



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

TĚŽBA A ÚPRAVA PALIV A 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	7
3.1	Třídění a jiná studená úprava uhlí	7
3.1.1	Používané techniky a postupy	7
3.1.2	Související činnosti	8
3.1.3	Techniky snižování emisí do ovzduší	8
3.1.3.1	Primární techniky ke snižování emisí	8
3.1.3.2	Sekundární techniky ke snižování emisí	10
3.1.4	Dosahované emisní úrovně	12
3.2	Tepelná úprava uhlí	13
3.2.1	Používané techniky a postupy	13
3.2.2	Související činnosti	13
3.2.3	Techniky snižování emisí do ovzduší	14
3.2.3.1	Primární techniky ke snižování emisí	14
3.2.3.2	Sekundární techniky ke snižování emisí	15
3.2.4	Dosahované emisní úrovně	16
3.3	Kamenolomy a zpracování kamene	16
3.3.1	Používané techniky a postupy	16
3.3.2	Související činnosti	19
3.3.3	Techniky snižování emisí do ovzduší	19
3.3.3.1	Primární techniky ke snižování emisí	19
3.3.3.2	Sekundární techniky ke snižování emisí	20
3.3.4	Dosahované emisní úrovně	22
3.4	Těžba, úprava a zpracování kameniva (písků a štěrkopísků)	22
3.4.1	Používané techniky a postupy	23
3.4.2	Související činnosti	24
3.4.3	Techniky snižování emisí do ovzduší	25
3.4.3.1	Primární techniky ke snižování emisí	25
3.4.3.2	Sekundární techniky ke snižování emisí	26
3.4.4	Dosahované emisní úrovně	27
3.5	Povrchové doly paliv	28
3.5.1	Používané techniky a postupy	28
3.5.2	Související činnosti	28
3.5.3	Techniky snižování emisí do ovzduší	28
3.5.3.1	Primární techniky ke snižování emisí	29
3.5.3.2	Sekundární techniky ke snižování emisí	29
3.5.4	Dosahované emisní úrovně	31
4	Nejlepší dostupné techniky	32
4.1	Nejlepší dostupné techniky pro těžbu a úpravu paliv a nerostných surovin	33
4.2	Nejlepší dostupné techniky pro podporu z OPŽP	35
5	Použité zdroje	36
6	Seznam zkratk	37



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, např. Těžební unie. 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 těžba paliv a nerostných surovin zahrnuje tyto skupiny stacionárních zdrojů v členění dle přílohy č. 2 k zákonu o ochraně ovzduší

- Třídění a jiná studená úprava uhlí (kód 3.3 dle přílohy č. 2 k zákonu o ochraně ovzduší);
- Tepelná úprava uhlí (briketárny, nízkoteplotní karbonizace, sušení) (kód 3.4 dle přílohy č. 2 k zákonu o ochraně ovzduší);
- Kamenolomy a zpracování kamene, ušlechtilá kamenická výroba, těžba, úprava a zpracování kameniva - přírodního i umělého o projektovaném výkonu vyšším než 25 m³/den (kód 5.11 dle přílohy č. 2 k zákonu o ochraně ovzduší);
- Povrchové doly paliv, rud, nerudných surovin a jejich zpracování, především těžba, vrtání, odstřel, bagrování, třídění drcení a doprava, o projektované kapacitě vyšší než 25 m³/den (kód 5.13 dle přílohy č. 2 k zákonu o ochraně ovzduší).

Stacionární zdroje, které v obecné rovině spadají pod zpracovaný referenční dokument, jsou uvedeny v následující tabulce. Některé stacionární zdroje ale nejsou do zpracování zahrnuty, viz kapitola 2.3.

Tab. Přehled dotčených stacionárních zdrojů

Typ technologie	Kód dle přílohy č. 2 k ZOO/REZZO	Počet zdrojů	Zastoupení [%]
Třídění a jiná studená úprava uhlí	3.3	40	6,7
Tepelná úprava uhlí (briketárny, nízkoteplotní karbonizace, sušení)	3.4	9	1,5
Kamenolomy a zpracování kamene, ušlechtilá kamenická výroba, těžba, úprava a zpracování kameniva - přírodního i umělého o projektovaném výkonu vyšším než 25 m ³ /den	5.11	423	70,7
Povrchové doly paliv, rud, nerudných surovin a jejich zpracování, především těžba, vrtání, odstřel, bagrování, třídění drcení a doprava, o projektované kapacitě vyšší než 25 m ³ /den	5.13	126	21,1
Celkem		598	100,0 %

Zdroj: REZZO

Z dostupných statistických dat je patrné, že největší zastoupení v odvětví těžba paliv a nerostných surovin mají kamenolomy a zpracování kamene (cca 71 %). 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 „Třídění a jiná studená úprava uhlí“ provozuje cca 12 obchodních společností, stacionární zdroje ve skupině „Tepelná úprava uhlí“ provozuje cca 6 obchodních společností (přičemž se zde provozovatelé částečně překrývají s provozovateli předchozí skupiny), stacionární zdroje ve skupině „Kamenolomy a zpracování kamene...“ provozuje cca 102 obchodních



společností a stacionární zdroje ve skupině „Povrchové doly paliv, rud, nerudných surovin a jejich zpracování...“ provozuje cca 45 obchodních společností.

Stacionární zdroje v kategoriích 5.11 a 5.13 jsou si svou technologickou podstatou a uplatněním pracovních postupů velmi blízké. Hranice mezi těmito kategoriemi navíc není zcela zřejmá. Např. u písků a štěrkopísků, které jsou zařazovány jak do kategorie 5.11, neboť se jedná o kamenivo, tak do 5.13, neboť se jedná o nerudnou surovinu.

K zamyšlení zákonodárce jsou rovněž samostatné kapitoly 3.3. a 3.4. Kategorii 3.4 tvoří pouze 9 stacionárních zdrojů. Významnější část těchto zdrojů představují jednotky přímých procesních ohřevů - sušárny. Tyto jednotky by mohly být pokryty kategorií 3.1. Kategorii 3.3 by bylo efektivní vhodně podřadit pod kategorii 5.13, kde se rovněž hovoří o zpracování paliv, s vědomím skutečnosti, že nemalá část stacionárních zdrojů v kategorii 3.3 skutečně tvoří koncovku pro těžbu paliv.

2.2 Související procesy a činnosti

Mezi související činnosti zahrnuté do referenčního dokumentu patří především skladování vstupních a výstupních surovin a manipulace s nimi. V některých případech tyto činnosti tvoří nedílnou integrální část hlavních činností a jejich vyčleňování jako související činnost ve smyslu § 12 odst. 4 písm. f) zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů, nemá praktický smysl a bylo by vhodnější je přímo zmínit v definici kategorií v příloze č. 2 k zákonu č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů.

2.3 Stacionární zdroje nezahrnuté do referenčního dokumentu

Do referenčního dokumentu není zahrnuta tepelná úprava uhlí, která je zahrnuta jako vedlejší činnost v integrovaném povolení a jsou pro ni stanoveny podmínky v rámci působnosti 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), např. TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s. - Koksochemická výroba a Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s. - Zpracovatelská část.

Zároveň nejsou do dokumentu zahrnuty stacionární zdroje, jejichž výskyt je ojedinělý, např. jediné zařízení na výrobu dřevěného uhlí.



3 TECHNIKY POUŽÍVANÉ V ODVĚTVĚ A JEJICH EMISNÍ ÚROVNĚ¹⁾

3.1 Třídění a jiná studená úprava uhlí

Úprava uhlí je soubor technologických operací, jejichž cílem je snížení obsahu zbytečných a škodlivých látek v uhlí na minimum. Tyto látky se do uhelné hmoty dostaly buď při jejím vzniku (vlastní popeloviny) nebo tvoří často tenké vrstvy proplástků, popřípadě se mohly přimísit v důsledku těžebních operací (přibírka stropu nebo počvy sloje, vliv trhacích prací apod.). Možnost využití uhlí je tím větší, čím je v něm nižší obsah nespálitelných nebo škodlivých příměsí. Technologický proces úpravy uhlí je nezbytným meziplánkem mezi těžbou a jeho využitím.

Minimálním požadavkem na využití vytěženého uhlí je rozdělení na části o různém rozmezí velikosti částic (zrn). Tato operace se nazývá třídění. Je-li nutno oddělit uhlí od hlušiny (nespalitelná složka) je nezbytné použít operací, které souhrnně označujeme jako operace rozdružovací (separační). Při této operaci dochází k rozdělení surovin na dva nebo více produktů a je nutno pro větší efektivitu surovinu vhodným způsobem připravit na separační proces tzv. přípravné operace. Produkty, které vzniknou při rozdružovacích operacích je potřeba následně zpracovat tak, aby byly použitelné ke zvolenému účelu. Takové operace se nazývají pomocné.

3.1.1 Používané techniky a postupy

V rámci úpravy uhlí lze rozpoznat technologické uzly, kde probíhají různé typy úprav uhlí, např.:

- rozdělovací stanice - na zakončení pásového dopravníku vedoucího z lomu, tvoří předěl mezi těžbou a dopravou uhlí a jeho úpravou v třídírně;
- hlubinný zásobník - slouží pro ukládání uhlí dopravené do třídírny uhlí pasovou dopravou přímo z lomu nebo železniční dopravou;
- hrubá drtírna - po vybrání hlušiny a nežádoucích předmětů je uhelné zrno obvyklé velikosti 100 - 450 mm dopravováno do drtiče, kde je podrceno na zrnitost do 100 mm;
- hrubá třídírna - rozdělení nadrceného uhlí na více frakcí (obvykle 2-3 frakce)
- prádlo - dochází zde k rozdružení uhlí od hlušiny mokrou cestou;
- drtírny jednotlivých druhů uhlí - hrubě nadrcené a vytříděné uhlí je dále drceno na požadované frakce;
- třídírny druhů - slouží k roztřídění podrceného uhlí na jednotlivé obchodní druhy (např. KO2, O1, O2 a HP1);
- expedice - expedování uhlí ze zásobníků na kolejovou železniční a silniční dopravu.

¹ hlavní informační zdroje: Příručka ochrany kvality ovzduší, archiv autorského týmu, viz kapitola 5 Použité zdroje



Obr. Hlubinný zásobník v třídírně uhlí



3.1.2 Související činnosti

V případě úpravy uhlí 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 3.3 v příloze č. 2 k zákonu č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů, tyto činnosti nezmiňuje. Všechny tyto činnosti jsou integrální částí jednoho provozu a jsou zahrnuty do seznamu výše popsaných technologických uzlů a používaných technik.

3.1.3 Techniky snižování emisí do ovzduší²⁾

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}.

3.1.3.1 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.

² hlavní informační zdroje: Příručka ochrany kvality ovzduší, Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft a informace od výrobců odlučovacích zařízení, viz kapitola 5 Použité zdroje



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 TZL 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);
- 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 umísťování 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.



Obr. Zakrytování pasové dopravy uhlí



3.1.3.2 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 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 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 vnosu tuhých znečišťujících látek do ovzduší. Touto technikou lze snížit emise tuhých znečišťujících látek o 4 až 15 % v závislosti na četnosti vysávání.

Účinnost těchto sekundárních specifických technik ke snižování emisí TZL se poměrně výrazně mění v závislosti na velikosti emitovaných částic tuhých znečišťujících látek a charakteru, složení a fyzikálních vlastností znečištěné vzdušiny. Tam, kde jsou účinnosti známy, jsou tyto uvedeny u jednotlivých technik.



Obr. Hladinové odlučovače v třídírně uhlí



3.1.4 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).

Ze 40 stacionárních zdrojů, které jsou předmětem tohoto dokumentu, jsou dostupné údaje o jednorázovém měření emisí tuhých znečišťujících látek na 18 stacionárních zdrojích. Z údajů o měření vyplývá, že hmotnostní koncentrace tuhých znečišťujících látek na všech stacionárních zdrojích se pohybují pod 20 mg/m³ (s jednou jedinou výjimkou), přičemž více jak polovina dosahuje emisních koncentrací pod 10 mg/m³.

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

Při rozčlenění uvedených emisních koncentrací v závislosti na použitých technikách jsou výsledky následující (ne všechny uvedené emisní koncentrace měly přiřazen i odlučovač a naopak u některých zdrojů nebyly uvedeny emisní koncentrace a typ odlučovače uveden byl):

- cyklon: emisní koncentrace 6,6 mg/m³;
- tkaninové filtry: emisní koncentrace od 1,7 mg/m³ až do 8,4 mg/m³;
- elektrický odlučovač: emisní koncentrace 89,5 mg/m³;
- mokré hladinové nebo vírové odlučovače: emisní koncentrace od 10,3 do 18,1 mg/m³;
- mokré rozprašovací odlučovač: emisní koncentrace 17 mg/m³

Z výše uvedených emisních koncentrací nelze dělat žádné obecnější závěry o účinnosti případně efektivitě jednotlivých technik odlučovačů. Na to je analyzovaný vzorek dat příliš malý a nejsou rovněž k dispozici ani žádné údaje o stavu jednotlivých odlučovačů, případně dalších důvodech a okolnostech pro naměřené koncentrace.



3.2 Tepelná úprava uhlí

3.2.1 Používané techniky a postupy

Surové uhlí je skladováno v krytých skladech. Před sušením je vstupní surovina na ploše skládky míchána přesně podle předepsaných poměrů, případně musí být nejprve namleta na cílové velikosti.

Mlýnský okruh se může typicky skládat ze vstupního zásobníku, dávkovací váhy, mlýna, separátoru, soustavy cyklonů, hlavního mlýnského ventilátoru a odprašovacího zařízení. Tato zařízení tvoří vzájemně propojený uzavřený celek pracující v podtlaku inertní atmosféry. Rozemleté uhlí se dostává do vzhledu pomocí proudění dopravního média, které zajišťuje hlavní mlýnský ventilátor. Uhelný prach je tříděn ve statickém separátoru, který je umístěn nad mlýnem. Mleté částice uhelného prachu, které nesplňují požadovaný rozměr, se vrací zpět k mletí. Namleté uhlí se v cyklonu odděluje od vzhledu média a přes rotační podavače se pneumatickou dopravou dostává do zásobních sil. Přebytečné medium z mlýnského okruhu (podtlak v systému) prochází přes filtr do komína.

Po získání uhlí v požadovaných frakcích je uhlí tepelně upravováno - sušeno. Sušení je efektivní způsob jak zvýšit výhřevnost paliv s vyšším obsahem vlhkosti. Vysušení má pozitivní dopad nejen na výhřevnost, ale také na možnost mletí paliva před spálením, jeho uskladňování a dopravu.

Topným médiem v sušárnách uhlí je obvykle zemní plyn. Nejrozšířenějším typem sušárny uhlí z důvodu jednoduchosti je sestupná suška. Jedná se o konvektivní typ sušárny představovaný svislou troubou potřebného průměru uvnitř opatřenou žáruvzdornou vyzdívkou. Sušicím médiem je obvykle ohřátý vzduch nebo spaliny zavedené do sušky shora. Uhlí se do sušky přivádí v horní části a suší se během volného pádu. Pro intenzivní sušení je třeba použít vysokou teplotu sušicího média.

Dalšími typy sušáren jsou bubnová suška, parní fluidní suška a fluidní sušení odpadním teplem. V bubnové sušce materiál postupuje vlivem rotace a sklonu ve směru působení plamene plynového hořáku směrem k výsypce na pásový dopravník k expedici. Na konci sušicího bubnu je instalováno vytrídění složky uhelného granulátu nad potřebnou velikost. Proces sušení je realizován horkými spalinami plamene plynových hořáků, které jsou odsávány ve směru toku materiálu kouřovým ventilátorem. Tento ventilátor zároveň zabezpečuje odtah spalin a pár ze sušicího bubnu přes mokré čištění spalin a separátor do komína.

Na odlišném principu fungují parní sušky představované tlakovými nádobami s dutým čepem, kam je vhnána pára o teplotě 150 až 180 stupňů. Uhlí, které má na vstupu obsah vody cca 40 procent pak prostupuje trubkami sušáku a za pomoci obracecích lišt je postupně prosušováno až se obsah vody sníží až na 20 %. Pro ohřev sušáků mohou být využívány dva druhy páry. Sušení v tomto případě není zcela kontinuální, reguluje se otáčkami sušiče v závislosti na výsledcích rozboru vzorků v laboratořích. V těch se každou hodinu sleduje obsah vody, popelu i síry, a jednou za směnu také výhřevnost uhlí.

V existujících provozech se odlišuje tepelná úprava černého uhlí, kde se vysušování děje během procesu mletí (generátor tepla je součástí mlecího okruhu) a tepelná úprava hnědého uhlí, kde tvoří sušičky samostatnou technologii.

Usušené uhlí je skladováno v uzavřených silech. Následná doprava sušeného uhlí, resp. uhelného prachu, probíhá po železnici případně s využitím autocisteren. Mleté prachové uhlí je přepravováno v režimu Evropské dohody o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR) a Řádem pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (RID).

3.2.2 Související činnosti

V případě tepelné úpravy uhlí nemá v praxi význam vyčleňovat vstupní nebo výstupní skladování či dopravu materiálu jako související činnost ve smyslu § 12 odst. 4 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 3.4 tyto činnosti nezmiňuje. Všechny tyto činnosti jsou integrální částí jednoho provozu a jsou zahrnuty do seznamu výše popsanych technologických uzlů a používaných technik.

Procesy expedice produktů, jejich dopravy a přepravy jsou zajištěny jako uzavřené s odtahem odpadní vzdušiny na filtry.

3.2.3 Techniky snižování emisí do ovzduší³⁾

Hlavním problémem z hlediska ovzduší jsou především emise polycyklických aromatických uhlovodíků, dále emise vzniklé ze spalovacího procesu při sušení.

Emise tuhých znečišťujících látek ze souvisejících činností nedosahují vyšších hodnot a s ohledem na charakter jejich vzniku se jedná o částice hrubších frakcí s nízkým podílem částic PM₁₀ a PM_{2,5}.

3.2.3.1 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 všech potenciálně emitovaných znečišťujících látek.

Mezi primární specifické techniky ke snižování emisí TZL 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);
- 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;

³⁾ hlavní informační zdroje: Příručka ochrany kvality ovzduší, Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft a informace od výrobců odlučovacích zařízení, viz kapitola 5 Použité zdroje



- 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 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 mají být používány 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 specifické techniky ke snižování emisí oxidů dusíku patří

- použití speciálních hořáků a specifického spalování.

Mezi primární specifické techniky ke snižování emisí oxidů síry patří

- použití paliva s nízkým obsahem síry, jako je zemní plyn.

3.2.3.2 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;
- 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. 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.
- 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.

3.2.4 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).

Registr emisí a stacionárních zdrojů obsahuje 9 stacionárních zdrojů, které jsou zařazeny do kategorie 3.4. Na 7 stacionárních zdrojích z nich jsou dostupné údaje o jednorázovém měření emisí tuhých znečišťujících látek. Ze 4 stacionárních zdrojů, které jsou předmětem tohoto dokumentu, jsou dostupné údaje o jednorázovém měření emisí tuhých znečišťujících látek na všech těchto stacionárních zdrojích. Z údajů o měření vyplývá, že hmotnostní koncentrace tuhých znečišťujících látek na všech stacionárních zdrojích se pohybují pod 20 mg/m³, přičemž s výjimkou jednoho stacionárního zdroje dosahují emisních koncentrací pod 10 mg/m³. Tyto emisní koncentrace jsou dosahovány s využitím výše pospaných technik, včetně koncových odlučovačů:

- tkaninových filtrů: emisní koncentrace od 0,5 mg/m³ až do 4 mg/m³;
- elektrických odlučovačů: emisní koncentrace od 7,4 do 13,7 mg/m³;
- mokrých hladinových a proudových odlučovačů: emisní koncentrace od 0,5 mg/m³ až do 4 mg/m³.

Údaje o emisních úrovních NO_x, SO₂ a CO nejsou k dispozici nebo jsou tyto emisní úrovně velmi nízké. Údaje o emisních úrovních PAH nejsou k dispozici, ale z údajů o celkových emisích těchto znečišťujících látek je zřejmé, že tyto emise představují největší problém z hlediska ochrany vnějšího ovzduší.

3.3 Kamenolomy a zpracování kamene

3.3.1 Používané techniky a postupy

Prvním krokem při těžbě a zpracování kamene je uvolnění suroviny ze skalního masivu. Původně byly zaváděny tzv. komorové odstřely. Jejich princip spočíval v odpálení trhaviny uložené ve vyhloubené štolě s komorami. Při komorovém odstřelu docházelo k uvolnění značných objemů těžené suroviny (50.000 - 100.000 tun). Tento způsob těžby má však řadu negativ: výška těžební stěny dosahuje několik desítek metrů, mohutné exploze koncentrovaně uložené trhaviny vyvolávají značné otřesy, často je potřebné dodatečné rozpojování skalních bloků sekundárními odstřely a nelze opomenout ani bezpečnostní rizika spojená s odebíráním suroviny zpod vysokých stěn.

Vzhledem k tomu došlo na konci 20. století k postupnému nahrazení komorových odstřelů odstřely clonovými, které výše uvedené nedostatky odstraňují. Jejich podstata spočívá v uvolnění kamene



odpálením trhaviny uložené v soustavě svislých vrtů, doplněných podle potřeby horizontálními podvrtávkami v patě těžební stěny.

Obr. Clonový odstřel v kamenolomu



Mezi nejběžnější techniky používané v kamenolomech patří

- dobývání – strojní dobývací metodou většinou ve 2 a více etážích;
- vrtací práce – vrtací soupravy s vrchním kladivem o průměrném výkonu 180 m/sm s průměrem vrtů 102 mm, sklon vrtů 15 ° od svislice, převrtání 10 – 15 % výšky lomové stěny; a
- trhací práce – převážně clonové odstřely.

Ročně je provedeno v kamenolomu přibližně 50 - 120 odstřelů, tj. 1-2 týdně. Při provádění trhacích prací je povolena max. dílčí nálož 400 kg na jeden časový stupeň a celková nálož clonového odstřelu je omezena na 5 000 kg. V současné době je provádění trhacích prací obvykle zajišťováno specializovanou externí firmou.

Sekundární rozpojování probíhá pomocí mechanických systémů (bourací kladiva na podvozku rýpadel a rovněž demoliční koule). V závislosti na požadovaném frakčním složení a kvalitě prochází surovina následně několika stupni (až třemi) drcení. Primární drcení je zajišťováno čelistovými drtiči. Další stupně drcení probíhají v kladivových, odrazových anebo kuželových drtičích.

Čelistové drtiče se používají pro hrubé a střední drcení tvrdých a houževnatých surovin. Materiál je drcen tlakem, zčásti též lámáním nebo roztíráním v prostoru mezi pevnou a pohyblivou čelistí drtiče, a to v průběhu pohybu pohyblivé čelisti proti čelisti pevné. V době, kdy se čelisti od sebe vzdalují, postupuje drcená hornina dolů k výpustné štěrbině. Šířka výpustné štěrbině se může v určitém rozsahu měnit, což umožňuje získávat produkt požadované zrnitosti. Čelistové drtiče bývají doplněny odhliňovacími třidiči, které před primárním drcením odstraňují jemnou frakci z materiálu, čímž se dosahuje odlehčení vlastního drtiče.



Kuželové drtiče se používají pro hrubé, střední i jemné drcení velmi pevných a obtížně drtitelných hornin. V kuželových drtičích je materiál zdrobňován mezi otáčejícím se drtícím kuželem a nepohyblivým drtícím pláštěm.

Kladivové a odrazové drtiče drtí materiál prudkými údery kladiv nebo drtících lišt a nárazy rychle se pohybujících zrn na nepohyblivé pancéřové desky. Na rozdíl od čelistových a kuželových drtičů, ve kterých je průběh rozpadu zdrobňovaných zrn určen jejich polohou v drtícím prostoru, drtí se v úderových drtičích zrna v místech své nejmenší soudržnosti, tj. podél štěpných ploch, různých trhlin a puklin.

Rostoucím požadavkům zejména na přesnost třídění jednotlivých zařízení musely být uzpůsobena třídící zařízení. V současné době se často využívají vibrační síťové třídíče. Změnila se také doprava mezi jednotlivými výrobními uzly, která je v současné době zajišťována pásovými dopravníky. Celý proces úpravy kameniva a třídění je řízen elektronicky pomocí počítače.

Obr. Pásové rypadlo



Jako nakládací a manipulační prostředky se používají elektrická a hydraulická pásová rypadla a kolové nakladače. Pro převoz pak obvykle tzv. dampy (nebo též dumpery), což jsou speciální těžká nákladní vozidla s velkým objemem nákladního prostoru.



Obr. Kloubový dampř



3.3.2 Související činnosti

Mezi související činnosti patří především skladování a expedice výstupních materiálů. Skladování obvykle probíhá na volné ploše. Expedice materiálů probíhá jak nakládáním z volné plochy, tak prostřednictvím velkoobjemových sil.

V případě kamenolomů nemá v praxi význam vyčleňovat vstupní nebo výstupní skladování či dopravu materiálu jako související činnost ve smyslu § 12 odst. 4 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.

3.3.3 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}.

3.3.3.1 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 popsanými 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;

⁴ hlavní informační zdroj: Příručka ochrany kvality ovzduší, Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft a informace od výrobců odlučovacích zařízení, 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 všech potenciálně emitovaných znečišťujících látek.

Mezi primární specifické techniky ke snižování emisí TZL 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);
- 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 mají být používány 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.

3.3.3.2 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;
- tkaninové filtry jako součást vrtacích souprav pro navrtávání stěny (při přípravě clonového odstřelu)
- 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;
- 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 vzhledu tuhých znečišťujících látek do ovzduší. Touto technikou lze snížit emise tuhých znečišťujících látek o 4 až 15 % v závislosti na četnosti vysávání.



3.3.4 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).

Provádění jednorázových měření je v tomto segmentu stacionárních zdrojů spíše výjimečné s ohledem na charakter zdrojů a jejich emisí. Ze 423 stacionárních zdrojů jsou k dispozici údaje z jednorázového měření u 74 stacionárních zdrojů. Většina těchto stacionárních zdrojů je zaměřena na těžbu a zpracování vápence. Logicky se v případě naměřených dat jedná především o výduchy na technologických uzlech mletí, třídění a drcení vytěženého kameniva. Aplikací technik ke snižování emisí na těchto místech je dosahováno obvykle velmi nízkých koncentrací tuhých znečišťujících látek.

Naprostá většina z těchto stacionárních zdrojů, konkrétně 55 zdrojů dosahuje emisní koncentrace tuhých znečišťujících látek nižší než 10 mg/m³. 15 stacionárních zdrojů dosahuje emisní koncentrace tuhých znečišťujících látek nižší než 30 mg/m³. 1 stacionární zdroj dosahuje emisní koncentrace tuhých znečišťujících látek nižší než 50 mg/m³ a 3 stacionární zdroje dosahují emisní koncentrace tuhých znečišťujících látek nižší než 100 mg/m³.

Při rozčlenění uvedených emisních koncentrací v závislosti na použitých technikách jsou výsledky následující (ne všechny uvedené emisní koncentrace měly přiřazen i odlučovač a naopak u některých zdrojů nebyly uvedeny emisní koncentrace a typ odlučovače uveden byl):

- cyklon/multicyklon/žaluziový odlučovač: emisní koncentrace od 3,0 mg/m³ až do 52,3 mg/m³;
- tkaninové filtry s automatickým oklepem: emisní koncentrace od 0,0 mg/m³ až do 21,3 mg/m³;
- tkaninové filtry bez automatického oklepu: emisní koncentrace od 1,9 mg/m³ až do 39,2 mg/m³;
- mokrý hladinový odlučovač: emisní koncentrace 93 mg/m³;
- mokrý rozprašovací odlučovač: emisní koncentrace 4,5 mg/m³

3.4 Těžba, úprava a zpracování kameniva (písků a štěrkopísků)

Kamenivem se rozumí zrnitý (sytký) anorganický materiál přírodního nebo umělého původu, s velikostí zrna do 125 mm, který je určen pro stavební účely. Ve stavebnictví se kamenivo používá především jako plnivo, které v kombinaci s vhodnými pojivy slouží pro přípravu malt a betonů. V betonu tvoří kamenivo 75 až 80 % celkového objemu a jeho hlavní funkcí je vytvoření pevné a tlakově odolné kostry, která vzniká vzájemným opřením a zaklíněním jednotlivých zrn. V silničním a železničním stavitelství se kamenivo rovněž používá k tvorbě uměle zhuštěných těles a vrstev – např. násypů, kolejových loží a vozovkových vrstev.

Vlastnosti kameniva jsou ovlivněny především jeho původem, tj. mineralogickým složením a obsahem dalších složek. Základními požadavky na kamenivo jsou především objemová hmotnost a pevnost zrn (v závislosti na konkrétní stavební aplikaci), nízká nasákavost a trvanlivost.

Naprostá většina kameniva, používaného ve stavebnictví, je kamenivo přírodní, pocházející z přírodních hornin vyvřelého, usazeného nebo přeměněného původu. Přírodní kamenivo představuje jeden z nejrozšířenějších stavebních materiálů a nepoužívanější přírodní materiál vůbec. Celosvětová produkce drceného kameniva a štěrkopísků se v současnosti odhaduje na 16 mld. tun za rok, což představuje zhruba 50 % všech surovin těžených člověkem ze zemské kůry.

Kamenivo je možno rozdělit podle celé řady hledisek. Nejčastěji jde o:

- původ;
- způsob vzniku zrn.



Podle původu lze kamenivo dělit na:

- přírodní – anorganické kamenivo, získané těžbou nebo drcením přírodních hornin. K procesu desintegrace horniny došlo fyzikálně-mechanickým procesem, a to buď přirozeným zvětráváním, nebo drcením v drtičích;
- umělé – kamenivo anorganického původu, které vzniklo za přispění člověka nejčastěji tepelným procesem (tavba kovů, spalování, termická expandace);
- recyklované – kamenivo anorganického původu, které bylo dříve použito jako stavební materiál ve stavebních konstrukcích.

Podle způsobu vzniku zrn lze kamenivo dělit na:

- těžené – přírodní kamenivo nejčastěji fluvialního (říčního), glacigenního (ledovcového), glaci-fluvialního (říčně-ledovcového) nebo eolického (naváté větrem) původu. Jedná se o usazené (sedimentární) horniny typu písků, štěrků a štěrkopísků, které vznikají zvětráváním starších hornin a následným transportem vodou, ledovcem nebo větrem. Těžené kamenivo se zpravidla vyznačuje zaoblenými tvary jednotlivých zrn a ohlazeným povrchem, které vznikají v souvislosti s transportem zvětralé horniny. Případný podíl předrcených větších zrn nepřesahuje 40 % hmotnosti;
- drcené – kamenivo nejčastěji přírodního původu, které vzniká „umělým“ drcením větších kusů horniny a následným tříděním. Může vznikat také drcením jiných anorganických materiálů, např. vysokopecní strusky. Drcené kamenivo je zpravidla charakteristické nepravidelným, ostrohranným tvarem zrn, ostrými hranami a drsným lomovým povrchem;
- těžené předrcené – kamenivo získané drcením zrn těžného kameniva o velikosti nad 2 mm s podílem drcených zrn nad 40 % hmotnosti.

Nejvýznamnější lokalitou těžby písku a štěrkopísku jsou jižní Čechy, konkrétně okolí Třeboně, Suchdolu nad Lužnicí, Veselí nad Lužnicí a Vodňan. Mezi další důležité oblasti patří Liberecko, Chomutovsko, Karlovarsko, Zlínsko a Přerovsko.

Celková výše těžeb štěrkopísku klesla oproti 70. a 80. létům minulého století na přijatelné hodnoty a představuje zhruba 30 - 40 % dřívějších maxim. Ročně se těží všemi těžebními společnostmi dohromady okolo 1,5 milionu tun štěrkopísku, včetně živcových surovin. Co do objemu je těžba písku a štěrkopísku na třetím místě po uhlí a těžbě kamene.

3.4.1 Používané techniky a postupy

Způsob těžby písku a štěrkopísku lze základně dělit na:

- suchou těžbu, a
- mokrou těžbu.

Suchá těžba písku a štěrkopísku probíhá nad úrovní hladiny podzemní vody. Používají se kolové nakladače případně kombinovaná rypadla a dopravníky. Materiál je buď svážen na určené místo a odtud dopravován nákladními automobily na místo určení, nebo je bez meziskládky nakládán přímo na automobily.



Obr. Suchá těžba písku



Při mokré těžbě dochází k těžbě pod úrovní hladiny podzemní vody. Používají se plovoucí rypadla, korečková nebo sací a dopravníky (nejčastěji pásové nebo korečkové). Během těžby dochází k zaplavování vytěžené jámy podzemní vodou. Vytěžený materiál se sváží dopravníky na jedno místo, kde se nechá částečně vyschnout a pak je dopravován na místo určení nákladními automobily. Na vysoušení písku je možné využít i sušící zařízení, ale tento postup je finančně náročnější a v České republice se prakticky nepoužívá.

Obr. Mokrý těžba písku



3.4.2 Související činnosti

V případě těžby kameniva nemá v praxi význam vyčleňovat vstupní nebo výstupní skladování či dopravu materiálu jako související činnost ve smyslu § 12 odst. 4 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.



3.4.3 Techniky snižování emisí do ovzduší⁵⁾

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}.

3.4.3.1 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 všech potenciálně emitovaných znečišťujících látek.

Mezi primární specifické techniky ke snižování emisí TZL 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);
- 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;

⁵⁾ hlavní informační zdroj: Příručka ochrany kvality ovzduší, Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft a informace od výrobců odlučovacích zařízení, viz kapitola 5 Použité zdroje



- 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 mají být používány 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.

3.4.3.2 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;
- 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 vzhledu tuhých znečišťujících látek do ovzduší. Touto technikou lze snížit emise tuhých znečišťujících látek o 4 až 15 % v závislosti na četnosti vysávání.

3.4.4 Dosahované emisní úrovně

Pro analýzu dosahovaných úrovní emisí byla využívána data 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). Tento registr neobsahuje žádné údaje o emisních koncentracích stacionárních zdrojů v pískovnách a šterkopískovnách, což je dáno především charakterem těchto stacionárních zdrojů a absencí povinnosti provádět jednorázová měření.



3.5 Povrchové doly paliv

3.5.1 Používané techniky a postupy

V rámci povrchových dolů paliv probíhají především činnosti spočívající v těžbě uhlí, dopravě uhlí, těžbě skrývky a dopravě skrývky.

Báňské činnosti na skrývce probíhají obvykle na více řezech. Těchto činností se účastní technologické celky vybavené rýpadly a zakladači. Dálková pásová doprava skrývky je tvořena pásovými dopravníky různých šířek (obvykle okolo 2 m).

Těžený materiál je dopravován kombinací pásových dopravníků a pásových vozů do dopravního uzlu, kde je překládán na uhelné odtahové dopravníky.

Obr. Lom na hnědé uhlí – rýpadlo KU 300



3.5.2 Související činnosti

Mezi související činnosti patří především doprava skrývky prostřednictvím pásových dopravníků.

3.5.3 Techniky snižování emisí do ovzduší⁶⁾

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}.

⁶⁾ hlavní informační zdroje: Příručka ochrany kvality ovzduší, Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft a informace od výrobců odlučovacích zařízení, viz kapitola 5 Použité zdroje



3.5.3.1 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 všech potenciálně emitovaných znečišťujících látek.

Mezi primární specifické techniky ke snižování emisí TZL 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);
- 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 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 vozidla mají být používány 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.

3.5.3.2 Sekundární techniky ke snižování emisí

Mezi sekundární techniky ke snižování emisí tuhých znečišťujících látek patří:

- 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);
- mobilní či stacionární bariéry - S ohledem na charakter činností prováděných v lomu, jejich rozsah a rozmístění v obrovské ploše může být snižování emisí v místě jejich vzniku nereálné. V těchto případech by měly nastoupit techniky ke snížení již vzniklého znečištění ovzduší. Mezi tyto techniky lze zařadit především terénní valy, ochranné stěny a izolační zeleň (a jejich kombinace).

Obr. Mlžící zařízení na zakladači





Obr. Ochranná stěna



3.5.4 Dosahované emisní úrovně

Pro analýzu dosahovaných úrovní emisí byla využívána data 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).

Tento registr neobsahuje žádné údaje o emisních koncentracích stacionárních zdrojů v povrchových lomech, což je dáno především charakterem těchto stacionárních zdrojů a absencí povinnosti provádět jednorázová měření emisí.



4 NEJLEPŠÍ DOSTUPNÉ TECHNIKY

Kapitola nejlepších dostupných technik 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). Současně je zapotřebí upozornit, že ani při předpokladu jednorázové investiční dotace není uplatnění nejlepších dostupných technik trvale udržitelné. Odstranění bariery ekonomické neúnosnosti má opodstatnění pouze ve vztahu ke stávajícímu programovému období. Po ukončení životnosti investice lze předpokládat, že následnou prostou reprodukci může být problematické realizovat (již bez dotace).

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 těžbu a úpravu paliv a nerostných surovin

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

- primární techniky ke snížení emisí znečišťujících látek
 - 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 sypaní přes vodící plechy nebo lamelami);
 - samočinné přizpůsobování výše shozu při měnící se výšce nasýpané 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 umísťování 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
 - odstředivé odlučovače;
 - tkaninové filtry;
 - slinuté lamelové filtry;
 - elektrostatické odlučovače;
 - mokré odlučovače;
 - vodní zkrápění a mlžení;
 - průmyslové vysavače.

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 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.

Všechny výše uvedené techniky jsou zaměřeny na snížení emisí tuhých znečišťujících látek a to jak emisí řízenými výduchy, tak fugitivních emisí, tzv. prašnosti (někdy rovněž nesprávně nazývané sekundární prašnost).

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. Vztažené 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 např. spotřebu vody (případně vodní směsi s látkami zvyšujícími smáčivost povrchu zkrápěných látek), 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. Obecně je možné konstatovat, že v případě kamenolomů bylo podpořeno 11 projektů společností M - SILNICE a.s., Kámen a písek, spol. s r.o., Reno Šumava a.s., MORAVOSTAV Brno, a.s. stavební společnost, Rosa, s.r.o. a EUROVIA Kamenolomy, a.s. Byla zde realizována opatření za cca 96 mil. Kč bez DPH, která dle investorů vedla ke snížení emisí TZL o cca 2 400 tun.

V případě povrchových lomů paliv byly podpořeny 3 projekty společnosti Severočeské doly, a.s. Byla zde realizována opatření za cca 682 mil. Kč bez DPH, která vedla ke snížení emisí TZL o 81 tun.

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 Nejlepší dostupné techniky pro podporu z OPŽP

Mezi nejlepší dostupné techniky vhodné pro podporu z OPŽP 2014 + je možné zařadit všechny techniky popsané v kapitole 4.1, 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
- 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



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