ⁶
prach z VP plynu	11-27	Cu	0,007 -0,16 * ⁶
recyklované materiály	42-113	Mn	0,02-0,4 * ⁶
vratný aglomerát po třídění	230-375	Ni	0,002-0,04 * ⁶
		Pb	0,04-7 * ⁶
		Tl	0,005-0,03 * ⁶
		V	0,005-0,02
		Zn	0,002-1,8 * ⁶
		Hg (mg/t TO)	16-149* ¹³
		HCl	17-65
		HF	1,4-3,5
		NOx	440-710
		SO ₂	900-1850
		CO (kg / t TO)	13-43
		CO ₂ (kg / t TO)	205-240* ⁷
		VOC (g/t TO)	150 * ⁸
ENERGIE	MJ / t aglomerátu	PAH * ⁹ (mg/t TO)	115-915
KP,VP, zemní plyn	57-200 * ²	PCDD/F(μgI-TEQ/t TO)	0,5-6,5
koks	1260-1380* ³	PCB * ¹⁰ (mg/t TO)	1 – 13
elektřina	96-114		
stlačený vzduch (Nm ³ /t aglom.)	1,2-3		
		Zůstatky / vedlejší produkty	kg/t TO
		prach * ¹¹	0,9-15
		kal * ¹²	0,3
VODA (m ³ /t aglo)	0,01-0,35	Odpadní voda* ¹² (m ³ /t TO)	0,06

poznámky k tabulce : TO - tekutá ocel, aglomerát - tříděný

*1: až 1065 kg/t aglomerátu v případě využití rudy s nízkým obsahem železa

*2: spotřeba závisí na účinnosti zážehového zařízení

*3: s 28 650 kJ/kg koksového mouru : 44-48 kg koksového mouru na 1 t aglomerátu

*4: použitý faktor konverze (vážený průměr ze všech evropských vysokých pecí a KKO:1160 kg aglomerátu / t surového Fe : 940 kg aglomerátu / t tekuté oceli

*5: hodnota je dána pro EO (elektrostatický odlučovač), v případě cyklonů: 560-740 g prachu/t TO ; v případě EO + pytlový filtr :12 g prachu / t TO (jeden závod v Evropě)

*6: nižší hodnota v případě použití zkrápění a systému jemného vypírání po elektrostatickém odlučovači, nebo EO s následným pytlovým filtrem

*7: hodnoty až 425 kg CO₂ / t TO v případě použití FeCO₃, který se rozkládá na FeO a CO₂

- *8: údaje pouze z jednoho závodu: VOC byly měřeny kontinuálně s plamenoionizačním detektorem (11 měřících cyklů)
- *9: suma EPA=16, počítaná z Borneffových 6 (EPA16 = Borneff 6x4) při 2100 Nm³/t aglomerátu
- *10: suma všech PCB vypočítaná z (Σ PCB 28+52+101+153+138+180)x5 (faktor 5 podle UN ECE, 1997) a při 2100Nm³ vypouštěného plynu/t aglomerátu - (údaje jsou k dispozici pouze ze dvou závodů)
- *11: pokud je část prachu uložena na skládku (prach z posledního pole EO)
- *12: je-li použit systém jemné vypírky
- *13: vyšší hodnota, když je Hg obsažena v relevantním množství v železných rudách

3.3.2.3 Peletizační závody

Následující tabulka ukazuje značně vyšší spotřebu energie u peletizačního závodu, který je součástí integrovaných hutních podniků oproti samostatným závodům ve Švédsku. Hlavním důvodem je vyšší příspěvek tepla z oxidace magnetitu ve švédských samostatně působících závodech, které využívají rudy převážně z magnetitových ložisek.

Tabulka 33: Údaje o vstupech a výstupech z pěti peletizačních závodů EU 15.

Vstup			Výstup		
Suroviny	jednotky		Produkt		
železná ruda	kg/t pelet	935 – 1120	Pelety	kg/t pelet	1000,0
bentonit	kg/t pelet	5,1 – 7,2			
olivín	kg/t pelet	31 – 35,8	Emise	jednotky	
vápenec * ¹	kg/t pelet	0 – 3	prach	g/t pelet	20 – 130
dolomit * ²	kg/t pelet	31	Cd	mg/t pelet	0,02 – 0,4
			Cr	mg/t pelet	1 – 4,4
			Cu	mg/t pelet	1,7 – 7,5
			Hg	mg/t pelet	< 0,1 – 0,4
			Mn	mg/t pelet	8 – 38
Energie			Ni	mg/t pelet	5 – 25
KP * ³	MJ/t pelet	398,7	Pb	mg/t pelet	3 – 130
zemní plyn* ³	MJ/t pelet	209,0	Tl	mg/t pelet	n.d.
koks* ³	MJ/t pelet	283,0	V	mg/t pelet	21 – 150
uhlí* ⁴	MJ/t pelet	213 – 269	Zn	mg/t pelet	2,4 – 110
olej* ⁴	MJ/t pelet	38 – 171	HF* ⁵	g/t pelet	0,8 – 39
elektřina	MJ/t pelet	51 – 128	HCl* ⁵	g/t pelet	2 – 48
			SOx* ⁶	g/t pelet	18 – 250
			NOx	g/t pelet	120 – 510
voda	m ³ /t pelet	0,11 – 1,5	CO	g/t pelet	< 10* ⁴ -410
			CO ₂	kg/t pelet	15,6 – 31,8
			VOC* ⁷	g/t pelet	< 5* ⁴ – 40* ³
stlačený vzduch	Nm ³ /t pelet	6,2 – 15,2	PAH* ⁸	mg/t pelet	0,19
			PCDD/F* ⁴	ug I-TEQ/t pelet	0,0057
			Zůstatky/ vedlejší produkty		
			Odprašky	kg/t pelet	-

Údaje pocházejí z let 1996 - 1998; údaje o emisích představují množství emisí po snížení; informace, které se týkají metod vzorkování, analýzy, časových intervalů, metod výpočtu a referenčních podmínek nejsou k dispozici.

legenda: n.d.= není k dispozici

Vysvětlivky:

- *¹ v případě výroby pelet pro přímou redukci
- *² v případě výroby pelet pro vysoké pece
- *³ v případě, že peletizační závod je součástí integrovaného hutního podniku
- *⁴ v případě samostatně stojících peletizačních závodů ve Švédsku (magnetitové rudy)
- *⁵ nižší hodnota, pokud se použijí techniky k odstranění kyselých složek odpadního plynu
- *⁶ nižší hodnota, použijí-li se techniky odsiřování
- *⁷ není známa technika měření
- *⁸ není k dispozici informace zda jde o Borneff 6 nebo EPA 16, nebo benzo-a-pyren

3.3.2.4 Koksozny

Následující tabulka obsahuje informace o potřebě energie v koksovně, aniž by se počítalo s úpravou koksárenského plynu. Tabulka také uvádí číselné hodnoty pro výstup energie, tedy ukazuje na značné energetické ztráty (cca 3 GJ/t koksu). Koksárenský plyn produkovaný koksovnami tedy znamená, že tyto závody hrají významnou úlohu v dodávce energie a řízení integrovaných hutních podniků.

Tabulka 34: *Bilance energie v koksovně (bez úpravy koksárenského plynu) (UN-ECE, 1990); předpokládaný výtěžek koksu je 780 kg koksu/t uhlí*

Vstupní energie		Výstupní energie	
Energetický zdroj	GJ/t koksu	Energetický zdroj	GJ/t koksu
Uhlí	40,19	Koks	27,05
Zapalování koksovacích pecí	3,01	Koksárenský plyn	8,08
Chemické reakce	0,32	Ztráta energie	3,33
		Přídavné produkty (S°, dehet, atd.)	2,56
		Třídění koksového odpadu	1,92
		Koksový prach	0,26
Celkem	43,52	Celkem	43,20

3.3.2.5 Vysoké pece

Vysokopecní pochod je energeticky nejnáročnější provozní jednotkou v celém procesu výroby železa a oceli. V následující tabulce se uvádějí číselné hodnoty pro vstupy a výstupy energie u vysoké pece při použití injektáže uhlí a rekuperace vysokotlakého kychtového plynu, při výrobě elektřiny.

Tabulka 35: *Příklad energetických vstupů a výstupů u vysoké pece s vysokotlakým kychtovým plynem za použití injektáže uhlí a rekuperace kychtového plynu /InfoMil, 1997/*

Zdroj energie	Měrná energie (GJ/t surového železa)
Vstup	
Koks	12,4
Práškové uhlí	1,63
Horký vítr z ohřívačů	4,52
Elektřina	0,12
Celkem (zhruba)	18,67
Výstup	
Elektřina	0,35
Vysokopecní plyn	5,15

Mnohé závody s dostatečným tlakem kychtového plynu ($> 1,5$ baru) a dostatečným tlakovým spádem jsou vhodné pro instalaci expansních turbin pro rekuperaci energie z tlaku kychtového plynu. Díky zdokonaleným pochodům, specifická spotřeba uhlí v Evropě v posledních 30 letech výrazně poklesla.

Směrování k přímé injektáži redukčních činidel bude pravděpodobně znamenat další pokles specifické spotřeby koksu. Přímá injektáž redukčních činidel do vysoké pece nahradí používání koksu, tedy se uspoří energie vložená do jeho výroby. Mnohé evropské vysoké pece také využívají namísto injektáže uhlí spíše injektáže oleje.

3.3.2.6 Výroba oceli na kyslíkových konvertorech a odlévání

Kyslíkový konvertor

V kyslíkovém konvertoru se spotřebovává palivo na ohřev a vysoušení konvertorů po obnově vyzdívků a po opravách. Toto množství spotřebované tepelné energie je asi $0,051$ GJ/t tekuté oceli. Spotřeba elektřiny se odhaduje na 23 kWh/t tekuté oceli nebo $0,08$ GJ/t tekuté oceli. To zahrnuje výrobu kyslíku a konvertorové operace.

Procesní plyn z konvertoru obsahuje velká množství oxidu uhelnatého (CO) a má vysokou teplotu. Když se energie z konvertoru rekuperuje (rekuperuje se odpadní teplo a/nebo se rekuperuje konvertorový plyn), stává se kyslíkový konvertor účinným producentem energie.

V moderním závodě může být rekuperovaná energie až $0,7$ GJ/t tekuté oceli.

Plynulé (kontinuální) odlévání

Spotřeba paliva pro předehřev pánve obsahující tekutou ocel se odhaduje na $0,02$ GJ/t tekuté oceli. Spotřeba elektřiny pro odlévací stroje se odhaduje na $0,04$ GJ/t tekuté oceli /InfoMil, 1997/.

3.3.2.7 Elektrická výroba oceli a odlévání

Energetická účinnost není v BREF přímo pojednána.

3.3.3 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“

O BAT ve vztahu k energetické účinnosti u integrovaných závodů není přímo zmínka.

3.3.3.1 BAT pro aglomerační závody

Rekuperace značného tepla: Značné teplo z odpadního plynu chladiče aglomerátu lze rekuperovat a v některých případech lze uskutečnit rekuperaci i z odpadního plynu aglomeračního roštu. Využití recirkulace odpadního plynu lze také považovat za způsob rekuperace značného tepla

3.3.3.2 BAT pro peletizační závody

Rekuperace značného tepla: Většina peletizačních závodů již má vysoký podíl rekuperace energie. Pro další zlepšení je obvykle nutné řešení podle podmínek toho, kterého závodu.

3.3.3.3 BAT pro koksovny

Vytápění:

- Použití odsířeného koksárenského plynu.
- Prevence úniku mezi koksovací komorou a vyhřívací komorou prostřednictvím pravidelného provozu koksovací pece.
- Náprava při průsaku mezi koksovací komorou a vyhřívací komorou.
- Při stavbě nových baterií zařadit techniky o nízkých NO_x, jakými je stabilní spalování (v nových moderních závodech jsou dosažitelné emise řádově $450 - 700$ g/t koksu resp. $500 - 770$ mg/Nm³).

Z důvodů vysokých nákladů se denitrifikace spalín (např. selektivní katalytickou redukcí) nevyužívá, vyjma u nových závodů za okolností, kdy se pravděpodobně nesplní normy kvality životního prostředí.

3.3.3.4 BAT pro vysoké pece

Vysoké pece zůstávají zdaleka nejdůležitějším pochodem výroby surového železa z materiálů s obsahem železa. Z důvodu značného vstupního množství redukčních činidel (hlavně koksu a uhlí), spotřebuje tento pochod většinu celkové energie přiváděné do integrovaných hutních podniků.

Příslušné emise přecházejí do všech médií životního prostředí a jsou podrobně popsány. Proto se popsané techniky, o kterých se uvažuje při určování BAT dotýkají všech těchto aspektů včetně minimalizace vstupní energie. Následné závěry se zaměřují hlavně na snížení prachu z licí haly, úpravu odpadní vody z vypírky vysokopecního plynu, opětné využití strusky a prachu resp. kalů a konečně i na minimalizaci vstupní energie a využití vysokopecního plynu.

- Rekuperace vysokopecního plynu;
- Přímá injektáž redukčních činidel; např. se již odzkoušela injektáž prachového uhlí v množství 180 kg/t surového železa, ale mohlo by se použít i vyšších podílů;
- Rekuperace energie z tlaku kychtového plynu vysoké pece tam, kde jsou k tomu předpoklady
- Ohříváče vzduchu
 - úspory energie, kde to projekt umožňuje

3.3.3.5 BAT pro kyslíkové ocelárny a odlévání

Rekuperace konvertorového plynu a primární odprašování při aplikaci:

- nedokonalého spalování a
- suchých elektrostatických odlučovačů (v podmínkách nových i stávajících) nebo
- vypírání ve skrubrech (ve stávajících podmínkách)

Jímaný konvertorový plyn se čistí a skladuje pro následné použití jako palivo. V některých případech nemusí být rekuperace konvertorového plynu ekonomická, nebo s ohledem na příslušné energetické hospodářství ani proveditelná. V takových případech se konvertorový plyn může spalovat při výrobě páry. Způsob spalování (dokonalé spalování nebo nedokonalé spalování) závisí na místním energetickém hospodářství.

3.3.3.6 BAT pro elektrickou výrobu oceli a odlévání

Přímé tavení materiálů s obsahem železa, hlavně šrotu se obvykle provádí v elektrických obloukových pecích, které potřebují značné množství elektrické energie a mají za následek značné emise do ovzduší, pevné odpady /vedlejší produkty, hlavně prach z filtrů a strusky. Emise do ovzduší z pece tvoří široká paleta anorganických sloučenin (prach oxidů železa a těžkých kovů) a organické sloučeniny jako důležité organochlorované sloučeniny, chlorbenzeny, PCB a PCDD/F. Techniky, které se považují za možné BAT reflektují tuto skutečnost a na tyto problémy se soustřeďují. V závěrech, pokud jde o emise do ovzduší, jsou nejrelevantnějšími ukazateli prach a PCDD/F. Předehřev šrotu se také považuje za BAT, právě tak, jako opětné použití/ recyklace strusky a prachu.

Předehřev šrotu, aby se rekuperovalo značné teplo z primárního výstupního plynu při předehřevu části šrotu se může ušetřit asi 60 kWh/t, v případě předehřevu celkového množství šrotu lze ušetřit až 100 kWh/t tekuté oceli. Možnost aplikace předehřevu šrotu závisí na místních okolnostech a musí se prokázat od závodu k závodu. Použije-li se předehřevu šrotu, musí se věnovat pozornost možnému nárůstu emisí organických znečišťujících látek.

3.4 Výroba cementu a vápna

3.4.1 Úvod

BREF má dvě části; jednu pro cementářský průmysl a jednu pro průmysl vápenický, z nichž každá má podle obecné osnovy sedm kapitol.

3.4.1.1 Cementářský průmysl

Po těžbě, mletí a homogenizaci surovin je prvním krokem výroby cementu kalcinace uhlíčitanu vápenatého následovaná pálením výsledného oxidu vápenatého s oxidy křemíku, hliníku a železa při vysokých teplotách za účelem vytvoření slínku. Slínek se poté drtí nebo mele spolu se sádrovcem a ostatními složkami, čímž vzniká cement.

Cementářský průmysl je energeticky náročný, když energie obvykle představuje 30-40% výrobních nákladů (tj. bez kapitálových nákladů). Na výrobu tepla vyžadovaného výrobním procesem lze použít různá paliva. V roce 1995 byly nejčastěji používanými palivy petrolekoks (39%) a černé uhlí (36%) následované různými typy odpadů (10%), topným olejem (7%), hnědým uhlím (6%) a plynem (2%).

Pálení slínku je nejdůležitější součástí procesu ve smyslu klíčových ekologických problémů výroby cementu, tedy spotřeby energie a vzdušných emisí. Hlavními emisemi jsou oxidy dusíku (Nox), oxid siřičitý (SO₂) a prach. Zatímco snižování prašnosti se široce uplatňuje po více než 50 let a snižování emisí SO₂ je specifickým prvkem těchto závodů, je snižování emisí Nox v cementářském průmyslu relativně novou záležitostí.

Mnohé cementárny zavedly obecná primární opatření, jako optimalizaci řízení výrobního procesu, použití moderních vázicích systémů pro pevná paliva, optimalizovaná propojení chladičů a použití systémů energetického managementu. Tato opatření se obvykle přijímají za účelem zvýšení jakosti slínku a snížení výrobních nákladů, ale snižují také spotřebu energie a emise do ovzduší.

3.4.1.2 Vápenický průmysl

Proces výroby vápna sestává z výpalu uhlíčitanu vápenatého a/nebo hořečnatého za účelem uvolnění oxidu uhlíkatého a získání uvolněného oxidu (CaCO₃ → CaO + CO₂). Výsledný oxid vápenatý z pece se před dopravou do sila obvykle drtí, mele a nebo prosívá. Ze sila se pálené vápno buď dodává konečnému uživateli k použití jako nehašené vápno, nebo se dopravuje do hydratačního provozu, kde reaguje s vodou na hašené vápno.

Vápenický průmysl je vysoce energeticky náročný, přičemž energie představuje až 50% celkových výrobních nákladů. Pece se vytápějí pevnými, kapalnými nebo plynými palivy. V několika posledních letech podstatně vzrostla spotřeba zemního plynu. V roce 1995 byly nejčastěji používanými palivy zemní plyn (48%) a uhlí, včetně černého uhlí, koksu, hnědého uhlí a petrolekoku (36%), následované topným olejem (15%) a ostatními palivy (1%).

Klíčovými ekologickými prvky spojenými s výrobou vápna jsou znečišťování ovzduší a spotřeba energie. Proces pálení vápna je hlavním zdrojem emisí a je také hlavním spotřebitelem energie. Sekundární procesy hašení a mletí vápna mohou být také významné. Klíčovými ekologickými emisemi jsou prach, oxidy dusíku (Nox), oxid siřičitý (SO₂) a oxid uhelnatý (CO).

Mnohé vápenky přijaly obecná primární opatření, jako optimalizaci řízení výrobního procesu. Opatření se obvykle přijímají za účelem zlepšení jakosti výrobku a snížení výrobních nákladů, ale snižují také spotřebu energie a emise vypouštěné do vnějšího prostředí.

3.4.2 Spotřeba energie

3.4.2.1 Cementářský průmysl

Za účelem dodání tepla vyžadovaného výrobním procesem se může použít různých paliv. Při vytápění cementářských pecí se používají hlavně tři různé typy paliv; ta jsou uvedena sestupně podle důležitosti: práškové uhlí a petrolekoks, (těžká) topný olej, zemní plyn.

Hlavními složkami popelovin těchto paliv jsou sloučeniny oxidu hlinitého a křemičitého. Ty se vážou se surovinami tak, že se stanou součástí slínku. To je třeba brát v úvahu při výpočtech složení suroviny, a tak je žádoucí používat palivo s konstantním, i když ne nutně nízkým obsahem popelovin.

Hlavními palivy používanými v evropském cementářském průmyslu jsou petrolekoks a uhlí (černé a hnědé). Náklady obvykle vylučují použití zemního plynu nebo nafty, ale volba paliva obvykle záleží na místní situaci (jako je dostupnost domácího uhlí). Avšak vysoké teploty a dlouhé doby pobytu v pecních systémech vedou ke značnému potenciálu rozkladu organických látek. To dává možnost volby široké škály méně drahých paliv, zejména různých druhů odpadů. Aby se ztráty energie udržely na minimu, provozují se cementářské pece při nejnižší přiměřené úrovni přebytku kyslíku. To vyžaduje přísně pravidelné a spolehlivé odměřování a dodávku paliva ve formě dovolující snadné a úplné spalování. Tyto podmínky splňují všechna kapalná a plynná paliva. Aby tyto podmínky splňovala prášková pevná paliva, je zcela zásadní dobrá konstrukce násypek, dopravníků a podavačů. Hlavní vsázka paliva (65-85%) musí být tohoto snadno spalitelného typu, zatímco zbývajících 15-35% může být přiváděno v podobě hrubé drti nebo hrud.

Převládající spotřebou energie při výrobě cementu představuje palivo pro pec. Hlavními spotřebiteli elektřiny jsou mlýny (konečné mletí a mletí suroviny) a odtahové ventilátory (pec/surovinový mlýn a cementový mlýn), které dohromady představují více než 80% spotřeby elektřiny. Při výrobě 1 tuny cementu energetické náklady – v podobě paliva a elektřiny – představují v průměru 50% celkových výrobních nákladů. Elektrická energie představuje přibližně 20% této celkové potřeby energie. [Int. Cem. Rev., leden/96].

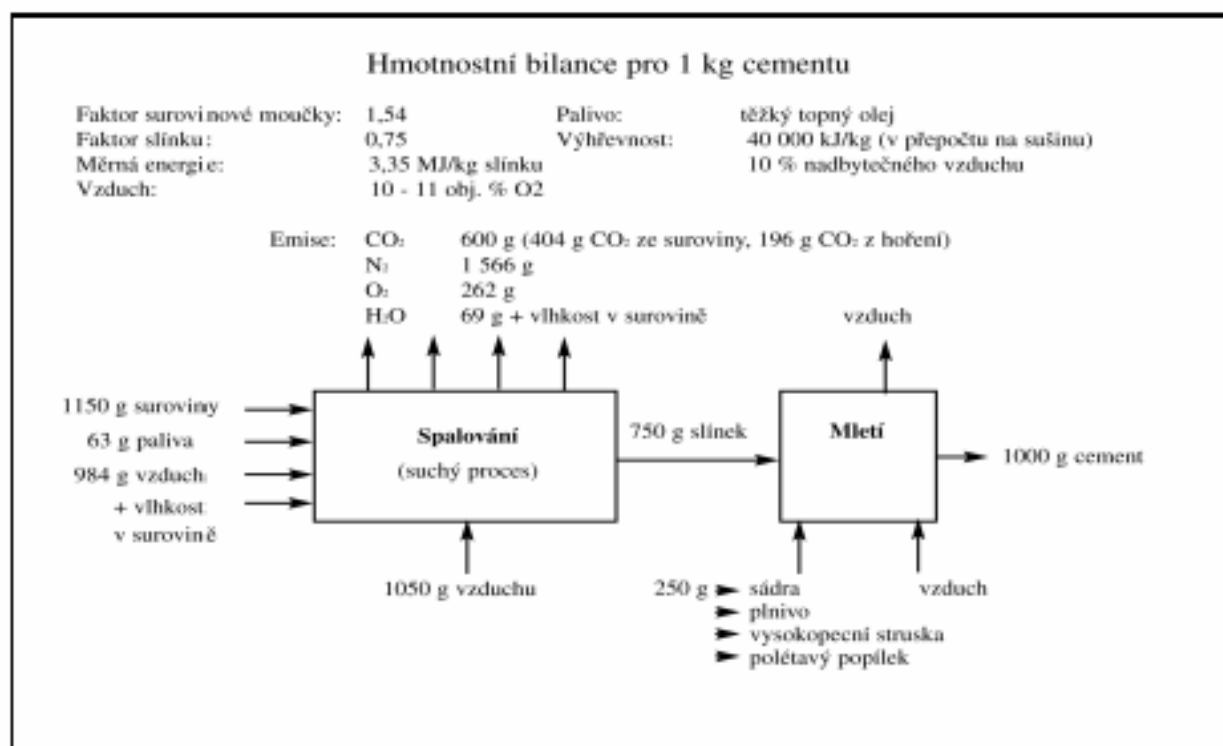
Teoretická spotřeba energie pro vypalovací proces (chemické reakce) je asi 1 700 až 1 800 MJ/t slínku. Skutečná spotřeba energie pro různé pecní systémy se pohybuje v následujícím rozpětí (MJ/t):

- asi 3 000 pro suchý proces, pece s vícestupňovými cyklonovými výměníky a předkalcinátory,
- 3 100 – 4 200 pro rotační pece se suchým procesem vybavené cyklonovými výměníky,
- 3 300 – 4 500 pro polosuchý/polomokrý proces (pec typu Lepol),
- do 5 000 pro dlouhé pece se suchým procesem,
- 5 000 – 6 000 pro dlouhé pece s mokřím procesem,
- (3 100 – 4 200 pro šachtové pece)

Spotřeba elektřiny je asi 90 - 130 kWh/t cementu.

Hlavními ekologickými problémy spojenými s výrobou cementu jsou emise do vnějšího prostředí a spotřeba energie. Hmotnostní bilance pro výrobu 1 kg cementu suchým procesem při použití topného oleje jako paliva je znázorněna na následujícím obrázku.

Obrázek 7: Hmotnostní bilance pro výrobu 1 kg cementu, Austrian BAT – proposal, 1996



3.4.2.2 Vápenický průmysl

Při výpalu vápna dodává palivo nezbytnou energii pro kalcinaci vápna. Ve výrobním procesu také vzájemně reaguje a produkty spalování se vážou s vápnem. Ve vápenických pecích se používá mnoho různých paliv. V EU je nejobvyklejší zemní plyn, ale hodně se používá také uhlí, koks a topný olej. Většina pecí může pracovat s více než jedním druhem paliva, ale v určitých pecích některá paliva nelze použít. Paliva znatelně ovlivňují spotřebu tepla, výtěžnost a jakost produktu. Některá paliva vyžadují zvláštní žáruvzdornou vyzdívku.

Volba paliv pro proces výpalu vápna je důležitá z následujících důvodů:

- palivové náklady na tunu vápna mohou představovat 40 až 50% výrobních nákladů,
- nevhodné palivo může vyvolat vysoké provozní náklady,
- palivo může ovlivnit jakost vápna, zejména úroveň zbytkového CO₂, reaktivitu a obsah síry.

Navíc volba paliva může ovlivnit emisní hladiny CO₂, CO, kouře, prachu, SO₂ a NO_x, které mají všechny vliv na životní prostředí.

Palivo je třeba připravit podle potřeb systému vnášení, který může být pro přímé nebo nepřímé spalování. V případě tuhých paliv to zahrnuje dodávku velikosti částic vhodné pro manipulační systém. V případě kapalných a plyných paliv je potřeba dodržovat požadovaný tlak a (podle potřeby) teplotu.

Hlavními ekologickými problémy spojenými s výrobou vápna jsou emise do ovzduší a spotřeba energie.

Kalcinace vápence

Typická spotřeba tepla a elektrické energie různých typů vápenických pecí je v následující tabulce. Spotřeba energie pro daný typ pece také závisí na jakosti použitého kamene a stupni přeměny uhličitánu vápenatého na oxid vápenatý.

Množství tepla na rozklad vápence je 3 200 MJ/t. Čistá spotřeba tepla na t páleného vápna se podstatně liší podle konstrukčního typu pece. Rotační pece vyžadují zpravidla více tepla než šachtové pece. Spotřeba tepla stoupá se vzrůstajícím stupněm výpalu.

Spotřeba elektřiny se pohybuje od nízkých hodnot 5 – 15 kWh/t vápna u šachtových pecí se smíšenou vsázkou po 20 – 40 kWh/t u modernějších konstrukčních typů šachtových pecí a rotačních pecí.

Obrázek 8: Typická spotřeba tepla a elektřiny u různých typů vápenických pecí, Eul.A., UK IPC Note, 1996, Jorgensen

Typ pece	Spotřeba tepla (MJ/t vápna)	Spotřeba elektřiny (kWh/t vápna)
Pálené vápno bílé, měkké a tvrdé pálený dolomit		
Šachtová pec se smíšenou vsázkou	4 000 - 4 700	5 - 15
Dvojitě sklóněná šachtová pec	4 300	30
Válcokonová šachtová pec	4 300 - 4 500	20 - 45
Protáková šachtová pec	4 000 - 4 600	18 - 35
Souproudě regenerativní šachtová pec	3 600 - 4 200	20 - 40
Ostatní šachtové pece	4 000 - 5 000	10 - 15
Dlouhá rotační pec ^{a)}	6 500 - 7 500	18 - 25
Rotační pec se rotočným předehřívacem ^{a)}	5 000 - 6 000	35 - 100
Rotační pec se šachtovým předehřívacem ^{a)}	4 800 - 6 000	17 - 45
Rotační pec se cyklovým výměníkem ^{a)}	4 600 - 5 400	23 - 40
Pec s pohyblivými rožkami	3 700 - 4 800	31 - 38
Kalcinace v plynné suspenzi	4 600 - 5 400	20 - 25
Fluidní pec	4 600 - 5 400	20 - 25
Mrtvé pálené dolomit		
Šachtová pec se smíšenou vsázkou	6 500 - 7 000	20
Rotační pec se rotočným předehřívacem	7 200 - 80 500	35 - 100

^{a)} vyrábějící nakládání bílé pálené vápno

Hydratace vápna

Hydratační proces je exotermický, a tak se přidává nadbytek vody za účelem regulace teploty v hydrátorech. Tato nadbytečná voda se přeměňuje na páru, která se vypouští do okolního prostředí spolu s malým množstvím vzduchu, které je přisáváno do hydrátoru, aby se zabránilo výstupu vlhkosti a prachu do provozu a do zařízení na přívod páleného vápna a aby se napomohlo odpařování nadbytečné vody.

Energetické nároky provozu hydrátorů, vzduchových třidičů a dopravníkových zařízení dosahují přibližně 5 až 30 kWh/t páleného vápna.

Mletí vápna

Spotřeba energie při mletí vápna se mění od 4 až 40 kWh/t páleného vápna pro hrubší třídy (např. pro třídy používané ke stabilizaci půd) po 10 až 40 kWh/t páleného vápna u jemnějších tříd. Množství vyžadované energie také závisí na použitém zařízení. Jemné odrazové mlýny lze použít pro hrubší produkty. Kulové mlýny, středověžné válcové mlýny a vysokotlaké mlýny plus dezaglomerátory (s progresivně nižší spotřebou energie) se používají k výrobě jemnějších produktů.

3.4.3 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“

3.4.3.1 Cementářský průmysl

Pecní systémy s 5 cyklovými stupni výměníku a s předkalcinátorem se považují za standardní technologii pro běžné nové závody a tato konfigurace spotřebuje 2 900 – 3 200 MJ/t slínku [Cembureau report, 1997]. Pro účely optimalizace energetického vstupu v jiných pecních systémech existuje možnost změnit konfiguraci pece na krátkou pec se suchým procesem s vícestupňovým výměníkem a předkalcinací. To obvykle není proveditelné jinak, než jako součást větší modernizace se zvýšením výroby. Příklady metod, které omezují spotřebu energie, jsou uplatnění nejnovější generace slínkových chladičů a maximální možná rekuperace odpadního tepla pro sušení a předehřev.

Spotřebu elektrické energie lze minimalizovat instalací systémů energetického managementu a použitím energeticky účinných zařízení, jako jsou vysokotlaké válcové mlýny pro rozmělnění slínku a pohony ventilátorů s proměnnou rychlostí.

Spotřebu energie zvýší většina typů koncových odlučovačů. Některé z redukčních technik popsanych níže, např. optimalizace řízení procesu, budou mít také kladný vliv na spotřebu energie.

Optimalizace procesu výpalu slínku se obvykle provádí za účelem snížení spotřeby tepla, za účelem zvýšení jakosti slínku a zvýšení životnosti vybavení (např. žáruvzdorné vyzdívky) stabilizací parametrů

procesu. Sekundárními účinky optimalizace jsou snížení emisí, jako je Nox , SO_2 a prach. Hladký a stabilní provoz pece blízko konstrukčních hodnot parametrů procesu je výhodný s ohledem na všechny emise z pecí. Optimalizace zahrnuje opatření jako homogenizaci suroviny, zajištění rovnoměrného dávkování uhlí a zlepšení provozu chladiče. Aby bylo zajištěno, že dávkování pevných paliv bude stabilní, s minimálními špičkami, je zásadní, spolu s dobrou konstrukcí nakladače, dopravníku a podavače, moderní váhový systém na pevná paliva.

Optimalizace pece se provádí především kvůli snížení provozních nákladů, zvýšení kapacity a zlepšení jakosti produktu. Provozní náklady optimalizované pece se oproti neoptimalizovanému stavu obvykle snižují. Úspory vyplývají mimo jiné ze snížené spotřeby paliva, žáruvzdorných materiálů, nižších nákladů na údržbu a vyšší produktivity [Cembureau report, 1997].

Nejlepší dostupné techniky pro výrobu cementu zahrnují následující obecná primární opatření

- Plynulý a stabilní pecní proces blížící se určeným parametrům procesu je výhodný s ohledem na všechny emise pecí, jakož i na spotřebu energie. Dosahuje se jej:
 - optimalizací řízení procesu, včetně počítačových automatických řídicích systémů,
 - použitím moderních váhových systémů dávkování pevných paliv
- Minimalizace spotřeby energie z paliv prostřednictvím:
 - předehříváním a předkalcinací na nejvyšší možnou míru s přihlédnutím ke stávající konfiguraci pece,
 - použitím moderních chladičů slínku umožňujících maximální rekuperaci tepla,
 - rekuperací tepla z odpadních plynů.
- Minimalizace spotřeby elektrické energie prostřednictvím:
 - systémů řízení energetických toků,
 - mlecího zařízení a ostatních elektrinou poháněných zařízení s vysokou účinností.
- Pečlivá volba a kontrola látek vstupujících do pece může snížit emise
 - pokud je to proveditelné volby surovin a paliv s nízkým obsahem síry, dusíku, chlóru, kovů a těkavých organických sloučenin.

3.4.3.2 Vápenický průmysl

V mnoha případech jsou staré pece nahrazovány novými, ale některé stávající pece byly upraveny tak, aby se snížila spotřeba energie paliv. Tyto úpravy se pohybují od malých modifikací (např. instalace výměníků tepla za účelem rekuperace tepla v pecních plynech nebo za účelem využití širšího sortimentu paliv) až po velké změny v konfiguraci pece. V některých případech, kde šachtové pece přestaly být ekonomicky způsobilé, bylo možno přeměnit je na moderní konstrukční typ, např. přestavbu jednoduché šachtové pece na prstencový typ nebo vytvoření souprouté regenerativní pece propojením páru šachtových pecí. Konverze prodlužuje životnost drahých součástí zařízení, jako je konstrukce pece, systém zavážky kamene a skladovacího a manipulačního zařízení na vápno. Ve výjimečných případech může být hospodárné zkrátit dlouhé rotační pece a osadit je předehříváčem, a tak snížit spotřebu paliva.

Rekuperace tepla z odpadních plynů, které jsou produkovány při exotermické reakci procesu hydratace vápna, se používá k ohřívání vody pro hydrataci vápna. Kromě úspory energie toto zvýšení teploty vody urychluje průběh reakce. Spotřeba elektrické energie může být minimalizována použitím energeticky účinných zařízení, jako jsou vysokotlaké válcové mlýny.

Některé níže popsané redukční techniky, např. optimalizace řízení výrobního procesu, mají také kladný vliv na spotřebu energie.

Výsledkem udržování parametrů řízení pece blízko optimálních hodnot je snížení všech parametrů spotřeby a emisí v procesu výpalu vápna. To je mj. důsledkem nižšího počtu odstávkových a nerovnovážných podmínek. Je možné provozovat řídicí systémy s cílem zajistit zavedení a dodržování správné provozní a údržbové praxe všemi zainteresovanými a monitorovat její dodržování.

Nejlepší dostupné techniky pro výrobu vápna zahrnují následující obecná primární opatření:

- Plynulý a stabilní pecní proces blížící se určeným parametrům procesu je výhodný s ohledem na všechny emise pecí, jakož i na spotřebu energie. Dosahuje se jej prostřednictvím:
 - optimalizace řízení procesu
- Minimalizace spotřeba energie prostřednictvím:
 - rekuperace tepla odpadních plynů.
- Minimalizace spotřeby elektrické energie prostřednictvím:
 - použití mlýnů a ostatních elektřinou poháněných zařízení s vysokou účinností.
- Minimalizace spotřeby vápence prostřednictvím:
 - volby pece za účelem optimálního využití vytěženého vápence,
 - určitého způsobu těžby a dobře řízeného používání vápence (jakost, velikost zrna).
- Pečlivá volba a kontrola látek vstupujících do pece, která může snížit/zamezit emise:
 - volba paliv s nízkým obsahem síry (zejména rotační pece), dusíku, chlóru.

3.5 Výroba chloru a louhu

3.5.1 Úvod

Vstupy jsou v první řadě sůl a voda jako suroviny; kyseliny a chemické prostředky pro srážení (používané k odstranění nečistot ve vstupující solance nebo vystupujícím chloru/hydroxidu sodném); chladicí činidla (CFCs, HCFCs, HFCs, amoniak, atd.) pro zkapalňování a čištění vyráběného chloru. Výroba chloru a louhu potřebuje obrovské množství elektřiny a elektrická energie je rovněž hlavním vstupem.

Membránový proces má základní ekologické přednosti před dvěma staršími procesy - amalgámovým, diafragmovým, protože nepoužívá rtuť ani azbest a je energeticky účinnější. Navzdory těmto přednostem změna technologie na membránovou probíhá v západní Evropě pomalu. Většina existujících zařízení na výrobu chloru byla totiž instalována v roce 1970 se životností zařízení 40-60 let a nové kapacity nejsou potřeba. Pobídkou pro změnu technologie není ani legislativa.

3.5.2 Spotřeba energie

Dále jsou uvedeny kvantitativní údaje o úrovni spotřeby surovin a energie a úrovni emisí pro všechny tři technologie výroby chloru a louhu (amalgamovou, diafragmovou a membránovou). Jsou zde také zahrnuty některé údaje o vstupech surovin a energie a výstupech znečišťujících látek u pomocných procesů, jako je čištění solanky, zpracování chloru, zpracování louhu sodného a vodíku. Uváděné hodnoty byly získány ve výrobnách, v nichž je pro snížení úrovně emisí aplikována řada opatření na zdokonalení procesu (process-integrated techniques) a řada opatření na zpracování výstupních proudů (end-of-pipe techniques). Uváděné hodnoty byly získány buď přímo ve výrobnách nebo od členských států. Údaje o úrovni emisí rtuti v Evropských výrobnách byly získány od organizace Euro Chlor. Další údaje pak ze zpráv OSPARCOM nebo z literatury. Emise, které jsou důsledkem obsahu nečistot v produktech, nejsou do studie zahrnuty.

Využívána je jednak elektrická energie, jednak teplo. Asi jedna polovina vynaložené energie je transformována do entalpie vyrobených produktů. Zbytek je převeden na teplo odváděné do vzduchu ve výrobně a do produktů, které je nutné chladit. Teplo je zčásti recirkulováno prostřednictvím předeřevu solanky. Izolace elektrolyzérů a tanků na rozpouštění soli snižuje nároky na ventilaci provozovny a zvyšuje podíl recyklovatelného tepla. Vodík vznikající při výrobě louhu a chloru může být využit jako chemická surovina nebo jako palivo [UN/ECE, 1985].

Provoz závodu na výrobu chloru a louhu je závislý na dostupnosti velkého zdroje stejnosměrného proudu (SSP) (v anglickém textu direct-current electric power DC), který je většinou získáván ze zdroje vysokého napětí střídavého proudu (STP) (v anglickém textu alternating current AC). Nízké napětí nezbytné pro elektrický okruh elektrolyzérů je získáváno postupnou transformací proudu. Křemíkové usměrňovače pak mění střídavý proud na stejnosměrný proud pro elektrolyzu [Kirk-Othmer, 1991].

Elektrické napětí roste s rostoucí vzdáleností mezi katodou a anodou. Na druhé straně malá vzdálenost elektrod při amalgamové elektrolyze zvyšuje frekvenci zkratů. Proto musí být vzdálenost mezi elektrodami monitorována a trvale nastavována. To je možné spolehlivě zajistit instalací počítače, který měří napětí na každém páru elektrod a porovnává jej s hodnotou žádanou zadanou pro aktuální proudové zatížení. Tento počítač by měl být také použit k řízení transformátorů, aby udržoval reakční potenciál nízký i při měnícím se proudovém zatížení.

Tabulka 36: Spotřeby surovin a energie a úrovně emisí pro všechny tři technologie výroby chloru a louhu (amalgamovou, diafragmovou a membránovou)

Vstupy, na 1 t vyrobeného chloru				
Suroviny	Membrána	Amalgam	Diafragma	Poznámka
sůl (NaCl)	1 750 kg			teorie 1 660 kg (žádné ztráty)
Voda	1-2,8 m ³			jen procesní voda
Pára	180 kWh	-	610 kWh	AC, množství typické pro 50% louh
elektrina	2 790 kWh	3 560 kWh	2 970 kWh	AC, běžná hodnota, závisí na proudové hustotě
Pomocné látky				
rtuť	-	2,6-10,9 g	-	
azbest	-	-	0,1-0,3 kg	
Emise, na 1 t vyrobeného chloru				
	Membránová	Amalgamová	Diafragmová	Poznámka
Do atmosféry				
vodík	100 -1 000 g			
chlor	0 -16 g			
CO ₂	1,2 – 5 kg			
rtuť	-	0,2 - 2,1 g	-	západní Evropa 1998
azbest	-	-	0,04 mg	
Do vody				
volné oxidanty	0,001-1,5 kg			vyšší hodnota platí, jsou-li vypouštěny zbytky bělicích prostředků
chlorečnan	0.14-4 kg			závisí na tom, je-li instalován rozkladač chlorečnanu nebo není, vyšší hodnota platí, je-li použit termický rozklad bělicího činidla
bromičnan	0,22 – 550 g			vyšší hodnota platí, je-li použit termický rozklad bělicího činidla
chlorid	4 – 25 kg			
chlorované uhlovodíky	0,03 – 1,16 g			
sírany	0,3 – 0,7 kg (vakuovaná sůl) 15 kg (sůl kamenná)			závisí na čistotě použité soli
kovy	Cr, Cu, Fe, Ni, Zn atd.			závisí na čistotě použité soli
rtuť	-	0,1-0,65 g	-	západní Evropa 1998
azbest	-	-	-	specifická data nejsou k dispozici
Do odpadu				
filtrační kaly ze solanky	120 – 775 g (vakuovaná sůl) 30 kg (sůl kamenná)			
kaly z měkčení solanky	600 g	-	-	
rtuť	-	0 -84 g	-	západní Evropa 1998
azbest	-	-	0,09 – 0,2 kg	závisí na době životnosti diafragmy

Porovnání typických spotřebních parametrů pro tři technologie je uvedeno v následující tabulce.

Tabulka 37: Porovnání typických spotřeb energie při rtuťové, diafragmové a membránové elektrolyze při výrobě chloru a louhu předpokládající výrobu 50% louhu a před zkapalněním chloru. [Dutch Report, 1998], [Euro Chlor report, 1997], [Lindley, 1997].

	Amalgamová technologie	Technologie s azbestovou diafragmou	Membránová technologie
Teoretické napětí (V)	3,15	2,19	2,19
Proudová hustota (kA/m ²)	8 – 13	0,9 – 2,6	3 – 5 ¹
Napětí na elektrolyzáru (V)	3,9 – 4,2	2,9 – 2,5	3 – 3,6
Koncentrace louhu (% hmot.)	50	12	33
Spotřeba elektrické energie (STP kWh/ t Cl ₂)	3 360 při 10 kA/m ²	2 720 při 1,7 kA/m ²	2 650 ² při 5 kA/m ²
Spotřeba elektrické energie ostatními spotřebiči (čerpadla, kompresory, atd.) (STP kWh/ t Cl ₂)	200	250	140
Celková spotřeba elektrické energie (STP kWh/ t Cl₂)	3 560	2 970	2 790
Spotřeba energie ve formě páry na zahušťování louhu (STP kWh/ t Cl ₂) ³⁾	0	610	180
Střední celková spotřeba energie (STP kWh/ t Cl₂)	3 560	3 580	2 970

¹⁾ Projevují se tendence provozovat membránovou elektrolyzu při vyšších proudových hustotách, což dovoluje zvýšit produkci na 1 m² za cenu zvýšení spotřeby energie na 1 t chloru. Vyšší proudová hustota vede k zvýšení produkce odporového odpadního tepla, čímž se snižuje množství tepla nutné na předehřev solanky.

²⁾ Podle nejlepších dodavatelů nejlepší hodnota při 5 kA/m² je 2 575 STP kWh/ t Cl₂ při zahájení produkce a 2 650 STP kWh/ t Cl₂ po dvou letech provozu.

³⁾ 1 t páry = 250 kWh při 19 bar (číslo založené na elektrické energii, která by byla vyrobena průchodem 1 t vodní páry turbinou. Poskytnuto EdF, French energy suppliers).

Ve výše uvedené tabulce nejsou zahrnuty spotřeby energie na zkapalnění chloru. Je nutné upozornit na to, že chlor vyrobený v procesu membránové elektrolyzy může vyžadovat zkapalnění a opětovné odpaření, aby byl zbaven kyslíku (O₂) a oxidu uhličitého (CO₂). Energie na zkapalnění a vypaření 1 t chloru je asi 200 kWh (STP).

Spotřeba elektrické energie je nižší při membránové technologii. Náklady na energie jsou nižší přes to, že tato technologie je spojená se spotřebou páry na zvýšení koncentrace louhu a na náročnější čištění solanky.

Zvýšení proudové hustoty snižuje investiční náklady, protože roste produkce na jednotkový elektrolyzáru. Na straně druhé však roste spotřeba elektrické energie. Pro rentabilitu určenou vztahem mezi investičními náklady a náklady na energie může být rozhodující cena jednotky elektrické energie [Lindley, 1997].

3.5.3 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“

Jako BAT pro výrobu chloru a louhu je uvažována membránová technologie. BAT může být i diafragmová technologie bez azbestu. Celková spotřeba energie spojená s BAT pro výrobu plynného chloru a 50% hydroxidu sodného je méně než 3 000 kWh (AC) na tunu chloru bez zkapalňování chloru, a méně než 3 200 kWh (AC) na tunu chloru včetně zkapalňování a odpařování chloru.

Nejlepší dostupné techniky pro výrobu chloru a louhu zahrnují opatření v kterých není spotřeba energie přímo/podrobněji pojednána. Přednost mají bezpečností opatření a snižování emisí, což je s ohledem na používané látky logické (rtuť, chlor, kyselina sírová, azbest).

V současné době je vyvíjeno mnoho nových technik, hlavní motivací je **dosáhnout úspor energie** (viz příslušná část BREF).

3.6 Zpracování železných kovů

3.6.1 Úvod

BREF se skládá ze 4 hlavních částí. Tři se zabývají různými průmyslovými podobory sektoru zpracování železných kovů:

- Tváření za tepla a za studena
- Kontinuální pokovování
- Vsázková galvanizace

Tato struktura byla zvolena z důvodu rozdílů v povaze a rozsahu činností, které lze zahrnout pod pojem zpracování železných kovů.

Čtvrtá část se netýká průmyslových podoborů. Zahrnuje technický popis řady zařízení pro ochranu životního prostředí, které jsou technikami, jež lze považovat za možné BAT ve více, než jednom pododvětví.

Část tváření za tepla a za studena u oboru zpracování železných kovů zahrnuje různé metody výroby, jako je válcování za tepla, válcování za studena a tažení oceli. Na různých linkách se vyrábí široká paleta polotovarů a finálních výrobků.

Hlavními problémy válcování za tepla pokud jde o životní prostředí jsou emise do ovzduší, zejména NO_x a SO_x; spotřeba energie v pecích; (fugitivní) emise prachu z manipulace s výrobky, z povrchové úpravy válcováním nebo mechanické úpravy; výtoky s obsahem oleje nebo pevných látek a odpady s obsahem oleje.

Hlavními problémy válcování za studena pokud jde o životní prostředí jsou: kyselé odpady a odpadní voda; dým z odmašťování, kyselé emise do ovzduší a emise olejové mlhy, zaolejované odpady a odpadní voda, prach, např. z odstraňování okují a rozvíjení svitků; NO_x z moření směsnými kyselinami a spalné plyny z ohřívacích pecí.

Hlavními aspekty životního prostředí při tažení drátu jsou: emise do ovzduší z moření, kyselé odpady a odpadní voda; fugitivní emise z mýdla (suché tažení), vyčerpané mazadlo a výtoky (mokré tažení), spalný plyn z pecí a emise a odpady s obsahem olova z olověných lázní.

Hlavní problémy při kontinuálním žárovém nanášení povlaků ponorem ve vztahu k životnímu prostředí jsou kyselé emise do ovzduší, odpady a odpadní voda; emise do ovzduší a spotřeba energie v pecích, zbytky s obsahem Zn, odpadní vody s obsahem oleje a chromu.

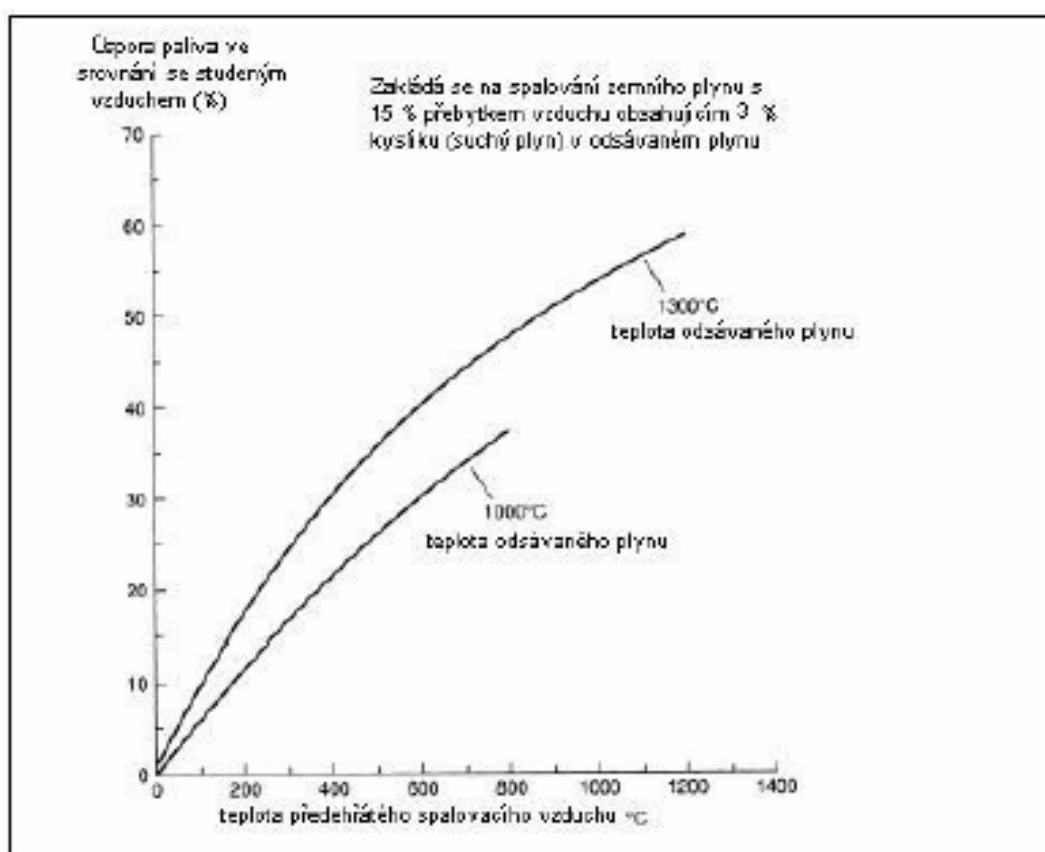
Hlavními problémy ve vztahu k životnímu prostředí u vsázkové galvanizace (dávkového pozinkování) jsou emise do ovzduší (HCl z moření a prach a plynné sloučeniny z ponorných nádob); vyčerpané procesní roztoky (odmašťovací roztoky, mořicí lázně a tavící lázně), olejové odpady (např. z čištění odmašťovacích lázní) a zbytky s obsahem Zn (prach z filtru, popílek, tvrdý zinek).

3.6.2 Spotřeba energie

*Spotřeba energie není v částech BREF zabývajících se jednotlivými podobory samostatně pojednána. Nejvyšší spotřeba energie je zapříčiněna **pecemi při valcování za tepla**.*

Ke zvýšení tepelné účinnosti pecí je třeba, aby se využíval výstupní plyn z pece k přehřevu spalovacího vzduchu. Tepelná účinnost stoupá se stoupající teplotou přehřátého vzduchu a poklesem teploty odpadního plynu. Schéma na následujícím obrázku ukazuje potenciální úspory paliva dosahované při spalování přehřátého vzduchu. Skutečné hodnoty se mohou lišit od těchto teoretických hodnot, protože jsou předmětem působení mnoha vlivů.

Obrázek 9: Potenciální úspory paliva předehřevem spalovacího vzduchu /ETSU-G 76/



Obecně existují dva systémy/hořáky:

- regenerační
- rekuperační

3.6.2.1 Regenerační systémy

Regenerační systémy užívají dva soubory výměníků tepla, které obsahují např. materiál z kanálkového zdiva nebo keramické kuličky. Zatímco jeden hořák hoří, regenerátor dalšího hořáku se ohřívá přímým kontaktem s výstupním plynem, následný ohřívá vstupujícím spalovací vzduch. Po určité době se průtoky přepínají na opačný proces. Takové systémy mohou dosáhnout teploty předehřátého vzduchu až 1100°C (a 1300°C), ale skutečné teploty jsou závislé na vstupní teplotě odpadního plynu. Na teplotách předehřátého vzduchu závislé emise NO_x mohou být až 3000 mg/m³ /CITEPA/.

Speciálním typem regeneračních hořáků je hořák s celistvým ložem, které má kompaktnější provedení, protože regenerační lože je začleněno do tělesa hořáku. Tyto druhy hořáků jsou vhodné speciálně při rekonstrukci pecí, kde může být problémem omezení prostoru a pro malé pece. Regenerační systémy se preferují kvůli vysokým teplotám odpadního plynu, aby se dosáhlo teplot předehřátého vzduchu okolo 600°C. Teplota předehřátého vzduchu je omezena provozní teplotou a je obvykle o 150-200°C nižší, než teplota pochodu. Může se dosáhnout až 80 % tepelné účinnosti pece a až 60% úspory paliva /EUROFER HR; EUROFER CR/.

Regenerační systém je zajímavý zejména při vsázkových procesech (nekontinuálních), protože tyto postupy obvykle neobsahují zónu předehřevu. V pecích kontinuálních, které jsou vybaveny centrálním rekuperačním systémem se dosahuje podobné tepelné účinnosti prostřednictvím dlouhé nevytápěné zóny (předehřevu), kde se teplo odpadních plynů přenáší konvencí na studenou vsázku /EUROFER HR/.

3.6.2.2 Rekuperátory a rekuperační hořáky

Rekuperátor je výměník tepla umístěný na výstupu odcházejícího plynu, který umožňuje, aby teplo přecházelo plynule pomocí ohřívání povrchu do vstupujícího spalovacího vzduchu. K dispozici jsou rozličné projekty zařízení. Auto-rekuperační hořáky mají integrální výměníky tepla pro předehřev spalovacího vzduchu. Rekuperování tepla spalných plynů umožňuje teplotu předehřívání vzduchu až 550 nebo 620°C. Vyšší teploty pro předehřátí vzduchu jsou technicky možné, ale znamenají vzrůst nákladů s ohledem na tepelně odolné konstrukční materiály, které to vyžaduje. Lze dosáhnout tepelné účinnosti přibližně 65% /EUROFER HR/.

3.6.3 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“

Rozptyl spotřeb energie ohřívacích pecí a pecí pro tepelné úpravy se pohybuje od 0,7 do 6,5 GJ/t při typickém rozsahu 1–3 GJ/ t.

Tabulka 38:: Klíčová zjištění vztahující se k BAT a přiřazené úrovně emisí a spotřeb pro válcovnu za tepla

Nejlepší dostupné techniky / Rozdílné náhledy na BAT	BAT – přiřazené úrovně emisí a spotřeb Rozdílné názory na přiřazené úrovně
recyklace okují, třísek a prachu na místě (vnitřní), nebo jejich prodej za účelem recyklace	
Ohřívací pece a pece tepelných úprav	
obecná opatření, např. zohledňující projekt pece nebo provoz a údržbu, jak je popsáno v kapitole A.4.1.3.1	
zamezit přebytku vzduchu a tepelným ztrátám během vsazování pomocí provozního opatření (minimum nutného otvírání dveří při vsazování) nebo stavebními prostředky (instalace dveří s více segmenty pro těsnější uzavření)	
- Pečlivý výběr paliva a zavedení automatizace / regulace pece při optimalizaci podmínek spalování : - zemního plynu - všech ostatních plynů a plyných směsí - palivového oleje (< 1 % S)	Úrovně SO ₂ : < 100 mg/Nm ³ < 400 mg/Nm ³ až 1700 mg/Nm ³
Rozdílný náhled : - BAT je omezení obsahu síry v palivu < 1 % - BAT je nižší limit pro síru nebo dodatečná opatření pro snížení SO₂	
- rekuperace tepla odpadního plynu k ohřevu vsázky - rekuperace tepla odpadního plynu pomocí systémů rekuperačních a regeneračních hořáků - rekuperace tepla odpadního plynu v kotlích na odpadní teplo nebo odparným chlazením kluzných ližin (tam, kde je potřeba pára)	Úspory energie 25 – 50 % a snížení potenciálních NO _x až o 50 % (v závislosti na systému)
Druhá generace hořáků o nízkých NO_x	NO _x 250 – 400 mg/Nm ³ (3 % O ₂) bez předehřevu vzduchu, uváděné potenciální omezení NO _x okolo 65 % ve srovnání s konvenčními hořáky
omezení teploty předehřevu. Úspory energie versus emise NO _x : Výhody snížené spotřeby energie a omezení SO ₂ , CO ₂ , a CO se musí posoudit proti nevýhodám potenciálně zvýšených emisí NO _x	
Rozdílný náhled : - BAT je SCR a SNCR (selektivní katalytická a nekatalytická redukce) - Není dosti informací, aby se rozhodlo zda jsou SCR / SNCR BAT nebo ne	Dosažené úrovně ¹ : SCR : NO _x < 320 mg/Nm ³ SNCR: NO _x < 205 mg/Nm ³ Únik čpavku 5 mg/Nm ³
¹ Existují úrovně emisí uvedené pro jeden stávající závod SCR (kroková pec) a jeden stávající závod SNCR (kroková pec)	
- Snížení tepelných ztrát v meziproduktech minimalizací doby skladování a izolováním bram/bloků (boxy pro udržování tepla nebo tepelné kryty) v závislosti na toku výroby - Změna logistiky a mezi-skladování, aby se umožnil maximální stupeň vsázky za tepla, přímého vsazování nebo přímého válcování (maximální stupeň závisí na technologickém schématu výroby a jakosti výrobků).	
V nových závodech se mohou touto technikou vyrábět výrobky pro válcování, stejně jako odlévání tvarů blízkých konečnému tvaru a tenkých bram	

3.7 Výroba neželezných kovů

3.7.1 Úvod

BREF se zabývá výrobou následujících neželezných kovů

- Cu a její slitiny, Sn a Be
- Al a jeho slitiny
- Zn, Pb, Cd, Sb, Bi
- Ušlechtilé kovy
- Rtuť
- Těžkovitělné kovy, např. Cr, W, V, Ta, Nb, Re, Mo
- Feroslitiny, např. FeCr, FeSi, FeMn, SiMn, FeTi, FeMo, FeV, FeB
- Alkalické kovy a kovy alkalických zemin Na, K, Li, Sr, Ca, Mg a Ti
- Ni a Co
- uhlíkové a grafitové elektrody

Výroba radioaktivních kovů v této práci zahrnuta není. Výroba takových složek jako jsou polovodiče není zahrnuta rovněž.

V rozsahu BREF jsou začleněny také následující chemické procesy :

Výroba produktů s obsahem síry, jako je elementární síra, oxid siřičitý a kyselina sírová všude tam, kde existuje spojení s výrobou neželezných kovů. V případě kyseliny sírové, pak tam, kde se kyselina vyrábí z SO₂ obsaženého v plynech, které jsou emitovány z různých stupňů procesu. Koncentrace plynu, teplota a stopy kontaminantů (znečišťujících látek) ovlivňují provedení procesu a volbu katalyzátoru.

- Výroba oxidu zinečnatého z plynu vznikajícího během výroby ostatních kovů
- Výroba sloučenin niklu z kapalin vznikajících při výrobě kovu,
- Výroba CaSi a Si, která se provádí v téže peci jako ferosilicium (ferokřemík)
- Výroba oxidu hlinitého z bauxitu mající přednost před výrobou primárního hliníku. Jde o stupeň předúpravy, který by mohl být prováděn v dolech nebo v huti. Je nedílnou součástí výroby kovu, když se provádí v huti a je zahrnuta do BREF.

Válcování, tažení a protlačování neželezných kovů, když je přímo spojeno s výrobou kovu by mohlo být zahrnuto do povolení (v souvislosti s povolovací procedurou podle IPPC) a proto je začleněno do tohoto dokumentu. Slévárenské procesy do této práce zahrnuté nejsou a budou zaneseny jinde.

3.7.2 Spotřeba energie

Příslušné kapitoly nebyly v českém jazyce dostupné, překlad je nad rámec projektu.

3.7.3 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“

Článek 3 odstavec (d) Směrnice IPPC vyžaduje, aby byla energie využita efektivně a tato poznámka je důvodem ke komentáři o využití energie a zaujímá místo při posuzování BAT u každé z kapitol výroby kovů. Využití energie v průmyslu neželezných kovů je zahrnuto do řady zpráv připravovaných Střediskem pro Analýzu a rozšiřování demonstračních technologií o energii (CADET). Tyto zprávy jsou používány v širokém měřítku při porovnávání technologií.

Rekuperace energie a tepla se v praxi při výrobě a odlévání neželezných kovů ve značné míře využívá. Pyrometurgické pochody jsou vysoce náročné na teplo a plyny z pochodu obsahují velké množství tepelné energie. Proto se využívá následných rekuperačních hořáků, tepelných

výměníků a kotlů k rekuperaci tohoto tepla. Pára nebo elektřina se mohou produkovat pro využití na místě nebo mimo ně a pochody nebo spalné plyny se mohou předehřívat /tm 118, ETSU 1996/. Techniky, které se využívají pro rekuperaci tepla se různí od místa k místu. Jsou ovládány řadou faktorů, jako je možnost využití tepla a energie nebo blízkost místa, rozsah provozu a potenciál plynů nebo jejich složek k zanášení nebo zaslepování výměníků tepla.

Následující příklady jsou charakteristické a vyjmenované techniky, které je možno použít při pochodech výroby neželezných kovů /tm 118, ETSU 1996/.

Popsané techniky lze začlenit do mnoha stávajících pochodů:

- horké plyny, které se tvoří během tavení nebo pražení sulfidických rud většinou vždy procházejí kotlem na výrobu páry. Vyrobená pára se může použít k výrobě elektřiny a /nebo při požadavcích na ohřev. Příkladem toho je hut' na měď, která pokrývá 25 % svých požadavků na elektřinu (10,5 MVA) z páry vyrobené v kotli na odpadní teplo u výbojové (flash) pece. Kromě vyrobené elektřiny se využívá pára jako provozní v ústřední sušičce a zbytkové odpadní teplo se používá k předehřevu spalovacího vzduchu.
- Další pyrometalurgické procesy jsou také silně exotermní, zejména použije-li se obohacení spalovacího vzduchu kyslíkem. Mnohé procesy využívají přebytku tepla, které se tvoří během stupně tavení nebo konverze, na roztavení druhotných surovin, aniž by se využívalo dodatečného paliva. Například, teplo vystupující z Pierce-Smithova konvertoru se používá k roztavení anodového šrotu. V tomto případě se materiálu ze šrotu používá jako chladicího média a dodávky se pečlivě regulují, aby se předešlo potřebě chladit konvertor jinými prostředky v kterékoliv době cyklu. Mnohé další konvertory mohou využívat přídavků šrotu pro chlazení a ty, které toho nejsou schopny jsou předmětem návrhů postupů, které by to umožňovaly.
- Využití vzduchu obohaceného kyslíkem nebo kyslíku v hořácích snižuje spotřebu energie, což umožňuje autogenní tavení, nebo dokonalé spalování uhlíkatého materiálu. Objemy odpadního plynu se značně omezují při použití menších ventilátorů.
- Materiál pro vyzdívkou pece může také ovlivňovat energetickou bilanci při procesu tavení. V tomto případě se uvádí použití žáruvzdorného materiálu o nízké hmotnosti, aby nastal přínosný efekt omezení prostupu tepla a zadržovalo se uvnitř zařízení /tm 106, Farrell/ 1998/. Tento faktor se musí započítat do trvanlivosti (životnosti) vyzdívky pece a prostupu kovu do vyzdívky a nelze ho aplikovat ve všech případech.
- Oddělené sušení koncentrátů při nízkých teplotách snižuje požadavky na energii. Je to následkem energie potřebné k přehřátí páry uvnitř huti a významného nárůstu celkového objemu plynu, který zvyšuje velikost ventilátoru.
- Výroba kyseliny sírové z oxidu siřičitého emitovaného z etap pražení a tavení je exotermním pochodem a zahrnuje řadu stupňů chlazení plynu. Teplo obsažené v plynech během konverze a teplo obsažené v produkované kyselině se mohou využít pro tvorbu páry a /nebo teplé vody.
- Teplo se rekuperuje při využití horkých plynů ze stupňů tavení do pecní vsázky. Podobným způsobem se mohou předehřívat spalné plyny a spalovací vzduch nebo rekuperační hořák využívaný v peci. Tepelná účinnost se v těchto případech zlepšuje. Například téměř u všech šachtových pecí na tavení katodového / měděného šrotu vyhřívaných zemním plynem, nabízí projekt tepelnou účinnost (využití paliva) od 58 % do 60 % v závislosti na průměru a výšce pece. Spotřeba plynu je asi 330 kWh/t kovu. Účinnost šachtové pece je vysoká, hlavně protože se vsázka předehřívá uvnitř pece. Tam se může dostatečné zbytkové teplo z výstupního plynu rekuperovat a znovuvyužít k ohřevu spalovacího vzduchu a plynu. Uspořádání pro rekuperaci tepla vyžaduje odklonění komínových plynů z pece přes výměník tepla o vhodné velikosti, odsávací ventilátor a protrubní vedení. Rekuperované teplo tvoří asi 4 – 6 % spotřebu paliva do pece.
- Chlazení před zařízením filtrových lapačů je důležitou technikou, protože poskytuje ochranu filtrů před teplotou a umožňuje širokou paletu volby tkaniny. Někdy je možné rekuperovat teplo i v tomto stadiu. Například při typicky použitém uspořádání u šachtové pece pro tavení kovu, se plyny z vrcholu pece vedou potrubím do prvního ze dvou výměníků tepla, který produkuje předehřátý spalovací vzduch do pece. Teplota plynů za tímto výměníkem může být mezi 200-450° C. Druhý výměník tepla sníží teplotu plynu před filtrovým lapačem (rukávovým filtrem) na

130 °C . Za výměníky tepla běžně následují cyklony, které odstraňují velké částice a působí jako lapače jisker.

- Oxid uhelnatý, který se tvoří v elektrické nebo šachtové peci se zachycuje a spaluje jako palivo u několika různých pochodů, nebo pro výrobu páry nebo jiné energie. Mohou vznikat významná množství plynu a existují příklady, kde hlavním podílem používané energie v zařízení tvoří zachycovaný CO ze zařízení elektrické obloukové pece. V jiných případech se CO tvořený v elektrické peci spaluje v peci a poskytuje část tepla potřebného pro pochod tavení.
- Recirkulace kontaminovaného odpadního plynu zpět prostřednictvím kyslíkového hořáku povede k významným úsporám energie. Hořák rekuperuje odpadní teplo plynu, využívá energetický obsah kontaminantů a odstraňuje je /tm 116, Alfred 1998/. Takový pochod může také snižovat oxidy dusíku.
- Využití obsahu tepla z procesních plynů nebo páry pro růst teploty loužící kapaliny se v praxi používá často. V některých případech se část průtoku plynu může zachytit do pračky, aby se teplo rekuperovalo ve vodě, která se potom použije k pochodům loužení. Ochlazený plyn se potom vrací do hlavního proudu k dalšímu čištění.
- Během tavení elektronického šrotu, nebo šrotu z baterií se v hutních nádobách používá k tavení obsažených kovů a dalšího dodávaného šrotu a struskotvorných složek obsahu tepla plastů

Výhodu předehřevu spalovacího vzduchu užívaného v hořácích lze dokumentovat. Použije-li se vzduch vyhřátý na 400 °C, vzroste teplota plamene o 200 °C, zatímco pokud je předehřát na 500 °C, vzroste teplota plamene o 300 °C. Tento nárůst teploty plamene znamená vyšší účinnost tavení a snížení spotřeby energie.

Alternativou k předehřevu spalovacího vzduchu je předehřátí materiálu vsazovaného do pece. Teorie ukazuje, že 8% úspor energie lze získat na každých předehřátých 100 °C a v praxi se prokázalo, že předehřev na 400 °C vede k 25 % úspor energie, zatímco předehřev na 500 °C vede k 30 % energetických úspor. Předehřev se praktikuje u různých pochodů např. předehřev pecní vsázky používá horkých pecních plynů během výroby ferrochromu.

Teplo a rekuperovaná energie je tudíž v tomto průmyslu důležitým faktorem a promítá vysoký podíl nákladů, které energie představuje. Mnohé techniky pro rekuperaci energie je relativně snadné rekonstruovat /tm 118, ETSU 1996/, ale tu a tam existují problémy s inkrustacemi sloučenin kovů ve výměnících tepla. Dobrý projekt se zakládá na fundovaných znalostech o vystupujících sloučeninách a jejich chování při různých teplotách. U výměníku tepla se využívá se rovněž čistících mechanismů, aby se udržela tepelná efektivita.

Ačkoliv jsou tyto úspory příklady pro jednotlivé části zařízení, jsou do značné míry závislé na místě, specifických podmínkách pochodu, včetně ekonomických nákladů.

Podrobnější údaje o nejlepších dostupných technikách pro jednotlivé skupiny neželezných kovů nebyly v českém jazyce dostupné, překlad je nad rámec projektu.

3.8 Výroba skla

3.8.1 Úvod

Sklářský průmysl je v BREF rozdělen do osmi odvětví. Tato odvětví jsou rozdělena podle výrobků, ale někde se budou nutně překrývat:

1. obalové sklo
2. ploché sklo
3. nekonečné skleněné vlákno
4. domáckenské (užitkové) sklo
5. speciální (technické) sklo (včetně skla vodního)
6. minerální vlna (s dvěma pododvětvími - skleněná vlna a horninová vlna)
7. keramické vlákno
8. frity

Hlavními ekologickými problémy sklářského průmyslu jsou emise do vzduchu a energetická spotřeba. Výroba skla je vysokoteplotní energeticky intenzivní činnost, z níž vyplývají emise produktů spalování a vysokoteplotní oxidace atmosférického dusíku, tj. oxid siřičitý, oxid uhličitý a oxidy dusíku. Pecní emise rovněž obsahují prach, který vzniká hlavně tiskáním a následnou kondenzací tiskavých materiálů z kmene. Odhaduje se, že v roce 1997 emise ze sklářského průmyslu do vzduchu tvořilo: 9000 tun prachu, 103500 tun NO_x, 91500 tun SO_x a 22 mil. tun CO₂ (včetně emisí vzniklých při výrobě spotřebované elektrické energie) To tvoří kolem 0,7% celkových emisí v EU. Celková energetická spotřeba ve sklářském průmyslu byla přibližně 265 PJ.

3.8.2 Spotřeba energie

3.8.2.1 Spotřeba energie obecně

Výroba skla je energeticky intenzivní a při konstrukci pece jsou výběr energetického zdroje, techniky otáčení a způsobu rekuperace tepla ústředními hledisky. Tyto volby patří také mezi většinu důležitých faktorů ovlivňujících ekologický provoz a energetickou účinnost tavení. Takže jedním z nejdůležitějších vstupů do procesu výroby skla je energie; třemi hlavními energetickými zdroji jsou topný olej, zemní plyn a elektřina. Výjimkou je výroba minerální vlny, kde převládá technika tavení v šachtových pecích, které se otáčí koksem. V minulých desetiletích byl převládajícím palivem pro výrobu skla topný olej, přestože roste použití zemního plynu. Existují různé druhy topného oleje od těžkého k lehkému, s proměnlivou čistotou a obsahem síry. Mnoho velkých pecí je vybaveno jak pro provoz na zemní plyn, tak na topný olej a není až tak neobvyklé, že pece převážně otáčené plynem spalují na jednom nebo dvou hořácích olej. Třetím běžným zdrojem pro výrobu skla je elektřina, kterou lze použít jako jediný zdroj energie nebo v kombinaci s fosilními palivy. Jedinou technikou, která našla ve sklářství široké komerční uplatnění, je odporové elektrické vytápění. Nepřímé elektrické vytápění se používá jen na velice malých vanách a pánových pecích nebo k ohřevu části vany (např. pracovní konec nebo žlab dávkovače). Obecně energie nutná k tavení skla tvoří přes 75 % celkových energetických nároků výroby skla. Dalšími významnými oblastmi použití energie je žlab dávkovače, tvarování, chlazení, vytápění závodu a servis. Typické rozdělení spotřeby energie v odvětví obalového skla (tvoří kolem 60 % výroby EU), je následující: pec 79 %, žlab dávkovače 6 %, stlačený vzduch 4 %, chladicí pec 2 %, ostatní činnosti 6 %. V tomto dokumentu se čísla týkající se energie vztahují k energii v době použití a nejsou přepočteny na primární energii. Přestože jsou mezi odvětvími a závody velké rozdíly, lze příklad obalového skla považovat na příklad pro celý průmysl. Výjimkou z tohoto zobrazení je odvětví minerální vlny, kde jsou rozvláknovací provoz a sušící pec rovněž velkými spotřebiteli energie. Jak již bylo diskutováno, jsou topný olej a zemní plyn převládajícími energetickými zdroji při tavení, s malým procentovým podílem elektřiny. Žlaby dávkovačů a chladicí pece se otáčí plynem nebo elektřinou, elektřina se používá k pohonu vzduchových kompresorů a ventilátorů nutných k provozu. Servis zahrnuje čerpání vody, výrobu páry pro skladování paliva a vyhřívání potrubí, vlhčení a zahřívání kmene a vytápění budov. Některé pece jsou vybaveny spalinovými kotli k výrobě buď části nebo

celého množství potřebné páry. Ke stanovení výchozí hodnoty energetické účinnosti procesu je vhodné vzít v úvahu teoretické energetické nároky tavení skla. Teoretické energetické nároky tří nejběžnějších skel jsou uvedeny v následující tabulce.

Kalkulace předpokládá, že všechno dostupné teplo je plně využito a že má tři hlavní složky:

- reakční teplo při vzniku skla ze surovin
- teplo, enthalpie, požadované ke zvýšení teploty skla z 20 na 1500 °C a
- obsah tepla v plynech (hlavně CO₂) uvolněných z kmene při tavení.

Tabulka 39: Teoretické energetické požadavky na tavení běžných složení skel [t_m14 ETSU]

	Sodnovápenaté (ploché a obalové sklo) GJ/tunu	Boritokřemičité (8 % B₂O₃) GJ/tunu	křišťálové sklo (19 % PbO) GJ(tunu
reakční teplo	0,49	0,41	0,40
entalpie skla	1,89	1,70	1,69
entalpie emitovaných plynů	0,30	0,14	0,16
teoretický energetický požadavek	2,68	2,25	2,25

Skutečné energetické nároky podle zkušeností z různých odvětví kolísají v širokém rozmezí od asi 3,5 do více než 40 GJ/tunu. Toto číslo podstatně závisí na konstrukci pece, velikosti a metodě provozu. Ale většina skla se vyrábí na velkých pecích a energetický požadavek činí při tavení obvykle méně než 8 GJ/tunu. Energetická spotřeba je dále uváděna pro každé odvětví, pokud jsou informace dostupné. Protože je výroba skla tak energeticky intenzivní, je při vysokoteplotním procesu jasně velká možnost tepelných ztrát. V minulých letech byl učiněn velký pokrok při zvyšování energetické účinnosti a některé postupy (např. velké regenerativní pece) se blíží teoretické minimální energetické spotřebě při tavení, přičemž se bere v úvahu neodmyslitelné omezení procesů. Moderní regenerativní pec na tavení obalového skla bude mít celkovou tepelnou účinnost kolem 50 % (maximálně 60 %), se ztrátami spaliny kolem 20 % a se ztrátami konstrukcí tvořenými velkou částí zbytku. Tato účinnost je dobře srovnatelná s jinými velkými spalovacími aktivitami, zvláště s výrobou elektřiny, která má typicky účinnost kolem 30 %. Ztráty konstrukcí jsou nepřímo úměrné velikosti pece, hlavním důvodem je změna poměru plochy pece k jejímu objemu. Elektricky ohřívání a kyslíkopalivové pece mají obecně lepší specifickou energetickou účinnost, než pece s fosilním palivem, ale jejich nevýhoda bude diskutována později v tomto dokumentu. Dále uvádíme některé z obecnějších faktorů ovlivňujících energetickou spotřebu pecí ohřívání fosilními palivy. Pro některá jednotlivá zařízení je důležité vzít v úvahu místní specifické problémy, které ovlivňují použitelnost níže uvedených obecných komentářů. Tyto faktory také ovlivňují emise na tunu skla u těch látek, které se týkají přímo množství spáleného fosilního paliva, zvláště CO₂, SO₂ a NO_x. a) kapacita pece významně ovlivňuje spotřebu paliva na tunu utaveného skla, protože větší pece jsou podstatně energeticky účinnější v důsledku nižšího poměru povrchové plochy k objemu b) také výkon pece je důležitý, většina pecí dosahuje při špičkovém zatížení vyšší energetické účinnosti. Změny v zatížení pece silně závisí na trhu a mohou mít velké rozmezí, zvláště u některých obalových skel a domáckého skla c) jak stoupá stáří pece, její tepelná účinnost obvykle klesá. Ke konci kampaně pece může být energetická spotřeba na tunu utaveného skla až o 20 % vyšší než na začátku kampaně. d) použití elektropříhřevu zlepšuje energetickou účinnost pece. Ale když se vezme v úvahu cena elektřiny a účinnost výroby a distribuce elektřiny, celkové zlepšení je menší (nebo dokonce záporné). Elektropříhřev se spíše než ke zlepšení energetické účinnosti používá obvykle ke zlepšení tavicí schopnosti pece. e) použití střepů může významně snížit energetickou spotřebu, protože chemická energie vyžadovaná k utavení surovin již byla poskytnuta. Obecně platí, že 10 %ní zvýšení použití střepů má za následek úsporu energie při tavení 2-3 %. f) kyslíkopalivové ohřívání také může snížit energetickou spotřebu, zvláště v menších pecích. Eliminace většiny dusíku ze spalovací atmosféry snižuje objem spalin opouštějících pece o 60-80 %. Takže jsou možné energetické úspory, protože není nutné ohřívat atmosférický dusík na teplotu plamene. Energetická účinnost je velice komplexní úkol, o němž se bude hovořit v odstavcích specifických pro odvětví jak v této kapitole, tak v kapitole 4. Od 60. let sklářství jako celek snižovalo měrnou energetickou spotřebu průměrně o 1,5 % za rok. Dnes je tempo snižování nižší, protože

měrná spotřeba se již přiblížila termodynamickým mezím. Následující tabulka je převzata z německé směrnice VDI [tv41 VDI2578] a uvádí užitečný přehled měrné energetické spotřeby pro řadu moderních energeticky účinných sklářských pecí.

Tabulka 40: Příklady měrné energetické spotřeby pro řadu sklářských pecí [tm41 VDI2578]

Typ vanové pece	Typ skla	Tavicí plocha *) m ²	Hloubka skleněné lázně tavicí část mm	Kapacita pece tavicí část metrická t	Poměr délky ku šířce vany	Výkon metrická t/den	Jmenovitý výkon metrická t/m ² d	Jmenovitá spotřeba energie kJ/kg skla
příčně plamenná s regenerativním předehříváním vzduchu	Obalové sklo nebo vodní sklo	15-155	1200-1700	50-500	1,9-3,0:1	40-500	2,5-4,0	4200
regenerativní U-plamenná	obalové sklo	15-450	1200-1700	50-500	1,9-2,5:1	40-450	2,5-4,0	3800
rekuperativní	obalové sklo	do 250	1100-1600	50-650	2,0-2,8:1	40-450	2,0-3,0	5000
kyslíkopalivová ***)	obalové sklo	110-154	1300-1700	390-600	2,0-2,4:1	350-425	2,3-3,5	3050-3500
příčně plamenná s regenerativním předehříváním vzduchu	ploché sklo	100-400	1200-1400	300-2500	2,1-2,8:1	150-900	2,3-2,7	6300
příčně plamenná s regenerativním předehříváním vzduchu	TV sklo (stínítka)	70-300	900-1100	160-700	2,0-3,0:1	100-500	1,1-1,8	8300
s rekuperativním předehříváním vzduchu	stolní sklo	15-60	1100-1300	40-180	1,8-2,2:1	15-120	1,0-2,0	6700
s rekuperativním předehříváním vzduchu	skleněné vlákno	15-110	800-1500	50-200	2,8:1	30-350	3,4	4300

*) Povrch sklářské pece pro tavení a čerání. Normálně část mezi základacím přístavkem a průtokem. V případě pece na plavené sklo bez neotápěné úpravné části.

**) Jmenovitá spotřeba energie bez pracovní části a fidru během najetí a jmenovitý výkon (stárnutí pece 0,1 až 0,2 % za měsíc, bez elektropříhřevu, předehřívání taveniny a sekundárního využití odpadního tepla normalizováno na 70 % střepů pro obalové sklo, 20 % střepů pro plavené sklo, 40 % střepů pro TV sklo a stolní sklo

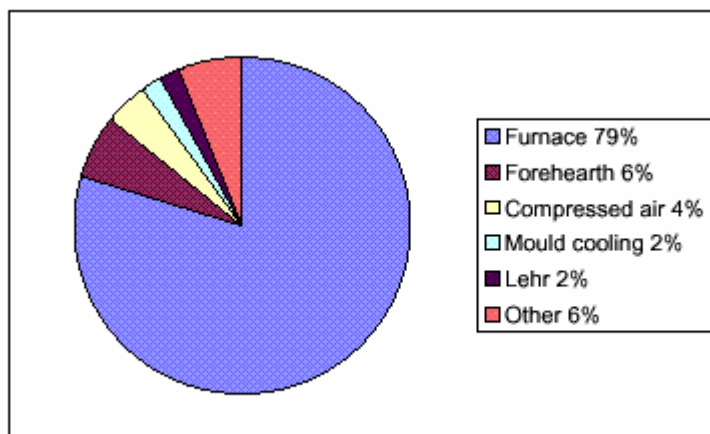
Energetické úspory na procento dodatečných střepů: 0,15 až 0,3 %. Jmenovitá energetická spotřeba je přibližná směrná hodnota pro nové středně velké a velké závody. není vhodná pro energetické bilancování, protože v jednotlivých případech může dojít k velkým rozdílům. Účinná jmenovitá energetická spotřeba nezávisí jen na obsahu střepů a stáří vany, ale kromě jiného také na složení kmene, na předehřívání vzduchu, výkonu vany, izolaci vany a na požadované kvalitě skla.

***) Údaje se opírají o provozní zkušenosti na dvou závodech využívajících kyslíkopalivovou technologii. Energie vyžadovaná na výrobu kyslíku není zahrnuta do jmenovité energetické spotřeby.

3.8.2.2 Obalové sklo

Energie nutná pro tavení skla tvoří obvykle více než 70 % celkových energetických požadavků při výrobě obalového skla. Dalšími významnými uživatelskými oblastmi jsou žlaby dávkovačů, tvarování (stlačený vzduch a vzduchové chlazení forem), chlazení, vytápění závodu a servis. Typická energetická spotřeba je uvedena na následujícím obrázku.

Obrázek 10: Využití energie v typickém závodě na výrobu obalového skla



Furnace 79 % - pece 79 %

Forehearth 6 % - žlab dávkovač 6 %

Compressed Air 4 % - stlačený vzduch 4 %

Mould Cooling 2 % - chlazení forem 2 %

Lehr 2 % - chladič pec 2 %

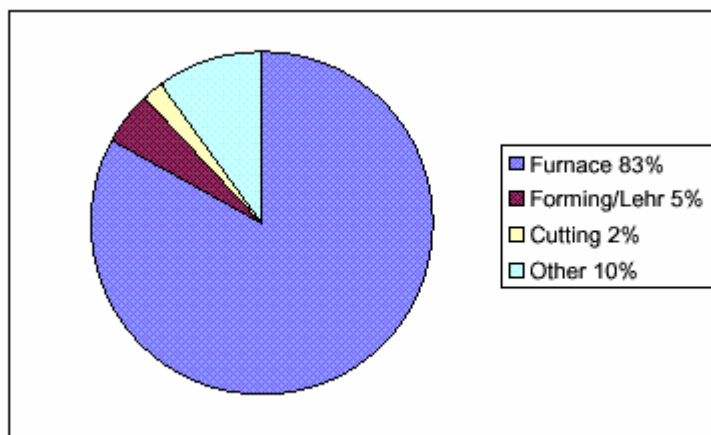
Other 6 % - ostatní 6 %

Primárními energetickými zdroji pro tavení je těžký topný olej nebo zemní plyn, někdy s malým procentem elektrického přívěvu (do 5 %). Existuje několik příkladů celoelektrického tavení, ale jsou vzácné. Žlaby dávkovačů a chladič pec jsou ohřívány plynem nebo elektřinou. Elektřina se používá k pohonu vzduchových kompresorů a ventilátorů nutných pro provoz. Servis zahrnuje čerpání vody a obvykle výrobu páry potřebné pro skladování a manipulaci s topnými oleji, vlhčení/předehřívání kmene a někdy vytápění budov. V některých případech jsou velké pece vybaveny spalinovými kotli na výrobu části nebo veškeré nutné páry. Energetická spotřeba procesu bude záviset na mnoha faktorech. Rozsah energetické spotřeby je v odvětví extrémně široký. Ale odhaduje se, že většina závodů spadá do rozsahu 4,5 až 7,0 GJ/tunu utaveného skla a 6,5 až 9,0 GJ/tunu finálních produktů. Pro některé vysoce kvalitní výrobky mohou být tato čísla podstatně vyšší.

3.8.2.3 Ploché sklo

Distribuce použité energie pro typický proces plavení skla je uvedena na následujícím obrázku (viz originál), ale použití energie se může u jednotlivých procesů mírně lišit. Je vidět, že přes tři čtvrtiny energie použité ve sklárně jsou vydány na tavení skla. Tvarování a chlazení zabere dalších 5 % z celku. Zbývající energie se použije na servis, řídicí systémy, osvětlení, vytápění budov a na procesy následující po vytvarování, jako je kontrola, zušlechťení a manipulace.

Obrázek 11: Použití energie pro typický proces plavení skla



Furnace 83 % - pec 83 %

Forming/Lehr 5 % – tvarování/chladicí pec 5 %

Cutting 2 % - řezání 2 %

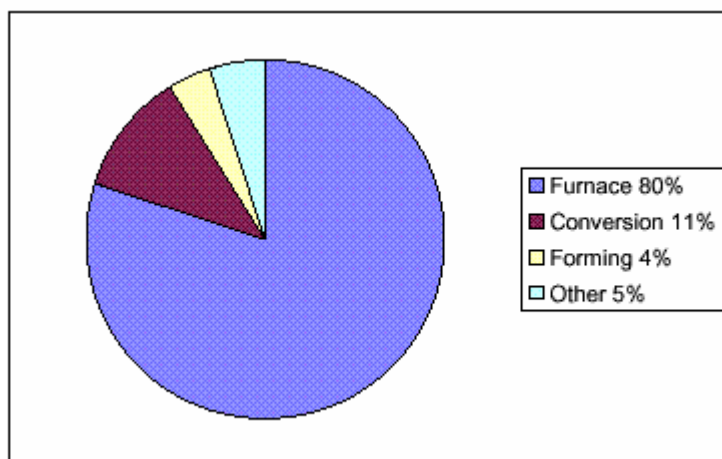
Other 10 % - ostatní 10 %

Pece na plavené sklo se téměř výhradně otápejí těžkým topným olejem nebo zemním plynem, někdy s elektropřířevem do 5 %. Hodně pecí má možnost otápění buď olejem nebo plynem nebo případně obojím palivem současně na různých hořácích. Je několik příkladů elektrických pecí, ale ty mají malý výkon a jsou pro zvláštní účely. Rovněž existuje jedna kyslíkopalivová pec v USA, která zahájila provoz v roce 1998. Předpecí (u válcovaného skla) a chladicí pece jsou otápěny plynem nebo elektřinou. Elektřina se používá k pohonu vzduchových kompresorů a ventilátorů nutných pro provoz. Servis zahrnuje čerpání vody a obvykle výrobu páry nutné v olejovém hospodářství, pro vlhčení/předehřívání kmene a někdy k vytápění budov. V některých případech jsou velké pece vybaveny spalinovými kotli na výrobu části nebo veškeré nutné páry. Energetická spotřeba procesu bude záviset na mnoha faktorech. Rozsah energetické spotřeby v tomto odvětví je zcela úzký, protože je relativně málo změn v typu používaných pecí. Měrná energetická spotřeba pro tavení je 5,5 až 8,0 GJ/tunu utaveného skla, se specifickými energetickými požadavky na proces jako celek obecně méně než 8,0 GJ/tunu.

3.8.2.4 Nekonečné skleněné vlákno

Rozdělení spotřeby energie pro typickou výrobu nekonečného vlákna je uvedeno na následujícím obrázku (viz originál). Spotřeba energie v jednotlivých procesech se může lišit podle velikosti tavicí pece a typu následných procesů. Je vidět, že přes tři čtvrtiny energie se využívá k tavení. Tvarování, včetně ohřevu trysek a změna výrobku zabere 15 % a zbývající energii spotřebuje servis, řídicí systémy, osvětlení a vytápění závodu.

Obrázek 12: Použití energie při typickém procesu výroby nekonečného skleněného vlákna



Furnace 80 % - pec 80 %

Conversion 11 % - Přeměna na vlákno 11 %

Forming 4 % - tvarování 4 %

Other 5 % - ostatní 5 %

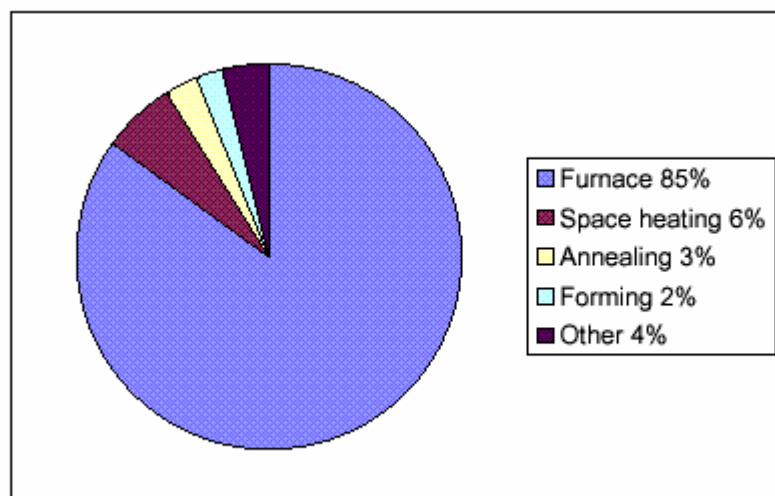
Většina pecí v tomto odvětví jsou pece rekuperativní plynové, někdy s elektropříhřevem (až do 20 % tavicí energie). Vyskytují se i olejové pece, otápění s přísavkou kyslíku a několik kyslíkopalivových pecí. Teplota předehřívání vzduchu u rekuperativních pecí je nižší, než u regenerativních pecí a energetické požadavky na tunu skla jsou následně vyšší. V tomto odvětví je elektrická vodivost skla velice nízká a v současnosti se stoprocentní elektrické tavení nepovažuje za hospodárné nebo technicky proveditelné. Spotřeba energie v procesu bude záviset na mnoha faktorech. Spotřeba energie tavení je 11 až 23 GJ/tunu skloviny, i když z některých malých pecí vyrábějících specializovaná složení může být až 30 GJ/tunu. Celková energetická spotřeba je obvykle v rozsahu 18 až 33 GJ/tunu výrobku. Maximální teplota klenby v peci na výrobu nekonečného skleněného hedvábí je kolem 1650 °C, což je až o 50 °C více, než u obalového skla a až o 250 °C více než u skleněné vlny. Vyšší tavicí teploty přispívají k relativně vysoké specifické spotřebě energie v tomto odvětví.

3.8.2.5 Domácenské (užitkové) sklo

Uvažovat o spotřebě energie je v tomto odvětví velice obtížné pro jeho rozmanitost a širokou řadu používaných tavicích technik. Velkoobjemová výroba sodnovápenatého stolního skla má mnoho společného s výrobou obalového skla a vykazuje srovnatelné rozdělení použité energie. Ale vysoký podíl užití energie souvisí s následnými procesy (např. leštění plamenem a dokončovací práce). Specifická energetická spotřeba při tavení je v tomto odvětví vyšší než u obalového skla. Je to proto, že pece jsou obvykle menší, tavicí teploty jsou mírně vyšší a prodleva v peci je až o 50 % delší.

Některé další procesy v odvětví, zvláště výroba olovnatého křišťálu, jsou prováděny v mnohem menším rozsahu a mohou se použít pánvové pece. Rozdělení užití energie pro výrobu vysoce kvalitního olovnatého křišťálu z pánvových pecí je uvedeno na následujícím obrázku (viz originál). Pro odvětví jako celek to však není typické.

Obrázek 13: Užití energie při výrobě olovnatého křišťálu (pánvová pec)



Furnace 85 % - pec 85 %

Space heating 6 % - otápění prostoru 6 %

Annealing 3 % - chlazení 3 %

Forming 2 % - tvarování 2 %

Other 4 % - ostatní 4 %

Celková energetická spotřeba při výrobě olovnatého křišťálu může být až 60 GJ/tunu finálního produktu, i když teoretická spotřeba je pouze kolem 2,5 GJ/tunu. Rozdíl může být způsoben mnoha faktory, ale hlavními jsou:

- vysoké požadavky na kvalitu mohou vést k vysoké zmetkovitosti. Pánev se ve skle pomalu rozpouští, což způsobuje šlíry a kamínky ve výrobcích.
- sklo se běžně opracovává ručně a výtěžnost z tvarování může být pod 50 %, výrobky mohou během tvarování vyžadovat opakované zahřívání
- pece se musí před použitím "natavit" čili vytopit na vysokou teplotu a ve srovnání s kontinuálními pecemi mají velice omezenou životnost.

Elektrické tavení olovnatého křišťálu umožňuje použití vysoce kvalitních žáromateriálů, které poskytují vyšší kvalitu skla a tím menší podíl zmetků a lepší výtěžnost. Kontinuální povaha elektrického tavení také znamená, že často souvisí s účinnějším automatizovaným tvarováním. Tyto faktory vedou k energetické spotřebě blížící se 25 GJ/tunu produktu. Jiné kontinuální nebo polokontinuální tavicí techniky mohou podobně vést k lepší energetické účinnosti.

3.8.2.6 Speciální (technické) sklo (včetně skla vodního)

Pro diverzifikované odvětví, jakým je technické sklo, je velice obtížné poskytnout obecnou informaci o energetické spotřebě. Tabulky pro tři příklady uvádějí přehled, ale může existovat celá řada odchylek podle tavicích technik, receptury kmene a konstrukce a provozu zařízení. Německá zpráva o BAT pro sklářství uvádí rozmezí 12-15 GJ/tunu konečného produktu [tm29 Infomil].

Ke specifickým úvahám o speciálním skle patří to, že tavicí teploty jsou pro speciální sklo obvykle vyšší, než u sériově vyráběných skl a tyto pece na speciální sklo jsou obecně menší, než v jiných odvětvích sklářství. Z obou těchto faktorů vyplývají vyšší emise CO₂ a vyšší měrná spotřeba energie.

3.8.2.7 Minerální vlna (s dvěma pododvětvími - skleněná vlna a horninová vlna)

Hlavními zdroji energie pro tavení skleněné vlny je zemní plyn a elektřina. Horninová vlna se převážně vyrábí v šachtových pecích, které jsou otápěny koksem, existuje i několik příkladů plynových a elektrických pecí. Zemní plyn se rovněž většinou používá při rozvlákňování a tvrzení. Elektřina se používá k běžnému servisu a lehký topný olej a propan-butan se někdy používají jako pomocné palivo. V odvětví je několik kyslíkopalivových pecí.

Třemi hlavními oblastmi spotřeby energie je tavení, rozvlákňování a tvrzení. Rozdělení spotřeby mezi procesy je dosti proměnlivé a je komerčně velice citlivé. Následující tabulka uvádí celkovou spotřebu energie při výrobě minerální vlny s rozdělením do hlavních oblastí procesu. Hodnoty pro rozvlákňování, tvrzení a jinou spotřebu jsou odhady organizace EIPPCB s použitím údajů z průmyslu a hodnot z odkazu [tm14 ETSU].

Tabulka 41: Užití energie při výrobě minerální vlny

	Skleněná vlna	Minerální a strusková vlna
celková spotřeba energie GJ/tunu dokončeného výrobku	11 až 22	7 až 18
tavení, % z celkové energie	20 až 45 %	30 až 70 %
rozvlákňování, % z celkové energie	25 až 35 %	25 až 35 %
tvrzení a sušení, % z celkové energie	25 až 35 %	25 až 35 %
jiné, % z celkové energie	6 až 10 %	6 až 10 %

Přímá spotřeba energie při elektrickém tavení je v rozmezí 3,0 až 5,5 GJ/tunu dokončeného výrobku. Energetická spotřeba na elektrické tavení je přibližně jednou třetinou energie požadované na stoprocentní vzduchoplynové tavení a podle toho lze odhadnout energetickou spotřebu každého stupně výroby. S těmito údaji je spojena neodstranitelná velice vysoká chyba, ale provedený odhad udává alespoň náznak spotřeby energie.

3.8.2.8 Keramické vlákno

O energii používané v tomto odvětví je málo dostupných informací. Tavení je výhradně elektrické s velmi malými ztrátami tiskáním. Proto je účinnost tavení (s výjimkou místních problémů) dosti vysoká, ačkoliv složení má vysoké energetické požadavky a pece jsou relativně malé. Energetická spotřeba je v rozmezí od 6.5-16.5 GJ/tunu taveniny. Energetická spotřeba pro další činnosti je od 3.5 do 9.5 GJ/tunu výrobku (za předpokladu 75 % přeměny surovin na dokončený výrobek).

3.8.2.9 Frity

O použití energie v tomto odvětví je málo informací. Pece jsou převážně (více než 90 %) otápěné plynem, i když je několik olejových pecí a některé pece jsou otápěny dvěma palivy. Nejsou známy případy elektrických pecí v komerčním měřítku. Pece jsou velice malé vzhledem k většině pecí ve sklářství a je několik jednotlivých pecí větších než 20 tun za den a mnoho pecí je menších. Obvykle je na jednotlivém zařízení několik malých pecí, každá s jiným složením. Ale požadavky na čerání jsou obvykle menší a celková spotřeba energie na tunu taveniny je srovnatelná s dalšími odvětvími, přibližně 13 GJ/tunu. Energie použitá jinde než při tavení je velice nízká vzhledem k nízké úrovni následných procesů a výrobky se obvykle nesuší.

Mnoho pecí v západní Evropě je otápěno kyslíkem a plynem a z toho mohou vyplynout podstatné úspory energie. V některých případech byl oznámen pokles v používání plynu o více než 50 %.

3.8.3 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“

Výroba skla je velice energeticky náročný proces a pečlivý výběr zdroje energie, techniky otápění a metody regenerace tepla jsou hlavními body při navrhování pece a ekonomického provozu. Stejná pečlivost je také důležitá u některých závažných faktorů ovlivňujících ekologický provoz a energetickou účinnost tavicího procesu. Energie nezbytná k tavení činí více než 75 % celkových energetických požadavků při výrobě skla. Energetické náklady na tavení jsou jedněmi z největších provozních nákladů na sklářském zařízení a to je výzvou pro provozovatele, aby spotřebu energie snížili. Následující hlavní techniky snižování spotřeby energie jsou podrobně diskutovány v hlavním dokumentu:

- technika tavení a konstrukce pece (např. regenerátory, rekuperátory, elektrické tavení, kyslíkopalivové spalování a elektropříhřev)
- řízení spalování a výběr paliva (např. nízkoemisní hořáky, stoichiometrické spalování, otápění olejem a plynem)
- používání střepů
- spalínové kotle
- předehřívání střepů a kmene

Cena energie při tavení je jednou z největších položek provozních nákladů na sklářské zařízení a je významnou výzvou pro provozovatele, aby snížili spotřebu energie. Ekonomické úspory byly tradičně motivací pro použití energeticky úsporných postupů, ale v poslední době nabývají na důležitosti ekologická hlediska užití energie. U pecí otápěných fosilními palivy využití energie přímo ovlivňuje emise na tunu skla u těch látek, které pocházejí ze spáleného fosilního paliva, zvláště CO_2 , SO_2 a NO_x , ale také částic. Tyto problémy jsou diskutovány jednotlivě podle látek ve specifických odstavcích této kapitoly.

3.8.3.1 Technika tavení a konstrukce pece

Výběr tavicí techniky má velký vliv na energetickou účinnost. Výběr je ve velkém rozsahu omezen řadou ekonomických úvah. Hlavním faktorem požadovaný výkon a související investiční a provozní náklady během životnosti pece. Důležitým bodem provozních nákladů je užití energie a provozovatel si obecně vybírá co možná energeticky nejúčinnější konstrukci.

V konvenčních pecích otápěných fosilními palivy je hlavní rozdíl v konstrukci pece, zda je systém regenerace tepla založen na regenerátorech nebo na rekuperátoru. Rozdíly v konstrukci a provozu jsou diskutovány v kapitole 2. Jedním z hlavních faktorů výběru je velikost pece.

Regenerativní pece dosahují vyšší teplotu předehřevu spalovacích plynů, až 1400°C ve srovnání s 800°C v rekuperativních pecích. Z toho vyplývá lepší tavicí účinnost. Regenerativní pece jsou větší, tudíž energeticky účinnější než menší rekuperativní pece. Je to způsobeno tím, že ztráty konstrukcí jsou nepřímo úměrné velikosti pece, hlavním důvodem je změna poměru povrchové plochy ku objemu. Moderní regenerativní obalářská pec bude mít celkovou tepelnou účinnost kolem 50 %, se ztrátou spaliny kolem 20 % a ztrátami konstrukcí tvořenými většinou zbytkem. Tepelná účinnost rekuperativní pece bez regenerace tepla se bude blížit 20 %.

Regenerativní pece jsou U-plamenné nebo příčněplamenné. U-plamenné pece jsou tepelně účinnější (až o 10 %), ale řízení spalování je omezeno a je dána horní mez velikosti pece (v současné době kolem 150 m^2 u obalového skla). Plavicí pece jsou méně účinné než pece obalářské, protože specifický výkon floatu je mnohem nižší kvůli požadavkům na kvalitu.

Energie zachycená regenerátorem se může maximalizovat zvětšením jeho vyložení. V praxi to lze provést zvětšenými regenerátorovými komorami nebo oddělenými ale spojenými strukturami, které se nazývají víceprůchodové regenerátory. Základním omezením je cena zvláštních žárovzdorných kamenů a v případě stávající pece prostorové omezení a další náklady na úpravu infrastruktury. Tento princip se častěji aplikuje u U-plamenných pecí, protože mají jednodušší geometrii regenerátoru, i když i na příčně otápěných pecích byly provedeny určité aplikace. Modifikace stavby regenerátoru na stávajících pecích (jestliže je to technicky i ekonomicky možné a když to umožňuje uspořádání

závodu) se může provést jen během přestavby pece. Spotřeba energie se může snížit až o 15 % ve srovnání s ekvivalentní pecí s typickým jednorůchodovým regenerátorem.

Jediným negativním dopadem je zvýšený objem žáromateriálů, který se musí likvidovat na konci kampaně. Tento negativní dopad je omezený, protože velká část zvláštního žáromateriálu vydrží dvě nebo tři kampaně pece. Řešení pro recyklaci tohoto materiálu se stále ještě vyvíjí. Přestože vyšší teplota předehřívá vzduchu v pecích vybavených víceřůchodovými regenerátory je možným původcem zvýšení teploty plamene a tím vzniku NO_x , nemají tyto pece prakticky vyšší hladiny NO_x , pokud se u zdroje provedou vhodná opatření ke snížení.

Existuje řada materiálů, které jsou vhodné k uchování tepla a proto k vyzdění regenerátorů. Nejjednodušším řešením je použití žárovzdorných kamenů otevřených nebo roštových, ty umožňují účinnost regenerátoru kolem 50 % (teplo regenerované vzduchem ve srovnání s teplem obsaženým ve spalínách). Přenos tepla lze zlepšit speciálně tvarovanou vyzdívkou a tavenolitými materiály. Například tavenolitě zvlněné kruciformy ve srovnání se standardní vyzdívkou z cihel zvýší účinnost tepelné výměny a budou dosaženy úspory paliva ve výši 7 %. Navíc jsou tyto materiály velice odolné vůči chemickému vlivu těkavých látek z proudu spalín a vykazují během provozu podstatně nižší opotřebení (v porovnání s cihlami). Ve světě bylo do dnešní doby instalováno kolem 320 zařízení se zvlněnými kruciformami, z toho je 120 v EU.

Maximální teoretická účinnost regenerátoru je 80 %, protože hmota spalín z pece převyšuje hmotu vstupujícího spalovacího vzduchu a tepelná kapacita odsávaných plynů převyšuje tepelnou kapacitu spalovacího vzduchu. Prakticky bude účinnost omezena náklady a ztráty konstrukcí budou významnější, když se velikost regenerátorů zvětší. Je obtížné vytvořit cenově vyhovující regenerátor s účinností větší než 70-75 %.

Geometrie pece neustále prochází úpravami, aby se optimalizovaly proudy a přenos tepla, jak pro zlepšení kvality skla, tak pro úspory energie. Vývoj je často kombinován s vývojem spalovacích systémů, aby se snížily emise a ušetřila energie. Změny geometrie pece jsou možné pouze u nových pecí nebo při přestavbách.

Elektrické tavení, ať částečné nebo stoprocentní, zlepšuje energetickou účinnost, pokud se uvažuje na místní úrovni, ale když se vezme v úvahu účinnost výroby elektřiny a ztráty při distribuci, není situace tak jasná. Kyslíkopalivové tavení může také znamenat nižší spotřebu energie, ale přináší i komplexní problémy

Nové žáromateriály vyvinuté v posledním desetiletí umožnily provozovat pece s delší kampaní a s vyšší úrovní izolace. Maximální teplota, které může být horní stavba pece vystavena, byla v minulosti limitujícím faktorem izolace pece. Dnes se izolace pečlivě navrhuje podle části pece a provozních podmínek (teplota, typ skla atd.). Ne všechny části pece lze izolovat. Hladina skloviny a průtok musí zůstat neizolované a aby se prodloužila životnost pece, musí se chladit. Žáromateriály ve styku se sklem a v horní stavbě jsou většinou tavenolitě, velice hutné s nízkou porozitou a odolávají tekutému sklu a těkavým látkám v horní stavbě. Mají vysokou tepelnou vodivost a proto potřebují dobrou izolaci, která by vedla k podstatným úsporám energie. U sodnovápenatého skla je klenba z dinasu se silnou izolací. Tento materiál limituje teplotu pece na 1600-1620 °C. Růst teploty v peci může naproti tomu ovlivnit emise NO_x a určité emise způsobené těkavými složkami kmene.

Přídavná izolace se může nanášet na určité oblasti pece s malým rizikem poškození konstrukce. Stříkaná vláknitá izolace může významně snížit tepelné ztráty, pokud se aplikuje na konstrukci regenerátoru. Tato jednoduchá cenově příznivá technika může snížit tepelné ztráty regenerátoru konstrukcí až o 50 % a ušetřit 5 % energie. další výhodou je to, že materiál účinně utěsní všechny trhliny v regenerátoru a tím sníží vnikání studeného vzduchu a únik horkého vzduchu.

3.8.3.2 Řízení spalování a výběr paliva

V posledních desetiletích se jako palivo při výrobě skla používá převážně topný olej, přestože roste popularita zemního plynu. Otápění zemním plynem dává nižší emise SO_x , ale obvykle zvyšuje emise NO_x . Je to proto, že plamen zemního plynu je méně sálavý a má obecně vyšší spotřebu energie, přibližně o 7-8 %. Ale jak se zvětšují zkušenosti s plynovým отопěním, úrovně provozu se postupně přibližují. Zemní plyn má vyšší poměr vodíku k uhlíku a jeho použití snižuje celkově emise CO_2 až o 25 % pro daný výkon.

Energetické úspory jsou také výsledkem vývoje nízkoemisních hořákových systémů. Snížením množství spalovacího vzduchu blíže ke stechiometrické úrovni ztrácí se spalínami méně energie. Díky

zdokonaleným spalovacím systémům, systémům přenosu tepla a díky lepšímu řízení celého procesu dochází ke snížení emisí NO_x , což má v mnoha případech za následek zlepšení provozu a účinnosti pece.

Ke zlepšení energetické účinnosti a výkonnosti pece se již delší dobu běžně používá obohacení spalovacího vzduchu kyslíkem. Nižší objem plynu a vyšší teploty plamene zlepšují energetickou účinnost, ale pokud technika není součástí pečlivě řízeného nízkoemisního spalovacího systému, mohou hladiny NO_x podstatně narůstat. Proto použití samostatného "kyslíkového příhrěvu" klesá vzhledem k těmto ekologickým problémům.

3.8.3.3 Spalinové kotle

Principem této techniky je průchod spalin přímo skrz vhodný trubkový kotel a vznik páry. Páru lze použít k topení (vytápění prostorů a vytápění skladů paliva a potrubí) nebo, prostřednictvím vhodného parního motoru nebo turbíny, k výrobě elektřiny nebo k obsluze např. vzduchových kompresorů nebo ventilátorů na IS strojích.

Plyny pocházející z regenerátorů nebo rekuperátorů jsou obvykle v teplotním rozmezí od 600 do 300 °C. Teplota na výstupu určuje regenerovatelné teplo, které je kvůli riziku kondenzace v kotli a kvůli zajištění řádného provozu komína omezeno na 200 °C. Na trubkách kotle vystavených pecním spalinám se může usazovat zkondenzovaný materiál (např. síran sodný, podle složení), který se musí periodicky odstraňovat, aby byla dodržena účinnost regenerace (u kotlů pracujících za zařízením na odstraňování prachu to není tak důležité). Čištění in-situ se provádí automaticky parou, mechanickými prostředky nebo periodickou údržbou.

Použitelnost a ekonomická výhodnost techniky je dána účinností, kterou lze docílit (včetně efektivního využití vyvinuté páry). V praxi jsou spalinové kotle určeny k získání zbytkového tepla z regenerátorových nebo rekuperátorových systémů. Jsou známy minimálně dva příklady jejich instalace na kyslíkopalivových pecích. V mnoha případech je malé množství získatelné energie nedostatečné pro účinnou výrobu energie. Pouze u rekuperativních pecí, u velkých zařízení, nebo tam kde je možné spojit spaliny z několika pecí přicházejí spalinové kotle v úvahu. Spalinové kotle se průmyslově využívají v některých sklárnách na výrobu obalového skla, ale většina těchto zařízení pracuje u floatů. V Německu mají spalinové kotle všechny linky float.

Investiční náklady mohou překročit 1 mil. eur s různou dobou návratnosti podle provozu a cen energie. Pokračující zlepšování účinnosti výroby primární energie překonává nákladovou účinnost spalinových kotlů. U mnoha zařízení nemusí být období návratnosti přijatelné, ale toto je různý případ od případu. Použitím procesu 3R se může stát stávající spalinový kotel efektivnějším a pravděpodobně by zlepšil ekonomický provoz každého nového navrhovaného systému. Ale jestliže je z jakýchkoliv příčin instalace spalinového kotle považována za nevhodnou nebo ekonomicky neatraktivní, nemusí instalace procesu 3R tuto situaci nutně změnit.

3.8.3.4 Použití střepů

Použití střepů ve sklářské peci může významně snížit energetickou spotřebu a tento postup lze použít na všech typech pecí, tj. otápěných fosilními palivy, kyslíkopalivových a elektrických. Většina sklářských odvětví rutinně recykluje všechny vlastní střepy. Výjimkou je nekonečné vlákno (kde to není možné kvůli kvalitativním omezením) a výroba horninové vlny a frity (kde se střepy jako takové neprodukují). Základní množství vlastních střepů ve kmeni je obvykle v rozmezí 10-25 %.

Střepy mají menší požadavky na energii při tavení, než základní suroviny, protože endotermní chemické reakce související se vznikem skla již proběhly a jejich hmota je o 20 % nižší než u odpovídajících surovin. Proto zvýšení množství střepů v kmeni může potenciálně ušetřit energii, zpravidla každých 10 % přidaných střepů sníží energetickou spotřebu pece o 2,5-3,0 %. Obecně přináší použití střepů významné úspory nákladů jako důsledek snížení spotřeby energie i surovin.

Musí se rozlišovat mezi střepy vlastními (recyklované sklo z výrobní linky) a střepy cizími (recyklované sklo od spotřebitelů nebo z externích průmyslových zdrojů). Složení cizích střepů je hůře definováno, což omezuje jejich aplikaci. Velmi vysoké požadavky na kvalitu finálních výrobků mohou omezit přípustný podíl cizích střepů ve vsázce. Jedině odvětví obalového skla může neomezeně využívat výhody používání cizích střepů z recyklace lahví. V době psaní tohoto dokumentu se významné množství cizích střepů omezuje na odvětví obalového skla a některé oblasti odvětví minerální vlny. Sklářská odvětví s vyššími kvalitativními požadavky nebo s malou dostupností cizích střepů (např.

ploché sklo) se mohou pokusit zkontaktovat s velkými spotřebiteli a recyklovat odpadní sklo, které produkují.

Použití střepech při výrobě obalového skla kolísá od <20 % do >90 procent, průměr v EU je kolem 48 %. Stupeň recyklace je mezi členskými státy velice rozdílný v závislosti na úrovni spotřebitelského sběru skla. Vysoce kvalitní obalové sklo vytváří nižší hladiny střepech než standardní výrobky.

V odvětví domáckého skla brání používání cizích střepech požadavky na kvalitu. Použití vlastních střepech je omezeno dostupností střepech správné kvality a složení. Průměrné množství vlastních střepech je 25 % pro výrobky ze sodnovápenatého skla a 35 % pro olovnatý křišťál.

Pro výrobu flintového (bezbarvého) skla lze tolerovat jen velice malé množství barevných střepech, protože barevné sklo nelze odbarvit. Proto je recyklační schéma účinnější, když zahrnuje třídění podle barev. V rámci EU jsou vydatné dodávky zelených a hnědých střepech, ale bílé střepechy jsou méně běžné, a proto pece tavící barevné sklo používají větší množství střepech. Situace mezi státy EU je rozdílná, vzhledem k regionálním rozdílům, například jsou problémy ve Velké Británii, protože základem výroby je bílé sklo a podstatný podíl střepech jsou střepechy barevné z importovaných vinných lahví. V důsledku toho je množství střepech v britských pecích v průměru nižší.

Pokud jde o provoz pece, může velké množství střepech skýtat také jiné výhody, jako jsou nižší emise částic. Střepechy se přehřívají snadněji než kmen. Výkon pece se tedy může významně zvýšit, ale při používání velkého množství střepech má výrobce řadu nevýhod.

- kovové nečistoty, jako jsou uzávěry nebo fólie z vinných lahví, mohou způsobit vážné poškození žáromaterálu a zkrácení životnosti pece. Kovové části klesají ke dnu, kde dochází k jevu zvanému "vrtání". Kovy chemickou reakcí vyvrtávají díry do pecního dna.
- keramické vměstky, jako je kamenina nebo keramika, které nejsou ve sklovině rozpustné, se projevují ve finálním výrobku jako kamínky a výrobky se vyřazují
- při velkém množství střepech se regulace složení a tím fyzikální charakteristiky skloviny mohou zhoršit, což může způsobit problémy s kvalitou finálního výrobku. Proměnlivý obsah organických látek (zbytky potravin, papírové etikety, plasty) mohou zvláště způsobovat problémy v redox stavu a tím obtížné barvení a čerení.
- hliníkové uzávěry a fólie působí lokálně jako silné redukční činidlo a redukují oxid křemičitý ve skle na kovový křemík. Malé kuličky kovového křemíku, značně snižující mechanickou pevnost skla v důsledku prnutí vyplývajících z velkého rozdílu koeficientu tepelné roztažnosti mezi sklem a křemíkem.

Kromě podstatných energetických úspor umožněných použitím střepech je zde řada dalších důležitých ekologických výhod. Emise CO₂, SO_x, NO_x a prachu se v důsledku menší spotřeby energie a tím nižších tavicích teplot podstatně snižují. Díky nižším teplotám také mohou být menší emise těkavých látek. Ale nečistoty ve střepech mohou způsobit vyšší emise HCl, HF a kovů. To se týká zvláště oblastí s intenzivní recyklací, kde se v recyklovaném materiálu hromadí nečistoty. Sklářský kmen obsahuje uhličitany a sírany, které při tavení uvolňují CO₂ a SO_x. Vyšší použití střepech snižuje emise vznikající z těchto surovin a snižuje spotřebu vlastních surovin.

3.8.3.5 Přehřívání kmene a střepech

Kmen a střepechy se normálně zavádějí do pece studené, ale využitím zbytkového tepla spalín k přehřevu kmene a střepech se může významně ušetřit energie. Toto se aplikuje pouze u pecí otápěných fosilními palivy. Při výrobě horninové vlny se používají převážně šachtové pece, jejichž konstrukce umožňuje přehřev surovin vnitřně.

Přehříváče kmene a střepech vyvinula a instalovala firma GEA/Interprojekt (přímý přehřev) a Zippe (nepřímý přehřev) a Sorg (přímý přehřev). V poslední době byl vyvinut a instalován přímý přehříváč střepech kombinovaný s elektrostatickým odlučovačem (firma Edmeston). Tyto tři systémy jsou popsány dále.

Přímé přehřívání

Tento typ přehřívání využívá styku mezi spalínami a surovinou (střepechy a kmen) v příčném toku. Spaliny jsou do přehříváče dodávány ze spalínového kanálu za regenerátorem. Procházejí dutinami v přehříváči, tím přicházejí do nepřímého styku se surovinami. Výstupní teplota střepech je až 400 °C.

Systém obsahuje bypass, který umožňuje provoz pece, i když je provoz předehříváče nevhodný nebo nemožný. Přímé předehříváče vyvinula a instalovala firma Inteprojekt (dříve GEA) a firma Sorg.

Nepřímé předehřívání

Nepřímý ohříváč je v podstatě deskový výměník tepla s příčným tokem, v němž se materiál nepřímo zahřívá. Je modulový a je tvořen jednotlivými bloky tepelných výměníků umístěných nad sebou. Tyto bloky jsou opět rozděleny do horizontálních kanálů na spaliny a vertikálních kanálů na materiál. V kanálech materiál proudí gravitací shora dolů. Podle výkonu má materiál rychlost 1-3 m/hod a normálně se zahřívá z teploty okolí na přibližně 300 °C. Spaliny se vypouštějí u dna předehříváče a proudí do horní části přes speciální kanálové odbočky. Spaliny proudí horizontálně skrze jednotlivé moduly a ochladí se přibližně na 270-300 °C. Nepřímý předehříváč střepů vyvinula firma Zippe.

EGB filtr Edmeston

Elektrický filtrační systém s granulovaným ložem od firmy Edmeston (EGB) je hybridní systém ležící mezi elektrostatickým odlučovačem pro odstranění prachu a přímým předehříváčem střepů. Horké spaliny vstupují vrchem do systému a procházejí ionizujícím stupněm, který prachovým částicím udělí elektrický náboj. Plyn pak prochází do lože z granulovaných střepů, které je polarizováno vysokonapěťovou elektrodou. Nabité částice prachu se přitahují ke střepům, kde se usazují. Střepy jsou v šachtě a neustále se přidávají svrchu a odebírají se ze dna. Předehřáté střepy (na 400 °C) a přitahované částice se zakládají do pece.

Ekologický provoz

Tyto techniky mají řadu vlivů na životní prostředí, které se případ od případu mohou měnit. Obecně byly zjištěny následující výhody.

- energetické úspory mezi 10 a 20 %
- snížení emisí NO_x (díky spotřebě paliv a nižším teplotám pece)
- v případě přímého předehřívání bylo zjištěno snížení kyselých složek, SO₂, HF a HCl o 60 %, 50 % a 90 % (rozdíly před střepovým ložem a za ním)

Finanční úvahy

Hospodárnost předehříváčů kmene a střepů silně závisí na kapacitě pece a předehříváče. Jako indikativní příklad nákladů uvádíme nepřímý předehříváč pro obalářskou pec, 370 t/den, celkové investiční náklady (včetně EO) byly 2,5 mil. eur. Z toho 0,8 mil. eur připadlo na předehříváč. Pokud chceme dosáhnout významných energetických úspor, můžeme počítat s návratností 3-10 let. Ta může být kratší, pokud by se mohl podstatně snížit elektropříhřev. V době psaní tohoto dokumentu nepovažuje většina výrobců obalového skla v EU předehřívání střepů za ekonomicky atraktivní. Ale situace se mění podle regionů a neustále se přehodnocuje, jak se mění ceny energií a další faktory (např. emisní limity).

Použitelnost

Systémy na předehřívání střepů nebo kmene lze teoreticky instalovat na každou stávající pec s více než 50% střepů ve kmeni. Předehřívát pouze kmen se ukázalo problematickým a tato technologie se neosvědčila. Použití přímého předehříváče zvyšuje emise částic (až na 2000 mg/Nm³) a je nutné sekundární zařízení na likvidaci částic. Sebraný prach lze normálně recyklovat do pece.

Aby se pokud možno zachovaly tepelné ztráty transportního systému pod tepelným výměníkem, měl by být předehříváč umístěn co nejbližší základacímu otvoru. Ideální místo by bylo přímo nad zakladačem kmene. Z ekonomických důvodů by teplota spalin měla být alespoň 400-450 °C. Dále je zapotřebí chlazení proudu plynu na alespoň 200-250 °C. Aby se materiál neaglomeroval, nesmí maximální vstupní teplota spalin překročit 600 °C.

Přidružené úvahy

Technika může zvýšit kapacitu pece o 10-15 %, aniž by se omezila životnost pece. Jestliže se výkon nezvýší, je možné malé prodloužení životnosti pece. Tím, že zavádí do pece více tepla, může technika také snížit potřebu elektropříhřevu.

V některých případech vznikaly problémy se zápachem z předehříváče, které byly způsobeny organickými výpary vznikajícími při předehřívání střepů. Problémy byly způsobeny vyhoříváním částic

potravin a jiných organických látek v cizích střepech. Bylo vyvinuto řešení těchto problémů (např. spalování).

Předehrívání materiálu spotřebovává elektřinu, zvláště při přímém ohřívání, které vyžaduje elektrostatický odlučovač. Ten odebírá část energie, ale není to podstatné.

Je možné, že přímý ohřev může způsobit emisi dioxinu, zvláště když jsou přítomny spaliny obsahující HCl z povlaků na horkém konci. Ale v současnosti o tom nejsou žádné doklady.

3.9 Koželužny (studie)

3.9.1 Úvod

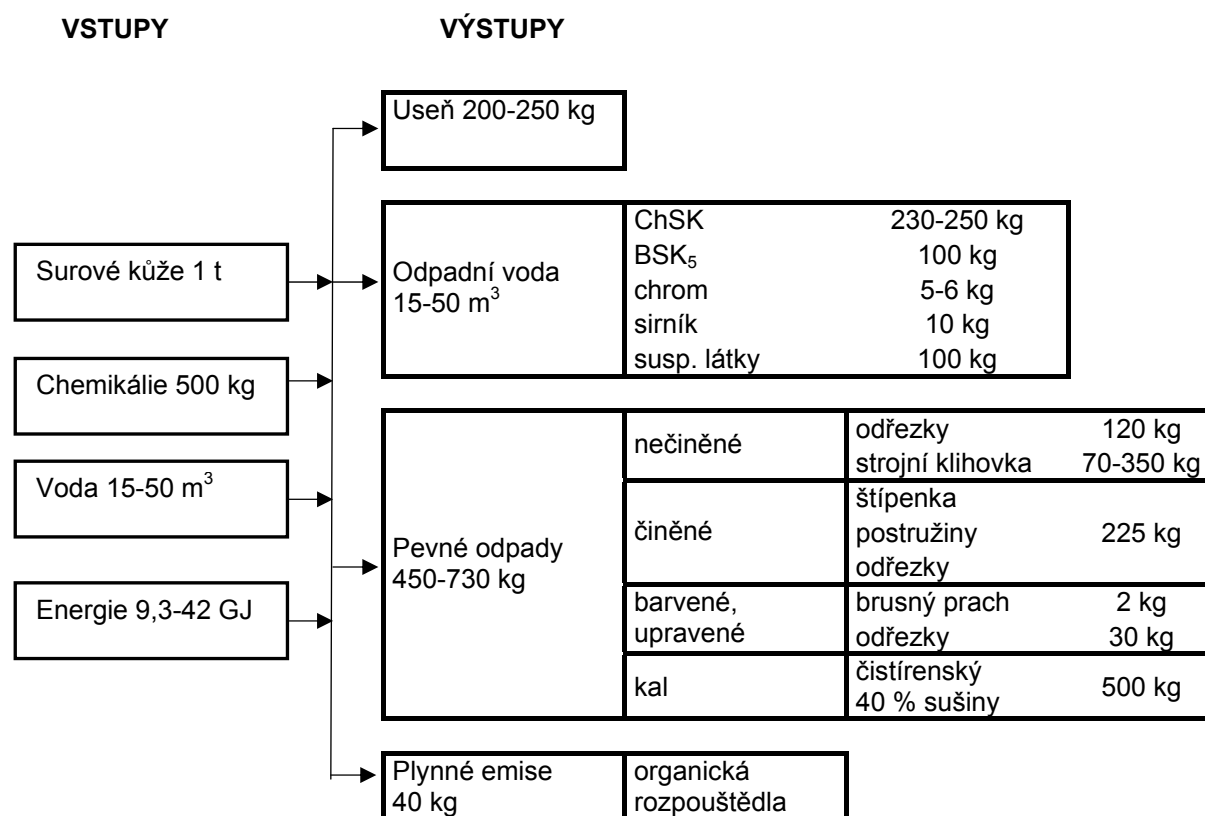
Výrobní procesy v koželužně lze rozdělit do čtyř hlavních skupin: skladování kůží a kožek a operace mokré dílny, operace činicí dílny, operace předúpravy a operace povrchové úpravy. Po porážce a stažení na jatkách jsou kůže a kožky dodávány na trh, a to většinou přímo do koželužny. Vesměs je nutné, aby kůže a kožky byly před transportem do koželužny konzervovány k zabránění hniloby. Po dodání na místo určení jsou roztrženy, ořezány, ošetřeny a uskladněny až do zapracování na mokré dílně.

Koželužský průmysl je potenciálně znečišťujícím odvětvím. Environmentální dopady, které je třeba vzít v úvahu, zahrnují nejen zatížení prostředí klasickými polutanty, ale také používání některých chemikálií jako například biocidy, tenzidy a organická rozpustidla, které mohou být nešetrné vůči životnímu prostředí. Koželužny v EU obvykle vypouštějí odpadní vody do větších čistíren, a to buď komunálních nebo společných čistíren pro větší počet koželužen. Menší počet koželužen vypouští odpadní vody po jejich vyčištění přímo do povrchových vod. Většina koželužen vypouštějících odpadní vody do veřejné kanalizační sítě, má přitom předřazené své vlastní čištění, a to v rozsahu od předčištění až po biologické čištění. 80 – 90 % koželužen ve světě používá chromité soli k činění. Stupeň environmentální nebezpečnosti chromu bývá přitom jedním z nejvíce diskutovaných problémů mezi koželužským průmyslem a orgány státní a veřejné správy.

3.9.2 Spotřeba energie

O využívání energie v koželužnách je k dispozici poměrně málo informací. Pro sběr informací je třeba zaznamenávat spotřebu elektrického proudu, tepla a stlačeného vzduchu, a to zvláště v úsecích výroby s nejvyšší spotřebou, jako je sušení usní nebo čištění odpadních vod.

V přehledu níže se nacházejí charakteristické údaje o vstupech a výstupech z procesu konvenční výroby chromočiněných usní z hovězin konzervovaných solením. Údaje se vztahují k jedné tuně zapracovaných surových kůží.



3.9.3 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“

Mezi BAT způsoby patří zaznamenávání spotřeby elektrické a tepelné energie a stlačeného vzduchu, zvláště pak v úsecích s nejvyšší spotřebou energií, jako je např. sušení usní nebo čištění odpadních vod.

Provozovatelé potřebují monitorovací systém spotřeby a využívání energií. Rozsah tohoto systému má odpovídat úrovni spotřeby energií v dané koželužně a obvykle zahrnuje:

- Záznamy o aktuální spotřebě energie v členění na jednotlivé druhy energií a významné konečné spotřebitele. Pravidelné vedení záznamů (hodinové, denní, týdenní apod.)
- Sestavení údajů o energetické výkonnosti (historická výkonnost a normalizovaná výkonnost ve vztahu k produkci usní, venkovní teplotě, obsazení budovy, apod.)
- Monitorování energetické výkonnosti včetně operativního reagování na významné odchylky od očekávaného stavu
- Záznamy o šetřeních a korekcích reagujících na změny ve spotřebě a výkonnosti energie
- Poskytování věcných časových informací o energetické výkonnosti pracovníkům zodpovědným za hospodaření s energiemi
- Sestavování, posuzování a revidování energetické spotřeby a výkonnosti

3.10 Velkoobjemové organické chemikálie

3.10.1 Úvod

LVOC zahrnuje velký rozsah chemikálií a procesů. Velmi zjednodušeně lze tento sektor popsat jako transformaci rafinérských produktů komplexní kombinací fyzikálních a chemických operací na různé komodity nebo velkoobjemové chemikálie, obvykle v kontinuálních výrobních provozech. LVOC výrobky jsou běžně prodávány spíše pod chemickými než pod obchodními názvy, protože zřídka jsou výrobky LVOC určeny pro konečného zákazníka. Spíše slouží ve velkých objemech jako suroviny pro další syntézu chemikálií s vyšší hodnotou (např. rozpouštědla, plasty, léčiva).

Procesy LVOC jsou obvykle umístěny ve velkých vysoce integrovaných výrobních zařízeních, což přináší výhody pružnosti procesu, energetické optimalizace, využití vedlejších produktů a ekonomiky plynoucí z měřítka. Evropským výrobním údajům dominuje poměrně malý počet chemikálií vyráběných velkými společnostmi. Největším evropským výrobcem je Německo, ale existuje také dobře zavedený LVOC průmysl v Nizozemsku, Francii, Velké Británii (UK), Itálii, Španělsku a Belgii.

Výrobní spotřeby a úroveň emisí jsou pro každý proces velmi specifické a je obtížné je definovat a kvantifikovat bez detailního studia. Takové studie byly provedeny pro tzv. ilustrativní procesy, ale pro ostatní LVOC procesy jsou dostupné pouze základní ukazatele pro možné polutanty a jejich původ. Nejdůležitějšími příčinami emisí jsou [InfoMil, 2000 #83]:

- kontaminanty v surovinách mohou projít procesem nezměněny a vyjít jako odpady
- proces může užívat vzduch jako oxidant, což vytváří odpadní plyn, který vyžaduje odtah
- reakcemi v procesu může vznikat voda/ostatní vedlejší produkty, které je nutné oddělit od produktu
- do procesu mohou být zaváděna pomocná činidla, která nejsou následně plně odstraněna
- může zůstat neproreagovaná surovina, kterou nelze ekonomicky odstranit nebo recyklovat

Přesná povaha a rozsah emisí bude záviset na takových faktorech, jako jsou stáří závodu, složení suroviny, rozsah produktů, povaha meziproduktů, užití pomocných materiálů, procesní podmínky, rozsah a prevence emisí uvnitř procesu, techniky zpracování, koncové techniky („end of pipe“) a provozní scénář (tj. rutinní, nerutinní, havarijní). Je rovněž důležité pochopit skutečný význam takových faktorů, jako: definice rozhraní výrobní jednotky, stupeň integrace procesu, definice vztažné úrovně emisí, měřicí techniky, definice odpadu a umístění výrobní jednotky.

3.10.2 Spotřeba energie

Mnohé reakce a separace v procesech LVOC mají významné požadavky na energii. Zdroje energie závisejí na požadavcích procesu a na místní dostupnosti. Řada provozů nakupuje energii od třetích stran nebo využívá centrálních zdrojů, které v mnoha závodech existují. Hlavními zdroji jsou pece s přímým spalováním, parní kotle, výroba páry v turbinách a výměna tepla (z teplejšího zdroje nebo surovin). Více informací o spalovacích jednotkách lze nalézt v BREF Velká spalovací zařízení.

Procesní pece jsou primárními zdroji tepla pro mnoho endotermních chemických procesů a jsou většinou vytápěny spalováním plyných nebo kapalných paliv. Procesní pece jsou často chemickými reaktory a spotřebovávají energii. Stejně jako výměníky tepla jsou považovány za procesní zařízení.

Pára se normálně vyrábí v parních kotlích nebo v kombinovaných jednotkách pro výrobu páry a proudu (kogenerační jednotky). Energie z kotlů je distribuována po celé výrobě s využitím teplosměnného média (obvykle pára, může to být i voda nebo olej). Velké chemické komplexy mají obvykle k dispozici páru na různých úrovních energie (vysoko-, stredo- a/nebo nízkotlaká). Teplo je uváděno do procesů buď přímo (např. parním injektorem), nebo nějakou formou tepelného výměníku (plášťový nebo trubkový typ). Kondenzát z páry má svůj vlastní systém sběru a vrací se zpět do ohříváku.

Elektrická energie je potřeba pro zařízení, jako jsou čerpadla, mixéry, kompresory a osvětlení. Proud může být vyráběn na místě nebo nakupován, ale v chemickém průmyslu je tendence vyrábět společně elektřinu a páru v kogeneračních jednotkách (CHP). Tyto jednotky splňují oba požadavky a navíc mají vysokou celkovou účinnost. Zmenšují rovněž závislost na externích zdrojích energie a mohou navíc

dodávat proud do sítě. CHP jsou nejúspěšnější, je-li poměr tepla a proudu alespoň 1:1 a proud je využíván alespoň 6 000 hod. v roce [Environmental Agency (A&W), 1999 #7]. Závislost na externích zdrojích ovšem roste, je-li CHP jednotka vybudována a provozována třetí stranou.

Paliva

Běžnými palivy používanými v sektoru LVOC jsou zemní plyn a plynné a nízkovroucí frakce (např. vodík, uhlovodíky $C_1 - C_4$). Obecně je možné říci, že plynná paliva jsou čistými palivy, při jejichž spalování neunikají obtížné emise. Plynná paliva mají zpravidla nízký obsah síry i nízký obsah chemicky vázaného dusíku, proto jsou emise SO_x a NO_x ze spalování plynných paliv relativně nízké. Množství emisí NO_x se může zvýšit, je-li zařazeno předehřívání vzduchu (emise vysokoteplotních NO_x). Úroveň emisí vzroste také, vzroste-li obsah sloučenin síry a dusíku v palivu (emise NO_x pocházející z dusíku v palivu a emise SO_x pocházející ze síry v palivu). Vysoké spalovací teploty, za kterých probíhá spalování v tzv. "vysoko-teplotních pecích", může zvýšit emise termických NO_x .

V sektoru průmyslu výroby LVOC je příležitostně využíváno i kapalné palivo. Běžným kapalným palivem jsou destilační zbytky tvořené vysokovroucími látkami odpadajícími z rafinérií ropy, používán je i plynový olej a topný olej. Emise při použití těchto paliv jsou závislé na koncentraci nečistot v palivu. Významným zdrojem emisí může být zejména spalování těžkých topných olejů. Součástí emisí jsou prachové částice obsahující těžké kovy (které jsou součástí popela), emise NO_x a SO_2 (jako důsledek přítomnosti sloučenin dusíku a síry v palivu). Při spalování těchto paliv se mohou tvořit saze.

Chlazení

Obecně se chladicí systémy používají jen tehdy, když množství vznikajícího odpadního tepla již bylo minimalizováno a byly vyčerpány všechny možnosti jeho druhotného využití. Použitím takového integrace tepla do procesu je možno docílit značných úspor a mohou být redukovány emise. Odvod tepla z exotermních procesů je velmi důležitý pro řízení procesu a z bezpečnostních důvodů; chlazení může být rovněž požadováno k vytvoření správných podmínek pro určitý procesní stupeň (např. zkapalnění nízkovroucích podílů) [InfoMil, 2000 #83]. Téměř všechny LVOC výroby mají systém chlazení; obvykle s vodou jako chladicím médiem, ale roste používání chlazení vzduchem. Pro chlazení pod cca 20 °C je nutno používat jiných chladicích médií (amoniak, uhlovodíky, oxid uhličitý).

Chladicí systémy obvykle zahrnují nějakou formu výměníku tepla k odvedení tepla z procesu, teplosměnné médium a mechanismus pro rozptýlení tepla do okolního prostředí. K dispozici je široká škála chladicích technologií a protože tyto technologie jsou obvykle využívány napříč chemickým průmyslem, jsou detailně popsány ve speciálním horizontálním BREF s názvem „Chladicí systémy“. Použití chladicích systémů velmi závisí na místních specifických podmínkách; každý případ musí být kvůli dosažení požadavků na chlazení posouzen individuálně s použitím principů, uvedených v horizontálním BREF. Je nutno brát ohled zejména na:

- potenciální materiálové ztráty, které závisí hlavně na účinnosti chladicího systému, použitého pro kondenzaci
- spotřebu zdrojů (voda, vzduch, energie, chemické látky)
- emise do vod (chemikálie a teplo) a do ovzduší, hluk, oblaky a produkce pevných odpadů
- rizika
- emise pocházející ze specifických situací (start/odstavení) nebo nehod
- vliv procesu a návrhu zařízení, materiálu a údržby
- demontáž zařízení.

Obecně se vodní odpařovací chladicí věže navrhují tak, aby kondenzované oblaky nedosáhly dolní úrovně, což by mohlo způsobit nepříjemnosti (ztrátu světla, omezenou viditelnost, vznik náledí) a kontaminaci (obsaženými biocidy a mikroorganismy). Chladicí okruhy jsou rovněž monitorovány na kontaminaci procesní kapaliny s použitím nějakého odpovídajícího parametru (např. vodivosti) a teplotní poplachové signalizace k zamezení přehřátí.

Vymražování

Mražení (ve smyslu chlazení na nižší teploty) je navrhováno tam, kde proces vyžaduje nižší teploty, nežli je možno dosáhnout chlazením vodou – obvykle jako centrální zařízení závodu. Chlorofluorohydrovody (CFC) nebo meziprodukty, jako hydrochlorofluorohydrovody (HCFC), se v nových mrazicích jednotkách nepoužívají. Zdroj chladu se po závodě distribuuje buď chladicí vodou

(pro teploty do cca 10 °C, nebo solankou (až do -30 °C) [Theodore & McGuinn, 1992 #37]. Jsou přijímána opatření k minimalizaci úniků chladiva z čerpadel, potrubí, spojů atd. K detekci ztrát těkavých látek mohou být použity místní detekční systémy, jako je LDAR.

Emise - výroba energie a pomocné materiály

Spalovací jednotky jsou běžně využívány k výrobě páry, tepla a elektrické energie (např. procesní ohřevné pece a parní kotle). Z těchto zařízení odchází spaliny běžného typu (obsahující např. CO_x, NO_x, SO₂, prachové částice) a, pokud jsou v nich spalovány odpadní plyny nebo kapaliny, i další polutanty (např. kyselé plyny a dioxiny).

Spaliny vznikají v primárních procesech výroby energie, v zařízeních, jako jsou procesní pece, kotle na výrobu páry, turbíny a spalovací motory, ale zdrojem jejich vzniku jsou i sekundární zdroje, např. zařízení na likvidaci polutantů a odpadů (zařízení na spalování odpadu a bezpečnostní hořáky na spalování odpadních plynů). Zatímco procesní pece jsou zpravidla součástí jediného procesu, jednotky vyrábějící páru a elektrickou energii jsou společné pro celý komplex chemických výrob a emise z nich unikající nemohou být jednoduše přiřazeny k emisím z jednotlivých výrobních jednotek.

Spalovací jednotky jsou zdrojem emisí do ovzduší, jejichž složení je závislé na podmínkách spalovacího procesu (např. CO₂, H₂O, NO_x, C_xH_y, CO, saze) a na složení paliva (např. SO₂, NO_x pocházející z paliva, kovy, saze) [InfoMil, 2000 #83].

Teplo

Ačkoliv teplo není vnímáno jako odpad, podobně jako emise do ovzduší a do vody je "teplo" definováno jako emise v Článku 2 Směrnice IPPC. Existence velkých emisí tepla do okolí může indikovat nízkou úroveň účinnosti využití energií. Zvýšení energetické účinnosti je spojeno s přínosy, může snížit výrobní náklady a zvýšit environmentální účinnost a šetrnost procesu snížením emisí nejen tepla, ale i emisí oxidu uhličitého.

3.10.3 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“

Procesy LVOC obvykle dosahují ochrany životního prostředí užitím kombinace technik pro vývoj procesu, návrh procesu, projekt výrobní jednotky, procesně integrované technologie a koncové technologie.

Systémy řízení. Systémy řízení mají ústřední úlohu v minimalizaci dopadu LVOC na životní prostředí. Nejlepšího provozu s hlediska životního prostředí je obvykle dosahováno zavedením nejlepší techniky a jejího provozu nejúčinnějším a efektivním způsobem. Neexistuje žádný definitivní systém řízení životního prostředí (EMS), ale tyto systémy jsou nejsilnější, pokud tvoří nedílnou součást systému řízení a provozu procesu LVOC. Typický EMS oslovuje organizační strukturu, odpovědnosti, praxi, postupy, procesy a zdroje rozvoje, zavádění, vyhodnocování a monitorování strategie ochrany životního prostředí [InfoMil 2000 #83].

V úsporách energie mají významnou úlohu i metody řízení podniku označované jako "jemné - soft", které jsou součástí systému environmentálního řízení podniku EMS. Při tomto postupu jsou náklady na spotřebu energie účtovány každé výrobní jednotce, vnitřně se vyhodnocují a zveřejňují spotřeby energie v jednotlivých procesech, jsou udávány cílové mobilizační normy spotřeby energie. Významnou pomůckou může být i aplikace analýzy Pinch AnalysisTM. Při této analýze jsou nejprve identifikovány všechny zdroje tepla a spotřebiče tepla a proces je upraven tak, aby byla minimalizována celková spotřeba tepla. Např. teplo produkované exotermní chemickou reakcí může být využito (přímo nebo nepřímo) v zařízení, do kterého je nutné teplo dodávat. Součástí všech jednání o možných úpravách zařízení a režimu by měl být energetický audit.

Spalovací jednotky (procesní pece, parní kotle a plynové turbíny) jsou zdrojem emisí oxidu uhličitého, oxidů dusíku, oxidu siřičitého a částic. Emise oxidů dusíku jsou nejběžněji snižovány úpravami spalování, které snižují teploty a tím tvorbu termálního NO_x. Mezi používané techniky patří hořáky s nízkým NO_x, recirkulace spalin a snížený předehřev. Oxidy dusíku lze také odstranit po jejich vzniku redukcí na dusík pomocí selektivní nekatalytické redukce (SNCR) nebo selektivní katalytické redukce (SCR).

Emise tepla mohou být sníženy technikami „hardware“ (tj. kombinací tepla a el. energie, úpravou procesu, výměnou tepla, tepelnou izolací). Systémy řízení (např. přidělení cen energie pro procesní jednotky, interní vykazování využití energie - účinnosti, porovnávání s externími standardy

(benchmarking), energetické audity) jsou využívány pro identifikaci oblastí, kde lze nejlépe využít hardware.

Technické postupy ke snížení emisí tepla z procesů výroby organických sloučenin kategorie LVOC jsou závislé na místních podmínkách daného závodu. Obecně je možné říci, že možnosti zvýšit energetickou účinnost jsou příznivější pro nově stavěné jednotky než pro jednotky již existující.

Technické postupy založené na úpravě zařízení (hardwaru) využívají instalaci nových technických postupů, úpravu procesů, instalaci výměníků tepla a menších úprav zařízení. Další možností je instalace tepelných izolací nádob a potrubí, které snižují ztráty tepla a riziko opotřebení materiálů kolísáním procesní teploty.

Konvenční samostatné elektrárny současného typu mají energetickou účinnost jen asi 35 – 40 %, spojením výroby energie s výrobou páry v chemických závodech je však možné dosáhnout celkového využití energie až 70 - 90 % [CEFIC, 1999 #17]. Možností pro zvýšení energetické účinnosti ve výrobních organických sloučenin kategorie LVOC je i prodej tepla mimo závod (např. využití tepla k vytápění - tento postup je označován jako "průmyslová ekologie", dálkové topení, export CO₂) [InfoMil, 2000 #83].

Pokud není možné odpadní teplo z technických nebo ekonomických důvodů v procesu využít, mělo by být odvedeno do ovzduší nebo do systému chladicí vody. Chladicí systém by však měl být považován za poslední možnost, jak řešit problém odpadního tepla.

BAT pro **energetickou účinnost** je vhodnou kombinací nebo výběrem následujících technik:

- optimalizace šetření energií;
- zavedení účtovacích systémů;
- časté revize spotřeby energie;
- optimalizace integrace tepla;
- minimalizace nutnosti chladicích systémů;
- Zavedení kombinovaných tepelně-energetických systémů tam, kde je to ekonomicky a technicky možné.

BAT pro **procesní pece** je dán spalováním plynu a hořáku s konfigurací pro nízké NO_x, což umožňuje dosáhnout odpovídajících emisí 50-100 mg NO_x/Nm³ (jako hodinový průměr) pro nové i stávající případy.

BAT pro ostatní **spalovací jednotky** (např. parní kotle, plynové turbíny) lze nalézt v BREF pro Velké spalovací jednotky.

BAT pro **emise oxidu uhličitého** je zlepšená energetická účinnost, ale za BAT lze také považovat změnu paliva na nízkouhlíkaté (bohaté na vodík) nebo udržitelná nefosilní paliva.

3.11 Běžné čištění odpadních vod a odpadních plynů, systémy managementu v chemickém průmyslu

3.11.1 Úvod

Tento horizontální Referenční dokument nejlepších dostupných technik (BREF), nazvaný „Běžné čištění odpadních vod a odpadních plynů / systémy managementu v chemickém odvětví“ (CWW), zahrnuje celé chemické odvětví a jeho záměrem je pomáhat a vést povolovatele při rozhodování o povolení vztahujícím se na vodní a plynné odpadní látky z chemických zařízení. Je jedním z řady BREFů, týkajících se chemického průmyslu, které jsou navrženy aby mohly být čteny v souvislostech.

Jsou to:

- Výroba chlóru a alkálií
- Velkoobjemové organické chemikálie (LVOC)
- Velkoobjemové anorganické chemikálie (LVIC)
- Polymery
- Čisté organické chemikálie (OFC)
- Speciální anorganické chemikálie (SIC)

a horizontální BREFy

- Průmyslové chladicí systémy
- Emise ze skladování materiálů ve velkých objemech a nebezpečných materiálů
- Monitorovací systémy
- Otázky ekonomické a vlivů do více prostředí.

Rafinérský průmysl považuje tento referenční dokument za platný i pro rafinérské odvětví.

Tento dokument se omezuje pouze na ty techniky, které jsou v odvětví „běžně“ používané nebo použitelné, protože v chemickém průmyslu existuje mnoho možností čištění odpadních vod a/nebo odpadních plynů. I přes toto omezení se může tento BREF zabývat pouze některými z používaných technik. To znamená, že metody čištění používané pouze v jedné lokalitě a/nebo navržené pouze pro jeden speciální výrobní proces v tomto dokumentu uvedeny nejsou. Ty spadají do rámce patřičných vertikálních dokumentů. Na druhé straně techniky, které ještě v chemickém průmyslu nebyly použity, ale jsou úspěšně používány v jiných odvětvích, jsou pro očekávané úspěšné použití uvedeny.

Dalším hlavním tématem v tomto Referenčním dokumentu je management odpadních vod a plynů, který je součástí provozního managementu. Management znamená přizpůsobení místních podmínek (jako jsou zvláštnosti výroby, legislativa, místní environmentální situace, dostupnost a kvalita surovin a/nebo pomocných látek a klimatické podmínky) ekonomicky a ekologicky efektivnímu provozování průmyslové lokality jako celku. Úkolem tohoto dokumentu je popsat přístup nebo přístupy k provádění rozhodnutí managementu minimalizující environmentální dopad emisí v odpadních vodách a odpadních plynech.

Termín „dopad do životního prostředí“ používaný v tomto BREF zahrnuje např.:

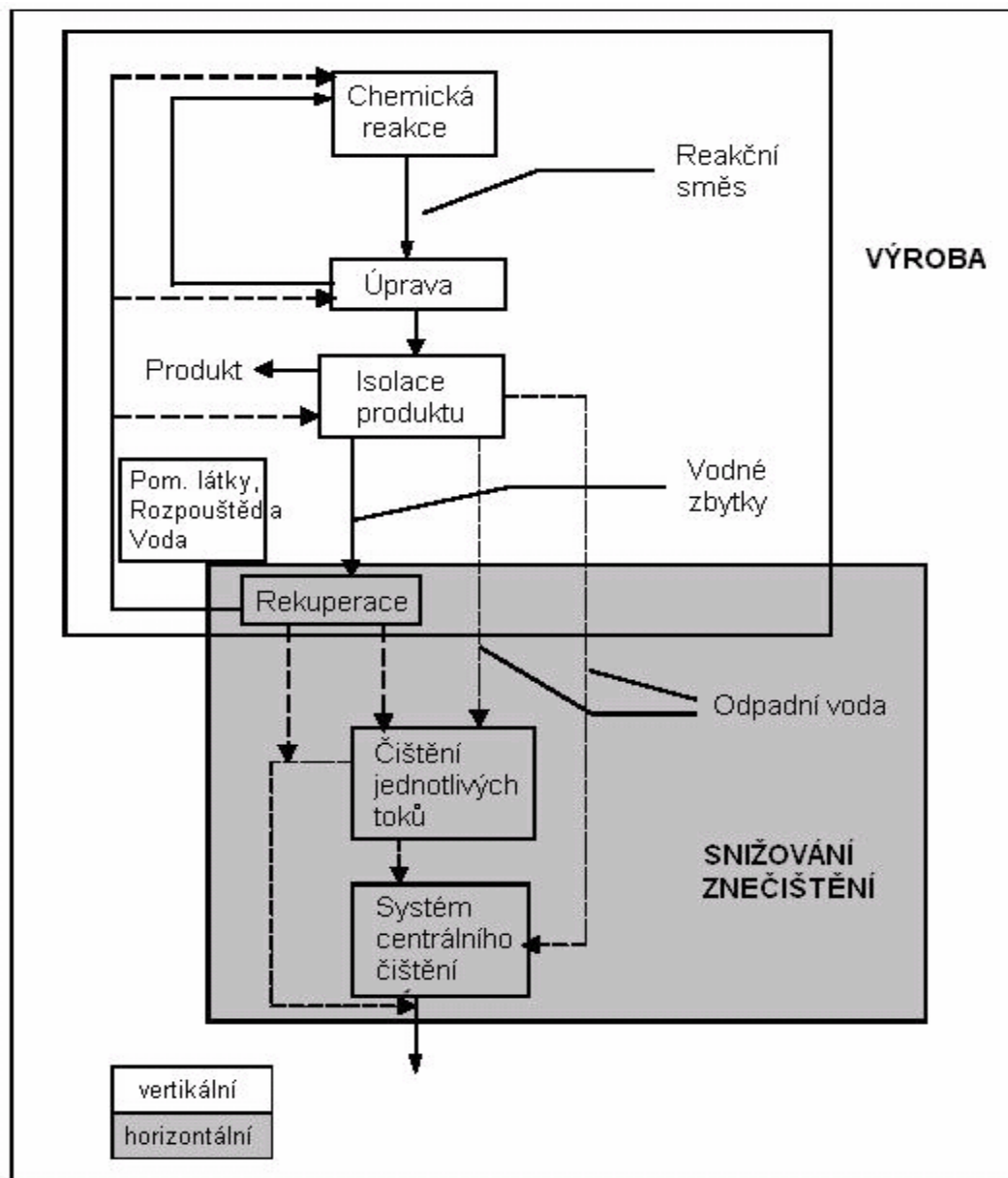
- spotřebu zdrojů jako vody z přírodních vodních zdrojů, energie, surovin, chemických látek, atd.; to má velký význam, pokud jde o omezené zdroje, např. vodu v nepříznivých klimatických podmínkách nebo energie z neobnovitelných zdrojů
- emise do vody a/nebo do ovzduší, včetně hluku a zápachu
- vznik odpadu
- emise pocházející z událostí, jako jsou spouštění a odstavování.

Organizace odstraňování kalu nebo zbytků nerozpuštěných pevných látek z čištění odpadních vod a plynů je součástí rozhodování provozovatele chemické lokality. Tento dokument se zabývá nakládáním s kaly z odpadních vod, protože existují lokality, které jsou vybaveny vhodnými zařízeními

pro nakládání s těmito kaly. Úpravou jiného odpadu, než je kal z odpadních vod, se zabývají jiné vertikální referenční dokumenty ostatních sektorů Přílohy I Směrnice. Tento BREF však nebude předjímat BREFy týkající se spalování odpadů, který ještě má být sepsán.

Je třeba vymezit hranice, aby se zamezilo dvojí práci a překrývání témat s příslušnými vertikálními a horizontálními BREFy. Hranice mezi vertikálními chemickými BREFy a tímto horizontálním dokumentem slouží jako vysvětlující příklad pro část odpadních vod dle obrázku I. Pro část odpadních plynů je situace podobná.

Obrázek 14: Hranice mezi výrobou a omezováním znečištění, nebo mezi vertikálním a horizontálním BREF



3.11.2 Spotřeba energie

S ohledem na zaměření BREF neexistují specifické kapitoly ke spotřebě energie.

3.11.3 Závěry k „nejlepším dostupným technikám (BAT)“

Chemický průmysl představuje velký počet podniků: od malých podniků (jeden proces, málo produktů) s jedním nebo několika zdroji vypouštěného odpadu až po velké podniky (široké spektrum produktů) s mnoha komplexními toky odpadů. Popsat BAT pro čištění odpadních vod a plynů pro chemické odvětví jako celek je možné i přesto, že pravděpodobně neexistují dva chemické podniky se zcela srovnatelným rozsahem výroby, environmentální situací a množstvím a kvalitou emisí odpadních látek.

Environmentální management

Nezbytnou podmínkou dobré environmentální výkonnosti je systém environmentálního managementu (EMS). Analýzy prokazují, že náležité a důsledné uplatnění uznaného EMS povede k optimální environmentální výkonnosti podniku chemického průmyslu a tak bude dosaženo BAT.

Za tohoto předpokladu je BAT implementace a dodržování EMS, což může zahrnovat:

- zavedení transparentní hierarchie odpovědnosti personálu (osobní odpovědnosti), zodpovědní pracovníci podávají zprávu přímo na vrcholovému managementu
- přípravu a publikování výroční zprávy o environmentální výkonnosti
- stanovení vnitřních (místně či podnikově specifických) environmentálních cílů, jejich pravidelné přezkoumání a publikování ve výroční zprávě
- pravidelné provádění auditu pro zajištění souladu s principy EMS
- pravidelné monitorování výkonnosti a pokroku v dosahování cílů politiky EMS
- průběžné hodnocení rizik aby byla identifikována možná nebezpečí
- pravidelné provádění benchmarkingu a kritický rozbor procesů (výrobních a čištění odpadových toků) vzhledem k jejich spotřebě energie, vzniku odpadů a vlivům do více prostředí
- zavedení vhodného školicího programu pro personál a směrnic pro partnery (dodavatelské firmy) zabývajících se v podniku otázkami zdravotními, bezpečnosti práce a životního prostředí (HSE)
- zavedení dobré praxe údržby.

Environmentální management představuje strategii pro nakládání s vypouštěnými odpady (nebo k jejich prevenci) z činností (chemického) průmyslu, která bere v potaz místní podmínky, čímž zlepšuje integrovanou výkonnost chemické výrobní lokality. To provozovateli umožňuje:

- lépe porozumět mechanismům vzniku znečištění při výrobních procesech
- uváženě (vyváženě) rozhodovat o environmentálních opatřeních
- vyhnout se dočasným řešením a nevratným investicím
- adekvátně a aktivně pracovat na novém environmentálním rozvoji.

Systém environmentálního managementu běžně sleduje proces cyklu trvalého zlepšování, různé kroky podporované mnoha řídicími a technickými nástroji, které lze zhruba charakterizovat následovně:

- inventurní (bilanční) nástroje, které, jako východisko, poskytují pro nutná rozhodnutí detailní a přesné informace o zamezení odpadu, jeho minimalizaci a kontrole. Tyto nástroje zahrnují:
- popis místa podávající přesnou informaci o lokalitě, výrobních procesech a příslušných výrobních jednotkách, stávajícím systému kanalizace, atd.
- inventarizaci (bilanci) toků (odpadní vody a odpadního plynu), která poskytuje detailní informaci o tocích odpadu (množství, obsahu znečišťujících látek, jejich proměnlivosti, atd.), jejich zdrojích, kvantifikaci, zhodnocení a ověření příčin emisí, ústící do seznamu různých toků aby se zjistily možnosti a seznam priorit pro budoucí zlepšení. Součástí inventarizace toků jsou Úplné posouzení odpadních vod a stanovení snížení spotřeby vody a množství vypouštěných odpadních vod.

- analýza materiálových a **energetických toků**, která má za cíl zlepšení provozní účinnosti procesů (pokud jde o spotřebu energií, surovin, vznik odpadů).

Analýza toků energií a materiálů (EMFA)

EMFA zahrnuje celou řadu nástrojů pro optimalizaci spotřeby energie, surovin, vody a vypouštění kapalného odpadu systematickým sledováním vnitřních toků energie a materiálů ve výrobním procesu. Jako taková je buď součástí nebo rozšířením inventarizace toků, přičemž k přijímání závěrů využívá získaných údajů. Tomuto úkolu napomáhá dostupný různě složitý počítačový software.

Obvyklý postup EMFA je tento:

- počáteční analýza vstupů a výstupů výrobních procesů
- iterativní opakování postupu vedoucího ke zjištění možných zlepšení kvantitativním srovnáním údajů o vstupech a výstupech s cílovými hodnotami
- simulace různých scénářů (uspořádání procesu) s individuálním hodnocením jejich environmentálního dopadu
- určení „nejlepšího“ řešení podle stanovených cílů (efektivita nákladů, prevence vzniku odpadů, šetření zdrojů, atd.)

Cílem implementace EMFA je vyšší efektivita provozování výroby a snížení jejího environmentálního dopadu (např. omezení vypouštění odpadu a/nebo omezení spotřeby), popřípadě úspora nákladů.

3.12 Stručné shrnutí

Vzhledem k odlišnostem jednotlivých BREF nelze vždy jednoznačně zařadit uváděné informace do podkapitol tohoto dokumentu, tj. „spotřeba energie“ a „závěry k BAT“.

Z předcházejících kapitol je zřejmé, že přístup k energetické účinnosti, rozsah a hloubka informací o spotřebě energie či úsporách energie se značně liší, a to i v případech, kdy je energetická účinnost jednoznačně uváděna jako jeden z hlavních environmentálních problémů daného odvětví.

Různé přístupy svědčí o komplikovaném procesu tvorby BREF, které jsou výsledkem kompromisu na mezinárodní úrovni, i lze odvodit, že ne vždy je energetické účinnosti při zpracovávání BREF daného odvětví věnována pozornost, kterou by si zřejmě zasloužila. Na druhé straně je však nutno upozornit, že zdánlivě menší váha přisuzovaná energetické účinnosti je vyvolána hlavními environmentálními dopady daného odvětví (např. výroba neželezných kovů se zejména zaměřuje na „chemické dopady“ do životního prostředí). S ohledem na přímou vazbu mezi energií a znečištěním ovzduší je energetická účinnost „schována“ i v částech BREF, které se věnují omezování emisí do ovzduší a snižování emisí CO₂ (ochrana klimatu).

Je zřejmé, že odvětví, která dosahují vysoké integrace procesů pojmají energetickou účinnost jako nedílnou součást procesu.

Z hlediska chápání energetického řízení jako BAT je jednoznačně nejpropracovanější BREF Rafinerie ropy a zemního plynu. Řada odvětví však má energetické řízení zahrnuto pod environmentálním řízením nebo jako jeden z nástrojů zvyšování environmentální výkonnosti.

4. ZÁKON Č. 406/2000 SB., O HOSPODAŘENÍ ENERGIÍ VE VZTAHU K IPPC

4.1 Úvod

Od roku 2003 bude po vybraných zařízeních nejrozličnějších průmyslových odvětví požadováno plnění požadavků IPPC. Kromě specifických požadavků odpovídajících "charakteru" odvětví, budou uplatňovány také standardy průřezové/horizontální, týkající se všech odvětví. K nim budou patřit i ty, které se váží na požadavky účinného využívání energie (článek 3 směrnice o IPPC; § 4, článek 1, písmeno l) Zákona o integrované prevenci.

Důraz, který je třeba při zavádění směrnice o IPPC v ČR třeba klást na účinné využívání energie vyplývá m.j. z následujících důvodů:

- Uplatnění požadavku na účinné využívání energie je v případě ČR obzvláště důležité, protože její hrubá spotřeba primárních energetických zdrojů je v porovnání se státy EU vysoká a vzhledem ke struktuře energetických zdrojů má za následek i nezanedbatelnou produkci emisí znečišťujících látek a skleníkových plynů na obyvatele. Z toho vyplývá i zvýšená odpovědnost ČR za celkové snížení emisí - (řízení vnější kvality ovzduší, plnění emisních stropů, plnění "Strategie ochrany klimatického systému Země v České republice").
- Snížení nákladů na energii se stane jedním z nezbytných předpokladů udržení konkurenceschopnosti českého průmyslu zejména v době, kdy cenová hladina energetických vstupů dosáhne evropské úrovně. Udržení konkurenceschopnosti průmyslu je jednou z priorit Národního rozvojového plánu ČR pro realizaci politiky hospodářské a sociální soudržnosti, kterou přijala vláda ČR.

Ve vztahu k požadavkům mateřské směrnice EU o IPPC je energetická účinnost začleněna jednak do kvalitativních specifik BAT (Článek 2) a dále jako součást obecných principů provozování příslušných zařízení (Článek 3):

- Článek 2 definuje BAT jako techniku, která zahrnuje jak vlastní technologii, tak způsob, jakým je zařízení vyprojektováno, postaveno, udržováno, provozováno a odstaveno. V oblasti užití energie v daném zařízení to znamená dosáhnout uplatnění energeticky účinných technologií, ale také potřebu zajistit hospodárnou a efektivní výrobu elektřiny a tepla, a její hospodárnou spotřebu. Tento postup zajistí i požadovanou minimalizaci materiálových vstupů a minimalizaci tvorby emisí, vznikajících při spotřebě energie.
- Článek 3 Směrnice k IPPC uvádí obecné principy, které musí respektovat provozovatel, podléhající povolovacímu řízení dle Směrnice o IPPC. Tyto principy zahrnují požadavek, aby členský stát přijal nezbytná opatření umožňující kompetentním orgánům zajistit, že "zařízení" ve smyslu uvedené Směrnice jsou provozována v souladu s požadavky čl. 3, tedy aby m.j. energie byla využívána účinně. V tomto ohledu je také třeba dbát o to, aby energie byla v daném zařízení efektivně využívána v celém procesu spotřeby, výroby i rozvodu.

Skutečnost, že při vydávání povolení je nutné zohlednit, zda je energie využívána účinně, vyvolává potřebu existence příslušných postupů, informací, materiálů, dokumentů, ap., které by při tomto posuzování byly povolovacímu orgánu vodítkem.

Lze doporučit, aby byl navržen **soubor oblastí a technik** pro posuzování požadavků na **energetickou účinnost**, který by Krajským úřadům, Agentuře integrované prevence a subjektům integrované prevence napomohl řešit posuzování energetické účinnosti v rámci IPPC. K vytvoření souboru oblastí a technik by mělo být mimo jiné využito požadavků na účinnost užití energie, které jsou **pro nová (!) a rekonstruovaná (!) zařízení** v oblasti výroby, přenosu, distribuce, rozvodu a spotřeby energie stanoveny zákonem č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií a prováděcími vyhláškami MPO k tomuto zákonu.

Dalším požadavkem zákona č 406/2000 Sb, který by měl být v procesu posuzování pro potřeby integrovaného povolení zohledněn, je **povinnost energetického auditu** pro vybraná zařízení.

O těchto právních nástrojích pojednávají další kapitoly.

4.2 Požadavky zákona č. 406/2000 Sb. na minimální účinnost užití energie

Požadavky na minimální účinnost užití energie jsou stanoveny ve vyhláškách k zákonu č. 406/2000 Sb. V následujících podkapitolách uvádíme některé z nich - je u nich zřejmé, že pro potřeby benchmarkingu (porovnávání energetické účinnosti v dané oblasti) je možné tyto vyhlášky, resp. hodnoty v nich uvedené použít. Vyhlášky zahrnují z oblasti energetické účinnosti:

- Výrobu elektřiny a tepla.
- Rozvody tepelné energie (vč. vnitřních).
- Přenos, distribuci a vnitřní rozvody elektrické energie.
- Spotřebu tepla v budovách

4.2.1 Účinnost užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie

Tuto účinnost uvádí vyhláška MPO č. 150/2001 Sb., kterou se stanoví k provedení § 6 odst. 1 zákona minimální účinnost užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie,

A to při:

- výrobě tepelné energie v kotlích (veškeré nové a rekonstruované kotle nad 200 kW instalovaného tepelného výkonu),
- dodávce tepelné energie na výstupu z kotleny,
- výrobě elektřiny v parním turbosoustrojí,
- kombinované výrobě elektřiny a tepla v soustrojí s plynovou turbínou a spalínovým kotlem (nad 90 kW instalovaného elektrického výkonu), vč. kotlů
- kombinované výrobě elektřiny a tepla v souboru s plynovou a parní turbínou a spalínovým kotlem (dále jen „paroplynový cyklus“),
- kombinované výrobě elektřiny a tepla v kogenerační jednotce s pístovým motorem (nad 90 kW instalovaného elektrického výkonu),
- kombinované výrobě elektřiny a tepla v palivovém článku.

Vyhláška určuje způsob stanovení skutečně dosažené účinnosti užití energie v zařízeních pro výrobu elektřiny a tepelné energie.

U rekonstruovaných zařízení platí nezbytnost dosažení minimální účinnosti, pokud neprokáže energetický audit, že dosažení účinnosti není ekonomicky efektivní; pak může být stanovena hodnota účinnosti, dosažitelná prostřednictvím technických opatření, úpravou provozního režimu a ta se pak stává závaznou při provozu zařízení.

Splnění minimální účinnosti se provádí buď měřením, kde jsou tak kotle vybaveny.

Musí se vést provozní evidence, SEI může vyžádat.

Tabulka 42: Minimální účinnost výroby tepelné energie η_v pro palivové kotle

výkon kotle ve zdroji tepelné energie	účinnost při použití paliva (%)							
	koks	černé uhlí	brikety	hnědé uhlí tříděné	hnědé uhlí netříděné	topný olej leh. LTO	mazut (top.olej TTO)	zemní plyn
do 0,5 MW	69	68	67	66	62	80	-	85
0,51 - 3 MW	-	70	69	68	63	83	-	86
3,1 - 6 MW	-	75	-	72	65	84	81	87
6,1 - 20 MW	-	77	-	75	70	85	82	90
20,1 - 50 MW	-	80	-	-	77	87	85	92
nad 50 MW	-	82	-	-	82	89	86	93

Při použití více paliv se používá hodnota pro palivo, které je právě spalováno, nebo vážený průměr u více druhů paliv najednou.

Tyto minimální účinnosti jsou vhodnými hodnotami pro **benchmarking**.

4.2.2 Účinnost užití energie při rozvodu tepelné energie

Vyhláška MPO č. 151/2001 Sb. k provedení § 6 odst. 2 zákona č. 406/2000 Sb. stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie.

Požadavky na účinnost užití energie pro rozvod tepelné energie a vnitřní rozvod tepelné energie jsou stanoveny u:

- parních, horkovodních a teplovodních sítí a sítí pro rozvod teplé užitkové vody a chladu včetně přípojek, s výjimkou chladicí vody z energetických a technologických procesů, která odvádí tepelnou energii do okolního prostředí,
- předávacích nebo výměňkových stanic,
- zařízení pro vnitřní rozvod tepelné energie včetně chladu a teplé užitkové vody v budovách (dále jen „vnitřní rozvod“).

Vyhláška stanoví také způsob zjišťování tepelných ztrát zařízení pro rozvod tepelné energie a vnitřní rozvod tepelné energie včetně chladu a teplé užitkové vody.

Možné benchmarky (srovnávací hodnoty):

- Hodinová ztráta oběhové vody netěsnostmi při provozu v uzavřené tepelné síti - v provozních podmínkách se účinnost užití energie z hlediska dopravy a z hlediska tepelných ztrát vyhodnocují jedenkrát ročně.
- Stav tepelné izolace v porovnání s vyhláškou.
- Regulace a řízení dodávky tepelné energie.
- Tepelná izolace zásobníků teplé vody a expanzních nádob.
- Metody zjišťování tepelných ztrát a zisků v zařízeních pro rozvod tepla a chladu.

4.2.3 Účinnost užití energie při přenosu, distribuci a vnitřním rozvodu elektrické energie

Vyhláška MPO č. 153/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti určení účinnosti užití energie při přenosu, distribuci a vnitřním rozvodu elektrické energie – stanoveny jsou podrobnosti posuzování účinnosti užití energie.

Účinnost užití energie při rozvodu a vnitřním rozvodu elektrické energie podle této vyhlášky je určena **technickými ztrátami** vznikajícími při provozu zařízení fyzikálními jevy.

Pro účely této vyhlášky se rozumí vnitřním rozvodem rozvod, kterým je elektřina dodávána držitelem licence podle zvláštního právního předpisu¹⁾ jeho vlastním zařízením konečným zákazníkům, a které je současně předmětem vykazování údajů podle zvláštního právního předpisu¹⁾.

Určování technických ztrát se vztahuje na nově zřizované rozvody a vnitřní rozvody elektrické energie a na rozvody a vnitřní rozvody elektrické energie, u nichž se provádí změna dokončených staveb podle zvláštního právního předpisu²⁾ a **na již provozované rozvody** a vnitřní rozvody elektrické energie.

Hodnocení účinnosti užití elektrické energie podle této vyhlášky se vztahuje na přenosovou soustavu a ve speciálních případech na vybraná vedení o velmi vysokém napětí 110 kV, dále pak pro distribuční soustavu o velmi vysokém napětí 110 kV, pro distribuční soustavu o vysokém napětí 6 až 35 kV a pro distribuční soustavu o nízkém napětí do 1 kV a pro vnitřní rozvod elektrické energie.

Uvedené hodnoty ztrát lze porovnat se skutečnými ztrátami podniku.

4.2.4 Účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách

Vyhláška MPO č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách určuje tepelně technické a energetické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov..

Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov musí zajišťovat

- požadovaný tepelný stav a
- nízkou spotřebu tepla při vytápění.

Požadavky na **tepelný stav** jsou splněny, jestliže jsou stavební konstrukce a jejich části navrženy tak, že (možné benchmarky - srovnávací hodnoty):

a) mají minimálně takový tepelný odpor, že na jejich vnitřním povrchu nedochází ke kondenzaci vodní páry,

b) u nich nedochází k vnitřní kondenzaci vodní páry nebo jen v množství, které neohrožuje jejich funkční způsobilost po dobu předpokládané životnosti,

c) neprůsvitné konstrukce a jejich styky mají dostatečný odpor při vzduchové propustnosti, spáry a spoje jsou vzduchotěsné, včetně styků a spár mezi neprůsvitnými konstrukcemi a výplněmi otvorů,

d) spáry a styky výplně otvorů nemají provzdušnost větší, než je nutná z hlediska požadované intenzity výměny vzduchu při přirozené infiltraci a exfiltraci,

e) podlahové konstrukce mají požadovanou tepelnou jímavost a teplotu na vnitřním povrchu,

f) místnosti (budovy) mají požadovanou tepelnou stabilitu v zimního i letního období.

Požadavky na **nízkou spotřebu tepla** při vytápění jsou splněny, je-li měrná spotřeba tepla vztahovaná na jednotku objemu budovy e_{vn} rovna nebo menší, než jsou hodnoty uvedené v příloze č.1 (vyhlášky). Hodnotí se buď celá budova nebo její ucelená část, která je z vnější strany obklopena vnějším prostředím.

4.3 Zákon č. 406/2000 Sb. a energetický audit

4.3.1 Vypracování energetického auditu

Na podporu zvyšování energetické účinnosti v České republice vstoupil v roce 2000 v platnost zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií. Zákon není primárně o úsporách energie, úspory energie jsou prostředkem k dosažení cílů ochrany životního prostředí a ve své podstatě i ochrany spotřebitele. Proto je v úvodním ustanovení určeno, že tento zákon stanoví práva a povinnosti fyzických a právnických osob při nakládání s energií zejména elektrickou a tepelnou a dále s plynem a dalšími palivy. Přispívá k šetrnému využívání přírodních zdrojů a ochraně životního prostředí v České republice, ke zvyšování hospodárnosti užití energie, konkurenceschopnosti, spolehlivosti při zásobování energií a k trvale udržitelnému rozvoji společnosti.

Předmětem právní úpravy jsou mj. opatření, která mají stimulovat podnikatelské subjekty k hospodárnému nakládání s energií a k přechodu na technologie s vyšší energetickou účinností. Na otázku jak toho dosáhnout ekonomicky efektivním způsobem, by měl dát odpověď energetický audit, jehož podrobnosti definuje vyhláška MPO č. 213/2001 Sb.

Energetický audit je soubor činností, jejichž výsledkem jsou informace o způsobech a úrovni využívání energie v budovách a energetickém hospodářství prověřovaných fyzických a právnických osob a návrh na opatření, která je třeba realizovat pro dosažení energetických úspor. Energetický audit je zakončen písemnou zprávou, která musí obsahovat hodnocení současné úrovně posuzovaného energetického hospodářství a budov, celkovou výši technicky dosažitelných energetických úspor, návrh vybrané varianty doporučené k realizaci energetických úspor včetně ekonomického zdůvodnění a závěrečný posudek energetického auditora.

Povinnost podrobit své energetické hospodářství a budovu energetickému auditu se vztahuje na každou fyzickou či právnickou osobu, která žádá o státní dotaci, dále organizační složky státu, organizační složky krajů a obcí a příspěvkové organizace s celkovou roční spotřebou energie vyšší, než je 1500 GJ a fyzické či právnické osoby, s výjimkou příspěvkových organizací, s celkovou roční

spotřebou energie vyšší, než je 35 000 GJ. Hodnoty jsou stanoveny vyhláškou MPO č. 213/2001 Sb. Zpracování energetického auditu hradí jeho zadavatel.

Význam a přínos energetických auditů není pouze v tom, že jsou nástrojem pro přípravu opatření, včetně investičních, které vedou ke zvýšení energetické účinnosti v průmyslovém podniku; **audit je také nezbytným nástrojem energetického a environmentálního řízení** a může se stát součástí plnění požadavků environmentální legislativy.

4.3.2 Energetický audit a IPPC

Při přípravě žádosti o integrované povolení je nutné provést řadu činností, které jsou běžnou součástí zpracování energetického auditu: energetický audit provedený dle obsahu vyhlášky MPO č. 213/2001 Sb. poskytne odpovídající informace do popisných částí žádosti a je nezbytný pro identifikaci a popis nákladově efektivních opatření k omezení množství emisí a pro návrh cílových hodnot emisí vznikajících užitím energie. Sám o sobě však není postačujícím podkladem pro prokázání plnění požadavků IPPC, neboť je zapotřebí zajistit realizaci doporučení, navržených auditem, a to v souladu s finančními možnostmi podniku. Je ale možné na základě jeho doporučení ihned odstranit hrubé nedostatky ve využívání energie a připravit plán zvyšování energetické účinnosti v podniku na regulátorem stanovené období.

Proč není audit postačující?

Hlavním úkolem pro zařízení podléhající integrované prevenci je prokázat schopnost neustálého zlepšování. V případě užití energie je to umožněno především zavedením průběžného sledování a vyhodnocování spotřeby paliv a energie, protože měřitelnost a prokazatelnost spotřeby energie a měrných ukazatelů energetické účinnosti je nezbytná pro potřeby prokázání neustálého zlepšování (při současném respektování nákladové efektivnosti přijímaných opatření).

Tyto potřeby naplňuje zavedení systému energetického řízení. Systémy energetického řízení lze považovat za nejlepší dostupnou techniku (BAT) v oblasti nízkonákladových opatření ke zvyšování účinnosti užití energie, neboť pod pojmem energetické řízení rozumíme nikdy nekončící posloupnost činností vedoucích k neustálému zlepšování: monitoring – analýza – návrh nápravných opatření – realizace nápravných opatření – monitoring Existence životaschopného systému energetického řízení respektive zavedených technik řízení může být jedním z kvalitativních požadavků regulátora - a podniku umožní prokázat schopnost či neschopnost v dosahování sjednaných cílů.

4.3.3 Energetické řízení (management) a IPPC

Energetické řízení je z pohledu IPPC nejlepší dostupnou technikou pro zvyšování energetické účinnosti a snižování negativních vlivů na životní prostředí. (Formalizovaný a strukturovaný systém energetického řízení/ managementu je jako nezbytná podmínka prokázání shody s požadavky IPPC vyžadován např. ve Velké Británii, kde se musí zaměřit na několik závazků a postupů, které lze rozčlenit do oblastí: politiky, plánování a organizace, monitoringu a řízení, podávání zpráv a zpětné kontroly.)

Cílem energetického řízení na úrovni podniků je minimalizace nákladů na energii z krátkodobého i dlouhodobého hlediska při zajištění dodávky nezbytného množství energie pro výrobu v požadované kvalitě. Nástroji /technikami energetického řízení jsou m.j.:

- Energetický audit
- Benchmarking
- Monitoring a Targeting (M&T) – metoda energetického řízení integrovaná do struktury podniku a založená na sběru, vyhodnocování dat a realizaci nápravných opatření.

Formalizovaný a strukturovaný **systém energetického řízení** se zaměřuje na několik závazků a postupů, které lze rozčlenit do oblastí:

- politiky
- plánování a organizace
- monitoringu a řízení
- podávání zpráv
- zpětné kontroly

Politika

závazek společnosti trvale zvyšovat energetickou účinnost a dosáhnout kvantifikovaných cílů, obsahuje cíle energetického řízení, závazek řídit spotřebu energie způsobem, který je přínosem pro ekonomiku podniku i životní prostředí. Podnik musí mít vždy program zkvalitňování užití energie. Tento program obsahuje i pravidelné prohlídky energetických zařízení a snižování spotřeby energie dobrým hospodařením, řízením a kontrolou technologických procesů, technickými inovacemi, využitím KVET, apod. Zavazuje také společnost k tomu, aby při plánování investic přihlížela k otázkám energetické účinnosti. Důležitá je také informovanost uvnitř podniku a stanovení osobní odpovědnosti za energetickou politiku a její realizaci.

Plánování a organizace

V požadavcích na tuto oblast se objevuje:

- jasné vymezení pravomocí a odpovědnosti v jednotlivých provozech
- plány, které stanovují výši energetických úspor
- vhodné prostředky a metody komunikace
- plány školení jak pro vedoucí pracovníky, tak pro personál
- plánování údržby, oprav a výměny zařízení
- způsoby posouzení nákladové efektivity energeticky úsporných opatření (měly by být propočítávány na dobu životnosti opatření)

Monitorování a kontrola

Je zapotřebí, aby v podniku existoval nebo byl nastaven systém sledování a kontroly účinnosti, který by poskytoval dostatečné informace pro kontrolu dosahování očekávaných výsledků a umožnil identifikovat „nápravná opatření“.

Podávání pravidelných zpráv

Úměrně velikosti podniku a složitosti výrobního procesu podávají podniky pravidelné zprávy/ hlášení o užití energie a jejím řízení (pokroky ve vztahu k plánu, závěry pravidelných kontrol, atd.) a to buď příslušnému průmyslovému svazu nebo přímo DETR. Zprávy by měly být předkládány vhodným řídicím orgánem (např. představenstvem společnosti).

Kontrola

Předmětem kontroly by mělo být:

- platnost přijaté politiky (cíle a očekávané přínosy, rozsah, přiměřenost);
- porovnání dosažených kvantitativních ukazatelů účinnosti s plánovanými;
- porovnání se srovnávacími ukazateli (pokud jsou dostupné) - t.j. benchmarking;
- přehled problémů v realizaci opatření ke zvýšení energetické účinnosti a návrhy na jejich odstranění.

Pravidelná kontrola uzavírá okruh manažerských činností. Umožňuje vyhodnotit i přiměřenost a vhodnost řídicích postupů a rozhodnout o případných změnách.

4.4 Závěr

Problematiku energetické účinnosti v rámci požadavků zákona o integrované prevenci (IPPC) by bylo vhodné řešit v kontextu specifických podmínek ČR, s využitím existujících legislativních nástrojů. Zákon o hospodaření energií stanovuje svými vyhláškami parametry energetické účinnosti, kterých je třeba dosáhnout v nových a rekonstruovaných zařízeních i budovách, vyžaduje realizaci energetického auditu a naplnění jeho nákladově efektivních doporučení. Energetický audit je možné využít k vytvoření plánu postupného zvyšování energetické účinnosti a snižování emisí pocházejících z užití energie s kvantifikovanými cíli v čase. Tento plán, obsahující seznam konkrétních kroků k postupnému zlepšování v oblasti **účinnosti užití energie** by podnik měl regulátorovi předkládat. Prokazování a kontrolu dosahování takového plánu umožňuje vhodně nastavený, formalizovaný systém energetického řízení. Proto by energetické řízení mělo představovat jeden ze základních požadavků regulátora.

5. ENERGETICKÁ ÚČINNOST, IPPC, DOBROVOLNÉ DOHODY A OCHRANA OVZDUŠÍ A KLIMATU VE VELKÉ BRITÁNII

Spojené Království Velké Británie a Severního Irska (dále jen UK) patří k zemím, kde pro splnění závazných redukčních cílů ve snížení emisí CO₂ byl vládou přijat komplexní Program ochrany klimatu, který definuje strategii vlády a státní administrativy v překročení závazků z Kjóta. Program vychází z politického úkolu dosáhnout a překročit závazné snížení emisí CO₂ na území Velké Británie (tj. bez nákupu emisí mimo Velkou Británii) a je apelem na ostatní průmyslové země, aby šly méně rozvinutým zemím příkladem. Program obsahuje konkrétní kroky ke snížení emisí během tohoto desetiletí a současně zavádí opatření, která dlouhodobě povedou ke snížení závislosti na fosilních palivech a k radikálnímu posunu ve výrobě a spotřebě energie směrem k jejich udržitelnému fungování. Naplnění programu je postaveno na silném a efektivním **partnerství** privátního a veřejného sektoru a na úzké spolupráci s místní správou.

5.1 Poplatek z paliv a energie a doprovodný balík opatření (Carbon Levy Package)

Jedním z opatření, přijatých vládou na podporu realizace Programu, bylo zavedení zdanitelného poplatku (**Climate Change Levy - CCL**) z užívání fosilních paliv pro subjekty z odvětví průmyslu, zemědělství, obchodu a pro veřejný sektor (tzv. poplatek za změnu klimatu – někdy uhlíková daň) přijetím zákona v červenci 2000 s účinností od 1. dubna 2001. Dopady zavedení tohoto poplatku se liší, protože některé organizace jsou oprávněny získat jeho sníženou sazbu a vybrané typy energetických komodit a způsoby jejich využití jsou z poplatku vyňaty.

Výnosy ze zavedení poplatku jsou částečně použity (ve výši 150 milionů £) na podporu zvyšování energetické účinnosti a vyšší využívání obnovitelných zdrojů v roce 2001/02.

Snížení poplatku o 80% je umožněno odběratelům s energeticky náročnou výrobou, kteří se zaváží k dosažení cílů v úsporách energie stanovených dohodou mezi vládou a příslušným průmyslovým svazem (**CCA – Climate Change Agreements**). Snížení poplatku je umožněno všem podnikům, které vlastní zařízení spadající pod požadavky zákona o integrované prevenci a omezování znečištění (IPPC) a jsou jím nuceny dosahovat plnění cílů v energetické účinnosti.

Dohod CCA se ale mohou účastnit i ostatní podniky.

Ať již je podnik účastníkem dobrovolné dohody nebo ne, může finanční dopady zavedení poplatku z užívání energie kompenzovat zvýšením energetické účinnosti. Studie „**PROGRAMU NEJLEPŠÍ PRAXE V ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI**“ ukazují, že většina organizací a podniků může snížit svoje náklady na energii až o 20%, a to zejména trpělivou a důslednou aplikací nízkonákladových nebo dokonce beznákladových opatření.

Sazby CCL

Poplatek se platí v účtu za energii a pohybuje okolo 10-20% z ceny energie. Plné sazby poplatku jsou (v pencích):

- 0,43p/kWh elektřiny,
- 0,15p/kWh plynu,
- 1,17p/kilogram uhlí,
- 0,96p/kilogram propan-butanu (LPG v UK).

Topné oleje nejsou zpoplatněny, protože je z nich již odváděna spotřební daň.

Z poplatku jsou vyňaty některé „nové“ druhy obnovitelných zdrojů energie, vybrané technologie kombinované výroba tepla a elektřiny, energetické komodity, které jsou současně využívány jako vsázka do procesů, elektřina ve vybraných typech technologií.

5.2 Význam a principy dobrovolných dohod v UK

Navýšení nákladů na energii díky zavedení poplatku CCL může ohrozit konkurenceschopnost průmyslu. Vláda proto nabízí možnost snížení tohoto poplatku o 80% podnikům energeticky náročných průmyslových odvětví. Podniky, které se kvalifikují pro možné snížení poplatku, musí na oplátku učinit závazek, že dosáhnou specifických cílů v oblasti zvýšení energetické účinnosti nebo ve snížení emisí oxidu uhličitého. Tento mechanismus je ve Velké Británii znám jako „Climate Change Agreements (CCA)“.

Jakmile podnik přistoupí k dobrovolné dohodě mezi vládou a svým průmyslovým svazem a zaváže se ke snížení spotřeby energie nebo emisí CO₂, kontaktuje svého dodavatele energie a informuje ho. Dodavatel upraví účtovaný tarif, přičemž snížení Climate Change Levy a vlastní poplatek jsou evidovány jako oddělené položky na fakturách za energii.

Snížení poplatku nemusí být automaticky 80%. Může být i vyšší, některé druhy energie získají 100% osvobození od poplatku (např. využívání plynu v kogeneraci). Může být také nižší než 80%, pokud je část dodávané energie využívána v té části podniku, která není kvalifikována jako součást dohody. Podnik si stanoví svoje snížení poplatku a nahlásí svému dodavateli.

Dohoda CCA je v platnosti od dubna 2001 do března 2013. Toto období je rozděleno na šest 2-letých cyklů, tzv. „ověřovacích etap (certification periods)“. Na počátku dohody získá účastník 80% diskont až do března 2003. Dohoda obsahuje celkový cíl a pak 4 etapové cíle, které jsou nastaveny správcem dohody na základě mechanismu, sjednaného mezi bývalým DETR (Ministerstvo životního prostředí a dopravy), dnes DEFRA, a průmyslovým svazem.

Závěrečné ověření proběhne od dubna 2011 to března 2013.

5.3 Cíle v oblasti energetické účinnosti a kontrola jejich plnění

Cíl, kterého musí podnik dosáhnout, je stanoven na úrovni svazu a musí být dosažen do roku 2010. Míra zvýšení účinnosti se liší podle průmyslových odvětví a oborů a byla stanovena během jednání mezi pověřeným ministerstvem a průmyslovými svazy na základě analýz příslušných výrobních a odhadu potenciálu úspor.

Cíle jsou podloženy opatřeními, které jsou považovány za dosažitelné a nákladově efektivní - smyslem dohody je nejen snížit emise skleníkových plynů, ale také zvýšit ziskovost podniků.

Plnění cíle dohody je sledováno ve 2-letých intervalech s tím, že milníky k těmto rokům jsou jasně nastaveny. Snížení poplatků CCL za energii je nabídnuto na 2 roky dopředu. Pokud jsou cíle dohody plněny, DETR potvrdí platnost snížení na další dva roky. Při stanovení cíle existovala určitá volba u tří hlavních parametrů dohody:

- a) Výchozí rok – kterékoli 12-ti měsíční období mezi rokem 1995 a 1999.
- b) „Měna“, ve které prokazuje podnik dosahování cíle – může být stanovena v jednotkách spotřeby energie (kWh) nebo v jednotkách snížení emisí CO₂.
- c) Cíl může být stanoven buď relativně ve vztahu k výrobě, nebo jako absolutní údaj.

(Důvodem, proč je možné vycházet z údajů roku 1995 je, že mnohé podniky realizovaly energeticky účinná opatření již před rokem 1999 a i za tyto úspory je jim dovoleno využít snížení poplatku CCL..)

Data, předkládaná správci dohody musí být ověřena podnikem a ten je plně zodpovědný za správnost jak údajů v žádosti – výchozích údajů, tak za hlášení, ročně předkládaná správci. Ten provádí řadu jednoduchých kontrolních postupů k ověření přesnosti údajů, ale nezodpovídá za jejich správnost. DETR bude provádět řadu náhodných ověření údajů. Tyto kontroly budou mít formu detailního energetického auditu, prováděnou externím auditorem. Proto musí být veškeré údaje jak v původní žádosti tak veškeré ročně hlášené údaje tzv. auditovatelné – ověřitelné.

Správce celého systému dohod připravil současně striktní proceduru ochrany poskytnutých údajů, tak aby měly podniky jistotu, že jimi poskytnuté údaje nemohou být zneužity.

5.3.1 Využití dobrovolných dohod pro IPPC

Mnoho účastníků dobrovolných dohod podléhá současně ustanovením integrované prevence a omezování znečištění, IPPC, které kladou požadavky i na energetickou účinnost výroby a užití energie v příslušném provozu a bude muset získat integrované povolení k provozu do konce roku 2003.

Podle rozhodnutí Environmentální agentury jsou u podniků, které plní své cíle v rámci dobrovolné dohody CCA, považovány požadavky v oblasti energetické účinnosti podle IPPC za splněné v případě, že provoz současně plní tzv. „základní činnosti – baseline activities“. Tyto základní činnosti jsou v dobrovolných dohodách CCA doporučeny také a to jako kvalitativní parametry potřebné k dosažení cílů.

5.3.2 Kvalitativní požadavky v oblasti energetické účinnosti

V zásadě je požadováno, aby účastníci dohody měli ve svém podniku ustaven formalizovaný a strukturovaný systém energetického řízení. Ten se musí zaměřit na několik závazků a postupů, které lze rozčlenit do oblastí:

- politiky
- plánování a organizace
- monitoringu a řízení
- podávání zpráv
- zpětné kontroly

Tyto zásady jsou v rámci dohody CCA ve své podstatě **dobrovolné** a pokud podnik plní své kvantitativní cíle ve zvýšení energetické účinnosti, nejsou prověřovány. Nicméně se důrazně účastníkům dohody doporučuje, aby tyto požadavky respektovali a to ze 3 důvodů:

- uvedené kvalitativní požadavky jsou považovány za samozřejmé činnosti, které pomohou zajistit úspěch a splnění programu energetické účinnosti;
- uvedené kvalitativní požadavky jsou nezbytným předpokladem pro systém rizikového řízení, který nastupuje ve chvíli, kdy se podniku nepodaří velmi těsně splnit cíle dohody a může napomoci získání snížení CCL poplatku i v tomto případě. Pokud však kontrolní orgán zjistí, že tyto kvalitativní požadavky nejsou v podniku nastaveny, výjimku nepovolí.
- Podniky a provozy, které spadají pod integrované povolení podle IPPC, musí tyto kvalitativní požadavky plnit, protože jsou součástí tzv. „základních činností“, vyžadovaných v rámci povolovacího řízení.

Nestačí však pouze deklarovat, že v podniku existuje politika účinnosti, plány a postupy. Musí existovat důkaz toho, že podnik podle nich také jedná a že dochází k postupnému zvyšování energetické účinnosti v příslušných zařízeních a jejich provozu.

5.3.3 Schéma „Rychlých odpisů kapitálových výdajů“ (Enhanced Capital Allowances – ECA)

Kromě účasti v dobrovolných dohodách a souvisejícího snížení poplatku za užití energie budou moci podniky uplatňovat také zrychlené odpisy na vybraná zařízení a technologie. Schéma „Rychlého odpisování kapitálových výdajů“ (**Enhanced Capital Allowances – ECA**) umožní odepsat ještě letos zařízení s vysokou energetickou účinností, které je tento rok uvedeno do provozu, ze 100%. ECA byl vyhlášen vládou jako podpora investicím do technologií s nízkými emisemi CO₂ spolu se založením fondu (50 milionů £) pro energetickou účinnost a obnovitelné zdroje energie. Vzorem pro schéma ECA byl nizozemský model. Zdroje fondu jsou určeny na poradenství a pomoc podnikům, zejména malému a střednímu podnikání, v oblasti energetické účinnosti a obnovitelných zdrojů energie.

Od srpna 2002 přebíral správu nad schématem/ programem rychlých odpisů kapitálových výdajů (ECA scheme) tzv. Carbon Trust, který zastupuje Department for Environment, Food & Rural Affairs (DEFRA). Spolu s tím byl rozšířen seznam podporovaných technologií.

Seznam technologií (UK Energy Technology List) byl vytvořen na základě vládou vydaného konzultačního dokumentu k zavedení poplatku ze změny klimatu – seznamu energeticky efektivních opatření ('Energy Efficiency Measures under the Climate Change Levy') a zahrnuje technologie, výrobky a zařízení, která splňují kritéria energetické účinnosti z oblastí: kombinovaná výroba elektřiny a tepla, kotle, motory, pohony s frekvenčními měniči, osvětlení, chladicí zařízení, izolační materiály pro potrubí, tepelně-izolační materiály. Nově pak také technologie jako tepelná čerpadla pro vytápění a přípravu teplé užitkové vody, solární tepelné systémy, zařízení pro stlačený vzduch, atd., tedy zařízení pro energeticky náročné oblasti spotřeby. Technologie, zařízení a výrobky, které se kvalifikují na tento seznam, musí splňovat vysoké standardy energetické účinnosti.

Spolu s tímto seznamem byl spuštěn marketingový program, který má napomoci výrobcům, dodavatelům i investorům podpořit a identifikovat vhodné technologie, zařízení a výrobky a to prostřednictvím symbolu, kterým může výrobce svůj produkt označit, aby tak kupujícího upozornil, že nákup tohoto zařízení/ výrobku může být spojen s úlevou na dani (informace: www.eca.gov.uk).

5.4 Závěrem

Soustava vzájemně provázaných opatření, připravených vládou Spojeného Království pro dosažení cíle, který přijalo Spojené Království ve snížení emisí skleníkových plynů, vytvořila jak legislativní a fiskální rámec tak i tržní prostor pro dosahování úspor energie (a fosilních paliv zejména). V tomto prostoru mohou všichni aktéři na trhu s energetickou účinností a obnovitelnými zdroji energie nalézt dostatečnou motivaci.

6. NÁVRH SCHÉMATU POSUZOVÁNÍ ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI V RÁMCI IPPC V ČR

6.1 Stav posuzování energetické účinnosti vyplývající z návrhu vzoru žádosti o vydání integrovaného povolení

Vzor žádosti o vydání integrovaného povolení je v době dokončování tohoto dokumentu (říjen 2002) předmětem diskuse a lze očekávat jeho dílčí úpravy. V části návrhu žádosti zabývající se spotřebou a výrobou energie byly TPS pro energetickou účinnost navrženy změny směřující jednak k dosažení souladu s odpovídajícími částmi Zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií respektive jeho prováděcími předpisy, jednak změny, které by podpořily zejména posuzování úrovně energetického řízení podniků. TPS si je vědoma, že s ohledem na **stávající** filosofii vzoru žádosti o vydání integrovaného povolení, jsou návrhy na začlenění pasáží o energetickém řízení **zatím** pravděpodobně neprosaditelné, je však nezbytné ubírat se naznačenou cestou.

Dle našeho názoru návrh žádosti obsahuje řadu velmi důležitých údajů, nicméně **prokázání účinného užití energie** na základě uvedených dat a informací považujeme za **problematické**.

Struktura a požadavky žádosti o vydání integrovaného povolení i celý proces integrované prevence by měl směřovat k motivaci pro neustálé zlepšování (viz citace z příručky pro energetickou účinnost, Velká Británie⁴), za čímž stojí základní úvaha, že zvyšování environmentální výkonnosti znamená zvyšování zisku. I v tomto případě platí, že hlavním motivačním faktorem jsou odpovídající informace, z kterých je možné určit:

Jak na tom jsem (ve srovnání s a, b, c, d,apod.)?

Kam bych měl v daném čase dospět?

Jak bych tam měl dospět?

K odpovědi na tyto otázky by napomohlo zavedení schématu posuzování energetické účinnosti dle návrhu z následující kapitoly.

6.2 Návrh schématu posuzování energetické účinnosti

V úvodu je nutné připomenout, že účinné užití energie je požadavkem horizontálním. Z toho např. vyplývá, že zpracování této oblasti se v jednotlivých BREF (viz kapitola 3.12) liší nejenom z důvodu odlišnosti průmyslových odvětví, ale i z podstaty spotřeby, výroby a rozvodu energie.

Na základě posledních informací od Evropské komise i Evropské kanceláře IPPC v Seville lze téměř s jistotou očekávat založení TWG pro energetickou účinnost. Jejím úkolem bude zpracování příslušného BREF, navržené schéma tudíž bude možné konfrontovat s postupem prací TWG i prvním návrhem BREF.

Při zpracování návrhu schématu posuzování energetické účinnosti se vycházelo zejména z provedené rešerše BREF, Zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, zkušeností a příruček Environmental Agency (Velká Británie) a diskusí v rámci TPS.

Je zřejmé, že základním prvkem případného uplatňování schématu je tzv. **benchmarking** - porovnávání daného stavu v příslušné oblasti podle jednotlivých technik.

Navržené schéma posuzování energetické účinnosti je uvedeno v následující tabulce.

⁴ *Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) is a regulatory system that employs an integrated approach to control the environmental impacts of certain industrial activities. It involves determining the appropriate controls for industry to protect the environment through a single permitting process.*

*To gain a Permit, Operators will have to show that **they have systematically developed proposals to apply the best available techniques (BAT) and meet certain other requirements**, taking account of relevant local factors.*

Tabulka 43: Návrh schématu posuzování energetické účinnosti v rámci IPPC

Oblast posuzování	Techniky	Charakteristika	Uplatňovat na
Energetické řízení	Energetická politika	Podnik má odpovídající písemný dokument.	Všechna zařízení
	Monitoring & Targeting	Pravidelná analýza efektivity užití energie - strukturované sledování nákladů na energii (sledování, vyhodnocování, náprava, . . .)	Všechna zařízení
	Rozvoj profesionálních dovedností pracovníků	Prohlubování znalostí a dovedností v oblasti technické, finanční a řídicí.	Všechna zařízení
Užití energie	Bilance spotřeby energie	Bilance spotřeby energie minimálně v rozsahu podle Vyhlášky MPO č. 213./2001, kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu	Všechna zařízení
	Měrná spotřeba	Spotřeba energie vztažená na jednotku produkce (např. GJ/t)	Všechna zařízení
	Účinnost užití energie dle příslušných vyhlášek k Zákonu č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií	1) Vyhláška MPO č. 150/2001 Sb., kterou se stanoví k provedení § 6 odst. 1 zákona minimální účinnost užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie 2) Vyhláška MPO č. 151/2001 Sb. k provedení § 6 odst. 2 zákona č. 406/2000 Sb. , kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie 3) Vyhláška MPO č. 153/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti určení účinnosti užití energie při přenosu, distribuci a vnitřním rozvodu elektrické energie 4) Vyhláška MPO č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách	Nová a rekonstruovaná zařízení.
	Plán zvyšování energetické účinnosti	Určí pro zařízení všechny (v této tabulce uváděné) aplikovatelné, ale dosud nerealizované techniky, včetně jejich pořadí dle vyvolaných nákladů ve vztahu k přínosům pro životní prostředí	Všechna zařízení
Produkce emisí	Emisní bilance (inventura)	Minimálně pro CO ₂ , SO ₂ , NO _x , TL	Všechna zařízení
	Měrné emise	Množství emisí (CO ₂ , SO ₂ , NO _x , TL) vztažené na jednotku produkce.	Všechna zařízení

S ohledem k současnému stavu implementace IPPC v ČR by bylo vhodné navržené schéma zavádět **postupně** tak, aby byla zaručena proporcionalita celého procesu vůči subjektům integrované prevence a omezování znečištění.

Doporučujeme v roce 2003 klást důraz na přípravu zájmových skupin na posuzování energetické účinnosti dle navrženého schématu, jakožto očekávaného přístupu v této oblasti s průběžnou aktualizací na základě činnosti TWG pro energetickou účinnost v Seville, TPS pro energetickou účinnost v ČR a vývoji v oblasti energetiky na úrovni EU i ČR (reflexe nových legislativních úprav).

Pozornost by se měla věnovat i problematice ekonomických a tzv. „cross-media“ (přenos mezi jednotlivými složkami životního prostředí) vlivů v rámci integrované prevence - první návrh příslušného BREF lze očekávat v nejbližší době.

V příloze 8.1 uvádíme pracovní návrh obsahu vzoru žádosti o vydání integrovaného povolení pro oblast energetického řízení.

6.3 Návrh schématu, energetický audit, návrh vzoru žádosti

Zpracovaný energetický audit značně usnadní řadu činností, které pro posuzování energetické účinnosti v rámci IPPC je nutné provést či bude případně nutné provádět podle navrženého schématu. V následující tabulce je uveden přehled navržených technik, které v současnosti zpracovávané energetické audity pokrývají. Současně je uvedeno totéž pro návrh vzoru žádosti o vydání integrovaného povolení.

Tabulka 44: Vazby mezi navrženým schématem posuzování energetické účinnosti, energetickým auditem a návrhem vzoru žádosti

Techniky	Charakteristika	Předmět energetického auditu (dle Vyhl. 213)	Předmět návrhu žádosti
Energetická politika	Podnik má odpovídající písemný dokument.	Ne	Ne
Monitoring & Targeting	Pravidelná analýza efektivnosti užití energie - strukturované sledování nákladů na energii (sledování, vyhodnocování, náprava, . . .)	Ne	Ne
Rozvoj profesionálních dovedností pracovníků	Prohlubování znalostí a dovedností v oblasti technické, finanční a řídicí.	Ne	Ne
Balance spotřeby energie	Balance spotřeby energie minimálně v rozsahu podle Vyhlášky MPO č. 213/2001, kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu	Ano	Ano
Měrná spotřeba	Spotřeba energie vztažená na jednotku produkce (např. GJ/t)	Ne	Ano
Účinnost užití energie dle příslušných vyhlášek k Zákonu č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií	1) Vyhláška MPO č. 150/2001 Sb., kterou se stanoví k provedení § 6 odst. 1 zákona minimální účinnost užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie 2) Vyhláška MPO č. 151/2001 Sb. k provedení § 6 odst. 2 zákona č. 406/2000 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie 3) Vyhláška MPO č. 153/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti určení účinnosti užití energie při přenosu, distribuci a vnitřním rozvodu elektrické energie 4) Vyhláška MPO č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách	Ano	Ne
Plán zvyšování energetické účinnosti	Určí pro zařízení všechny (v této tabulce uváděné) aplikovatelné, ale dosud nerealizované techniky, včetně jejich pořadí dle vyvolaných nákladů ve vztahu k přínosům pro životní prostředí	Částečně	Částečně
Emisní balance (inventura)	Minimálně pro CO ₂ , SO ₂ , NO _x , TL,	Ano	Ano
Měrné emise	Množství emisí (CO ₂ , SO ₂ , NO _x , TL vztažené na jednotku produkce.	Ne	Ano *

* kromě CO₂; není uvedeno v kapitole „Palivo-energetická balance, ...“, ale v kapitole „Emise a jejich zdroje, ...“ návrhu žádosti o vydání integrovaného povolení

Z předcházející tabulky vyplývá, že by bylo vhodné zahájit práce jak no novele vzoru žádosti o vydání integrovaného povolení, tak zpružnění Vyhlášky č. 213 (energetický audit). Tím by se mohl způsob zpracování energetického auditu významně posunout více k dokumentu iniciujícímu realizaci postupných kroků ke zvyšování energetické účinnosti, a tím se přiblížit k požadavkům integrované prevence (navrženého schématu posuzování energetické účinnosti). Přínosy zejména pro subjekty podléhající integrované prevenci, ale i pro další účastníky procesu integrovaného povolování, jsou evidentní.

Případná novela Vyhlášky č. 213 by mohla změkčit povinné požadavky na audit, posílit odpovědnost auditora při identifikaci klíčových oblastí pro zvýšení energetické účinnosti (i ve vazbě na IPPC), zejména pak ve vztahu k energetickému řízení (měření, klíčování spotřeby, ekonomické hodnocení vůči produkci emisí).

7. PŘÍPADOVÁ STUDIE

Autoři tohoto dokumentu zpracovávali pilotní žádost o integrované povolení pro podnik z kategorie „6.4b Zařízení na úpravu a zpracování za účelem výroby potravinářských výrobků nebo krmiv z rostlinných surovin, o výrobní kapacitě větší než 300 t hotových výrobků denně (v průměru za čtvrtletí)“.

Proces zpracování žádosti byl zejména ovlivněn existencí pouhého návrhu vzoru žádosti, včetně části týkající se spotřeby energií. Na přepracování návrhu žádosti se intenzivně pracovalo, nicméně závažným problémem, dle našeho názoru, bylo zejména chápání pojmu nejlepších dostupných technik a tomu odpovídajících postupů generovaných formulacemi vzoru žádosti. Tento fakt prakticky znemožňoval ověřit životaschopnost stanovování BAT v kategorii energetická účinnost - vzor žádosti to v podstatě, dle našeho názoru, nepožaduje.

Nicméně vzhledem k návrhům vzešlých při zpracování tohoto dokumentu a práci pracovní skupiny pro energetickou účinnost (viz kapitola 6) i přímým zkušenostem získaných při zpracování pilotní žádosti lze formulovat následující závěry. Po podniku není v rámci procesu získání integrovaného povolení běžně požadováno:

- posouzení rozsahu a přesnosti měření
- posouzení provozních specifických spotřeb (části zařízení, výrobky)
- vyhodnocení úrovně energetického řízení
- provádění tzv. benchmarkingu
- zpracování bilance emisí způsobených spotřebou energie
- vyhodnocení požadavků na energetickou účinnost dle 213

8. PŘÍLOHY

8.1 Pracovní návrh úpravy vzoru žádosti o vydání integrovaného povolení pro oblast energetického řízení

8.1.1 Způsob energetického řízení podniku

Provádíte v současné době monitorování spotřeby energie a nastavování určitých cílů spotřeby, či jste tak činili v minulosti? Jestliže ano, jak?
Jak byste hodnotili efektivitu (přínos) takového systému ve Vašem podniku?
Jaký je způsob informování o spotřebě energie v rámci organizační struktury podniku? Spotřeba energie s pracovníky z výroby: ☐ není vůbec probírána ☐ je probírána občas ☐ je probírána pravidelně ☐ pracovníci jsou zainteresováni na efektivním užití energie
O výsledky analýzy spotřeby energie: ☐ se vedení nezajímá ☐ se vedení zajímá zřídka ☐ se vedení zajímá pravidelně ☐ se vedení pravidelně výrazně zajímá
Provádíte pravidelné přezkoumání možností úspor energie? Pokud ano, daří se Vám prosazovat Vaše návrhy investičních projektů zvyšujících energetickou účinnost?
Podléhá Váš podnik povinnosti zpracování energetického auditu dle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií?
Pokud ano, máte zpracován tento energetický audit?
Pokud ano, byla doporučení energetického auditu realizována?
Pokud nebyla realizována, proč?

Tabulka 45: Matice hodnocení energetického řízení podniku

	Energetická politika	Organizace	Motivace	Informační systémy	Marketing	Investice
4	Energetická politika, akční plán a pravidelné sledování má podporu vrcholového vedení jako součást environmentální strategie	Energetický management plně integrován do řídicí struktury. Jasně stanovení zodpovědnosti za spotřebu energie	Formální a neformální způsoby komunikace na všech úrovních pravidelně využívány 'energetikem podniku' a pracovníky energetiky	Jednotný systém nastavuje cíle, sleduje spotřebu, identifikuje chyby, kvantifikuje úspory a sleduje rozpočet	Propagace energetické účinnosti a energetického managementu uvnitř i vně organizace	Pozitivní „diskriminace“ ve prospěch „zelených“ investic; podrobné rozbor investičních příležitostí
3	Formální energetická politika bez aktivní podpory vrcholového vedení	'Energetik podniku' zodpovědný energetické komisi reprezentující všechny uživatele; předseda komise – člen vrcholového vedení	Energetická komise jako hlavní nástroj společně s přímými kontakty na hlavní uživatele energie	'M&T' zprávy' (informace) pro jednotlivé uživatele založené na podružném měření; uživatelé o úsporách nejsou patřičně informováni	Program pro pracovníky podniku a pravidelné osvětové akce	Určitá kritéria návratnosti – stejná, jako pro jiné investice
2	Neschválená (nepřijatá) energetická politika zavedená 'energetikem podniku' nebo středními složkami řízení	Pozice 'energetika podniku' ustanovena, informuje ad-hoc komisi, přímé řízení a pravomoci nejasné	Kontakt s hlavními uživateli energie prostřednictvím ad hoc komise; předseda – člen vyšších složek řízení (oddělení, divize)	'M&T' zprávy' na základě údajů z hlavních měřičů; oddělení energetiky se účastní tvorby rozpočtu pouze namátkově	Ad hoc školení některých pracovníků	Investice hodnocena pouze na základě krátkodobé návratnosti
1	Nepsaná pravidla	Za energetické řízení je někdo částečně zodpovědný, má pouze omezený vliv	Neformální kontakty s uživateli energie	Informace o nákladech na základě fakturace; pouze pro vnitřní potřebu technických pracovníků	Neformální kontakty využity pro podporu energetické účinnosti	Pouze nízkonákladová opatření
0	Bez politiky (zřejmé)	Bez energetického managementu, žádná zodpovědnost za spotřebu energie	Bez kontaktu	Bez informačního systému	Žádná podpora energetické účinnosti	Žádné investice pro zvýšení energetické účinnosti

8.1.2 Měření spotřeby energie, určení rozsahu měření a frekvence sběru dat

Měření

	ANO	NE
Měříte spotřebu energie na úrovni výrobků? Jak přiřazujete spotřebu, není-li měřena? <i>Např. spotřeba elektřiny – výrobek A</i>		
Měříte spotřebu energie na úrovni jednotlivých provozních jednotek? Jak přiřazujete spotřebu, není-li měřena?:		
Měříte spotřebu energie na úrovni výrobních jednotek? Jak přiřazujete spotřebu, není-li měřena?:		
Jsou některá nebo všechna data o spotřebě energie shromažďována automatickým systémem? Pokud ano, popište, prosím, podrobněji:		
Myslíte si, že současný stav měření spotřeby energie je postačující /odpovídající? Pokud ne, proč ne? (např. Jak byste byli schopni využít odečtů spotřeby, ale nemůžete).		
Plánujete instalaci dalšího měření spotřeby (měřičů) v podniku? Pokud ano, popište:		

Rozsah měření

Energonositel	Roční spotřeba celkem	Roční náklady (mil. Kč)	Počet podružných měření	Podíl podružně sledované spotřeby (%)
Elektrická energie	kWh			
Teplo	GJ			
Zemní plyn	tis.m ³			
Pitná voda	m ³			
Technologická voda	m ³			
Stlačený vzduch	tis.m ³			
Atd.				

Frekvence sběru dat

Spotřeba na podružných měřících (☐ hodící se zaškrtněte):

- ☐ Není sledována ☐ Je sledována ročně
☐ Je sledována měsíčně ☐ Je sledována týdně

8.2 Poznámky k návrhu hodnocení energetické účinnosti

Dále jsou uvedeny poznámky člena pracovní skupiny Ing. Navrátila, experta v oboru čistší produkce.

Rámcový návrh obsahuje tabulku technik a indikátorů – zdroje ověření. Tato tabulka plně vystihuje rozsah a filosofii potřebného sledování – hodnocení energetické účinnosti. Významné je si uvědomit že není odtržena od dosavadních aktivit pro trvale udržitelný rozvoj. Hodnoceno od spodu tabulky – techniky „Provoz a údržba“ odpovídají technikám a postupům již zavedené „Čistší produkce“. Indikátory a zdroje ověření mohou být voleny z této metodiky.

Rozšíření o techniky „Porovnání – emise“ odpovídá náplni a cílům IPPC. Zde indikátory a zdroje ověření bude možno odvozovat z „Čistší produkce“ a z „EMS – ISO 14000“ a modifikovat na energetickou orientaci. Vzhledem k tomu, že náš průmysl převážně není připraven na realizaci IPPC bude důležité začínat pozvolna, nevyžadovat natvrdo bilance a technická data, neboť nejsme všeobecně na dostatečné úrovni měření procesních dat dovolujících jednoznačné přiřazení energetických spotřeb výrobním linkám – jejich jednotlivých prvků, ne tak jednotlivým výrobkům.

Energetické účinnosti – ztráty energií – jsou oborově a resortně ošetřeny řadou vyhlášek a nařízení. Účinnosti jednotlivých zařízení jsou předepsány. Je otázkou, zda tento systém bude v budoucnu vyhovující. Jednotlivé resorty a obory se snaží tímto dosahovat „optimálních“ výsledků. Tedy jde o „optimalizaci“ subsystému (stroje, linky neb prvku výrobního zařízení, ...). Chceme-li minimalizovat spotřebu energií v regionu, stáťe neb dokonce na zemi tak hledáme „optimum“ odpovídajícího systému složeného z množiny subsystémů. Dosud není znám případ, kdy optimum subsystému by se shodovalo s optimem systému. Bude tedy nutno citlivě posuzovat výsledný účinek všech opatření na snížení spotřeby energií – tedy striktnost dodržování všech vyhlášek a nařízení z této oblasti. Je to sice otázka daleké budoucnosti ale je třeba si již dnes uvědomovat časovou omezenost v současnosti platných kritérií.

V návrhu schématu energetického auditu soustředit pozornost na podmínky trvalého zlepšování. Předpokladem je postupné zavádění „Čistší produkce“, „EMS – EMAS“, „IPPC“. Jejich zavedení je již prvním předpokladem pro trvalé zlepšování. Systém prvních auditů by se měl více zaměřit na prověřování těchto předpokladů společně s podmínkami pro měření a následné bilancování materiálních a energetických toků. Není výhodné je od sebe oddělovat, neboť se navzájem doplňují. Zjednoduše se systém měřících míst či měřených veličin které umožní provedení kompletní bilance.

Při auditu by se měly rozlišovat

- měřené veličiny,
- veličiny dopočítané na základě měření jiných veličin vázaných fyzikálními zákonitostmi se sledovanou veličinou a
- veličiny odhadované na základě zkušeností neb průměrných hodnot získaných v jiných organizacích neb oborech.

Pro audit by měla být poskytnuta informace (ať již přesná neb odhadnutá odpovědnou osobou) o jednotlivých druzích energetických nosičů a jejich zhodnocení jako výrobku. To co se nepodaří prodat jako výrobek (zboží) představuje ztrátu respektive prostor pro zlepšování. V metodice „Čistší produkce“ je používána tabulka jako např.

Tabulka 46: Použité materiály a energie v organizaci

Č	Název energet. nosiče	jednotka	Množství / rok	Cena / jednotky	Cena / rok	Oblast použití (proces, aparát)	Podíl prodaný jako produkt	Ekonomická ztráta

Matice úrovně energetického řízení je vhodnou formou prvního ohodnocení organizace. Dle výsledku je možno upravit úroveň dalšího provedení energetického auditu – požadovaných informací (přesných dat neb popisu situace.)

9. LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

1. Směrnice 96/61/EC o integrované prevenci a omezování znečištění
2. Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění
3. BREF - referenční dokumenty nejlepších dostupných technik
4. Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií a jeho prováděcí předpisy, zejména Vyhláška č. 213
5. Integrated Pollution Prevention and Control, Energy Efficiency, IPPC H2, Environment Agency, (UK)
6. www.ceu.cz
7. www.ippc.cz
8. www.eippcb.jrc.es
9. odkazy jsou též přímo v textu