



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

**Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách
u stacionárních zdrojů nespádajících pod BREF**

ZPRACOVÁNÍ NEROSTNÝCH SUROVIN

konečná verze



Obsah:

1	Předmluva	3
1.1	Zadání pro zpracování dokumentu	3
1.2	Způsob zpracování dokumentu	4
1.3	Struktura referenčního dokumentu	4
2	Oblast působnosti	5
2.1	Stacionární zdroje zahrnuté do referenčního dokumentu	5
2.2	Související procesy a činnosti	6
2.3	Stacionární zdroje nezahrnuté do referenčního dokumentu	6
3	Techniky používané v odvětví a jejich emisní úrovně	6
3.1	Výroba keramických výrobků	6
3.1.1	Používané techniky a postupy	7
3.1.1.1	Příprava surovin	8
3.1.1.2	Míchání složek	8
3.1.1.3	Tvarování / formování zboží	9
3.1.1.4	Sušení keramických výrobků	10
3.1.1.5	Výpal	11
3.1.1.6	Související činnosti	13
3.1.2	Techniky snižování emisí do ovzduší	14
3.1.2.1	Primární techniky ke snižování emisí	14
3.1.2.2	Sekundární techniky ke snižování emisí	17
3.1.3	Dosahované emisní úrovně	19
3.2	Příprava stavebních hmot a betonu, recyklační linky stavebních hmot	20
3.2.1	Používané techniky a postupy	20
3.2.1.1	Příprava betonu	20
3.2.1.2	Recyklační linky stavebních hmot	21
3.2.1.3	Související činnosti	22
3.2.2	Techniky snižování emisí do ovzduší	23
3.2.2.1	Primární techniky ke snižování emisí	23
3.2.2.2	Sekundární techniky ke snižování emisí	24
3.2.3	Dosahované emisní úrovně	25
3.3	Obalovny živičných směsí a mísírny živíc, recyklace živičných povrchů	26
3.3.1	Používané techniky a postupy	26
3.3.1.1	Obalovny živičných směsí	26
3.3.1.2	Recyklace živičných směsí	27
3.3.1.3	Související činnosti	28
3.3.2	Techniky snižování emisí do ovzduší	29
3.3.2.1	Primární techniky ke snižování emisí	29
3.3.2.2	Sekundární techniky ke snižování emisí	30
3.3.3	Dosahované emisní úrovně	31
4	Nejlepší dostupné techniky	32
4.1	Nejlepší dostupné techniky pro zpracování nerostných surovin	33
4.2	Specifické nejlepší dostupné techniky pro výrobu keramických výrobků	35
4.3	Specifické nejlepší dostupné techniky pro obalovny živičných směsí a mísírny živíc	36
4.4	Nejlepší dostupné techniky pro podporu z OPŽP	36
5	Použité zdroje	37
6	Seznam zkratk	38



1 PŘEDMLUVA

1.1 Zadání pro zpracování dokumentu

V oblasti ochrany ovzduší se desítky let kontinuálně provádí analytické a výzkumné práce. Většina z nich se zaměřuje na úroveň znečištění ovzduší, její příčiny a důsledky. Během posledních dekád ale nebyla provedena (až na výjimky) žádná souhrnná a plošná analýza technické úrovně stacionárních zdrojů, které jsou v České republice v provozu, ani obdobná analýza nových technik a technologií dostupných na trhu. Výjimku tvoří skupina spalovacích stacionárních zdrojů, kde se s ohledem na tvorbu evropského právního předpisu pro spalovací stacionární zdroje o jmenovitém tepelném příkonu do 50 MW a revizi Göteborgského protokolu, prováděla rovněž analýza technických a ekonomických aspektů regulace této skupiny stacionárních zdrojů.

Od roku 2007 se ekologizace stacionárních zdrojů staly předmětem masivní podpory z prostředků Evropské unie. Prostřednictvím Operačního programu Životní prostředí (dále také jen „OPŽP“) bylo podpořeno snížení vlivu stacionárních zdrojů na vnější ovzduší prostřednictvím necelých 2 tis. projektů. Do ekologizace stacionárních zdrojů bylo (resp. v řadě případů investice stále je) investováno cca 40 mld. Kč.

Je oprávněným zájmem Ministerstva životního prostředí, aby mělo k dispozici informace o tom, zda je podpora směřována na řešení technicky vyspělá a pokročilá. Ministerstvo životního prostředí zajímá, zda byly podporovány nejlepší dostupné techniky - ve volném významu tohoto spojení [nikoliv ve smyslu definice dle zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci), ve znění pozdějších předpisů, dále také jen „zákon o integrované prevenci“, neboť v řadě případů podporované stacionární zdroje nespadají pod integrovanou prevenci a nejlepší dostupné techniky ve smyslu právní úpravy pro ně nejsou stanoveny].

Podpora ekologizace stacionárních zdrojů má pokračovat i v dalším programovém období prostřednictvím OPŽP 2014+. Finančních prostředků je k dispozici výrazně méně, a proto musí být cíleny maximálně efektivně na velmi účinná technická opatření.

Z tohoto důvodu zadalo Ministerstvo životního prostředí v roce 2015 zpracování studie „Zpracování referenčních dokumentů o nejlepších dostupných technikách u stacionárních zdrojů nespadajících pod BREF“. Předmětem této studie bylo na základě důkladné analýzy trhu zpracovat referenční dokumenty o nejlepších dostupných technikách pro stacionární zdroje neuvedené v příloze č. 1 k zákonu o integrované prevenci, a tím umožnit Ministerstvu životního prostředí u zdrojů znečišťování ovzduší celkové vyhodnocení aplikace nejlepších dostupných technik v rámci prioritní osy 2 a prioritní osy 3 OPŽP, a dále pak usnadnit žadatelům o finanční podporu z evropských fondů na oblast ochrany ovzduší orientaci ve volbě nejefektivnějších technik za účelem zvýšení environmentálních přínosů finančních prostředků poskytovaných z OPŽP 2014+.

Z předmětu studie vyplývají rovněž její hlavní dva účely

- a. **efektivnější čerpání finančních prostředků** díky úpravě hodnocení, případně kritérií přijatelnosti v OPŽP 2014+, a
- b. **lepší orientace žadatelů v dostupných technických řešeních** prostřednictvím uceleného dokumentu popisujícího příslušné odvětví (resp. skupinu stacionárních zdrojů dle přílohy č. 2 k zákonu č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů, dále také jen „zákon o ochraně ovzduší“), jehož součástí je i popis a soupis zjištěných dostupných technik pro omezování znečišťování ovzduší.



1.2 Způsob zpracování dokumentu

Proces zpracování standardních BREF dokumentů prováděný dle právní úpravy EU pro oblast integrované prevence je proces několikaletý, založený na rozsáhlých mnohostranných jednáních a výměně rozsáhlých dat o provozu obrovského vzorku zařízení.

Tento postup nebyl s ohledem na vymezený časový rámec řešení projektu (pouze několik měsíců) možný. Fyzická návštěva všech stacionárních zdrojů byla neproveditelná. I při nezapočtení stacionárních zdrojů nevyjmenovaných v příloze č. 2 zákona o ochraně ovzduší, kterých je v České republice statisíce a jejichž výčet není dostupný, existuje skupina stacionárních zdrojů vyjmenovaných v příloze č. 2 zákona o ochraně ovzduší, která zahrnuje cca 46 tis. stacionárních zdrojů. V této skupině zdrojů jsou sice rovněž stacionární zdroje, které nejsou předmětem řešení projektu (jsou uvedena v příloze č. 1 k zákonu o integrované prevenci), ale i tak přesahuje představa fyzické návštěvy každého stacionárního zdroje finanční i časový rámec projektu. Z tohoto důvodu se při řešení projektu vycházelo z informací již dostupných, tj. informací dostupných především u odborných útvarů státní správy, mimo jiné Ministerstva životního prostředí, krajských úřadů, Českého hydrometeorologického ústavu a Státního fondu životního prostředí ČR.

Po zpracování vstupních dat byly dokumenty diskutovány prostřednictvím oborových svazů, mimo jiné Asociací sklářského a keramického průmyslu ČR, Svazu výrobců cementu, Těžební unie, atd. Za účelem získání aktuálních informací o vývoji a dostupnosti technik byli rovněž kontaktováni výrobci technik a technologií používaných u stacionárních zdrojů ke snižování emisí znečišťujících látek.

Klíčovým prvkem přípravy dokumentů a analýzy trhu byla i rozsáhlá rešeršní práce a analýzy projektů podpořených v rámci prioritní osy 2 OPŽP.

Významné okrajové parametry řešení, např. přesné vymezení řešených stacionárních zdrojů a členění na referenční dokumenty, byly závazně odsouhlasovány ze strany zadavatele studie, tj. Ministerstva životního prostředí.

1.3 Struktura referenčního dokumentu

První částí referenčního dokumentu je kapitola *Předmluva*. V rámci této kapitoly je stručně popsáno zadání tvorby a účel referenčních dokumentů, způsob jejich vypracování a jejich struktura.

Druhá kapitola *Oblast působnosti* přesně uvádí, na které stacionární zdroje v členění dle přílohy č. 2 k zákonu o ochraně ovzduší se dokument vztahuje a které související výrobní a další procesy dokument popisuje. Současně jsou zde uvedeny stacionární zdroje, které jsou z oblasti působnosti referenčního dokumentu vyloučeny.

Třetí kapitola *Techniky používané v odvětví a jejich emisní úrovně* tvoří popis technik používaných v provozovaných stacionárních zdrojích a technik dostupných na trhu. Kapitola je tvořena primárně z informací dostupných státní správě, z dotazníkového šetření a z jednání se stakeholdery. Kapitola obsahuje rovněž okrajové podmínky stanovené v právní úpravě (specifické emisní limity, podmínky provozu).

Poslední kapitola *Nejlepší dostupné techniky* tvoří souhrnný přehled nejlepších dostupných technik určených pro podporu v rámci prioritní osy 2 OPŽP 2014+.



2 OBLAST PŮSOBNOSTI

2.1 Stacionární zdroje zahrnuté do referenčního dokumentu

Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách v odvětví zpracování nerostných surovin zahrnuje tyto skupiny stacionárních zdrojů v členění dle přílohy č. 2 k zákonu o ochraně ovzduší

- Výroba keramických výrobků vypalováním, zejména krytinových tašek, cihel, žáruvzdorných tvárnic, obkládaček, kameniny nebo porcelánu o projektovaném výkonu od 5 t/den včetně (kód 5.10 dle přílohy č. 2 k zákonu o ochraně ovzduší);
- Příprava stavebních hmot a betonu, recyklační linky stavebních hmot o projektovaném výkonu vyšším než 25 m³/den (kód 5.12 dle přílohy č. 2 k zákonu o ochraně ovzduší);
- Obalovny živičných směsí a mísírny živíc, recyklace živičných povrchů (kód 5.14 dle přílohy č. 2 k zákonu o ochraně ovzduší).

V České republice se nachází přibližně 1000 stacionárních zdrojů, které spadají pod zpracovaný referenční dokument.

Typ technologie	Kód dle přílohy č. 2 k ZOO/REZZO	Počet zdrojů	Zastoupení [%]
Výroba keramických výrobků vypalováním, zejména krytinových tašek, cihel, žáruvzdorných tvárnic, obkládaček, kameniny nebo porcelánu o projektovaném výkonu od 5 do 75 t/den včetně	5.10.a	125	12,9
Příprava stavebních hmot a betonu, recyklační linky stavebních hmot o projektovaném výkonu vyšším než 25 m ³ /den - přemísťující se zařízení	5.12.a	167	17,2
Příprava stavebních hmot a betonu, recyklační linky stavebních hmot o projektovaném výkonu vyšším než 25 m ³ /den - stacionární zařízení	5.12.b	565	58,1
Recyklace živičných povrchů	5.14.a	4	0,4
Obalovny živičných směsí a mísírny živíc	5.14.b	111	11,4
Celkem		972	100,0%

Zdroj: REZZO 2014

Z dostupných statistických dat je patrné, že největší zastoupení v odvětví zpracování nerostných surovin má příprava stavebních hmot (cca 75 %). Společným znakem celého odvětví je pak skutečnost, že jeden podnik (bez ohledu na skutečnost, že je dále vnitřně dělen na dceřiné společnosti, pobočky apod.) provozuje často více stacionárních zdrojů na různých místech České republiky. Výsledkem je, že stacionární zdroje ve skupině „Výroba keramických výrobků...“ provozuje cca 29 obchodních společností, stacionární zdroje v mobilní přípravě stavebních hmot a betonu provozuje cca 82 obchodních společností, stacionární zdroje ve stacionární přípravě stavebních hmot a betonu provozuje cca 155 obchodních společností a stacionární zdroje ve skupině „Obalovny živičných směsí a mísírny živíc“ provozuje cca 53 obchodních společností. Výjimku tvoří pouze skupina „Recyklace živičných povrchů“, kde má každý ze 4 stacionárních zdrojů uvedených v REZZO 2014 jiného provozovatele.



2.2 Související procesy a činnosti

Mezi související činnosti zahrnuté do referenčního dokumentu patří především skladování vstupních a výstupních surovin a manipulace s nimi.

2.3 Stacionární zdroje nezahrnuté do referenčního dokumentu

Do referenčního dokumentu není zahrnuta výroba keramických výrobků vypalováním, zejména krytinových tašek, cihel, žáruvzdorných tvárnic, obkládaček, kameniny nebo porcelánu o projektovaném výkonu větším než 75 t/den. Tato skupina stacionárních zdrojů spadá do působnosti zákona o integrované prevenci a je pro ni zpracovaný BREF dokument.

3 TECHNIKY POUŽÍVANÉ V ODVĚTVĚ A JEJICH EMISNÍ ÚROVNĚ

3.1 Výroba keramických výrobků¹⁾

Jako keramika (resp. keramické materiály) se označují soudržné, ve vodě prakticky nerozpustné polykrystalické látky, někdy s určitým podílem skelné fáze, které byly získány z anorganických nekovových surovin, nejčastěji na bázi silikátů zpracováním do požadovaného tvaru a vypálením výrobku v žáru. Během výpalu dojde slinováním ke zpevnění a vytvoření nové mikrostruktury a tím k získání požadovaných fyzikálních a mechanických vlastností. Jako slinování se v oblasti technologie silikátů označuje proces, kterým se zpevňují disperzní systémy za zvýšené teploty. Obvykle je doprovázeno objemovou kontrakcí a zhutňováním, tj. snížením pórovitosti. Vzniká tak hutná polykrystalická hmota, v níž jsou původní částice pevně spojeny. Slinování může probíhat v pevném stavu nebo účinkem taveniny.

Keramika má řadu využití a je hojně využíván pro své charakteristické vlastnosti, mezi které patří především:

- vysoká pevnost;
- vynikající odolnost proti vysokým teplotám;
- stabilní fyzikálně-chemické vlastnosti, a
- nízká elektrická a tepelná vodivost.

Keramické materiály je možno rozdělit podle několika základních hledisek:

- obsahu pórů;
- struktury, a
- použití.

Dle obsahu pórů se keramika dělí na:

- pórovitou – s hmotnostní nasákavostí střepu n_m nad 10 %;
- polohutnou – s hmotnostní nasákavostí střepu n_m v intervalu 6 - 10 %;
- hutnou – s hmotnostní nasákavostí střepu n_m v intervalu 3 - 6 %;
- poloslinutou – s hmotnostní nasákavostí střepu n_m v intervalu 1,5 - 3 %;

¹ hlavní zdroje informací: Příručka ochrany kvality ovzduší, Návrh referenčního dokumentu o nejlepších dostupných technikách v keramickém průmyslu, Neroztné suroviny a jejich využití, viz kapitola 5 Použité zdroje



- slinutou – s hmotnostní nasákavostí střepu n_m pod 1,5 %.

Dle struktury se keramika dělí na:

- jemnou - s tenkým a jemnozrnným střepem (porcelán a bílá kamenina, obkladačky, laboratorní, zdravotnická a technická keramika), a
- hrubou - se silnostěnným a hrubozrnným střepem (cihlářské zboží, kamenina, žáruvzdorné výrobky).

Dle použití se keramika dělí na:

- stavební (cihlářské výrobky, pórovinové obkladačky, kamenina);
- zdravotnickou;
- technickou (elektrotechnická a konstrukční);
- žáruvzdorné materiály (šamot, dinas, hořečnatá a hořečnatovápenatá keramika, keramika oxidová, siliciumkarbidová, uhlíková apod.).

Jako další hledisko pro členění lze použít i chemické a fázové složení.

3.1.1 Používané techniky a postupy

Proces výroby keramických výrobků a materiálů se skládá z těchto základních fází: těžba surovin a jejich doprava na místo výroby keramiky, skladování surovin, příprava surovin, tvarování, sušení, povrchové úpravy, výpal a následné úpravy.

Výroba keramických produktů se uskutečňuje v různých typech pecí, používá se široký rozsah surovin a konečné výrobky jsou různorodých tvarů, velikostí a barev. Hlavní proces výroby keramiky je nicméně dost jednotný, kromě skutečnosti, že pro výrobu obkladů a dlažby, užitkové keramiky, zdravotnické a technické keramiky se často používá vícenásobný výpal.

Obecně jsou suroviny míchány a lity, lisovány nebo vytlačovány do požadovaného tvaru. Často se používá pro dokonalé míchání a tvarování voda. Tato voda se odpařuje v sušárnách a výrobky jsou buď umísťovány ručně do pece (zvláště v případě periodicky pracujících vozokomorových pecí) nebo se umísťují na vozíky, které se pohybují skrz kontinuálně pracující tunelové nebo válečkové nístějové pece. Pro výrobu lehkých umělých kameniv se používají rotační pece.

Během výpalu je nutné zajistit velmi přesný teplotní gradient proto, aby byly výrobky správně vyrobeny. Poté je nezbytné použít řízené chlazení tak, aby výrobky uvolnily své teplo postupně a zachovaly si svou keramickou strukturu. Následně jsou výrobky baleny a uloženy pro expedici.

V keramickém průmyslu se pro různé výrobky používá široký sortiment surovin, a to jak přírodních, tak syntetických materiálů. Receptury pro hmoty na bázi jílu se mohou skládat z jednoho nebo více jílu smíšených s minerálními přísadami, tzv. „ostřivy“ jako je např. práškový křemen nebo živec.

Obecnými jílovými minerály ("plastické jíly") jsou hydratované křemičitany hlinité, nejdůležitější jsou "kaolinit", $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, "montmorillonit" $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4 \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, a "halloysit" $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$. Ve výrobě hrubé keramiky jsou většinou používány jílové nebo hlinité materiály (sedimentární jíly, břidličnatý-vrstevnatý jíl, hlinitý jíl, slín) pro výrobu cihel, střešní krytiny a kameninových trub. Organické přísady (piliny, papírovina, expandovaný polystyrén) nebo anorganické pomocné přísady, jako např. křemelina nebo perlit, mohou být přidávány pro získání větší pórovitosti. V průmyslové výrobě lícovek a střešních tašek mohou být přidávány pro dosažení žádané barvy hotového výrobku a/nebo zvýšené pórovitosti oxidy kovů, jako např. MnO_2 , TiO_2 , Fe_2O_3 , chromity a minerály, jako např. CaCO_3 , CaMgCO_3 . BaCO_3 mohou být přidávány z důvodu snížení krystalizace. Tyto přísady se přidávají při přípravě surového materiálu nebo těsně před tvarováním v tuhé nebo kapalně formě.



Žárovzdorné výrobky se skládají z jílu, šamotu (kalcinovaný a drcený surový plastický jíl) a některých přírodních hornin jako např. křemene, dolomitu, bauxitu a magnezitu, ale také z výše uvedených syntetických materiálů, např. slinutého korundu, karbidu křemíku nebo spinelů. Pro výrobu lisovacích hmot se k mletým surovinám přidávají pojiva a přísady.

Obklady a dlažba, výrobky užitkové keramiky a zdravotnické keramiky se skládají převážně z hlinitokřemičitanů a jílových minerálů sloužících jako plastické suroviny.

Křemen, živec a v některých případech křída, dolomit, wollastonit a steatit se používají jako plnivo a tavivo. Různé keramické výrobky jsou glazovány nebo engobovány na viditelných plochách nebo po celém svém povrchu glazovacími fritami nebo engobovacími suspenzemi.

Kromě výše uvedených surovin a pomocných činidel jsou pro výrobu keramiky potřebné další pomůcky pro výpal, palivo a sorpční činidla. Organické přísady pro povlaky a pojiva se používají při tvarování. Pomůcky pro výpal se skládají z opakovaně použitelných pouzder, desek a podložek. Sorpční činidla, např. uhličitan vápenatý, hydroxid vápenatý a jemná křída, se používají při úpravě kouřových plynů.

Moderní keramické výrobky, které obsahují malý nebo nulový podíl jílu, jsou založeny na následujících materiálech: oxidy, karbidy, nitrity a boridy Al, Mg, Mn, Ni, Si, Ti, W, Zr a dalších kovových iontů. Typickými příklady jsou Al_2O_3 (oxid hlinitý), MgO (periklas nebo tvrdě pálený oxid hořečnatý), SiC (karbid křemíku), TiN (nitrid titanu) a WB_2 (diborid wolframu).

3.1.1.1 Příprava surovin

Pro dosažení striktních technických požadavků na moderní keramické výrobky je nutná další úprava. Může být použit jeden nebo více postupů a mohou být použity v různém pořadí.

- předsušení;
- homogenizace;
- zvětřování / zrání;
- prvotní a sekundární drcení, mletí a prosévání;
- suché nebo mokré mletí;
- suché prosévání / vzdušné třídění;
- sušení rozprašováním;
- kalcinování.

3.1.1.2 Míchání složek

Kontinuální mísiče

- dvouhřídelové lopatkové mísiče;
- jednoduché lopatkové mísiče;
- kolové mlýny;
- jílové rozdušovače a nárazové rotující drtiče, zajišťující velmi dobré promísení i zjemnění.

Diskontinuální mísiče

- mísiče s lopatkami typu Z;
- bubnové mísiče;
- rotační kolové mísiče;
- rotační hřídelové mísiče (vrtulová rozplavovadla);
- míchací nádrže.

Doba míchání a jeho intenzita mají značný dopad na vlastnosti směsi a tím i na následný konečný výrobek. Připravené suroviny v určených poměrech musí být míchány a homogenizovány tak, aby bylo

dosaženo stálosti chemických a fyzikálních vlastností. V závislosti na daném sektoru může míchání probíhat jak kontinuálně ve velkých objemech, tak i v pečlivě určených malých dávkách. Dávkování může být objemové (např. pomocí skříňového podavače na dopravních pásech) nebo hmotnostní (tj. pomocí šnekového dopravníku napojeného na vážicí dopravník).

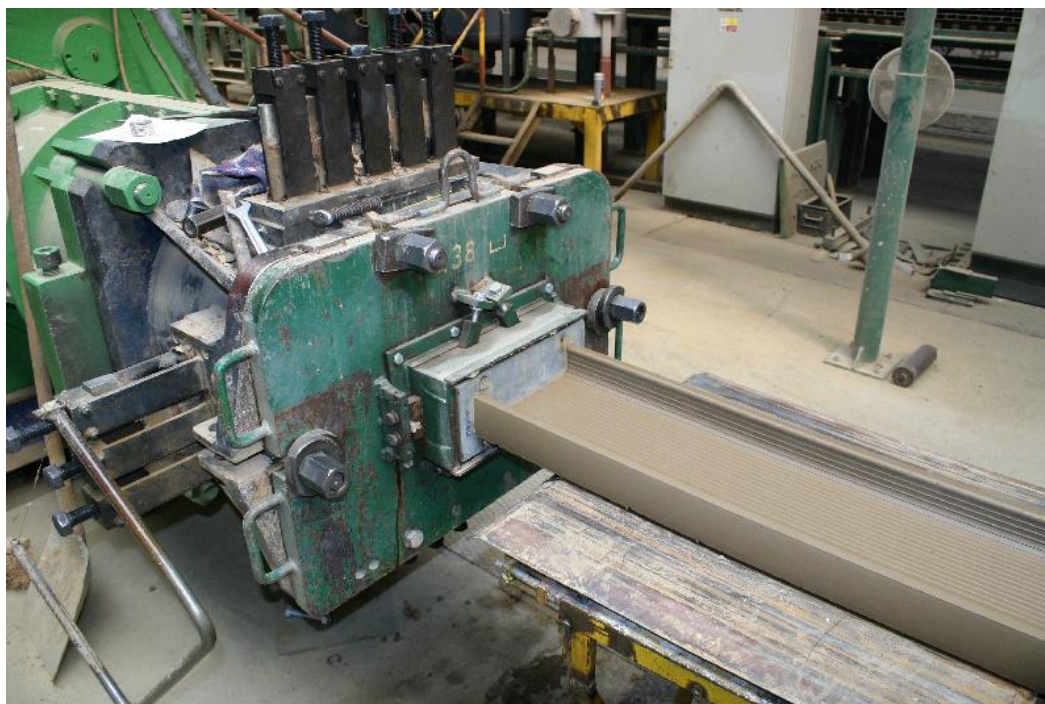
Většina tvarovacích operací vyžaduje suroviny s daným obsahem vody nebo pojivové složky; přísady o malém objemu jako např. pigmenty, odpěňovače a pojiva musí být ve směsi přesně nadávkovány a stejnoměrně rozděleny. Při výrobě žárovzdorných materiálů jsou vlastnosti některých výrobků optimalizovány pečlivým promícháním několika frakcí surovin různé zrnitosti. Dávkování složek směsi je často automatizováno, podávací mechanismus je řízen počítačem a umožňuje rychlé změny směsi pro míchání. V některých případech, hlavně při výrobě cihel, je jíl smícháván také s přidavkem tuhých paliv (např. jemného koksu) z důvodu snížení doby výpalu.

3.1.1.3 Tvarování / formování zboží

S ohledem na vyžadovanou přesnost a nízkou tvarovou odchylnost výrobků se tvarováno keramických výrobků v průmyslovém měřítku provádí strojově. Metoda tvarování zboží může mít velký vliv na jeho konečné vlastnosti. Pro tvarování výrobku se nejčastěji používá:

- lisování (mechanické, hydraulické, rázové, frikční (vřetenové) a izostatické);
- tažení - především ve výrobě cihel a cihelných bloků, kameninových trub, keramických obkladů a dlažby a žárovzdorných výrobků;
- lití břecíky - především při výrobě zdravotnické keramiky, stolního a ozdobného zboží, pro výrobu speciálních a složitých žárovzdorných výrobků a u technické keramiky;
- lití taveniny - s ohledem na vysokou nákladovou náročnost se používá v omezených speciálních aplikacích. Výsledné produkty mají vysokou hutnost, malou pórovitost a pevnou mezikrystalovou soudržnost s pravidelnou mikrostrukturou. Tyto vlastnosti způsobují dokonalou odolnost proti korozi a erozi a vysokou mechanickou pevnost při vysokých teplotách. Nutné je pomalé ochlazování, aby nedošlo k popraskání odlitých kusů a řízení procesu krystalizace.

Obr. Ukázka tažení produktu





3.1.1.4 Sušení keramických výrobků

Při procesu sušení je nutné provádět přesné řízení rychlosti ohřevu, cirkulaci vzduchu, vlhkosti a teploty. Za tímto účelem je naprostá většina průmyslové produkce sušena s využitím některého z následujících typů sušáren.

Sušárny s vyhřívanou podlahou

Tato jednoduchá metoda sušení se již nepoužívá příliš často, protože není vhodná pro mechanizaci nebo automatizaci. Je však dosud vhodná pro pomalé a jemné sušení velkých a komplikovaných keramických prvků jako je zdravotnické zboží nebo některé žárovzdorné výrobky.

Komorové sušárny (periodické)

Skládají se z řady komor s těsnými vstupními dveřmi a jsou vybaveny kolejovými vozíky. Ty jsou naloženy sušícími paletami nebo policemi ukládanými ve vertikálně stejnosměrných vzdálenostech. Byl vyvinut plně automatizovaný dopravníkový systém s plněním dopravními vozíky na lavičky v sušárně.

Tunelové sušárny (kontinuální)

V podstatě se jedná o dlouhá tunelová zařízení, kterými jsou posunovány vozíky naložené surovým keramickým zbožím. Vzduch o vysoké teplotě je vháněn jedním nebo více ventilátory na výstupním konci a postupuje ke vstupu. Délka tunelu závisí na rychlosti postupu a požadované výkonnosti i obsahu vlhkosti keramického materiálu.

Vertikální "lavičkové" sušárny

Vertikální sušárny se používají hlavně v sektoru výroby keramických obkladových prvků. Výlisky jsou ukládány do konstrukce, která se skládá z několika pater válečků.

Horizontální vícevrstvé válečkové sušárny

Tyto sušárny jsou také široce používány výrobci keramických obkladových prvků. Výlisky jsou ukládány na jednotlivé plošiny v sušárně a horizontálně dopravovány po válečcích.

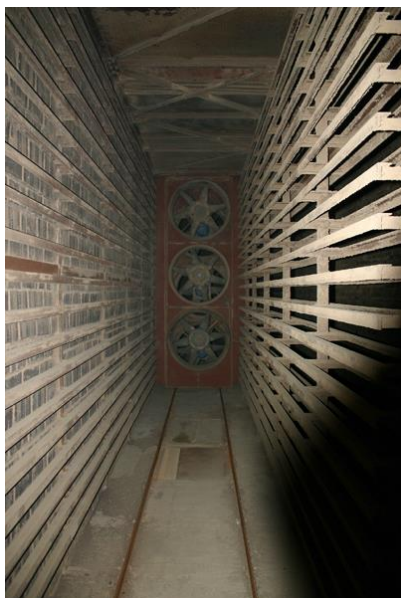
Vlhkostní sušárny

Jedná se o sušárny s přerušovaným cyklem. Technika spočívá v udržování vlhkosti vzduchu v komoře pod stavem nasycení, takže voda se plynule ze zboží vypařuje a nevyžaduje zvyšování tepla.

Infračervené a mikrovlnné sušárny

Infračervené a mikrovlnné sušárny mohou v zásadě sloužit také jako alternativy ke konvenčním sušárnám.

Obr. Tunelová sušárna





3.1.1.5 Výpal

Výpal je klíčovým procesem při výrobě keramických produktů. U výsledného produktu ovlivňuje mnoho důležitých vlastností, jako je např. mechanická pevnost, odolnost proti otěru, rozměrová stabilita, odolnost vůči vodě, chemikáliím a ohni.

Teplot nutných pro výpal se dosahuje většinou spalováním zemního plynu a topného oleje. V některých případech se využívají tuhá paliva, bioplyn/biomasa a elektrická energie.

U řady technologických postupů se používá vícenásobný výpal. Když jsou keramické jíly vypalovány v pecích, pak v rozmezí teplot mezi 100 - 200°C jsou zbaveny veškeré zbytkové vlhkosti. Pokud jsou přítomny organické materiály a sulfidy železa, dochází k jejich oxidaci mezi teplotami 300 - 500°C. Krystalová voda ve struktuře jílových minerálů se obvykle uvolňuje mezi teplotami 500 - 650°C, zatímco uhlíčitany jako kalcit a dolomit disociují za uvolnění oxidu uhličitého v rozmezí teplot 750 - 950°C. K nejdůležitějším změnám ve vývoji keramických vlastností dochází při rozpadu mřížkové struktury původních jílových minerálů, jenž je následován vytvořením nových krystalických sloučenin a skelných fází. Teplota, při které dochází k zeskelnatění (slinutí - tvorbě skelné fáze), se mění podle mineralogického složení jílu. Slinování obvykle začíná okolo 900°C a je dokončeno okolo 1 050°C pro většinu typů cihlářských jíílů nebo okolo 1 100°C v případě většiny žárovzdorných jíílů.

Během slinování při keramickém výpalu se nejílové minerály jako jsou křemen, oxidy železa, vápenaté složky a alkálie (oxidy sodíku a draslíku) včleňují do vypalovaného zboží. Dochází ke slinování a vzniku tuhých roztoků; eutektické reakce probíhají na styku minerálních zrn a tekutých fází.

Nejílové výrobky, jako např. žárovzdorné produkty, jsou rovněž závislé na spékání, zeskelnění nebo rekrytalizačních stádiích, avšak v mnoha případech jsou nutné vyšší teploty pro dosažení požadovaných vlastností.

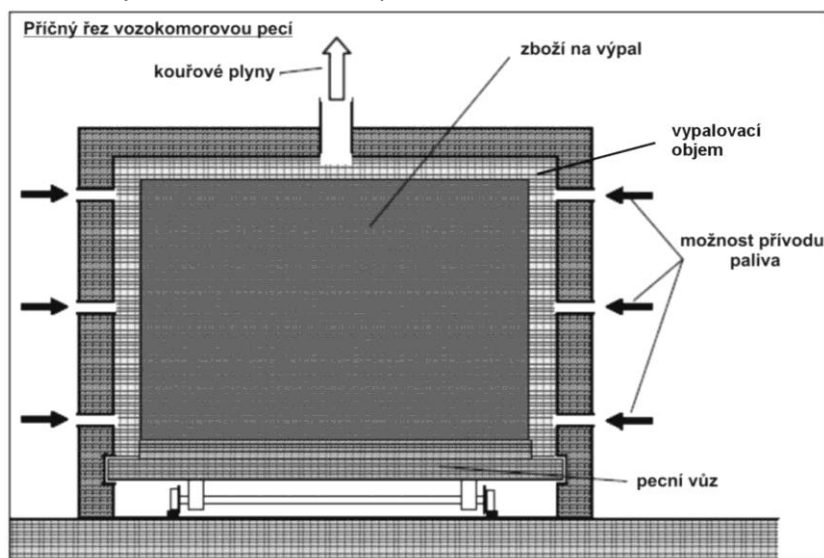
Pece pro výpal produktů se člení následovně:

- Periodické pece
 - vozokomorové pece;
 - pokloповé (zvonové) jednokomorové pece.
- Kontinuální pece
 - komorové (Hoffmannovy) pece;
 - tunelové pece;
 - válečkové pece;
 - posuvné pece s podložkami.

Periodické pece zahrnují vozokomorové a pokloповé (zvonové) jednokomorové pece, které se plní předsušenými keramickými produkty (ve zvonových pecích se zvon vybavený vyhřívacím zařízením usazuje na spodek se zbožím pomocí zdvižného zařízení, do vozokomorových pecí se zboží pro výpal přivazuje na pecních vozech), pak se hermeticky uzavřou a podrobí vypalovacímu cyklu. Používají se převážně plynové hořáky a snadno se řídí teplota a pecní atmosféra (oxidační nebo redukční). Pro vytápění periodické pece může být využívána i elektrická energie, například ve výrobě technické keramiky.

Periodické pece se používají zejména pro výrobu menšího množství speciálních výrobků, jako jsou speciálně tvarované cihly, tvarovky k troubám nebo střešní krytině, žárovzdorné výrobky atd. Jsou vhodné pro výrobu keramického zboží, která se často mění, a tato výhoda vyváží jejich poněkud malou energetickou účinnost.

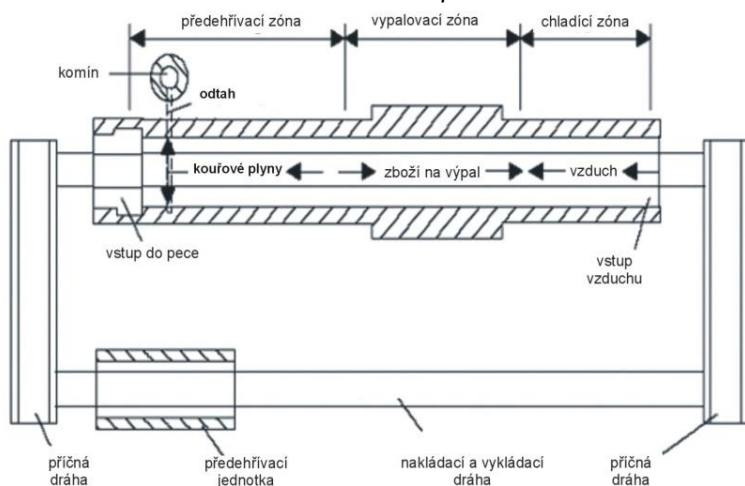
Obr. Příčný řez vozokomorovou pecí



Komorové (Hoffmannovy) pece se skládají ze série propojených komor, které se postupně zaplňují suchým zbožím (např. cihlami). Komory se hermeticky uzavřou, výpal probíhá jakoby kontinuálně a horké plyny postupují z jedné komory k následující. Tento systém propojený kanály a otvory mezi komorami umožňuje předehřívání zboží, chlazení kouřových plynů a výsledek tím zlepšuje tepelnou účinnost a snižuje náklady ve srovnání s periodickými pecemi. Pece jsou v současné době vytápěny plynem, avšak někdy se používá nafta nebo uhlí. Pece se převážně používají pro výrobu speciálních výrobků, např. barevných cihel.

Tunelové pece se používají žárovzdorné tunely s kolejovými vozíky. Tyto jsou vybaveny žárovzdornými plošinami, na které se ukládá zboží podle stálých sestav. Vozíky se pohybují pecí v pravidelných intervalech, proti proudícímu vzduchu, poháněnému ventilátorem. Většina tunelových pecí je vytápěna plynem a má pásmo maximální teploty blízko středu pece. Vstupující zboží je předehříváno horkými plyny ze žárového pásma, zatímco vstupující vzduch ochlazuje vypálené zboží a je tak předehříván před využitím ke spalování. Část tohoto vzduchu z chladicí zóny se obvykle odebírá do sousedních sušáren, a tak značně snižuje náklady na palivo.

Obr. Schematické zobrazení tunelové pece





Válečkové pece se používají převážně pro výrobu keramických obkladů a dlažeb. Dlaždice se pohybují po hnaných válečcích a teplo potřebné pro výpal poskytují hořáky na zemní plyn, umístěné na bocích pece. Teplo se přenáší prouděním a sáláním. Válečkové pece jsou rovněž někdy užívány pro výpal střešní krytiny, kameninových trub, zdravotnické keramiky a nádobí.

Posuvné pece s podložkami jsou používány pro rychlovýpal, pracují na podobném principu jako pece válečkové. V tomto případě jsou však výrobky umístěny na žárovzdorných podložkách, pohybujících se na válečcích otáčejících se pomocí dopravníku, umístěného mimo vlastní pec. Tento typ pecí umožňuje výpal výrobků nepravidelných rozměrů a větších velikostí, na rozdíl od válečkových pecí, které vyžadují pravidelné tvary.

3.1.1.6 Související činnosti

Těžba vstupní suroviny probíhá obvykle v těsné blízkosti zpracovatelské části. V některých případech bývá těžba zařazena jako samostatný stacionární zdroj v kategorii 5.13, někdy je považována za související činnost ve smyslu § 12 odst. 4 písm. f) zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů. Ačkoliv těžená surovina obsahuje obvykle vyšší podíl vlhkosti, představuje těžba především za nepříznivých klimatických podmínek zdroj fugitivních emisí tuhých znečišťujících látek.

Obr. Prostor těžby suroviny pro výrobu pálených cihel



Podle svých charakteristik a stavu zpracování jsou suroviny ukládány na otevřených úložištích, skladištích rozdělených do boxů, velkoobjemových zásobníků, temperovaných sil, odležovacích sil, rozpařovacích sil nebo suchých sil. Sila jsou opatřena hladinovými indikátory, záklopkami proti přeplnění a filtry nebo odprašovacími jednotkami. Některé materiály jsou dodávány v kapalně nebo kašovitě formě, proto jsou uloženy v cisternách nebo jiných nádobách.

Zařízení pro dopravu uvnitř provozovny jsou volena podle charakteru dopravovaného materiálu (např. zrnitosti, odolnosti proti otěru a tekutost, teploty, proudění) a prostoru, který je k dispozici. Materiál je přemísťován korečkovými elevátory, řetězovými dopravníky, šnekovými dopravníky, pneumatickými dopravníky a skluzy. Licí hmoty jsou částečně čerpány potrubím.



3.1.2 Techniky snižování emisí do ovzduší²⁾

Zpracování keramických surovin nevyhnutelně vede k emisním znečišťujícím látek. Sušení, zdrobňování (rozmělnování, mletí), prosévání, míchání, přeprava a v neposlední řadě i výpal výrobků a konečné opracování vypáleného zboží jsou zdrojem emisí tuhých znečišťujících látek. Další znečišťující látky se uvolňují během sušení a výpalu a pochází hlavně ze surovin, ale také z paliva. Jedná se především o SO₂, NO_x, CO, HF, HCl, VOC a těžké kovy.

Koncentrace SO_x (převážně SO₂) v odpadním plynu úzce souvisí s obsahem síry v surovinách a v palivu. Keramické hmoty mohou obsahovat síru ve formě pyritu (FeS₂), sádry a dalších síranů a ve formě organických sloučenin síry. Nejčastěji používaná plynná paliva síru prakticky neobsahují, ale pevná paliva a topné oleje se při spalování na tvorbu SO₂ podílejí.

NO_x vzniká převážně tepelnou vazbou dusíku a kyslíku ze spalovacího vzduchu. Tato reakce přednostně probíhá při vysokých teplotách (zejména > 1 200°C) a při nadbytku kyslíku. Sloučeniny dusíku, přítomné v palivech (především pevných nebo kapalných) nebo v organických přísadách, tvoří NO_x během spalování při mnohem nižších teplotách.

Oxid uhelnatý vzniká při spalování organické hmoty v keramickém střepu - zejména při nízkém obsahu kyslíku. Také může vznikat reakcí vázaného uhlíku ve střepu s oxidem uhličitým (CO₂), uvolněným při tepelném rozkladu alkalických uhličitů a uhličitů alkalických zemin, např. uhličitů vápenatého nebo hořečnatého během výpalu.

Většina jílu obsahuje stopová množství chloru, ale také přísady nebo voda obsahující chlor jsou možnými zdroji emisí HCl. V důsledku rozkladu minerálních solí obsahujících chlor při teplotách nad 850°C a rozkladu organických sloučenin obsahujících chlor při teplotách mezi 450 a 550°C, se HCl vyskytuje během procesu výpalu v odpadních plynech.

Sloučeniny fluoru představují jednu z hlavních typických škodlivin z keramických procesů. Téměř všechny přírodní suroviny obsahují nepatrná množství sloučenin fluoru, který snadno nahrazuje hydroxidové skupiny v jílech a minerálech obsahujících vodu. Kyselina fluorovodíková pochází převážně z rozkladu těchto fluorokřemičitanů přítomných v jílových materiálech. Emise HF probíhají podle dvou odlišných mechanismů: a) přímým rozkladem fluoridových minerálů, který velmi závisí na typu jílu (např. smectit při teplotách od 550°C, illit při teplotách od 750°C, apatit při teplotách od 600 do 700°C) a b) rozkladem CaF₂ při teplotách nad 900°C, na reakci má kladný vliv přítomnost vodní páry.

Keramické suroviny mohou samy obsahovat organickou hmotu. Široký okruh organických materiálů je přidáván ve formě pojiv, pórtvorných přísad, vysoušedel, lepidel, paliv, vyhořelých přísadách, atd. Při vypalování produktu se pak tyto látky dostávají do ovzduší ve formě těkavých organických sloučenin.

Obsah těžkých kovů je ve většině keramických surovin velmi nízký a nepůsobuje žádné problémy s emisemi.

V následujících kapitolách jsou popsány techniky ke snižování emisí znečišťujících látek, v členění na primární a sekundární techniky.

3.1.2.1 Primární techniky ke snižování emisí

Primární (preventivní) techniky pro obecné použití, aplikovatelné pro všechny relevantní stacionární zdroje:

- školení, vzdělávání a motivace pracovníků na všech úrovních;
- optimalizace řízení procesů;
- zajištění dostatečné preventivní údržby;

² hlavní zdroje informací: Příručka ochrany kvality ovzduší, Návrh referenčního dokumentu o nejlepších dostupných technikách v keramickém průmyslu, Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft, viz kapitola 5 Použité zdroje



- systém environmentálního managementu (ISO 14001, EMAS) s jasně definovanými odpovědnostmi, pracovními pokyny a detailně popsány postupy, které mohou ovlivnit kvalitu ovzduší;
- dodržování technologické kázně a předepsaných pracovních postupů a systém kontroly jejich dodržování;
- pravidelné provádění emisních bilancí a navrhování opatření k jejich omezení;
- sledování emisí (v rámci možností daných procesů) a navrhování opatření k jejich omezení.

Odhad účinnosti těchto primárních (preventivních) technik pro obecné použití není relevantní provádět, neboť se jedná o nepřímé a preventivní techniky, které nicméně vedou ke zvýšení provozní kázně a tím i k minimalizaci emisí.

Mezi primární specifické techniky ke snižování emisí tuhých znečišťujících látek patří:

- omezení operací se sypkými látkami ve venkovním prostředí na minimum;
- úplné nebo do značné míry úplné stavební uzavření zařízení a snížení vzduchových netěsností prašných procesů, jako je drcení, mletí, prosévání a mísení;
- úplné nebo do značné míry úplné stavební uzavření prostor (např. vrata nebo pásové závěsy na vjezdech a výjezdech) se zařízeními k nakládce a překládce vozidel (např. s plnicími stanicemi, násypkami, zauhlovacími zásobníky a ostatních míst, kde dochází ke shozu materiálů);
- použití zakrytovaných a odvětrávaných žlabových nebo kolových mísičů;
- filtrace vzduchu při plnění mísičů nebo dávkovacích zařízení;
- užití cirkulačních procesů v systémech vzduchové potrubní dopravy;
- manipulace s materiálem v uzavřených systémech v podtlaku a odprašování nasávaného vzduchu;
- odsávání vzdušiny s obsahem prachu z procesů, manipulací a skladů, tak, aby nedocházelo k fugitivním emisím;
- zásobní síla s dostatečnou kapacitou, indikátory hladiny s vypínačem a filtry pro zachycení vzduchem neseného prachu, uvolněného během procesů plnění;
- kryté dopravníkové pásy pro dopravu sypkých materiálů;
- zkrácení přepravních vzdáleností a omezení počtu překládek;
- minimalizace dráhy pádu při shozu (např. při sypání přes vodící plechy nebo lamelami);
- samočinné přizpůsobování výše shozu při měnící se výšce nasypané hmoty;
- přizpůsobení strojního vybavení příslušnému sypanému materiálu (např. u drapáků zamezení přetížení a mezishozu);
- ochrana proti větru u úkonů nakládky a vykládky na volném prostranství;
- omezení překládky při vysokých rychlostech větru;
- zakrytování ploch, na kterých jsou skladovány jemné materiály a umístování venkovních skládek na závětrnou stranu budov;
- zvýšení vlhkosti materiálů, příp. přidáním prostředků ke snížení povrchového napětí, pokud vlhčení není v rozporu s úkony následné úpravy nebo zpracování, se skladovatelností materiálů nebo s kvalitou překládaných materiálů,
- peletizace jemných materiálů;
- při přepravě vozidly používat uzavřené nádrže a zásobníky (cisternová vozidla, kontejnery, krycí plachty).



Účinnost těchto primárních specifických technik ke snižování emisí TZL je velmi vysoká při jejich důsledném uplatnění (až 100 % při odstranění zdroje emisí, tj. uzavření systémů, odstranění volných skládek materiálu, apod.). Jejich uplatnění je efektivní v místech, kde dochází nebo by mohlo docházet k významnějším emisím tuhých znečišťujících látek.

Mezi primární techniky ke snižování emisí oxidů dusíku patří

- minimalizace dusíkatých sloučenin v surovinách a přísadách;
- použití speciálních hořáků a specifického spalování.

Mezi primární techniky ke snižování emisí oxidů síry patří

- použití surovin s nízkým obsahem síry a příměsí;
- použití přídavku přísad s nízkým obsahem síry (např. písku) nebo jílu s nízkým obsahem síry - ředicím účinkem;
- použití paliv s nízkým obsahem síry, jako je zemní plyn;
- rychlost ohřevu či úroveň vypalovací teploty.

Mezi primární techniky ke snižování emisí chloridů patří

- použití surovin a přísad s nízkým obsahem chloru.

Mezi primární techniky ke snižování emisí fluoridů patří

- použití surovin a přísad s nízkým obsahem fluoru;
- použití přídavku přísad s nízkým obsahem fluoridů (např. písku) nebo jílu s nízkým obsahem fluoridů - ředicím účinkem;
- přídavek jemně mletého vápence nebo křídý do keramické hmoty má nejen ředicí účinek, ale přísady bohaté na vápník také reagují při relativně nízkých teplotách pohybujících se mezi 700 – 850°C se surovinami obsahujícími fluoridy a chloridy a s oxidy síry a udržují tak fluor, chlor a síru uvnitř vypalované hmoty;
- rychlost ohřevu a úroveň vypalovací teploty;
- snížení obsahu vodní páry v pecních plynech.

Mezi primární techniky ke snižování emisí těkavých organických látek patří

- minimalizace organických sloučenin v surovinách, včetně přísad, pojiv atd.;
- přechod na anorganické pórotvorné přísady, např. perlit (sklovitý vulkanický materiál obsahující 3 až 4 % krystalické vody, při teplotě 800 - 1 100°C materiál expanduje a díky tvorbě bublinek páry do 15 až 20 násobku původního objemu);
- spalování VOC v peci lze zajistit speciálními úpravami pece. Vnitřního spalování může být dosaženo vháněním karbonizačních plynů (rozkladu a nedokonalého spalování organických sloučenin v surovině) z přehřívacího pásma pece zpět do žárového pásma, kde budou spáleny při vysoké teplotě. Tato technika vede i ke snížení emisí CO.



3.1.2.2 Sekundární techniky ke snižování emisí

Mezi sekundární techniky ke snižování emisí tuhých znečišťujících látek patří:

- odstředivé odlučovače - v odstředivém odlučovači jsou částice prachu odstraňovány z proudu odpadních plynů tak, že jsou unášeny odstředivou silou proti vnější stěně odlučovače a potom jsou odváděny otvorem ve spodní části odlučovače. Odstředivá síla může vzniknout řízeným spirálovitým pohybem plynu směřujícím dolů válcovou nádobou (cyklónové odlučovače) nebo otáčivým pohybem rotoru umístěným v zařízení (mechanické odstředivé odlučovače). Účinnost cyklonů a multicyklonů se udává v širokém rozmezí 60 – 95 %. Dobře provozovaný moderní odlučovač by měl být schopen dosáhnout emisní koncentrace do 50 mg/m³, v náročných podmínkách do 75 mg/m³, případně do 150 mg/m³ TZL;
- tkaninové filtry - v tkaninových filtrech procházejí vypouštěné plyny filtračním vakem tak, že částice prachu jsou zachycovány na vnější ploše filtru ve formě filtračního koláče. Účinnost odloučení částic s odpadního vzduchu u této techniky je větší než 99 % - podle velikosti částic. Regenerace je vykonávána např. pulzním tlakem z vnitřní strany hadice nebo zpětným proplachem atmosférickým vzduchem. U moderních odlučovacích jednotek může docházet k profiltrování odpadního vzduchu a k vracení vyčištěného vzduchu zpátky do vnitřních prostor. Dobře provozovaný tkaninový filtr by měl být schopen dosáhnout emisní koncentrace do 10 mg/m³, v náročných podmínkách do 30 mg/m³ TZL;
- slinuté lamelové filtry - základními prvky tohoto filtru jsou mechanicky tuhé filtrační jednotky, které jsou pevně zabudovány ve filtračním systému. Filtrační jednotky jsou zhotoveny ze slinutého polyethylenu pokrytého PTFE, který dodává filtračním jednotkám jejich tvrdou strukturu a vodotěsný charakter. Hlavní výhodou těchto moderních filtračních jednotek je velmi vysoká účinnost odloučení prachu z odpadních plynů v kombinaci s nízkým poklesem tlaku, stejně jako vysoká odolnost proti mechanickému opotřebení hrubými keramickými částicemi. Účinnost těchto filtrů je velmi vysoká a je uváděna účinnost až 99,9 %. Dobře provozovaný filtr by měl být schopen dosáhnout emisní koncentrace do 10 mg/m³, v náročných podmínkách do 30 mg/m³ TZL;
- elektrostatické odlučovače - u elektrostatických odlučovačů procházejí odpadní plyny komorou se dvěma elektrodami. Na první elektrodu je připojeno vysoké napětí (až 100 kV). Tato elektroda ionizuje sloučeniny v odpadních plynech. Vytvořené ionty se zachycují na částicích prachu v odpadních plynech, a následkem toho získají tyto částice elektrický náboj. Elektrostatické síly odpuzují nabitě částice prachu z první elektrody a přitahují je k druhé, na které jsou zachyceny. Tak dochází k odstranění částic prachu z proudu znečištěného plynu. Účinnost odloučení částic s odpadního vzduchu u této techniky je větší než 99,5 %, a to včetně jemných částic. Dobře provozovaný elektrostatický odlučovač by měl být schopen dosáhnout emisní koncentrace do 20 mg/m³, v náročných podmínkách do 30 mg/m³ TZL.
- mokré odlučovače - u mokrých odlučovačů je prach odstraňován z proudu odpadního plynu tak, že plyn přichází do těsného kontaktu s čistící kapalinou (obvykle vodou), ve které jsou částice prachu zachyceny a mohou být odplaveny. Mokré odlučovače prachu mohou být rozděleny na různé typy podle jejich konstrukce a principů činnosti. Účinnost těchto odlučovačů je nízká a obvykle je uváděna okolo 80 %. Z těchto důvodů jsou mokré hladinové odlučovače v současné době nahrazovány moderními tkaninovými filtry.
- vodní zkrápění a mlžení - tam, kde nelze technologické procesy a uzly uzavřít a odsávat, nebo tam, kde dochází k fugitivním emisím v otevřených venkovních prostorech, lze efektivně využívat vodní skrápěcí zařízení (stěny, trysky, apod.), rozprašování či mlžné stěny. Zkrápěním a vytvořením mlžných stěn lze snížit emise tuhých znečišťujících látek o 50 až 90 % v závislosti na velikosti částic. Provoz těchto zařízení je přes výraznou účinnost teplotně omezen a od teplot



kolem bodu mrazu je tak vyřazen z činnosti, pokud není zařízení vč. rozvodů vody vyhříváno. U těchto sekundárních opatření je nutný řádný servis a údržba pro dodržení tlakových poměrů mlžení, neboť špatné seřízení mlžení má mimo jiné za následek zvýšené množství používané vody a to má za následek nalepování materiálu na dopravních cestách (zvýšení nároků na provozní údržbu, případně vyřazení technologického uzlu z provozu);

- průmyslové vysavače - vhodným doplňkovým opatřením ke snížení emisí je instalace průmyslových vysavačů v jednotlivých místnostech, které slouží k odstranění usazených pevných částic a zabránění opětovného vznosu tuhých znečišťujících látek do ovzduší. Touto technikou lze snížit emise tuhých znečišťujících látek o 4 až 15 % v závislosti na četnosti vysávání.

Tkaninové filtry jsou rovněž často používány jako technika ke snižování emisí tuhých znečišťujících látek při plnění zásobníkových sil na skladování sypkých hmot.

Mezi sekundární techniky ke snižování emisí dalších znečišťujících látek patří:

- kaskádový typ adsorbéru plyných znečišťujících látek - v komoře kaskádového adsorbéru reaguje adsorpční činidlo, obvykle uhličitán vápenatý (CaCO_3 , vápenec), se znečišťujícími látkami obsaženými v odpadním plynu (především HF, SO_x a HCl). Adsorpční činidlo klesá vlivem gravitace a odpadní plyny jím prochází v protiproudu nebo v příčném směru. K dosažení dostatečného reakčního času a stykové plochy jsou v reakční komoře nainstalovány přepážky. Tyto přepážky zpomalí rychlost klesání adsorbentu a zajistí tak efektivní cirkulaci odpadních plynů. Použitý uhličitán vápenatý je shromažďován ve spodní části zařízení. Tyto adsorbéry mohou pracovat s plyny o teplotách do 500°C , bez předchozího chlazení, proto jsou velmi účinné při redukci emisí HF, SO_x a HCl obsažených v pecních odpadních plynech;
- modulové adsorpční systémy plyných znečišťujících látek - procesem, který je převážně používán k odloučení plyných anorganických sloučenin fluoru, je suchá sorpce na voštinových jednotkách z hašeného vápna v takzvaných modulových adsorpčních systémech. V tomto procesu procházejí odpadní plyny jednoduchým ocelovým reaktorem bez pohyblivých částí. Reaktor je sestaven z několika vrstev voštinových adsorpčních jednotek naplněných hašeným vápnem (hydroxidem vápenatým). Při průchodu jednotkou dochází k chemické přeměně HF, obsaženého v plynech, na fluorid vápenatý (CaF_2);
- suché čištění odpadních plynů od plyných znečišťujících látek pomocí filtru - u tohoto typu čištění odpadních plynů je suchý adsorbent vnášen do proudu plynu. Kyselé složky (oxidy síry a anorganické sloučeniny chloru a fluoru) jsou zachyceny v reaktoru nebo v reakční zóně, kterou může být potrubí pro vedení odpadních plynů mezi pecí a filtrem s určitou minimální délkou, zaručující nezbytnou dobu kontaktu. Textilie filtračního vaku musí být odolná vůči kyselinám a zásadám a navíc musí odolávat teplotě odpadních plynů. Místo hadicových filtrů mohou být používány elektrostatické odlučovače. Výhodou je možnost provozu i při vyšších teplotách kouřových plynů (nad 400°C), a proto není třeba chlazení odpadních plynů, a také je usnadněno zpětné využití energie;
- mokré čištění odpadních plynů od plyných znečišťujících látek - při použití mokřích čistících systémů jsou kyselé sloučeniny (oxidy síry, anorganické sloučeniny chloru a fluoru) odstraňovány z kouřových plynů tím, že jsou pohlcovány vodou. To znamená převedení z plynné fáze do fáze kapalné. Použití těchto systémů tedy závisí na rozpustnosti odstraňovaných emisí. Ke zvýšení rozpustnosti může být k vypírací vodě přidán uhličitán vápenatý, hašené vápno, uhličitán sodný, hydroxid sodný nebo amoniak;



- filtry VOC s aktivním uhlím - filtry s aktivním uhlím jsou vhodné pouze pro čištění malých objemů těkavých organických sloučenin, uvolněných například jako těkavé reakční produkty při tepelné manipulaci s pryskyřicemi, které jsou používány jako pojiva do žárovzdorných materiálů. Drobné částice a kapičky musí být odstraněny z proudu plynu ještě před vstupem do uhlíkového filtru;
- dodatečné spalování VOC - spalování VOC karbonizačních plynů vně pece může být uskutečněno v termoreaktorech. Termoreaktory obsahují dvě nebo tři komory naplněné keramickými nebo křemičitými úlomky, které mají vysokou tepelnou kapacitu. Toto je vhodné v případě, když hodnoty znečištění surových plynů jsou větší než 100 - 150 mg VOC/m³ s přihlédnutím k charakteristikám surového plynu (např. teplota, složení). V něm se plyny dále ohřívají až na teplotu 750 až 800°C pomocí hořáků, takže se organické látky prakticky úplně spálí. Oxid uhelnatý CO přítomný v kouřových plynech přechází na oxid uhličitý CO₂. Navíc, za předpokladu, že teplota je nejméně 800°C a doba zdržení je nejméně 1,5 sekundy, je dosaženo 90 % spálení všech přítomných nebo vznikajících dioxinů. Tento systém je v ČR jeden z nejčastěji používaných díky provozním aspektům a účinnosti snížení emisí VOC.

3.1.3 Dosahované emisní úrovně

Dosahované emisní úrovně byly analyzovány s využitím dat Registru emisí a stacionárních zdrojů, který je součástí Informačního systému kvality ovzduší vedeného podle § 7 odst. 1 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů (pro rok 2014).

U 76 stacionárních zdrojů z celkového počtu 125 stacionárních zdrojů v této kategorii jsou k dispozici údaje o měření emisních koncentrací tuhých znečišťujících látek.

Naprostá většina z těchto stacionárních zdrojů, konkrétně 65 zdrojů dosahuje emisní koncentrace tuhých znečišťujících látek nižší než 10 mg/m³. 7 stacionárních zdrojů dosahuje emisní koncentrace tuhých znečišťujících látek nižší než 30 mg/m³. 2 stacionární zdroje dosahují emisní koncentrace tuhých znečišťujících látek nižší než 100 mg/m³ a 2 stacionární zdroje dosahují emisní koncentrace tuhých znečišťujících látek nižší než 150 mg/m³.

U 41 stacionárních zdrojů z celkového počtu 125 stacionárních zdrojů v této kategorii jsou k dispozici údaje o měření emisních koncentrací SO₂.

Přibližně polovina z těchto stacionárních zdrojů, konkrétně 21 zdrojů dosahuje emisní koncentrace SO₂ nižší než 10 mg/m³. 12 stacionárních zdrojů dosahuje emisní koncentrace SO₂ nižší než 30 mg/m³. 8 stacionárních zdrojů dosahuje emisní koncentrace SO₂ nižší než 100 mg/m³.

U 80 stacionárních zdrojů z celkového počtu 125 stacionárních zdrojů v této kategorii jsou k dispozici údaje o měření emisních koncentrací NO_x.

14 stacionárních zdrojů dosahuje emisní koncentrace NO_x nižší než 10 mg/m³. Většina, konkrétně 33 stacionárních zdrojů dosahuje emisní koncentrace NO_x nižší než 30 mg/m³. 30 stacionárních zdrojů dosahuje emisní koncentrace NO_x nižší než 100 mg/m³ a 3 stacionární zdroje dosahují emisní koncentrace NO_x nižší než 300 mg/m³.

U 66 stacionárních zdrojů z celkového počtu 125 stacionárních zdrojů v této kategorii jsou k dispozici údaje o měření emisních koncentrací CO.

17 stacionárních zdrojů dosahuje emisní koncentrace CO nižší než 10 mg/m³. 17 stacionárních zdrojů dosahuje emisní koncentrace CO nižší než 30 mg/m³. 19 stacionárních zdrojů dosahuje emisní koncentrace CO nižší než 100 mg/m³ a 11 stacionárních zdrojů dosahují emisní koncentrace CO nižší než 200 mg/m³. Vyšších hodnot koncentrací CO dosahují pouze 2 stacionární zdroje (tunelová rychlovýpalná pec typu BTO (emisní koncentrace CO ve výši 500 mg/m³) a tunelová válečková pec RIEDHAMMER (emisní koncentrace CO ve výši 1155 mg/m³).

U 51 stacionárních zdrojů z celkového počtu 125 stacionárních zdrojů v této kategorii jsou k dispozici údaje o měření emisních koncentrací VOC.



Naprostá většina zdrojů, konkrétně 30 stacionárních zdrojů dosahuje emisní koncentrace VOC nižší než 10 mg/m³. 11 stacionárních zdrojů dosahuje emisní koncentrace VOC nižší než 30 mg/m³. 4 stacionární zdroje dosahují emisní koncentrace VOC nižší než 100 mg/m³ a 2 stacionární zdroje dosahují emisní koncentrace VOC nižší než 200 mg/m³. Vyšších hodnot koncentrací VOC dosahují pouze 4 stacionární zdroje: komorové sušárny Pyrostatu a porcelánu (emisní koncentrace VOC ve výši 545 mg/m³ resp. 1413 mg/m³) a dva sušící pásy výrobní linky (emisní koncentrace VOC ve výši 1 125 mg/m³ resp. 1 537 mg/m³).

Všechny výše uvedené hmotnostní koncentrace byly zjištěny prostřednictvím jednorázového měření emisí. Aplikované vztahné podmínky jsou: koncentrace příslušné znečišťující látky ve vlhkém plynu za normálních stavových podmínek, někdy s udáním referenčního obsahu některé látky v odpadním plynu, obvykle kyslíku.

3.2 Příprava stavebních hmot a betonu, recyklační linky stavebních hmot³⁾

Beton je kompozitní stavební materiál, který se skládá z pojiva a plniva. Po zatuhnutí pojiva vznikne pevný umělý slepenec. Beton lze rozdělit na dva základní druhy: na cementový beton a na asfaltový beton.

Nejčastějším druhem betonu je cementový beton, kde je pojivem cement. Cement představuje tzv. hydraulické pojivo, tj. jedná se o jemně mletou anorganickou látku, která po smíchání s vodou vytváří kaši, která tuhne a tvrdne v důsledku hydratačních reakcí a procesů. Po zatvrdnutí zachovává svoji pevnost a stálost také ve vodě. Hydraulické tvrdnutí cementu je důsledkem hydratace vápenatých silikátů (křemičitanů) a aluminátů (hlinitanů). Cementy vznikají drcením, mletím a homogenizací surovin vhodného složení (vápence, slínovce) a následným výpalem připravené surovinové směsi nad mez slinutí (teplota výpalu je zhruba 1450 °C), čímž vzniká „meziprodukt“ – slínek. Ten se po ochlazení a odležení rozemele s přísadami a příměsmi (sádrovcem, struskou, popílkem) na jemnou moučku o měrném povrchu minimálně 225 m².kg⁻¹, tj. na výsledný produkt – cement. Plnivem do cementového betonu je kamenivo a dalšími obvyklými složkami pro výrobu betonu je písek, voda, popílek a přísady k dosažení speciálních vlastností betonu.

Druhým často používaným druhem betonu je asfaltový beton, který se využívá ke stavbě asfaltových vozovek. Výrobou tohoto typu betonu se zabývá kapitola 3.3.

3.2.1 Používané techniky a postupy

3.2.1.1 Příprava betonu

Výroba betonu včetně speciálních směsí se provádí automaticky dle schválené receptury. Jednotlivé komponenty jsou odváženy na vahách a dopraveny do míchačky. Po důkladném promíchání ve stanoveném čase je směs vypuštěna do připraveného přepravního prostředku.

Betonárny mohou být různé konstrukce, např. betonárny s horizontální konstrukcí s dávkováním jednotlivých komponentů ze zásobníků umístěných vedle mísícího zařízení, nebo věžové betonárny s vertikální konstrukcí s dávkováním jednotlivých komponentů ze zásobníků umístěných nad mísícím zařízením. Třetím častým typem jsou mobilní betonárny. Ve všech případech je výrobní proces řízen zcela automatizovaně.

³⁾ hlavní zdroje informací: Příručka ochrany kvality ovzduší, viz kapitola 5 Použité zdroje



Obr. Stacionární betonárna s horizontální konstrukcí



Obr. Mobilní betonárna



3.2.1.2 Recyklační linky stavebních hmot

Recyklačních linky stavebních hmot jsou v naprosté většině případů přemístitelná zařízení. Základní operace při úpravách a recyklaci stavebních hmot jsou předtřídění, drcení a následné třídění. Používáno je několik základních druhů drtičů, především drtiče čelistové, odrazové, válcové a kuželové.



Obr. Mobilní odrazový drtič



Obr. Mobilní třidič stavebních hmot



3.2.1.3 Související činnosti

Klíčové související činnosti z pohledu ochrany vnějšího ovzduší u přípravy betonu a recyklačních linek stavebních hmot představují skladování vstupních surovin a produktů a jejich doprava.

U přípravy stavebních hmot a betonu i recyklačních linek stavebních hmot nemá v praxi význam vyčleňovat vstupní nebo výstupní skladování či dopravu materiálu jako související činnost ve smyslu § 12 odst. 3 písm. f) zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů. Tento důvod je čistě formální, neboť právní úprava explicitně v kategorii 5.11 tyto činnosti nezmiňuje. Všechny tyto činnosti jsou integrální částí jednoho provozu a jsou zahrnuty do seznamu výše popsaných technologických uzlů a používaných technik.

Kamenivo bývá skladováno volně na ploše betonárky. Prašné složky se do zásobníků plní pneumaticky pomocí plnicího dopravního potrubí, kdy se napojuje koncovka z přepravy na koncovku plnicího potrubí zásobníku. Dopravní plyn je ze zásobníku odváděn přes odvodušňovací filtr. Přes tento filtr je rovněž



odváděn odpadní plyn z prachotěsného šnekového potrubí, kterým se vedou prašné suroviny k váze surovin.

3.2.2 Techniky snižování emisí do ovzduší⁴⁾

Hlavním problémem z hlediska ovzduší jsou emise tuhých znečišťujících látek. S ohledem na charakter jejich vzniku se jedná o částice hrubších frakcí s nízkým podílem částic PM₁₀ a PM_{2,5}.

3.2.2.1 Primární techniky ke snižování emisí

Primární (preventivní) techniky pro obecné použití, aplikovatelné pro všechny relevantní stacionární zdroje:

- školení, vzdělávání a motivace pracovníků na všech úrovních;
- optimalizace řízení procesů;
- zajištění dostatečné preventivní údržby;
- systém environmentálního managementu (ISO 14001, EMAS) s jasně definovanými odpovědnostmi, pracovními pokyny a detailně popsány postupy, které mohou ovlivnit kvalitu ovzduší;
- dodržování technologické kázně a předepsaných pracovních postupů a systém kontroly jejich dodržování;
- pravidelné provádění emisních bilancí a navrhování opatření k jejich omezení;
- sledování emisí (v rámci možností daných procesů) a navrhování opatření k jejich omezení.

Odhad účinnosti těchto primárních (preventivních) technik pro obecné použití není relevantní provádět, neboť se jedná o nepřímé a preventivní techniky, které nicméně vedou ke zvýšení provozní kázně a tím i k minimalizaci emisí.

Mezi primární specifické techniky ke snižování emisí tuhých znečišťujících látek patří:

- omezení operací se sypkými látkami ve venkovním prostředí na minimum;
- úplné nebo do značné míry úplné stavební uzavření zařízení a snížení vzduchových netěsností prašných procesů, jako je drcení, mletí, prosévání a mísení;
- úplné nebo do značné míry úplné stavební uzavření prostor (např. vrata nebo pásové závěsy na vjezdech a výjezdech) se zařízeními k nakládce a překládce vozidel (např. s plnicími stanicemi, násypkami, zahřívacími zásobníky a ostatních míst, kde dochází ke shozu materiálů);
- užití cirkulačních procesů v systémech vzduchové potrubní dopravy;
- manipulace s materiálem v uzavřených systémech v podtlaku a odprašování nasávaného vzduchu;
- odsávání vzdušiny s obsahem prachu z procesů, manipulací a skladů, tak, aby nedocházelo k fugitivním emisím;
- zásobní síla s dostatečnou kapacitou, indikátory hladiny s vypínačem a filtry pro zachycení vzduchem neseného prachu, uvolněného během procesů plnění;
- kryté dopravníkové pásy pro dopravu sypkých materiálů;
- zkrácení přepravních vzdáleností a omezení počtu překládek;
- minimalizace dráhy pádu při shozu (např. při sypaní přes vodící plechy nebo lamelami);
- samočinné přizpůsobování výše shozu při měnící se výšce nasypané hmoty;

⁴ hlavní zdroje informací: Příručka ochrany kvality ovzduší, Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft, viz kapitola 5 Použité zdroje



- přizpůsobení strojního vybavení příslušnému sypanému materiálu (např. u drapaků zamezení přetížení a mezishozu);
- ochrana proti větru u úkonů nakládky a vykládky na volném prostranství;
- omezení překládky při vysokých rychlostech větru;
- zakrytování ploch, na kterých jsou skladovány jemné materiály a umístování venkovních skládek na závětrnou stranu budov;
- zvýšení vlhkosti materiálů, příp. přidáním prostředků ke snížení povrchového napětí, pokud vlhčení není v rozporu s úkony následné úpravy nebo zpracování, se skladovatelností materiálu nebo s kvalitou překládaných materiálů,
- peletizace jemných materiálů;
- při přepravě vozidly používat uzavřené nádrže a zásobníky (cisternová vozidla, kontejnery, krycí plachty).

Účinnost těchto primárních specifických technik ke snižování emisí TZL je velmi vysoká při jejich důsledném uplatnění (až 100 % při odstranění zdroje emisí, tj. uzavření systémů, odstranění volných skládek materiálu, apod.). Jejich uplatnění je efektivní v místech, kde dochází nebo by mohlo docházet k významnějším emisím tuhých znečišťujících látek.

3.2.2.2 Sekundární techniky ke snižování emisí

Mezi sekundární techniky ke snižování emisí tuhých znečišťujících látek patří:

- odstředivé odlučovače - v odstředivém odlučovači jsou částice prachu odstraňovány z proudu odpadních plynů tak, že jsou unášeny odstředivou silou proti vnější stěně odlučovače a potom jsou odváděny otvorem ve spodní části odlučovače. Odstředivá síla může vzniknout řízeným spirálovitým pohybem plynu směřujícím dolů válcovou nádobou (cyklónové odlučovače) nebo otáčivým pohybem rotoru umístěným v zařízení (mechanické odstředivé odlučovače). Účinnost cyklónů a multicyklónů se udává v širokém rozmezí 60 – 95 %. Dobře provozovaný moderní odlučovač by měl být schopen dosáhnout emisní koncentrace do 50 mg/m³, v náročných podmínkách do 75 mg/m³, případně do 150 mg/m³ TZL;
- tkaninové filtry - v tkaninových filtrech procházejí vypouštěné plyny filtračním vakem tak, že částice prachu jsou zachycovány na vnější ploše filtru ve formě filtračního koláče. Účinnost odloučení částic s odpadního vzduchu u této techniky je větší než 99 % - podle velikosti částic. Regenerace je vykonávána např. pulzním tlakem z vnitřní strany hadice nebo zpětným proplachem atmosférickým vzduchem. U moderních odlučovacích jednotek může docházet k profiltrování odpadního vzduchu a k vracení vyčištěného vzduchu zpátky do vnitřních prostor. Dobře provozovaný tkaninový filtr by měl být schopen dosáhnout emisní koncentrace do 10 mg/m³, v náročných podmínkách do 30 mg/m³ TZL;
- slinuté lamelové filtry - základními prvky tohoto filtru jsou mechanicky tuhé filtrační jednotky, které jsou pevně zabudovány ve filtračním systému. Filtrační jednotky jsou zhotoveny ze slinutého polyethylenu pokrytého PTFE, který dodává filtračním jednotkám jejich tvrdou strukturu a vodotěsný charakter. Hlavní výhodou těchto moderních filtračních jednotek je velmi vysoká účinnost odloučení prachu z odpadních plynů v kombinaci s nízkým poklesem tlaku, stejně jako vysoká odolnost proti mechanickému opotřebení hrubými keramickými částicemi. Účinnost těchto filtrů je velmi vysoká a je uváděna účinnost až 99,9 %. Dobře provozovaný filtr by měl být schopen dosáhnout emisní koncentrace do 10 mg/m³, v náročných podmínkách do 30 mg/m³ TZL;
- elektrostatické odlučovače - u elektrostatických odlučovačů procházejí odpadní plyny komorou se dvěma elektrodami. Na první elektrodu je připojeno vysoké napětí (až 100 kV). Tato elektroda



ionizuje sloučeniny v odpadních plynech. Vytvořené ionty se zachycují na částech prachu v odpadních plynech, a následkem toho získají tyto částice elektrický náboj. Elektrostatické síly odpuzují nabitě částice prachu z první elektrody a přitahují je k druhé, na které jsou zachyceny. Tak dochází k odstranění částic prachu z proudu znečištěného plynu. Účinnost odloučení částic s odpadního vzduchu u této techniky je větší než 99,5 %, a to včetně jemných částic. Dobře provozovaný elektrostatický odlučovač by měl být schopen dosáhnout emisní koncentrace do 20 mg/m³, v náročných podmínkách do 30 mg/m³ TZL.

- mokré odlučovače - u mokrých odlučovačů je prach odstraňován z proudu odpadního plynu tak, že plyn přichází do těsného kontaktu s čistící kapalinou (obvykle vodou), ve které jsou částice prachu zachyceny a mohou být odplaveny. Mokrý odlučovač prachu mohou být rozděleny na různé typy podle jejich konstrukce a principů činnosti. Účinnost těchto odlučovačů je nízká a obvykle je uváděna okolo 80 %. Z těchto důvodů jsou mokré hladinové odlučovače v současné době nahrazovány moderními tkaninovými filtry.
- vodní zkrápění a mlžení - tam, kde nelze technologické procesy a uzly uzavřít a odsávat, nebo tam, kde dochází k fugitivním emisím v otevřených venkovních prostorech, lze efektivně využívat vodní zkrápěcí zařízení (stěny, trysky, apod.), rozprašování či mlžné stěny. Zkrápěním a vytvořením mlžných stěn lze snížit emise tuhých znečišťujících látek o 50 až 90 % v závislosti na velikosti částic. Provoz těchto zařízení je přes výraznou účinnost teplotně omezen a od teplot kolem bodu mrazu je tak vyřazen z činnosti, pokud není zařízení vč. rozvodů vody vyhříváno. U těchto sekundárních opatření je nutný řádný servis a údržba pro dodržení tlakových poměrů mlžení, neboť špatné seřízení mlžení má mimo jiné za následek zvýšené množství používané vody a to má za následek nalepování materiálu na dopravních cestách (zvýšení nároků na provozní údržbu, případně vyřazení technologického uzlu z provozu) – v případě recyklace betonových směsí se jedná o nejpoužívanější a neúčinnější techniku;
- průmyslové vysavače - vhodným doplňkovým opatřením ke snížení emisí je instalace průmyslových vysavačů v jednotlivých místnostech, které slouží k odstranění usazených pevných částic a zabránění opětovného vnosu tuhých znečišťujících látek do ovzduší. Touto technikou lze snížit emise tuhých znečišťujících látek o 4 až 15 % v závislosti na četnosti vysávání.

Tkaninové filtry jsou rovněž často používány jako technika ke snižování emisí tuhých znečišťujících látek při plnění zásobníkových sil na skladování sypkých hmot.

3.2.3 Dosahované emisní úrovně

Dosahované emisní úrovně byly analyzovány s využitím dat Registru emisí a stacionárních zdrojů, který je součástí Informačního systému kvality ovzduší vedeného podle § 7 odst. 1 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů (pro rok 2014).

Aplikací výše uvedených technik na definované výduchy lze dosáhnout velmi nízkých koncentrací tuhých znečišťujících látek. Provádění jednorázových měření je v tomto segmentu stacionárních zdrojů výjimečné s ohledem na charakter zdrojů a jejich emisí a provádí se u méně jak 5 % celkového počtu stacionárních zdrojů v této skupině, přičemž se neprovádí na žádném z přemístitelných zařízení. Ze 732 stacionárních zdrojů jsou k dispozici údaje z jednorázového měření u 30 stacionárních zdrojů.

Na naprosté většině z těchto třiceti měřených výduchů s instalovanými filtry jsou dosahovány emisní koncentrace pod 10 mg/m³. Všechny měřené stacionární zdroje dosahují nižší koncentrace, než 30 mg/m³ s výjimkou jednoho odprášení chlazení písku při výrobě suchých omítkových a maltových směsí, kde je dosahována hmotnostní koncentrace 31,5 mg/m³ a odprášení maltárny, kde je dosahována hmotnostní koncentrace 131 mg/m³.



Všechny výše uvedené hmotnostní koncentrace byly zjištěny prostřednictvím jednorázového měření emisí. Informace o aplikovaných vztažných podmínkách není k dispozici, ale lze předpokládat, že se jedná o koncentrace příslušné znečišťující látky za obvyklých provozních podmínek.

3.3 Obalovny živičných směsí a mísírny živíc, recyklace živičných povrchů

Živice neboli bitumen je souhrnné označení pro organické kapaliny, které jsou vysoce viskózní, černé barvy a zcela rozpustné v sirouhlíku. Asfalt a dehet jsou nejčastější formy živíc. Asfalt se získává z ropy jako zbytek po vakuové destilaci, je to nejhustší složka ropy s nejvyšším bodem varu.

Asfaltové směsi se dělí na čtyři základní druhy:

- asfaltový beton, který se využívá při stavbě krytu silničních a dálničních vozovek, letištních a jiných zpevněných ploch. Směs se vyrábí na obalovnách, po rozprostření a dokonalém zhutnění je vodotěsná;
- makadam, který je charakterizován přerušenou čarou zrnitosti a velkou mezerovitostí kostry kameniva. Část kameniva tuto kostru vytváří, část ji vyplňuje - např. asfaltový koberec
- mastixový, asfaltový koberec drenážní; a
- litý asfalt, který je směsí kameniva a asfaltového pojiva, popřípadě dalších přísad. Na rozdíl od hutněných asfaltových směsí je však obsah asfaltového pojiva vyšší, kamenivo pak už nevytváří kostru směsi, ale je pouze kamenivem výplňovým (nedochází k tření jednotlivých zrn), zrna "plavou" v asfaltu. Směs z litého asfaltu neobsahuje vzduchové mezery. Protože veškeré účinky od zatížení přenáší asfaltové pojivo, používá se pojiv tvrdší gradace, která jsou navíc ztužena vyšším obsahem vápencové moučky. Používá se pro stavbu obrusných vrstev silnic a dálnic, chodníků, dopravních a skladovacích ploch a do ochranné vrstvy izolace mostních objektů.

Vstupní suroviny pro výrobu asfaltových směsí tvoří kamenivo (cca 71 %), písek (cca 19 %), filer (cca 4,5 %), asfalt (cca 5,5 %) a recyklát. Množství jednotlivých frakcí je dáno konkrétním použitím a uvedená varianta je pouze jedna z možných receptur.

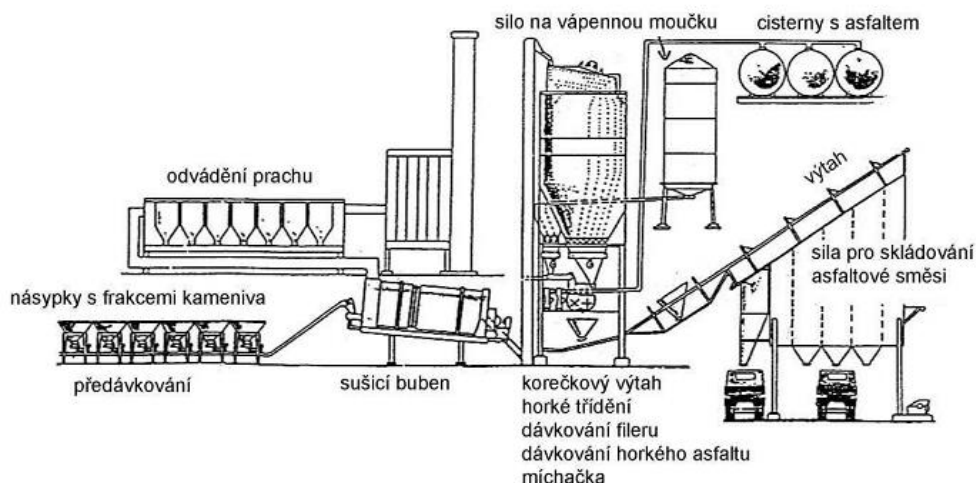
3.3.1 Používané techniky a postupy⁵⁾

3.3.1.1 Obalovny živičných směsí

Asfaltové směsi se vyrábí v obalovnách. Ty lze rozdělit na dva základní typy: kontinuální a šaržové. Kontinuální obalovny se vyznačují velkým výkonem, jsou vhodné pro velká staveniště a není u nich možné změnit recepturu. V České republice nejsou rozšířené. Šaržové obalovny se vyznačují především možností měnit recepturu.

⁵⁾ hlavní zdroje informací: Příručka ochrany kvality ovzduší, Praktické aplikace v pozemních komunikacích, modul 6 - Asfaltové směsi; Ekologické náklady výroby živičných směsí, viz kapitola 5 Použité zdroje

Obr. Schéma šaržové obalovny



Kamenivo a písek jsou z boxových zásobníků čelním nakladačem dopravovány do násypky dávkovacího zařízení. Podle stanovené receptury se jednotlivé komponenty odměřují dávkovacím pásem v určeném poměru na transportní pás dle předlohy bubnové sušárny. Dávkače jsou řízeny ručně nebo automaticky. V protiproudé bubnové sušárně materiál postupuje proti spalínám hořáku obvykle na zemní plyn. V sušárně dochází k vysušení materiálu, homogenizaci a ohřevu na požadovanou teplotu. Sušení probíhá při teplotách 160 až 200°C. Průměr bubnové sušárny bývá 1 až 3 m a délka 5 až 10 m. K zefektivnění procesů jsou používány víceplášťové sušicí bubny. Hořáky jsou dle kapacity zařízení o výkonu cca od 1 MW do 14 MW, palivem je zemní plyn, případně topný olej (výjimečně propan butan nebo hnědé prachové uhlí). Odpadní plyn z procesu sušení je veden společně se spalínami přes filtrační zařízení na zachyt tuhých znečišťujících látek.

Po vysušení je kamenivo vytríděno dle velikosti na sítích a je navažováno do míchače. Současně dochází k přidání vratného prachu (prach odloučený z kameniva při sušení) a vápenné moučky. Následně je do směsi přimíchán asfalt a směs je míchána ca 30 sekund. Následně je připravena k expedici.

Obr. Technické parametry obaloven

max. výkon	zařízení	60 t/h	120 t/h	160 t/h	200 t/h	240 t/h	150-200 t/h
sušicí bubnen	průměr	1 500 mm	1 750 mm	2 200 mm	2 200 mm	2 500 mm	2 200 mm
	délka	6 500 mm	8 000 mm	7 520 mm	8 800 mm	10 000 mm	8 800 mm
	pohon	4 × 4 kW	4 × 7,5 kW	4 × 9 kW	4 × 11 kW	4 × 18,5 kW	4 × 11 kW
hořák	výkon	5,9 MW	9,3 MW	11 MW	13,9 MW	20 MW	13,9 MW
	palivo	zemní plyn, topný olej, propan butan, uhelný prach					
filtr	výkon	27 600 m ³ /h	37 000 m ³ /h	44 200 m ³ /h	59 400 m ³ /h	84 000 m ³ /h	59 400 m ³ /h
	filtrační plocha	300 m ²	400 m ²	500 m ²	630 m ²	940 m ²	630 m ²
třídíč	počet sít	5	5	5 / 6	6	6	6
	plocha sít	19,5 m ²	19 m ²	34 m ²	42 m ²	46 m ²	31,5 m ²
zásobník horkého kameniva		14 m ³	20 m ³	28 / 44 m ³	30 / 50 m ³	60 / 120 m ³	38 / 62 m ³



3.3.1.2 Recyklace živičných směsí

Vybourané asfaltové (živičné) povrchy se zařazují mezi stavební a demoliční odpady. Existuje několik recyklačních technologií, které umožňují téměř úplné využití všech původních materiálů (asfaltové směsi a podkladu).

Klasická technologie - vybouraný asfaltový povrch se pomocí stabilní nebo mobilní recyklační linky rozdrtí, rozeemele a vytřídí na jednotlivé velikostní frakce. Výsledný tzv. recyklát je vhodný jako povrch pro málo zatěžované zpevněné plochy nebo jako vyrovnávací vrstva pod další vrstvy klasických živičných koberců.

Recyklace za studena na místě pomocí speciálního stroje (tzv. recyklér) - opakované použití stmelených nebo nestmelených silničních stavebních materiálů, při kterém se technologické zařízení pohybuje po zpracovávané vrstvě s těmito postupnými pracovními kroky: rozpojení původních vrstev konstrukce vozovky, přidání přísad, dávkování pojiva k recyklovanému materiálu, míchání, pokládka a hutnění.

Recyklaci lze dále rozdělit do tří skupin podle pojiv, které se do drcené směsi přidávají:

- stmelení recyklovaných vrstev hydraulickým pojivem na bázi cementu;
- kombinace s přidáním cementu i asfaltové emulze; a
- stmelení obrusné vrstvy asfaltovou emulzí bez cementu.

V případě použití asfaltové emulze nebo asfaltové pěny (foamed bitumen cold mix) se směs vyrábí přidáním horkého asfaltu ve formě pěny do nevyhřátého – studeného recyklátu. Testy ukazují, že použitím asfaltové pěny se spotřebuje menší množství asfaltu. Recyklovaný materiál původní vozovky je doplňován kamenivem na úpravu zrnitosti v závislosti na tloušťce nové vrstvy. Směs se vyrábí v recykléru, který je doplněn agregátem na výrobu a dávkování asfaltové pěny.

Recyklace za horka na místě – nejprve se tzv. rozehrívačem opravovaná vrstva vozovky pozvolna nahřívá na potřebnou teplotu pomocí propanbutanových infrazářičů. Dále následuje tzv. remixer, který ohřátou vrstvu rozpojí a podle požadované výsledné úpravy takto získanou asfaltovou směs dokonale promíchá buď bez anebo s přidávanými komponenty (asfalt, kamenivo, asfaltová směs). Součástí remixeru je finišer, který směs znovu rozprostře v požadované tloušťce a profilu.

V Registru emisí a stacionárních zdrojů, který je součástí Informačního systému kvality ovzduší vedeného podle § 7 odst. 1 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů, jsou evidovány tři recyklátory živice - typu Bagela. Tyto recyklátory se vyrábějí ve třech variantách podle výkonu (4, 7 a 10 tun vyrobeného recyklátu za hodinu). Recyklátor Bagela je vybaven hořákem o výkonu 350kW (typ BA 7000 F) spalujícím naftu případně LTO. Spotřeba paliva je cca 5 kg/t (35 kg/hod).



Obr. Mobilní recyklátor



3.3.1.3 Související činnosti

Důležitou související činností v provozu obaloven je především skladování vstupních materiálů pro výrobu živichných směsí. Kamenivo jsou obvykle skladovány volně na ploše provozovny. Prašné komponenty jsou skladovány v prachotěsných silech. Plnění a dávkování těchto sil probíhá prachotěsným potrubím.

3.3.2 Techniky snižování emisí do ovzduší⁶⁾

Typické emise z obalovny živichných směsí tvoří emise ze spalovacího procesu, tedy především oxidy dusíku, oxid uhelnatý a případně oxidy síry a tuhé znečišťující látky (v případě spalování uhlénoho prachu).

K emisím tuhých znečišťujících látek dochází rovněž ze samotného procesu sušení vstupních surovin a ze zásobníků jemných hmot pro výrobu, např. fileru. S ohledem na charakter částic se jedná o částice hrubších frakcí s nízkým podílem částic PM₁₀ a PM_{2,5}.

Důležité jsou rovněž emise polycyklických aromatických uhlovodíků a dalších organických látek ze zásobníku asfaltu, dávkování asfaltu a expedice hotové živichné směsi. Tyto látky mohou způsobovat pachový vjem (kromě toho, že jsou nositeli i jiných nebezpečných vlastností).

3.3.2.1 Primární techniky ke snižování emisí

Primární (preventivní) techniky pro obecné použití, aplikovatelné pro všechny relevantní stacionární zdroje:

- školení, vzdělávání a motivace pracovníků na všech úrovních;
- optimalizace řízení procesů;
- zajištění dostatečné preventivní údržby;
- systém environmentálního managementu (ISO 14001, EMAS) s jasně definovanými odpovědnostmi, pracovními pokyny a detailně popsány postupy, které mohou ovlivnit kvalitu ovzduší;
- dodržování technologické kázně a předepsaných pracovních postupů a systém kontroly jejich dodržování;
- pravidelné provádění emisních bilancí a navrhování opatření k jejich omezení;

⁶⁾ hlavní zdroje informací: Příručka ochrany kvality ovzduší, Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft, viz kapitola 5 Použité zdroje



- sledování emisí (v rámci možností daných procesů) a navrhování opatření k jejich omezení.

Odhad účinnosti těchto primárních (preventivních) technik pro obecné použití není relevantní provádět, neboť se jedná o nepřímé a preventivní techniky, které nicméně vedou ke zvýšení provozní kázně a tím i k minimalizaci emisí.

Mezi primární specifické techniky ke snižování emisí tuhých znečišťujících látek patří:

- omezení operací se sypkými látkami ve venkovním prostředí na minimum;
- úplné nebo do značné míry úplné stavební uzavření zařízení a snížení vzduchových netěsností prašných procesů, jako je drcení, mletí, prosévání a mísení;
- úplné nebo do značné míry úplné stavební uzavření prostor (např. vrata nebo pásové závěsy na vjezdech a výjezdech) se zařízeními k nakládce a překládce vozidel (např. s plnicími stanicemi, násypkami, zahlovacími zásobníky a ostatních míst, kde dochází ke shozu materiálů);
- užití cirkulačních procesů v systémech vzduchové potrubní dopravy;
- manipulace s materiálem v uzavřených systémech v podtlaku a odprašování nasávaného vzduchu;
- odsávání vzdušiny s obsahem prachu z procesů, manipulací a skladů, tak, aby nedocházelo k fugitivním emisím;
- zásobní síla s dostatečnou kapacitou, indikátory hladiny s vypínačem a filtry pro zachycení vzduchem neseného prachu, uvolněného během procesů plnění;
- kryté dopravníkové pásy pro dopravu sypkých materiálů;
- zkrácení přepravních vzdáleností a omezení počtu překládek;
- minimalizace dráhy pádu při shozu (např. při sypání přes vodící plechy nebo lamelami);
- samočinné přizpůsobování výše shozu při měnící se výšce nasypané hmoty;
- přizpůsobení strojního vybavení příslušnému sypanému materiálu (např. u drapaků zamezení přetížení a mezishozu);
- ochrana proti větru u úkonů nakládky a vykládky na volném prostranství;
- omezení překládky při vysokých rychlostech větru;
- zakrytování ploch, na kterých jsou skladovány jemné materiály a umisťování venkovních skládek na závětrnou stranu budov;
- zvýšení vlhkosti materiálů, příp. přidáním prostředků ke snížení povrchového napětí, pokud vlhčení není v rozporu s úkony následné úpravy nebo zpracování, se skladovatelností materiálu nebo s kvalitou překládaných materiálů;
- peletizace jemných materiálů;
- při přepravě vozidly používat uzavřené nádrže a zásobníky (cisternová vozidla, kontejnery, krycí plachty).

Účinnost těchto primárních specifických technik ke snižování emisí TZL je velmi vysoká při jejich důsledném uplatnění (až 100 % při odstranění zdroje emisí, tj. uzavření systémů, odstranění volných skládek materiálu, apod.). Jejich uplatnění je efektivní v místech, kde dochází nebo by mohlo docházet k významnějším emisím tuhých znečišťujících látek.

3.3.2.2 Sekundární techniky ke snižování emisí

Mezi sekundární techniky ke snižování emisí tuhých znečišťujících látek patří:

- tkaninové filtry - v tkaninových filtrech procházejí vypouštěné plyny filtračním vakem tak, že částice prachu jsou zachycovány na vnější ploše filtru ve formě filtračního koláče. Účinnost



odloučení částic s odpadního vzduchu u této techniky je větší než 99 % - podle velikosti částic. Regenerace je vykonávána např. pulzním tlakem z vnitřní strany hadice nebo zpětným proplachem atmosférickým vzduchem. U moderních odlučovacích jednotek může docházet k profiltrování odpadního vzduchu a k vracení vyčištěného vzduchu zpátky do vnitřních prostor. Dobře provozovaný tkaninový filtr by měl být schopen dosáhnout emisní koncentrace do 10 mg/m³, v náročných podmínkách do 30 mg/m³ TZL – tato technika je jednoznačně nejpoužívanější způsob snižování emisí TZL v obalovnách živičných směsí;

- slinuté lamelové filtry - základními prvky tohoto filtru jsou mechanicky tuhé filtrační jednotky, které jsou pevně zabudovány ve filtračním systému. Filtrační jednotky jsou zhotoveny ze slinutého polyethylenu pokrytého PTFE, který dodává filtračním jednotkám jejich tvrdou strukturu a vodotěsný charakter. Hlavní výhodou těchto moderních filtračních jednotek je velmi vysoká účinnost odloučení prachu z odpadních plynů v kombinaci s nízkým poklesem tlaku, stejně jako vysoká odolnost proti mechanickému opotřebení hrubými keramickými částicemi. Účinnost těchto filtrů je velmi vysoká a je uváděna účinnost až 99,9 %. Dobře provozovaný filtr by měl být schopen dosáhnout emisní koncentrace do 10 mg/m³, v náročných podmínkách do 30 mg/m³ TZL;
- vodní zkrápění a mlžení - tam, kde nelze technologické procesy a uzly uzavřít a odsávat, nebo tam, kde dochází k fugitivním emisím v otevřených venkovních prostorech, lze efektivně využívat vodní skrápěcí zařízení (stěny, trysky, apod.), rozprašování či mlžné stěny. Zkrápěním a vytvořením mlžných stěn lze snížit emise tuhých znečišťujících látek o 50 až 90 % v závislosti na velikosti částic. Provoz těchto zařízení je přes výraznou účinnost teplotně omezen a od teplot kolem bodu mrazu je tak vyřazen z činnosti, pokud není zařízení vč. rozvodů vody vyhříváno. U těchto sekundárních opatření je nutný řádný servis a údržba pro dodržení tlakových poměrů mlžení, neboť špatné seřízení mlžení má mimo jiné za následek zvýšené množství používané vody a to má za následek nalepování materiálu na dopravních cestách (zvýšení nároků na provozní údržbu, případně vyřazení technologického uzlu z provozu);

Tkaninové filtry jsou rovněž často používány jako technika ke snižování emisí tuhých znečišťujících látek při plnění zásobníkových sil na skladování sypkých hmot.

Mezi sekundární techniky ke snižování emisí polycyklických aromatických látek (a dalších látek způsobujících pachový vjem) patří:

- filtr s aktivním uhlím - Pokud není odpadní plyn ze zásobníku asfaltu odsáván a veden zpět přes hořák do sušícího bubnu, měl by být odváděn na filtr s aktivním uhlím;
- důsledné zaplachtování vozidel expedujících živičnou směs.

3.3.3 Dosahované emisní úrovně

Dosahované emisní úrovně byly analyzovány s využitím dat Registru emisí a stacionárních zdrojů, který je součástí Informačního systému kvality ovzduší vedeného podle § 7 odst. 1 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů (pro rok 2014).

Emisní koncentrace tuhých znečišťujících látek z obaloven živičných směsí jsou díky instalovaným tkaninovým filtrům velmi nízké. 87 z 95 obaloven, ze kterých byly k dispozici údaje o emisních koncentracích, dosahovalo emisních koncentrací TZL nižších než 10 mg/m³. Všechny obalovny pak dosahovaly nižší emisní koncentrace TZL než 20 mg/m³.

Emisní koncentrace SO₂ nejsou s ohledem na obvykle používané palivo problematické a právní úprava pro ně dokonce ani nestanovuje specifický emisní limit. Z dostupných údajů o 29 obalovnách jsou emisní



koncentrace SO_2 u 11 obaloven pod hranicí 100 mg/m^3 . Celkové emise u všech evidovaných obaloven jsou velmi nízké.

Rovněž emisní koncentrace NO_x se u obaloven pohybují na poměrně nízké úrovni. Z dostupných údajů o 96 obalovnách jsou emisní koncentrace NO_x u 65 obaloven pod hranicí 50 mg/m^3 . Pouze 14 obaloven dosahuje emisní koncentrace nad 100 mg/m^3 a všechny obalovny až na dvě výjimky dosahují emisních koncentrací menších než 300 mg/m^3 . Výjimku tvoří jedna obalovna, kde se emisní koncentrace pohybuje těsně nad 300 mg/m^3 , a jedna obalovna, kde se patrně jedná o chybu v zápisu v databázi, neboť emisní koncentrace vybočuje mimo obvyklý standard.

Emisní koncentrace CO se u obaloven pohybují nejčastěji v intervalu 100 až 500 mg/m^3 . Z dostupných údajů o 94 obalovnách jsou emisní koncentrace NO_x u 24 obaloven pod hranicí 50 mg/m^3 . U 25 obaloven se emisní koncentrace pohybuje v intervalu 50 až 100 mg/m^3 . U 35 obaloven se emisní koncentrace pohybují v intervalu mezi 100 a 500 mg/m^3 . U 10 obaloven se emisní koncentrace pohybují v intervalu mezi 500 a 800 mg/m^3 (obvykle do 600 mg/m^3).

Všechny výše uvedené hmotnostní koncentrace byly zjištěny prostřednictvím jednorázového měření emisí. Aplikované vztahné podmínky jsou: koncentrace příslušné znečišťující látky v suchém plynu za normálních stavových podmínek, někdy s udáním referenčního obsahu některé látky v odpadním plynu, obvykle kyslíku.

Emise polycyklických aromatických uhlovodíků se standardně neměří a neuvádí. V literatuře lze dohledat, že v případě neuplatnění žádné techniky pro snížení emisí polycyklických aromatických uhlovodíků může docházet k emisím těchto látek ze zásobníků asfaltu ve výši $0,3$ až 1 mg/m^3 .



4 NEJLEPŠÍ DOSTUPNÉ TECHNIKY

Kapitola nejlepších dostupných technik vhodně tvoří klíčovou kapitolu celého dokumentu. Nejlepší dostupné techniky definuje zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci jako určitý soubor technologií a know-how o jejich provozování. Tyto nejlepší dostupné techniky se uplatňují pro definovanou skupinu zařízení, u kterých je to možné a vhodné s ohledem na jejich velikost (technickou, kapacitní, ekonomickou i „vlivovou“ na životní prostředí) za účelem snížení vlivu těchto zařízení na životní prostředí.

Zpracování tohoto dokumentu ukázalo, že na rozdíl od zařízení ve smyslu zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci představují stacionární zdroje, které jsou předmětem tohoto dokumentu, natolik neuchopitelnou a velmi různorodou skupinu zdrojů, že pro není možné uplatnit obdobnou skupinu nejlepších dostupných technik ve smyslu integrované prevence. Takový přístup by byl v některých případech technicky neřešitelný, ekonomicky neúnosný a v mnoha případech nákladově velmi neefektivní. Navíc nelze uplatnit jednoduchý princip, že čím menší stacionární zdroj, tím menší šance na uplatnění nejlepších dostupných technik.

Zadání zpracování tohoto dokumentu nicméně směřovalo na vazbu nejlepších dostupných technik a podporu ze strukturálních fondů EU. Ve vazbě na dotační podporu se otvírá mnohem širší pole uplatnění nejlepších dostupných technik, neboť se stírá jedna ze základních výše uvedených bariér - ekonomická přijatelnost pro provozovatele (pouze investiční - provozní ekonomická náročnost zůstává).

Zpracování tohoto dokumentu ukázalo, že je možné, při presumpci podpory z fondů EU, vydefinovat skupinu nejlepších dostupných technik, které je vhodné uplatnit i na stacionárních zdrojích, které nejsou předmětem právní úpravy v oblasti integrované prevence. I tak lze ale nalézt při použití nejlepších dostupných technik mantinely definované výše uvedenými bariérami (technická neřešitelnost, ekonomická neúnosnost a nákladová neefektivita).

U nejlepších dostupných technik uplatnitelných na definované výduchy dokument uvádí emisní koncentrace dosažitelné uplatněním příslušné techniky, pokud jsou informace o těchto emisních koncentracích dostupné. U technik uplatnitelných na fugitivních emisích tato informace logicky uvedena není. Praxe ale ukazuje, že přínos těchto technik je nezanedbatelný a u některých typů zdrojů rozhodující. Jejich význam se navíc zvyšuje narůstající regulací definovaných emisí z výduchů.

S ohledem na obrovskou různorodost a širokou škálu jmenovitých parametrů (kapacita, výkony, příkony) není ve většině případů možné uvést jednotkové náklady na nejlepší dostupné techniky. Tam, kde zpracovatel dokumentu usoudil, že je to relevantní, jsou uvedeny konkrétní příklady nákladů a přínosů uplatnění nejlepších dostupných technik.



4.1 Nejlepší dostupné techniky pro zpracování nerostných surovin

Nejlepší dostupné techniky pro celý segment zpracování nerostných surovin jsou (v členění na primární a sekundární techniky):

- primární techniky ke snížení emisí znečišťujících látek
 - náhrada spalování pevných paliv za spalování plyných paliv;
 - omezení operací se sypkými látkami ve venkovním prostředí na minimum;
 - úplné nebo do značné míry úplné stavební uzavření zařízení a snížení vzduchových netěsností prašných procesů, jako je drcení, mletí, prosévání a mísení;
 - úplné nebo do značné míry úplné stavební uzavření prostor (např. vrata nebo pásové závěsy na vjezdech a výjezdech) se zařízeními k nakládce a překládce vozidel (např. s plnicími stanicemi, násypkami, zahlovcími zásobníky a ostatních míst, kde dochází ke shozu materiálů);
 - užití cirkulačních procesů v systémech vzduchové potrubní dopravy;
 - manipulace s materiálem v uzavřených systémech v podtlaku a odprašování nasávaného vzduchu;
 - odsávání vzdušiny s obsahem prachu z procesů, manipulací a skladů, tak, aby nedocházelo k fugitivním emisím;
 - zásobní síla s dostatečnou kapacitou, indikátory hladiny s vypínačem a filtry pro zachycení vzduchem neseného prachu, uvolněného během procesů plnění;
 - kryté dopravníkové pásy pro dopravu sypkých materiálů;
 - zkrácení přepravních vzdáleností a omezení počtu překládek;
 - minimalizace dráhy pádu při shozu (např. při sypání přes vodící plechy nebo lamelami);
 - samočinné přizpůsobování výše shozu při měnící se výšce nasypané hmoty;
 - přizpůsobení strojního vybavení příslušnému sypanému materiálu (např. u drapaků zamezení přetížení a mezishozu);
 - ochrana proti větru u úkonů nakládky a vykládky na volném prostranství;
 - omezení překládky při vysokých rychlostech větru;
 - zakrytování ploch, na kterých jsou skladovány jemné materiály a umístování venkovních skládek na závětrnou stranu budov;
 - zvýšení vlhkosti materiálů, příp. přidáním prostředků ke snížení povrchového napětí, pokud vlhčení není v rozporu s úkony následné úpravy nebo zpracování, se skladovatelností materiálu nebo s kvalitou překládaných materiálů,
 - peletizace jemných materiálů;
 - při přepravě vozidly používat uzavřené nádrže a zásobníky (cisternová vozidla, kontejnery, krycí plachty).
- sekundární techniky ke snížení emisí znečišťujících látek
 - tkaninové filtry;
 - slinuté lamelové filtry;
 - mokré odlučovače;
 - vodní zkrápění a mlžení;
 - průmyslové vysavače.

Náhrada stávajícího spalování pevných paliv za spalování plyných paliv vede ke snížení emisních koncentrací a celkových emisí všech sledovaných znečišťujících látek, především tuhých znečišťujících látek, SO₂, NO_x a CO.



Ostatní opatření jsou zaměřena na snížení emisí tuhých znečišťujících látek a to jak emisí řízenými výduchy, tak fugitivních emisí, tzv. prašnosti (někdy rovněž nesprávně nazývané sekundární prašnost).

Technické principy, účinnosti i uplatnitelnost jednotlivých technik jsou popsány v předchozích kapitolách tohoto dokumentu. Použitelnost těchto technik není obecně nijak omezena a je možné ji použít na stacionárních zdrojích v dotčeném segmentu těžby a úpravy paliv a nerostných surovin.

Aplikace výše uvedených technik ke snížení emisí tuhých znečišťujících látek je smysluplná pouze v těch technologických uzlech, kde se manipuluje s materiálem dostatečné jemnosti frakce a dostatečně nízké vlhkosti, aby mohlo docházet k jeho úletu a emisím do vnějšího ovzduší.

V případě instalace filtračních jednotek lze za nejlepší dostupnou techniku považovat využívání filtrů s vláknitou vrstvou nebo filtrů ze slinutých porézních vrstev. Emisní úroveň dosažitelná nejlepšími dostupnými technikami jsou emisní koncentrace TZL nižší než 20 mg/m³. Vztažné podmínky pro ověření emisních úrovní jsou: koncentrace příslušné znečišťující látky za obvyklých provozních podmínek. Podmínky ověření dodržení emisních úrovní jsou shodné s vyhodnocením plnění emisního limitu podle vyhlášky č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů.

Stanovení emisních úrovní dosažitelných při aplikaci nejlepší dostupné techniky není u dalších technik možné s ohledem na jejich charakter. Jako závazný parametr je proto zapotřebí stanovit minimální účinnost garantovanou projektovou dokumentací a dodavatelem technologie. V případě mlžících a skrápěcích zařízení je možné sledovat jako závazný parametr spotřebu vody, která je prokazatelná jako indikátor správného používání techniky. V případě průmyslových vysavačů je např. možné sledovat spotřebu elektrické energie při zařízení a opět dovodit, zda je technika provozována správně a je dosahováno deklarované účinnosti.

Ekonomická náročnost zavedení výše uvedených technik není detailně známa. K dispozici jsou pouze informace z předchozího programovacího období, kdy byly projekty v řešeném segmentu zdrojů rovněž podporovány. Nedostatek informací a značná různorodost těchto projektů ale neumožňuje vytvářet z těchto dat konkrétní závěry.

V předchozím programovacím období byl v tomto segmentu podpořen projekt Snížení prašnosti areálu recyklačního střediska Modřice společnosti MORAVOSTAV Brno, a.s. stavební společnost. Byla zde realizována opatření za cca 3,3 mil. Kč bez DPH, která vedla ke snížení emisí TZL o 5,7 tuny.

Dále je možné pospat některé další projekty, které by mohly být v obdobné podobě použity při těžbě a zpracování paliv a nerostných surovin. Jde např. o snížení emisí tuhých znečišťujících látek z manipulace s velmi jemným materiálem (popílkem). Dosud je materiál přesypáván ze zásobníků do nákladních automobilů s nákladovým prostorem vany. Prostor nakládky je z bočních stran uzavřený a k emisím dochází přední a zadní stranou. V těchto místech bylo realizováno mlžící zařízení. Dále byl v prostoru vybudován průmyslový vysavač. Náklady na realizaci dosáhly cca 2 mil. Kč bez DPH, konkrétní náklady se pohybovaly takto:

- | | |
|--|---------------|
| • 2 sady mlžících trysek, armatur, potrubních rozvodů | 1 345 tis. Kč |
| • 2 sady rozvodu průmyslového vysavače, sací příslušenství | 786 tis. Kč |

Další typový příklad investičních nákladů představuje realizaci technik ke snížení emisí při manipulaci s práškovým uhlím. Konkrétně spočívá v kombinaci několika technik. První je mlžení několika přesypů



uhlí, kde bude instalováno celkem 24 hlavíc mlžných trysek, potrubní rozvody, elektrické otápění potrubních rozvodů a tepelná izolace potrubních rozvodů. Tato část vyžaduje investiční náklady cca 2,5 mil. Kč bez DPH.

Dále je realizován přesyp uhlí z výšky na skládku (haldování) pomocí teleskopické hubice a současně instalace mlžícího děla. Celkem dojde k instalaci 2 sad hubic (výkon 200 t/h, zdvih 8 600 mm, provedení vnitřní ATEX zóna 22, vnější ATEX zóna 22 do 1 m) a 2 ks mlžících děl a potrubní rozvody pro děla. Tato část vyžaduje investiční náklady cca 3 mil. Kč bez DPH, konkrétně 2 hubice a příslušenství 2 220 tis. Kč, 2 mlžná děla (dosah 30 m za bezvětrí, pokrytí 2 830 m², spotřeba vody 3 m³/h) a podvozek 388 tis. Kč, potrubí, přípojky a další 280 tis. Kč.

Poslední realizovanou technikou je průmyslová vysavač - 1 sací jednotka a 1 sada rozvodů (maximální výkon 950 m³/h, maximální podtlak 2 700 mbar, provedení sání ATEX zóna 21, sání výbušného prachu) s celkovými investičními náklady 1 800 tis. Kč.

4.2 Specifické nejlepší dostupné techniky pro výrobu keramických výrobků

Kromě obecných nejlepších dostupných technik popsanych v kapitole 4.1, lze stanovit tyto specifické nejlepší dostupné techniky pro výrobu keramických surovin (v členění na primární a sekundární techniky):

- primární techniky ke snížení emisí znečišťujících látek
 - použití speciálních hořáků a specifického spalování pro snížení emisí NO_x;
 - použití paliv s nízkým obsahem síry, jako je zemní plyn, pro snížení emisí SO₂;
 - přidávání jemně mletého vápence nebo křídý do keramické hmoty pro snížení emisí fluoridů, chloridů a SO_x;
 - spalování VOC v peci.
- sekundární techniky ke snížení emisí znečišťujících látek
 - kaskádový adsorbér pro snížení emisí plyných znečišťujících látek;
 - modulový adsorpční systém pro snížení emisí fluoridů;
 - suché čištění odpadních plynů pomocí tkaninového filtru pro snížení emisí fluoridů, chloridů a SO_x;
 - mokré čištění odpadních plynů pro snížení emisí fluoridů, chloridů a SO_x;
 - filtr s aktivním uhlím pro snížení emisí VOC;
 - dopalování organických látek v odpadním plynu pro snížení emisí VOC.

Použitelnost speciálních hořáků a specifického spalování pro snížení emisí NO_x může být omezena požadavkem na vyšší účinnost spalování. Použitelnost dalších technik může být omezena např. prostorovými požadavky těchto technologií. Dále platí všechna omezení popsaná v úvodu kapitoly 4 a v kapitole 4.1.

Současně je potřeba uvést, že instalace naprostá většina výše uvedených sekundárních technik ke snížení emisí je v případě stacionárních zdrojů s menší projektovanou kapacitou zcela nákladově neefektivní.

Emisní úrovně dosažitelné výše uvedenými technikami doporučenými k podpoře z OPŽP jsou:

- emisní koncentrace TZL nižší než 20 mg/m³;
- emisní koncentrace NO_x nižší než 300 mg/m³;
- emisní koncentrace SO_x nižší než 100 mg/m³;
- emisní koncentrace CO nižší než 200 mg/m³;
- emisní koncentrace VOC nižší než 30 mg/m³;
- emisní koncentrace fluoridů nižší než 10 mg/m³;



-
- emisní koncentrace chloridů nižší než 30 mg/m³.

Vztažné podmínky pro ověření emisních úrovní jsou: koncentrace příslušné znečišťující látky ve vlhkém plynu za normálních stavových podmínek, někdy s udáním referenčního obsahu některé látky v odpadním plynu, obvykle kyslíku. Podmínky ověření dodržení emisních úrovní jsou shodné s vyhodnocením plnění emisního limitu podle vyhlášky č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů.

4.3 Specifické nejlepší dostupné techniky pro obalovny živičných směsí a mísírny živíc

Kromě obecných nejlepších dostupných technik popsaných v kapitole 4.1, lze pro obalovny živičných směsí uplatnit následující specifické nejlepší dostupné techniky:

- odsávání horkého třídění, míchače a zásobníku asfaltu a odvádění vzdušiny na hořák do sušicího bubnu, a
- instalace filtru s aktivním uhlím na zásobník asfaltu.

Pro posouzení emisních úrovní dosažitelných technikami doporučenými k podpoře z OPŽP nejsou k dispozici žádné údaje.

Pro dotační podporu těchto opatření neexistují žádné obecné technické limity nebo omezení. Pro posouzení ekonomické dostupnosti nejsou k dispozici žádné údaje.

4.4 Nejlepší dostupné techniky pro podporu z OPŽP

Mezi nejlepší dostupné techniky vhodné pro podporu z OPŽP 2014 + je možné zařadit všechny techniky popsané v kapitolách 4.1 až 4.3, jejichž zavedení vyžaduje investiční náklady na straně provozovatele.



5 POUŽITÉ ZDROJE

- zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů;
- vyhláška č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů;
- zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci), ve znění pozdějších předpisů;
- European Commission: Integrovaná prevence a omezování znečištění (IPPC) – Návrh referenčního dokumentu o nejlepších dostupných technikách v keramickém průmyslu, Konečný návrh - září 2006;
- Nerostné suroviny a jejich využití: Jakub Jirásek, Martin Vavro, projekt FRVŠ č. 18/2007, ISBN 978-80-248-1378-3), <http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/keramika.html>;
- Fakulta stavební VUT v BRNĚ, Ing. Petr Hýzl, Ph.D.: Praktické aplikace v pozemních komunikacích, modul 6 - Asfaltové směsi;
- Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, René Štyndl, Ekologické náklady výroby živičných směsí
- Příručka ochrany kvality ovzduší, Kolektiv autorů, Sdružení společností IREAS centrum, s.r.o., Praha a Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o., Chrudim, ISBN: 978-80-86832-77-7;
- CENIA, česká informační agentura životního prostředí: Interní archiv žádostí o vydání/změnu integrovaného povolení;
- Registr emisí a zdrojů znečišťování (REZZO) pro rok 2014;
- <http://www.apf.cz/home.html>
- <http://www.profiltr.cz/>
- <http://www.scheuch.com/>
- <http://www.nederman.cz/>
- First General Administrative Regulation Pertaining the Federal Immission Control Act (Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft) – anglická verze, neautorizovaná z roku 2002



6 SEZNAM ZKRATEK

BREF	referenční dokument o nejlepších dostupných technikách
CO	oxid uhelnatý
CO ₂	oxid uhličitý
EU	Evropská unie
NO _x	oxidy dusíku vyjádřené jako oxid uhličitý
OPŽP	Operační program Životní prostředí
OPŽP 2014+	Operační program Životní prostředí pro období 2014 - 2020
REZZO	Registr emisí a stacionárních zdrojů
SO ₂	oxidy síry vyjádřené jako oxid siřičitý
TZL	tuhé znečišťující látky
VOC	těkavé organické látky



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Tento dokument byl zpracován v rámci projektu „Zpracování referenčních dokumentů o nejlepších dostupných technikách u stacionárních zdrojů nespádajících pod BREF“.

srpen 2015

Zadavatel:

Ministerstvo životního prostředí ČR

Projektový tým:

Vedoucí projektového týmu: Ing. Petr Honskus

Složení projektového týmu (v abecedním pořadí): Ing. Stanislav Bartusek, Mgr. Petra Borůvková, Ing. Antonín Hlavatý, Ph.D., Ing. Adéla Katrušáková, Mgr. Jan Kolář, Ing. Jaroslav Kreuz, Ing. Jaroslava Malířová, Ing. Jiří Morávek, RNDr. Lubomír Paroha, RNDr. Jan Prášek, Ing. Monika Přibyllová, Ing. Ivana Špelinová, Ing. Jan Štejf, Ing. Jiří Valta, Ing. Miroslav Vlasák, CSc.



Evropská unie

Spolufinancováno z Prioritní osy 8 - Technická pomoc
financovaná z Fondu soudržnosti

Ministerstvo životního prostředí

Státní fond životního prostředí České republiky

www.opzp.cz

Zelená linka 800 260 500

dotazy@sfzp.cz