

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

ZBYTKY PO SPALOVÁNÍ UHLÍ A JEJICH VLIV NA ZDRAVÍ A
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Vedoucí práce: Ing. Anna Cidlinová

Bakalant: Tomáš Plizák

© 2015 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra aplikované ekologie

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tomáš Plzák

Krajinářství

Název práce

Zbytky po spalování uhlí a jejich vliv na zdraví a životní prostředí

Název anglicky

Coal combustion residues and their effects on health and the environment

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je popsat vliv aplikace ZPSU do životního prostředí a následně možné riziko ohrožení zdraví a to na základě současných poznatků.

Metodika

Bakalářská práce bude zpracována formou literární rešerše, svým zpracováním musí odpovídat Metodickým pokynům pro zpracování bakalářské práce na FŽP na ČZU .

Doporučený rozsah práce

cca 40 stran

Doporučené zdroje informací

MŽP ČR, 1996: Metodický pokyn odboru pro ekologické škody kritéria znečištění zemin a podzemní vody platný ode dne 31. 7. 1996.

US EPA, 2005: Using Coal Ash in Highway Construction: A Guide to Benefits and Impacts. EPA cooperation with Department of Energy, Federal Highway Administration, The American Coal Ash Association, The Utility Solid Waste Activities Group. EPA-530-K-05-002.

US EPA, 2007: Human and Ecological Risk Assessment of Coal Combustion Wastes. Office of Solid Waste Research Triangle Park, NC 27709.

Veverka Z.: Bezpečnost zbytků po spalování uhlí, proč pochybuji? Odpadové fórum (Waste management forum) 11/4: 21-24. ISSN 1212-7779.

Zimová M., Wittlingerová Z., Cidlinová A., Melicherčík J., 2010b: Stávající přístupy k minimalizaci zdravotních a ekologických rizik při využívání vedlejších energetických produktů v ČR. Integrovaná bezpečnost, Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie, Kočovce, Slovakia, str. 161-169. ISBN 978-80-8096-133-6.

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Anna Cidlinová

Elektronicky schváleno dne 19. 11. 2013

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 18. 12. 2013

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 24. 02. 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma „Zbytky po spalování uhlí a jejich vliv na zdraví a životní prostředí“ vypracoval samostatně pod odborným vedením své vedoucí bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Litvínově dne 10. 3. 2015

Tomáš Plzák

Poděkování

Velice rád bych touto cestou poděkoval vedoucí mé bakalářské práce Ing. Anně Cidlinové za odborné vedení, za poskytnutí rad a podnětných připomínek, včetně návrhů, korekcí a času s jejím zpracováním.

Abstrakt

Práce se zabývá problematikou zbytků po spalování uhlí a jejich vlivem na zdraví a životní prostředí. Zbytky po spalování uhlí vznikající při výrobě energií, které jsou součástí našeho běžného života. S tím je spojená tvorba vedlejších energetických produktů, s využitím ve stavebnictví a v průmyslovém odvětví, jako například po důlní činnosti. Zpracování vedlejších produktů zejména z energetického průmyslu a uložením na skládky, je často plýtváním cennou minerální surovinou, kterou lze výhodně využít jinak, což přináší ekonomický i ekologický efekt. Hlavní pozornost je nutno věnovat velkoobjemově produkovaným odpadům a vnímat je jako druhotné suroviny, v tom to případě především se jedná o produkty z energetiky. Pro jejich využití je nutná stabilizace toxických látek a vyloučení všech zdravotních rizik, aby nedocházelo při umístování vedlejších energetických produktů nebo výrobků z nich k výluhům toxických látek do životního prostředí a následně nedošlo k poškození podzemních i povrchových vod a ke vstupování látek do potravních řetězců. Zdánlivé efektivní využití odpadu však hrozí nebezpečnými následky, neboť obsahuje vysoký podíl toxických látek, obsažené ve zbytcích po spalování a vedlejších produktech. Ty nesou zdravotní rizika, která je potřeba hlídat a neustále kontrolovat a nelze tedy obecně říct, že zbytek po spalování uhlí či vedlejší energetický produkt je bezpečný či nebezpečný, ale vše záleží na posouzení daného konkrétního vzorku.

Klíčová slova: zbytky po spalování uhlí, vedlejší energetické produkty, zdravotní rizika

Abstrakt

The thesis deals with an issue of coal residues and its influence on health and the environment. Coal residues produced during production of energy are part of our everyday life. This is connected with formation of energy by-products, with usage in building industry and industry such mining. Processing of by-products particularly from energy industry to landfills is often waste of valuable mineral raw material, which can be used conveniently for economical and ecological effects. Main focus should be paid to high volume produced waste and perceive it as secondary raw material which for us is especially energy product. During its usage is necessary to stabilize toxic substances by location of energy by-products or products produced from them and prevent pollution of groundwater and surface water and entry of toxins into food chain and causing health risks. Apparent effective usage of waste however threatens dangerous consequences, because it contains high amount of toxic substances. It can cause health risks which must be checked and we can not say in general that the residue or the energy by-product is secure or dangerous. Everything depends on assessment of a certain sample.

Keywords: coal combustions residues, energy by products, health risks

Obsah

1.	Úvod	10
2.	Cíl práce.....	11
3.	Literární rešerše	12
3.1.	Vznik zbytků po spalování uhlí	12
3.2.	Popílky	15
3.3.	Vlastnosti popílků	16
3.4.	Fyzika a morfologie popílků	17
3.5.	Chemické složení popílků	17
3.6.	Vedlejší energetické produkty	18
3.6.1.	Návrh postupu pro certifikaci výrobků z VEP	18
3.6.2.	Legislativa VEP	21
3.6.3.	Produkty z VEP	23
3.6.4.	Popílek a škvára	23
3.6.5.	Energosádrovec.....	24
3.6.6.	VEP polosuché metody odsíření, stabilizát, aglomerát a deponát .	24
3.7.	Zdravotní rizika vedlejších energetických produktů	25
3.7.1.	Metody hodnocení.....	26
3.7.2.	Antimon Sb	27
3.7.3.	Arsen As	27
3.7.4.	Baryum	28
3.7.5.	Beryllium Be.....	29
3.7.6.	Bor B.....	29
3.7.7.	Hliník Al.....	30
3.7.8.	Chrom Cr	30
3.7.9.	Kadmium Cd	31
3.7.10.	Olovo Pb	31
3.7.11.	Rtuť Hg	32
3.7.12.	Selen Se	32

3.7.13. Stříbro Ag.....	33
3.7.14. Thallium Tl	33
3.7.15. Vanad Va	33
3.7.16. Zinek Zn.....	34
3.7.17. Hodnocení zdravotních rizik.....	35
4. Charakteristika studijního území.....	38
5. Diskuze	39
6. Závěr.....	41
7. Seznam zdrojů	42
7.1. Seznam zdrojů - Literatura	42
7.2. Seznam zdrojů - Legislativa	45
7.3. Seznam zdrojů - Internetové zdroje.....	46
8. Seznam obrázků, grafů a tabulek.....	47
9. Seznam příloh	48

Seznam použitých zkratk

AO	Autorizovaná osoba
CEN	Evropský výbor pro normalizaci
ČOI	Česká obchodní inspekce
ČSN	Československá (Česká) státní norma
EN	Evropská norma – náhrada českých technických norem novými evropskými normami (EN)
ES	Evropská společenství
ETA	Evropské technické schválení
EU	Evropská unie
IRZ	Integrovaný registr znečišťování
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
PAU	Polycyklické aromatické uhlovodíky
REACH	Registration, Evaluation, Adonisation and Restriction of Chemicals - evropská registrace, hodnocení, povolování a omezování chemických látek
SH	Thiolová skupina
STO	Stavebně technická osvědčení
TKY	Teplárna Komořany u Mostu
US EPA	Mezinárodní agentura pro ochranu životního prostředí
VEP	Vedlejší energetické produkty
ZPSU	Zbytky po spalování uhlí

1. Úvod

Bakalářská práce je zpracována na téma zbytky po spalování uhlí, jejich vlivu na zdraví a životní prostředí. V celé České republice vznikne cca 10 mil. tun popílku a přibližně 3 mil. tun zbytků po spalování uhlí ročně. Využívá se však jen přibližně 20 % z celkového množství popílku ročně. Důvody vysokého podílu spalování fosilních paliv u nás, ale i ve světě jsou primárně ekonomicky spojené s těžbou, dostupností a infrastrukturou přizpůsobenou k výrobě energií spalováním.

Uhlí je největším zdrojem fosilního uhlíku na planetě Zemi a jeho životnost značně přesahuje životnost zásob ropy i zemního plynu. Podíl uhlí na světové spotřebě primárních energetických zdrojů činí 23,5 %. Uhlí se ve světové ekonomice nejnvýznamněji uplatňuje při výrobě elektrické energie a tepla (Roubíček, 2002).

Z obecného mínění některých odborníků nelze zatím předpokládat, že by v celkové energetické bilanci byl větší podíl těchto zdrojů, nahrazen jinými zdroji, dnes všeobecně označovanými jako obnovitelnými (Juchelková a kol. 2002).

Hoření uhlí je koncentrační proces, při němž vzniká organická látka a z největší části vyhoří, spolu s ní uniknou do ovzduší i všechny lehce těkavé složky. Zůstanou pouze zbytky po spalování uhlí (Kolář, 1969).

Samotný vznik zbytků po spalování uhlí včetně legislativních nároků je popisováno podrobněji v práci. Veškerá problematika se odvíjí od typu zvoleného uhlí, typu zvoleného spalování a typu konečné fáze použití zbytků po spalování uhlí a to jako zbytku samotného či vedlejšího energetického produktu. Ten je dnes hojně využíván například jako stavební materiál.

Jedna z opomíjených věcí je vliv popílku, vedlejších energetických produktů a dalších zbytků po spalování uhlí na životní prostředí a zdraví. Poslední studie ukazují výskyt stopových prvků při nevhodném používání zbytků po spalování. Tím mohou vznikat nové ekologické zátěže s možným znečištěním podzemních a povrchových vod. Prostřednictvím kontaminované půdy mohou následně škodlivé látky vstupovat do potravních řetězců a do ovzduší (Cidlinová a kol. 2012).

Proto lze se zbytky nakládat jako s produktem a výrobkem. Nepřetržitá kontrola je podstatnou a neopomíjenou součástí expedice z energetických zařízení, při aplikaci zpět v různých formách u níže zmíněných produktů nebo výrobků.

2. Cíl práce

Cílem bakalářské práce je popis energetického zpracování uhlí, jejichž vlivem vznikají vedlejší produkty po spalování uhlí. Na základě současných poznatků jsou zde rozebrány druhy zbytků po spalování. Bezprostředně navazujícím cílem práce je vysvětlení pojmů jako vedlejší energetické produkty a popílek, které mohou mít různorodý vliv na zdraví obyvatel a naše životní prostředí. V práci jsou popsány jednotlivé chemické prvky obsažené ve zbytcích po spalování a jejich vzájemná interakce a kontaminace. Ty mohou vykazovat určitou specifickou toxicitu (mutagenitu, karcinogenitu, apod.). Na to navazuje metoda zabývající se hodnocením ekologických zdravotních rizik při využívání ZPSU.

3. Literární rešerše

3.1. Vznik zbytků po spalování uhlí

V tepelných elektrárnách se spalováním uhlí primárně získává elektrická energie. Výroba elektrické energie v současných elektrárnách je složitý technologický proces, na jehož konci se nezíská jen elektrická energie, ale i vedlejší produkty vzniklé spalováním uhlí (Otčenášek, 2006).

Především zemní plyn, ropa, uhlí a fosilní paliva patří k nejvýznamnějším zdrojům energetických surovin. Uhlí patří ke kaustobolitům uhelné řady. Je to hořlavá, nehomogenní, přírodní tuhá hornina, koloidní barvy hnědé až černé (Fečko a kol. 2003).

Typy uhlí mají velmi často různé chemické i rozmanité fyzikální vlastnosti. Aby tuto různorodou směsici druhů uhlí bylo možno jasně a přehledně klasifikovat, vypracovalo se mnoho systémů, které se snaží zohlednit tyto rozdíly a zavést určitý řád, případně nalézt nějakou zákonitost (Teysler, 1988).

V České republice jsou nejrozšířenějším zdrojem uhelné elektrárny, jejichž podíl výroby z uhlí je 69 %, ostatní podíl ve světě je průměrně 39 % z uhlí ve výrobě elektrické energie. Uhelné elektrárny u nás spalují nejčastěji hnědé uhlí s obsahem 10-30 % popela a lignitu s obsahem až 60 % popela, v menší míře pak i černé uhlí s obsahem 10-15% popela. Statisticky na jednu vyrobenou MWh se spálí průměrně přibližně 1t uhlí. Jako vedlejším produktem tohoto spalování je ročně uhelnými elektrárnami v ČR vyprodukováno asi 10 miliónů tun popílku (Sokolář, 2010).

Spalováním uhlí pro energetické účely a technologické využití, jsou nejdůležitější vlastnosti, obsah popelovin v uhlí a obsah prchavé hořlaviny. Popeloviny v uhlí: až 95 % popelovin je tvořeno jílovitými materiály a to hlinitokřemičitany (Kaolin, Halloysit, Montmorillonit), křemičitany, sirníky (FeS, FeS₂, ZnS, PbS) a uhličitany (kalcit, dolomit, siderit). Menší část popelovin tvoří fluoridy sírany, apatit, chloridy a jiné látky. Spálením paliva vzniká z popeloviny tuhý zbytek, který se všeobecně nazývá popel v procesu po spalování.

ČSN 44 1350 definuje popel jako tuhý zbytek po dokonalém spálení tuhého paliva při teplotě 800 (+/- 25) °C. Po dobu spalování nastávají v popelovinách změny, závisící na teplotě, atmosféře a způsobu spalování. Sirníky oxidují na oxidy kovů a oxid siřičitý, uhličitany se rozkládají na příslušné oxidy. Popeloviny některých druhů uhlí obsahují alkalické soli (např. NaCl a Na₂SO₄), které způsobují částečné

tavení strusky už při relativně nízkých teplotách 800 - 900 °C (Svoboda, Kepák, 1998).

Jemnost vzniklých popelovin po spalování jednoznačně závisí na jemnosti částic paliva, po jejichž spálení zůstává obsažen anorganický podíl (Novotný, Fiala, 1977).

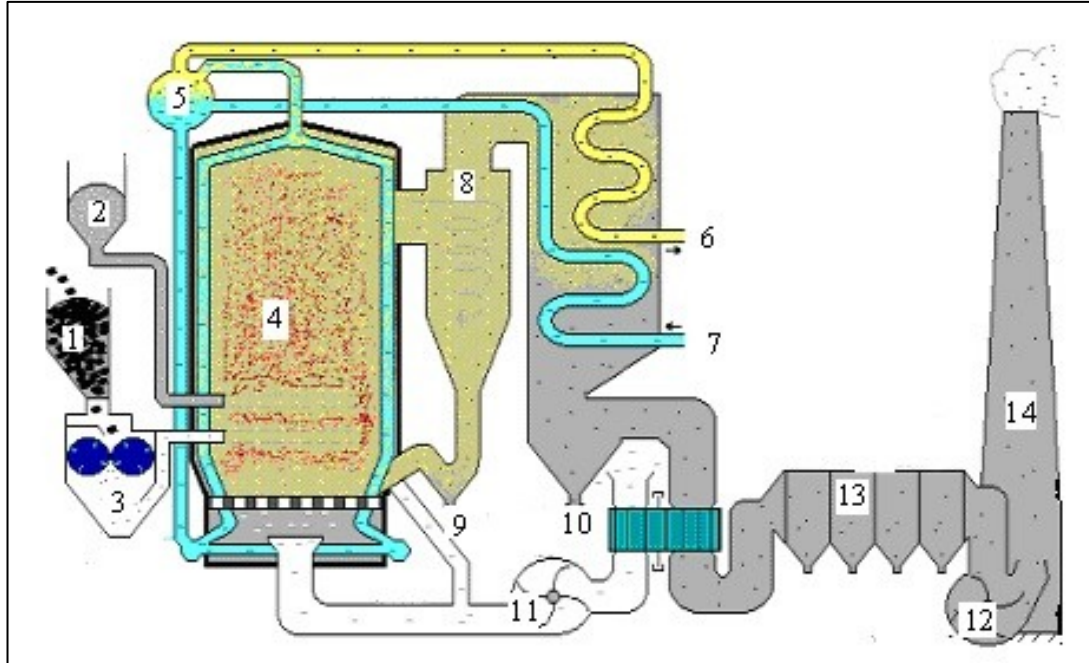
Populace a hlavně člověk, jako takový, je nejvíce ohrožen nejjemnější frakcí o rozměrech několika μm , pro které jsou všechny známé odlučovací a filtrační metody neúčinné. Částice pronikají hluboko do plic a kromě toho obsahují, vždy největší podíl toxických kovů, obsažených po spalování uhlí (Noskievič, 2002).

Zbytky po spalování uhlí a jejich specifické účinky z každého jednotlivého prvku se v různých koncentracích pohybují od méně než 1 mg/kg až do 3500 mg/kg. Chemické látky obsažené ve zbytcích po spalování uhlí vykazují specifickou toxicitu a některé i navíc karcinogenitu, mutagenitu a teratogenitu. Výskyt jednotlivých prvků při spalování uhlí závisí na velikosti částic, na geochemickém chování prvků a na charakteru vazby. U podzemních a povrchových vod může v závislosti na aplikaci zbytků po spalování uhlí na životní prostředí dojít při prosakování výluhu s obsahem toxických látek k exponování a kontaminaci obyvatelstva u výše uvedených vod (Cidlinová a kol. 2012).

V případě tuhých zbytků po spalování uhlí v kotlích se setkáme s různými vlastnostmi a vzhledem. Pro zbytky po spalování máme tato označení:

- **Struska** - hmota je sklovitá a hutná (minerální látky byly odtaveny)
- **Škvára** - pórovitý materiál (obsažené minerální látky v průběhu hoření změkly a spekly se)
- **Popel** - obsah minerálních látek se neroztavil ani nezměkl a zůstal v sypké formě (např. popel z fluidního spalování)
- **Popílek** - vnesené jemné částičky tuhých zbytků proudem spalin ze spalovací komory
- **Úlet** - přes odlučovače prachu vnesená část popílku, která je součástí tuhých emisí (Svoboda, Kepák 1998).

Obr. 1 - technologické schéma fluidního kotle



(1) - zásobník uhlí, (2) - zásobník vápence, (3) - mlýn na uhlí, (4) fluidní lože, (5) - parní buben, (6) - vyrobená pára, (7) - voda pro výrobu páry, (8) - cyklon, (9) - výpust' ložového popela, (10) - výpust' jemného ložového popela, (11) - ventilátor ke vhánění létavého popílku, (12) - spalinový ventilátor, (13) - látkové filtry, (14) - komín

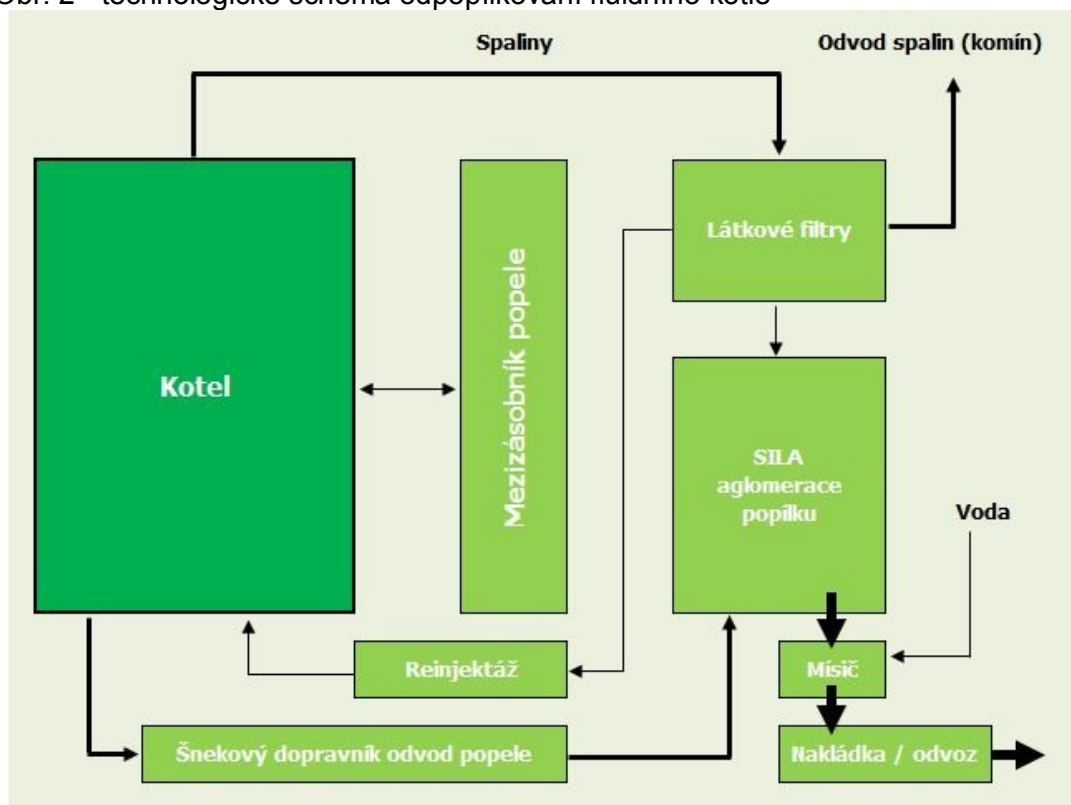
Zdroj: Tuhé zbytky fluidního spalování uhlí jako efektivní pojivo

Základní technologické schéma uhelného parního kotle, je uvedeno na obrázku (Obr. 1), který vyjadřuje základní funkce procesních technologických celků kotle a jejich vzájemné navazující propojení. Zároveň také dobře popisuje způsob využití energie fosilního paliva pro výrobu jiných ušlechtilých energií (teplo, elektřina apod.) a vystihuje i místo vzniku vedlejších energetických produktů. Palivo různého druhu, je zpravidla lignit nebo hnědé a černé uhlí. Ze skládky je palivo dopravováno pásovou dopravou do kotelny k jednotlivým zásobníkům instalovaným u parních kotlů. Ze zásobníků putuje palivo přes drtič, ten slouží k finální úpravě paliva (pokud není úprava paliva provedena předem v jiném technologickém zařízení), přímo do kotle, kde je v jeho ohništi (různých typů) spáleno spolu s vápencem. Vzniklé spaliny předávají uvolněnou tepelnou energii vodě a přes teplosměnné plochy jsou odváděny z kotle dále přes ohříváky vody a vzduchu (sloužící jejich vychlazení a zlepšení účinnosti provozu kotle) do odlučovačů popílku (odprášení) k vyčištění a odvedeny kouřovody do komína.

Zbytky zachycené ve výsypkách odlučovačů popílku a struska z ohniště kotle jsou zpravidla odváděny odpopílkovacím zařízením z energetického zařízení (kotle) k dalšímu zpracování.

Přes pneumatickou dopravu je popílek ze všech kotlů uložen v suchém stavu v silách k dalšímu zpracování. Poté následuje smíchání s vodou v zařízení zvaném mísič, které provádí a určuje poměr smísení vody s popílkem a pokračuje pasovou dopravou na nakládku pro automobilovou nebo kolejovou dopravu. Proces uskladnění nesmí být od nakládky delší než 4h s ohledem na garantované vlastnosti dalšího využití, dle certifikace výrobku. Následující obrázek (Obr. 2) schematicky znázorňuje proces tzv. odpopílkování spolu s re-injektáží (znovu přepálení) popele ve fluidním kotli (celkem 10 ks) instalovaném v teplárně Komořany u Mostu (TKY).

Obr. 2 - technologické schéma odpopílkování fluidního kotle



Zdroj: Tomáš Plzák

3.2. Popílký

Popílký z elektráren vznikají při spalování všech druhů uhlí v tepelných elektrárnách. Patří mezi nejjemnější frakce zbytku ze spalování o velikosti zrn < 1 mm, které jsou zachytávány v elektroodlučovacích nebo látkových filtrech (Medvecová, Mužík, 2004).

V provozu různých druhů kotlů na tuhá paliva je důležitá teplota tavení popela, při nichž nastává roztavení všech částic. Praktický význam charakteristických teplot popela je, že orientačně určují přípustné teploty v ohnisku a také teploty, při kterých

mohou nastat poruchy ve spalovacím zařízení. Tavicí teplota popela závisí zejména na složení popelovin a druhu atmosféry. Popeloviny některých druhů uhlí obsahují alkalické soli, u kterých dochází k natavování už při relativně nízkých teplotách a to 800 – 900 °C. Na zvyšování teploty tavení má vliv obsah oxidu křemičitého (SiO_2) a oxidu hlinitého (Al_2O_3). Naopak teplotu tavení snižuje oxid železitý, oxid železnatý, oxid titaničitý, oxid vápenatý, oxid hořečnatý, oxid sodný a oxid draselný (Fe_2O_3 , FeO , TiO_2 , CaO , MgO , Na_2O a K_2O). Největší vliv na teploty tavení popela mají tedy sloučeniny železa. V oxidační atmosféře jsou teploty tavení popela s obsahem oxidů železa vysoké. V silně redukčním prostředí dochází k tavení popela při nižších teplotách. Nejnižší teploty tavení jsou ve smíšené atmosféře (Michalíková a kol. 2010).

Popílký a jejich vlastnosti se v zásadě liší především podle typu použitého spalovacího zařízení a na typu spalovaného uhlí. V závislosti na způsobu spalování rozlišujeme dva zásadní druhy spalování - ohniště fluidní, jejichž spalovací teploty dosahují 850 °C a tím vznikají fluidní popílký. Zde se k procesu spalování přidává současně vápenec nebo dolomit. A druhy ohniště práškové, které dosahují průměrných spalovacích teplot 1400-1500 °C a tím vznikají takzvané vysokoteplotní popílký (černouhelné, hnědouhelné), (Sokolář, 2010).

Barevnost zbytků závisí na množství nespáleného uhlíku v popelu a to od světle hnědé, přes šedou až po černou (Ahmaruzzaman, 2010).

Klasické popílký mají do 20 % mullitu a hlavní složku až 80 % skelné fáze, obsah síry (SO_3) je jmenovitě menší než 1 %. Při klasickém spalování probíhá odsiřování dodatečně a to u spalin s využitím nejčastěji vápence za vzniku dalšího vedlejšího energetického produktu - energosádrovce.

Fluidní popílký využívají nižší spalné teplo a neobsahují skelnou fázi a mullit, díky tomu jsou typické vysokým obsahem vápenatých sloučenin (anhydritu CaSO_4 , až 15% CaO , včetně zbytků vápence v původní nespálené formě), ty propůjčují fluidním popílkům typické hydraulické vlastnosti (tuhnou a tvrdnou jen se smísením vody). Odsiřování je procesně součástí popílký a produkt anhydrit je jeho součástí, tím fluidní popílký vykazují obsah síry (SO_3) v řádech několika procent (nejvíce do 10 %), (Sokolář, 2010).

3.3. Vlastnosti popílků

Svou charakteristikou odpovídají daným složením, mezi ně patří fyzikální, chemické, minerální a morfologické vlastnosti. Důležité parametry jsou: měrný povrch, sypaná

hmotnost, nasákavost, hustota, granulometrie, nespalitelný podíl, amorfni a krystalické fáze, magnetické minerály, povlaky na povrchu částic a zastoupení majoritních a minoritních prvků. Plavením popílků se získají mikročástice cenosfér a plerosfér (Lyčková, 2001).

Všeobecné složení popílků je z velmi jemných částic, snadno roznášených větrem o struktury písčitého prachu. Složení popílku je ovlivněno kvalitou a formou spalovaného uhlí. Z toho vyplývá, že velikosti a podíly částic se můžou u jednotlivých elektráren značně lišit. V podstatě lze říci, že čím jsou jemnější frakce paliv použity, tím jemnější jsou nespalitelné zbytky (Kolář, 1969).

3.4. Fyzika a morfologie popílků

Fyzikální a chemické vlastnosti popílku závisí na zrnitosti. Velikosti zrn bývají 0,001 - 0,1 mm s obsahem částic v 68 % < než 0,063 mm. Se zmenšováním částic vzrůstá koncentrace u některých stopových prvků, které se shlukují na povrchu (Smith, 1980). Pucolánová reaktivita je právě ovlivněna velikostí zrn a jejich rozložením v závislosti na typu povrchu a pórovitosti (Kejčík, 2010).

Vysoká teplota u výtavných a granulačních ohnišť produkuje zaoblené až kulovité částice, zatímco fluidní ohniště produkují tvar z původních uhelných zrn. Morfologickým jevem při spalování v rozmezí teplot 1200 – 1500 °C je, že částice pak mívají oválný tvar s výskytem mikrosfér skládající se z dutých cenosfér a vyplněných plerosfér. Povrch není hladký a vyskytují se na nich jemnozrné částice krystalických sloučenin velikosti 0,1 - 0,5 μm (Fečko a kol. 2003). Tyto částice mívají zvýšený obsah toxických a zdraví škodlivých prvků jako jsou arsen (As), beryllium (Be), bor (B), selen (Se), germanium (Ge), kadmium (Cd) a železo (Fe).

3.5. Chemické složení popílků

Chemické složení popílků je jednoznačně závislé na složení původního uhlí. A závisí také na chemické reakci v průběhu hoření, které ovlivňuje přítomnost vody, vodních par, dostatku kyslíku, obsahu síry, dále pak konstrukce spalovacího zařízení a řízení procesu hoření. V tabulce (Tab. 1) uvádím průměrné chemické složení popílku. Podstatný poznatek je, že obsah chemických prvků v uhlí, kromě prchavých látek, se zachovává i v popílcích. Kde je jejich koncentrace v porovnání s původním uhlím vyšší. U popílků z černého uhlí je to 4krát (granulační popílků), 4-5krát (výtavné popílků), 3,5krát (fluidní popílků) vyšší. V popílcích z hnědého uhlí pak 2,5 až 3krát vyšší. Popílků z práškového spalování jsou tvořené z 80 % až 95 %

amorfními alumosilikátami. Amorfní fáze rozhodujícím způsobem ovlivňují pucolánové a latentní hydraulické vlastnosti popílků. Vysoký podíl krystalické fáze a obsah nedopalu způsobuje oslabení pucolánových vlastností (Michalíková a kol. 2010).

Tab. 1 - průměrné chemické složení popílku

Zastoupení komponent (%)											
Popílek	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	CaO	MgO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Ztráta žháním
Klasický	52,22	28,01	3,09	-	1,38	2,37	9,66	0,6	0,51	1,59	5,9
Fluidní	42,34	19,44	18,21	2,58	2,49	1,55	5,79	5,26	0,37	1,41	10,7

Zdroj: Průměrné chemické složení popílků (Medvecová, Mužík, 2004).

Jednou z hlavních složek popílků je oxid hlinitý (Al₂O₃), oxid křemičitý (SiO₂) a oxid železitý (Fe₂O₃) s výskytem různých množství hořčíku, síry a vápníku. Někdy se vyskytuje i rtuť (Hg), antimon (Sb) a arsen (As). Empirický vzorec, který je navržen na základě obsahu chemických prvků: Si_{1,0} Al_{0,45} Ca_{0,51} Na_{0,047} Fe_{0,039} Mg_{0,020} K_{0,013} Ti_{0,011} (Iyer, Scott, 2001).

3.6. Vedlejší energetické produkty

Vedlejší energetické produkty (VEP) vznikají při výrobě elektřiny v tepelných elektrárnách spalujících uhlí. VEP je synonymem pro strusku z kotlů, lóžový popel a zejména popílek z různých druhů kotlů a pro produkty odsiřovacích procesů jako jsou produkty vznikající při suché metodě a energosádrovec. Využívání vedlejších energetických produktů má několik výhod z hlediska technické aplikace i životního prostředí. Vyvíjelo se po mnoho let a je založeno na požadavcích norem nebo jiných předpisů, které podléhají pravidelné revizi ze strany CEN (Evropský výbor pro normalizaci) nebo národních úřadů (Feuerborn a kol. 2012).

Roční produkce vedlejších energetických produktů v rámci celé České republiky je kolem 15 miliónu tun (VÚHU, 2011).

3.6.1. Návrh postupu pro certifikaci výrobků z VEP

Za předpokladu nutnosti zvýšeného dohledu nad chemickými a fyzikálními vlastnostmi výrobků ze, nebo s obsahem zbytků po spalování uhlí doporučují řešitelé projektu č. SP/2f3/118/08, aby všechny výrobky obsahující zbytky po spalování uhlí, pokud nejsou výrobky uvedenými v příloze č. 2 nařízení vlády č. 163/2002 Sb., byly stanovenými výrobky podle zákona o technických

požadavcích na výrobky č. 22/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů a byly podrobovány posuzování shody v souladu s citovaným nařízením vlády, kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, ve znění pozdějších předpisů. Je navrženo, aby tyto výrobky byly posuzovány podle § 5 citovaného předpisu. Pokud nejsou pro tyto výrobky stanoveny environmentální požadavky, měli by být pro tzv. stavebně technická osvědčení základními kritériálními požadavky stanovené v tabulce (Tab. 2), (Univerza SoP, 2010).

Tab. 2 - kritériální požadavky stavebně technického osvědčení

Pořadí	Výrobek ZPSU a místo jeho použití Odpady ZPSU Prostředí	Kritické ukazatele pro stanovení vhodného výluhu	Limitní hodnoty ve výluhu (mg/l)	Kritické ukazatele pro stanovení v sušině	Limitní hodnoty v sušině (mg/kg)	Podrobnost
1	ZPSU (VEP) jako surovina k dalšímu zpracování (v souladu s technickými a zejména harmonizovanými normami)	Nestanovují se	Nestanovují se	AS, Be, Cd, Cr, Pb, Se, Tl	Nestanovují se	Výrobek z této suroviny po skončení životnosti nesmí být odpad "nebezpečný" Výrobce musí v technické dokumentaci o výrobku informovat o maximálních možných koncentracích kritických ukazatelů (vybraných prvků) v sušině výrobku
2	Jakékoliv místo bez omezení (včetně zásypů)	Sb, As, B, Al, Cr, Cd, Mn, Ni, Cu, Se	Limitní hodnoty nejvyšší mezní, ukazatelů pro pitnou vodu	AS, Be, Cd, Cr, Pb, Se, Tl, PAU, TOC	Nestanovují se limitní hodnoty ukazatelů pro přijatelnost odpadů ze skládky S-IO	Výrobek může obsahovat max. 50% ZPSU výrobce musí v technické dokumentaci o výrobku informovat o maximálních možných koncentracích kritických ukazatelů (vybraných prvků) v sušině výrobku
3	Liniové stavby P7	V případě, že není splněna podmínka zabezpečení stavby, stanovená pro skládky skupiny S-IO není možno ZPSU využívat. Výrobce musí v technické dokumentaci o výrobku informovat o maximálních možných koncentracích kritických uživatelů (vybraných prvků As, Be, B, Cd, Cr, Pb, Se, Tl) v sušině výrobku				
3.1	Horninové prostředí a založení stavby odpovídá nejméně zabezpečení jako u skládky S-IO	Sb, As, B, Al, Cr, Cd, Mo, Ni, Cu, Se, V	Limitní hodnoty ukazatelů pro povrchovou vodu	Nestanovují se	Nestanovují se	Nesmí být použito v I. a II. ochranném pásmu vodního zdroje
3.2	Horninové prostředí a založení stavby odpovídá nejméně zabezpečení jako skládky S-IO	Sb, As, B, Al, Cr, Cd, Mn, Se, Cu	Limitní hodnoty nejvyšší mezní, ukazatelů pro pitnou vodu	Nestanovují se	Nestanovují se	Nesmí být použito v I. ochranném pásmu vodního zdroje

4	Ochranné stavby P8	V případě, že není splněna podmínka zabezpečení stavby, stanovená pro skládky skupiny S-IO není možno ZPSU využívat. Výrobce musí v technické dokumentaci o výrobku informovat o maximálních možných koncentracích kritických uživateli (vybraných prvků As, Be, B, Cd, Cr, Pb, Se, Tl) v sušině výrobku.				
4.1	Násypy Hlukové bariéry Horninové prostředí a založení stavby odpovídá nejméně zabezpečení jako skládky S-IO	Sb, As, B, Al, Cr, Cd, Mo, Ni, Cu, Se, V	Limitní hodnoty ukazatelů pro povrchovou vodu	Nestanovují se	Nestanovují se	Nesmí být použito v I. a II. ochranném pásmu vodního zdroje
4.2	Povodňové hráze Horninové prostředí a založení stavby odpovídá nejméně zabezpečení jako skládky S-IO	Sb, As, B, Al, Cr, Cd, Mo, Ni, Cu, Se, V Ekotoxicita	Limitní hodnoty ukazatelů pro povrchovou vodu Vyhl. č. 294/2005 Sb.	Nestanovují se	Nestanovují se	Návodní strana nesmí v mocnosti 50cm obsahovat ZPSU
5	Rekultivace vyuhlených povrchových dolů P4	V závislosti na horninovém prostředí a posouzení rizik podle přílohy č.11 k vyhlášce č.294/2005 Sb.				
6	Rekultivace hlubinných dolů P5	V závislosti na horninovém prostředí a posouzení rizik podle báňských předpisů (vyhláška ČBÚ č.300/2005 Sb., kterou se mění vyhláška č.99/1992 sb., o zřízení, provozu, zajištění a likvidaci zařízení pro ukládání odpadů v podzemních prostorech a vyhláška ČBÚ č.298/2005 Sb. o požadavcích na odbornou kvalifikaci a odb. způsobilost a č.299/2005Sb., kterou se mění vyhláška 104/1988 sb., o hospodárném využívání výhradních ložisek, o povolování a ohlašování hornické činnosti a...)				
7	Rekultivace jiných povrchových dolů a lomů P6	Sb, As, B, Al, Cr, Cd, Mo, Ni, Cu, Se, V Ekotoxicita	Limitní hodnoty nejvyšší mezní, ukazatelů pro pitnou vodu Vyhl. č. 294/2005 Sb.	As, Be, Cd, Cr, Pb, Se, Tl	Nestanovují se	Do 1000t Nad 1000t posouzení rizik. Výrobce musí v technické dokumentaci o výrobku informovat o maximálních možných koncentracích kritických ukazatelů (vybraných prvků) v sušině výrobku
8	Úprava reliéfu terénu mimo zemědělskou a lesní půdu P9	Sb, As, B, Al, Cr, Cd, Mo, Ni, Cu, Se, V Ekotoxicita	Limitní hodnoty ukazatelů pro povrchovou vodu Vyhl. č. 294/2005 Sb.	As Cr Cd Sb Mo Se V	40 mg/kg 300 mg/kg 2 mg/kg 20 mg/kg 50 mg/kg 5 mg/kg 300 mg/kg	V mocnosti nejméně 1m od povrchu nově vytvářeného terénu nesmí být ZPSU použity
9	Odstraňování ZPSU na skládky odpadů kromě jednodruhových	Za stejných podmínek jako odpady podle vyhlášky č.294/2005 sb.				
10	Odstraňování ZPSU za zvláštních podmínek					
10.1	Na jednodruhové skládce	ZPSU jsou osvobozeny od povinnosti placení poplatků, pokud splňují požadavky pro uložení na S-IO, S-OO, S-NO a jsou ukládány na skládku s odpovídajícím zajištěním				
10.2	Na jednodruhové skládce	Pokud ukládané ZPSU nespĺňují požadavek pro uložení na skládku S-NO je možno na tuto skládku ukládat, ale jsou v takovém případě podřízeny povinnosti placení poplatku				

Zdroj: Kritéria pro výrobky ze, nebo s obsahem ZPSU využívané v různých prostředích (UNIVERZA SoP, 2010)

3.6.2. Legislativa VEP

Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů - §12, odst. 1 zákona č. 22/1997 Sb. vláda nařízeními stanoví výrobky, které představují zvýšenou míru ohrožení oprávněného zájmu, a u kterých musí být posouzena shoda (stanovené výrobky). A nařízeními stanoví technické požadavky, které musí tyto výrobky splňovat.

Technické požadavky na stavební výrobky jsou specifikovány v Nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, ve znění pozdějšího předpisu Nařízení vlády č. 190/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky označované CE, ve znění pozdějších předpisů.

Nařízení vlády č. 163/2002 Sb. se zabývá posuzování shody stavebních výrobků, pro které neexistují nebo nejsou platné harmonizované technické specifikace. V případě, že jsou pro výrobek stanoveny určené normy, konkretizující základní požadavky na výrobek z hlediska jeho použití. Pak se provádí posouzení shody s požadavky určených norem, ale pokud určené normy neexistují, vydává autorizovaná osoba tzv. stavební technické osvědčení (STO) a provádí posouzení shody s požadavky stanovenými v STO. V příloze č. 2 NV č. 163/2002 Sb. se rozdělují výrobky do 12 skupin, dle jejich určeného použití ve stavbách a ke každé výrobkové skupině jsou stanoveny postupy posuzování shody a v případě vedlejších energetických produktů, provádí posouzení shody téměř vždy autorizovaná osoba (AO), která vydává certifikát. Jako příklad je uveden v příloze č. 1 - certifikát výrobku v případě popílků z látkových filtrů v TKY. Platnost je podmíněna prováděním pravidelného ročního dohledu autorizovaná osoba nad řádným fungováním systému řízení výroby a výrobce následně vypracovává prohlášení o shodě, které obsahuje náležitosti uvedené v §13 NV č. 163/2002 Sb. Jako příklad je uveden v příloze č. 2 - prohlášení o shodě v případě popílku z látkových filtrů TKY.

Nařízení vlády č. 190/2002 Sb. se zabývá posuzování shody stavebních výrobků, pro které existují platné harmonizované evropské technické specifikace. Harmonizované technické normy evropské technické schválení (ETA) se týkají výrobků, které se odchyľují od harmonizace nebo pro ně harmonizační norma ani určená norma vztahující se k NV č. 190/2002 Sb. neexistuje.

Údaje o certifikované výrobě se nemůže ukázat v evidenci odpadů z důvodu, že certifikované vedlejší energetické produkty, nespádají pod působnost zákona č. 185/2001Sb., o odpadech a změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

Jako dozor pro certifikované vedlejší energetické produkty se uvádí, že orgánem dozoru je Česká obchodní inspekce (ČOI), nebo v rozsahu stanoveném zvláštními právními předpisy Český báňský úřad. Česká obchodní inspekce může provádět rozborů nebo zajistit provedení rozborů k ověření toho, zda výrobky plní požadavky vyplývající ze zákona č. 22/1997 Sb. Jako příklad je uveden v příloze č. 1 - certifikát výrobku TKY.

Z hlediska využití, není možné certifikované VEP použít i jinak, než je zákonem určené použití výrobku, specifikované např. v STO, protože pro jiné způsoby použití výrobku nebylo provedeno posouzení shody.

Platnost STO a certifikátu stanoveného výrobku u VEP, je dle §3, odst. 3 NV č. 163/2002 Sb., omezena na dobu 5 let. Pokud nedojde ke změně podstatných skutečností, za kterých bylo STO vydáno, může autorizovaná osoba platnost prodloužit. Platnost certifikátu je podmíněna platností STO a prováděním pravidelného ročního dohledu autorizovanou osobou nad řádným fungováním systému řízení výroby.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek REACH (Registration, Evaluativní, Adonisation and Restriction of Chemicals), je obecným předpisem, oproti předpisům, týkajícím se stavebních výrobků (např. směrnice Rady 89/106/EHS o stavebních výrobcích, nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, ve znění pozdějších předpisů).

Právní teorie i principy uplatňované při prosazování práva do praxe vycházejí mimo jiné i z principu „*Lex specialis derogat generali*“. Tento princip: „Zvláštní úprava, tj. užší právní norma, má přednost před normou obecnou, tj. normou širší, která se uplatní jen tam, kde zvláštní předpis věc neupravuje“, je nutno uplatnit i při posuzování výrobků, na něž se vztahují oba předpisy. Z výše uvedené právní teorie vyplývá, že pokud se příslušný speciální předpis o stavebních výrobcích vztahuje na látky a věci podřízené REACH má přednost při uvádění stavebních výrobků na trh nebo při jejich užívání.

Stavební výrobky nesmí po zabudování do stavby být zdrojem znečišťování životního prostředí ve smyslu zvláštních právních předpisů. Problematika nakládání

s odpady je z podřízenosti REACH zcela vyňata. Jakákoliv věc se v okamžiku, kdy se stává odpadem (a každá věc i stavební výrobek, se v rámci svého životního cyklu odpadem dříve či později stane) musí pro etapu odstraňování nebo využívání v podobě odpadů splňovat požadavky zákona o odpadech.

Odběrateli musí, poskytnout výrobce u certifikovaného VEP, dle evropské směrnice prohlášení o shodě (NV č. 190/2002 Sb.) nebo prohlášení o shodě (NV č. 163/2002 Sb.) registrační číslo (REACH), případně bezpečnostní list (REACH).

3.6.3. Produkty z VEP

Vládní činitelé z různých zemí se snaží za různých podmínek motivovat producenty i odběratele, aby i dále využívaly energetický odpad. Nejlépe jsou na tom země Beneluxu, hlavně v Nizozemsku se využívá anebo vyváží plných 100% energetického odpadu. Ostatní země, se v této oblasti dynamicky vyvíjejí a jdou v souladu s rozvojem výrobních technologií, snaží se lépe využívat odpad z energetiky, protože si uvědomují, že je to problém nejen regionální, ale globální a podílet se na něm musí všechny země. Využití popele jako vedlejšího energetického produktu je uvedeno níže (Otčenášek, 2006).

3.6.4. Popílek a škvára

Využití je především v oboru stavební keramiky, cihlářské a jako obkladové prvky.

Obr. 3 - odlehčené tvarové cihly



Zdroj: Elektrická energie pro českou republiku (Otčenášek, 2006)

Slouží jako přísady k hlavním materiálům, kladně ovlivňují citlivost materiálu v rámci tepelné roztažnosti při sušení. Dále se využívají k odlehčení jako přísadový materiál k výrobě šamotových, tvarových cihel viz obrázek (Obr. 3) a omítek, ale také jako materiál sloužící jako zadržky s extrémním tepelným namáháním (Sokolář a kol. 2010).

Výše uvedené produkty se využívají také jako náplně filtrů pro čistírny odpadních vod. U nichž, jsou dosahovány překvapivě vysoké účinnosti. Životnost filtru bývá 10 až 20 let. Směs popílku, cementu a vody (dalších přísad) po přidání např. ke kalu z čističky odpadních vod vytvoří pevnou hmotu s velmi nízkou vyluhovatelností nebezpečných látek, které mohou být bez rizika ukládány. Uvedené příklady směsi se vyrábí pod obchodním názvem Rhenipal (Otčenášek, 2006).

3.6.5. Energosádrovec

Využívá se jako regulační činitel pro tuhnutí cementu, dále jako plnohodnotná náhrada za přírodní sádrovec. V cementárnách se přidává ke slínku u mlýna jako osvědčený regulátor tuhnutí cementu. Využívá se pro výrobu samotné sádry a sádrokartonových desek. Po odvodnění se zahřeje na cca 100 °C a proběhne kalcinace, tím vznikne takzvaná α – sádra. Tento produkt může být využit například pro výrobu sádrokartonových desek (Otčenášek, 2006).

3.6.6. VEP polosuché metody odsíření, stabilizát, aglomerát a deponát

Využívají se u méně náročných staveb jako je vyplňování výkopů, vytření násypů, konstrukční vrstvy a podklady pod komunikace, vyplňování důlních děl, apod. U těchto materiálů se využívá schopnosti nabývat alespoň minimálních pevností. Stabilizáty z výroby tzv. polosuché metody odsíření se používali např. při výstavbě Eurotunelu jako výplňový a konstrukční materiál.

Další uplatnění u produktů je ve vrstvení skládek, pro zahlazování důlní činnosti, rekultivace, krajnotvorbu. Úpravou složení poměrů stabilizátu a jeho ukládáním za určitých podmínek (hutnění) lze připravit vrstvu stabilizátu vhodně upravenou pro těsnící účely, která dosahuje propustnosti vůči vodě v řádu 10⁻⁹-10⁻¹¹ m/s. Vytvořenými chemickými vazbami, zhutněním dané vrstvy, pórovitostí produktu pak téměř nedochází k uvolňování případných škodlivin do životního prostředí (Otčenášek, 2006).

Stabilizáty se využívají k tvorbě substrátu, kterým se zakládají ekologické zátěže uranových rud. Směs vyrobená tzv. plavením se používá hlavně pro protizáparovou prevenci (k té dochází ze zbytků uhlí v závalovém pásmu) nebo u výše zmiňovaných sanací opuštěných důlních děl (Dirner, 1998).

Mezi základní mechanismy patří: systémy kontroly řízení jakosti, certifikace, popř. povinný proces posuzování vlivu na životní prostředí, uvedených v kapitole 4.2. Legislativa VEP je brána jako základní předejití ochrany vlivu na životní prostředí.

3.7. Zdravotní rizika vedlejších energetických produktů

Jak je již bylo uvedeno v odstavci 3.1 při účincích vlivu na životní prostředí a zdraví to znamená, že při nevhodném využívání zbytků po spalování uhlí se mohou vytvářet neuváženým ukládáním nové ekologické zátěže s možným znečištěním všech vod. Kontaminovanou půdou mohou škodlivé látky vstupovat do potravních řetězců a do ovzduší. Jedná se hlavně o aplikaci zbytků, která může následně ovlivnit další využití dotčených lokalit. V případě ukládání zbytků po spalování uhlí na povrch terénu, je možný zvýšený výskyt toxických prvků s následnou kontaminací do prostředí vod, půdy a ovzduší a tím spojený pravděpodobný vznik zdravotních a ekologických rizik (Cidlinová a kol. 2012).

V popelech byl identifikován obsah chemických prvků: křemíku Si (40-65 %); hliníku Al (10-30 %); železa Fe (3-11 %); vápníku Ca, hořčíku Mg, titanu Ti, barya Ba, sodíku Na, draslíku K, fosforu P, mědi Cu (s obsahem nad 1%). Z toho škodlivými prvky jsou zejména: arsen As, bor B, beryllium Be, bismut Bi, mangan Mn, rtuť Hg, kadmium Cd, tantal Ta, šestimocný chrom Cr⁶⁺, olovo Pb, antimon Sb, síra S (Michalíková a kol., 2010). Jak je uvedeno níže v tabulce (Tab. 3), jedná se o porovnání hodnot ukazatelů stanovených v jednotlivých předpisech jako bezpečné z hlediska chráněného zájmu – zajištění ochrany zdraví lidí a životního prostředí a prevence vzniku ekologické újmy.

Legislativně jsou sledované prvky rozděleny dle vyhlášky č. 294/2005 Sb., příloha č. 2 a 10 kdy u odpadů je potřeba sledovat následující parametry z hlediska vlivu na životní prostředí s rozdělením na nebezpečné prvky v sušině: arsen As, kadmium Cd, chrom Cr, rtuť Hg, nikl Ni, olovo Pb a nebezpečné prvky ve výluhu: arsen As, baryum Ba, kadmium Cd, chrom Cr, měď Cu, rtuť Hg, molybden Mo, nikl Ni, olovo Pb, antimon Sb, selen Se, zinek Zn (Veverka 2010).

Hodnocení zdravotních a ekologických rizik při využití odpadů bylo provedeno na základě projektu: Vnitřní grantové agentury České zemědělské univerzity v Praze Fakulty životního prostředí č. 2011424003165, který navazoval na projekt: Ministerstva životního prostředí ČR č. VaV SP/2f3/118/08.

Tab. 3 - porovnání hodnot ukazatelů v jednotlivých předpisech

Sledovaný ukazatel	Nejvyšší přípustné množství (mg.l ⁻¹) (technický návod výrobku č. 09. 11. 01, 02, 03)	Limity pitné vody (mg.l-1) (vyhláška č.252/2004 Sb.)	Podzemní vody (mg.l-1) (kritérium A pro znečištění zemin a podzemní vody)	Limity max. znečištění povrchových vod (mg.l-1)	Vyluhovatelnost odpadů - třída I (mg.l-1) (vyhláška č.294/2005 Sb.)
Ag	0,1	0,05		0,010	
As	0,1	0,1	0,005	0,020	0,05
Ba	1,0		0,05	0,5	2
Be	0,005		0,0002	0,001	
Pb	0,1	0,01	0,02	0,015	0,05
Cd	0,005	0,005	0,0015	0,001	0,004
Cr (celkový)	0,1	0,05	0,003	0,050	0,05
Co	0,1		0,02	0,010	
Cu	1,0	1,0	0,02	0,030	0,2
Ni	0,1	0,02	0,02	0,050	0,04
Hg	0,005	0,001	0,0001	0,000	0,001
Se	0,05	0,01		0,005	0,01
V	0,2		0,05	0,050	
Zn	3,0		0,15	0,2	0,4

Zdroj: Bezpečnost zbytků po spalování uhlí, proč pochybují? (Veverka, 2010)

3.7.1. Metody hodnocení

Projekt vnitřní grantové agentury České zemědělské univerzity v Praze Fakulty životního prostředí č. 2011424003165, se zabýval metodami hodnocení zdravotních a ekologických rizik na odpadech obsahující toxické prvky, které se mohou uvolňovat do životního prostředí, uvedené v tabulce (Tab. 4). Odhadem rizika je, že jde o důležitý zdroj informací v případě: návrhů změn v rozhodování, jak nakládat s odpady nebo jaká opatření jsou nezbytná, aby bylo možné odpady využít při náhradě primárních surovin, a jako podklad pro nakládání s určitou komoditou odpadu. Účelem projektu bylo napomoci k identifikaci potenciálních rizik související se zbytky po spalování uhlí.

Tab. 4 - prvky zvolené v rámci hodnocení zdravotního rizika

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Antimon	Arsen	Baryum	Beryllium	Bor	Hliník	Chrom	Kadmium	Kobalt	Mangan	Měď	Molybden	Nikl	Olovo	Rtuť	Selen	Stříbro	Thallium	Vanad	Zinek
Sb	As	Ba	Be	B	Al	Cr	Cd	Co	Mn	Cu	Mo	Ni	Pb	Hg	Se	Ag	Tl	V	Zn

Zdroj: Metody hodnocení ekologických a zdravotních rizik při využívání odpadů (Cidlinová a kol. 2012)

Pro hodnocení možných zdravotních rizik byla vybrána metoda - deterministická a pravděpodobnostní. Analýzy, hodnocení a stanovení zdravotních rizik se řídili platnou metodikou a legislativou US EPA (Mezinárodní agentura pro ochranu životního prostředí a MŽP (Ministerstvo životního prostředí). Prioritní kontaminanty byly určeny a zdůvodněny v modelovém výpočtu zdravotních rizik v rozsahu a výskytu ve zbytcích po spalování uhlí a možné kontaminace prostředí, toxicity a vystavení populaci. Důležitá expoziční cesta pro obyvatele je prosakování vyluhu z popílků do podzemní vody a do povrchové vody (Cidlinová a kol. 2012).

3.7.2. Antimon Sb

Jedná se o prvek, který krystaluje v trigonální krystalografické soustavě. V tuhém skupenství má několik modifikací jako šedý (kovový) antimon, polymerní žlutý, černý a amorfni explozivní antimon. Jinak je to stříbřitě bílý, lesklý, velmi křehký kov s charakteristickým, hrubě krystalickým lomem (Doležal a kol. 1977).

Zdravotní rizika

Tento prvek je nebezpečný, závadný a patří do skupiny těžkých kovů s mírně toxickými účinky pro vodní prostředí, pokud se v něm nachází v koncentracích kolem $0,2\text{mg.l}^{-1}$ ve formě Sb^{3+} nebo ve formě metylantimonylové sloučeniny. Je lehce bio-kumulativní. Jeho vlastností je vazba na nerozpuštěné látky, bakteriální aktivitou se uvolňuje do ovzduší. V sedimentech je vázán na extrahovatelné železo a hliník. Při výskytu ve vzduchu, je vázáný v prachových částicích a může setrvávat v ovzduší po mnoho dní. Po spadu či vymytí do půdy se pevně váže na částice obsahující železo Fe, mangan Mn nebo hliník Al (Pitter, 1999).

3.7.3. Arsen As

Arsen má charakteristiku kovů a nekovů, je to takzvaný metaloid. Jeho výskyt je ve třech alotropických modifikacích (žlutá, černá, šedá). Jedná se o toxický, těžký kov.

Jeho výskyt v přírodě je především ve formě sulfidů. Je stálý v mocenstvích 3^- , 3^+ a 5^+ . Jeho podoba s fosforem je, že v některých biochemických reakcích ho lze nahradit. Především lidskou činností se Arsen dostává do ovzduší a tím depozicí do vod a půd. Schopnost prvku se kumulovat v sedimentech má za následek jeho přetrvávání na delší dobu a může se kumulovat i v potravních řetězcích. Jeho toxicita je tak závažná, že ho lze nejen pro člověka, ale i pro ostatní organismy označit jako látku velmi zdravotně nebezpečnou (IRZ, 2014).

Zdravotní rizika

V čisté podobě je Arsen téměř netoxický, jeho schopností je oxidovat na látky toxické, mezi nejtoxičtější patří arsenovodík a arsenik. Kontakt je možný perorálně nebo inhalací a méně i dermálně, tedy kůží. Arsen má schopnost blokovat oxidativní fosforylaci s vazbou na SH skupiny a tím zasahuje do řady enzymatických systémů. Způsobuje akutní zvracení, průjemy, šok, poškození jater a ledvin. Jeho další chronické účinky jsou anémie, karcinom kůže a periferní polyneuropatie. U anorganického arsenu je poločas vylučování z těla okolo 10 hodin, ale u většiny je 30 hodin. Močí se vylučují organické sloučeniny v nezměněném stavu. (Vejlupková a kol 1995).

Podle hodnocení IARC (Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny) je zařazen jako stupeň 1 – tj. karcinogenní pro člověka.

3.7.4. Baryum

Chemický prvek baryum se vyskytuje jako šedobílý, lesklý a měkký kov. Jedná se o chemicky značně reaktivní prvek s elektro pozitivním charakterem. Je-li zapálen hoří na vzduchu za vzniku oxidu BaO , peroxidu BaO_2 a nitridu Ba_3N_2 , s vodou bouřlivě reaguje za vzniku hydroxidu $Ba(OH)_2$ a vývoje vodíku (Doležal a kol. 1977). V přírodě se elementární baryum nevyskytuje, jeho výskyt je znám pouze ve sloučeninách, ve kterých vystupuje výhradně jako dvoumocný kation Ba^{2+} (Prvky, 2009).

Zdravotní rizika

Výše uvádím, že koncentrace barya v samotném prostředí jsou velmi nízké, vyšší koncentrace se mohou vyskytnout pouze v pracovních prostředí nakládajících s látkami, které obsahují baryum. Jedná se nejčastěji o exponování u síranů a uhličitánů barya. Více poškozující jsou chloridy barya a hydroxidy v podobě prachu, který dýcháme, nebo nám ulpí na kůži. Uhličitany barya představují riziko,

pokud jsou součástí potravy, vzhledem k tomu, že se dobře rozpouští v žaludečních kyselinách. Prvek se vylučuje z organismu močí a stolicí. Doba vyloučení z organismu po expozici je jeden až dva týdny. Ukládá se především v kostech a zubech (Foster, 2005).

3.7.5. Beryllium Be

Beryllium je kov, který se nachází v přírodě zejména v podobě berylu. Je extrémně lehký a pevný, je dobrým vodičem elektřiny a tepla, a je nemagnetický. Tyto vlastnosti dělají z beryllia prvek vhodný pro další průmyslové využití (OSHA, 1999). Beryllium se svým chemickým složením jeví jako ideální krystalochemická formule $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ i přes vstupování některých prvků do struktury. Tím že má podobný iontový poloměr a elektrický náboj, zaujmou jednotlivé atomy určité vhodné pozice. Vznikem jsou pak vázané na silikátové horniny různé geneze, dále i mafické metamorfované horniny (Aurischio a kol. 1988).

Zdravotní rizika

Expozice s berylliem nastává u člověka při dýchání mlhoviny, prachu nebo výparů. Beryllium představuje pro běžnou populaci nebezpečí, protože se dostává do vzduchu v oblastech, kde se spaluje uhlí obsahující tento prvek ve vysokých koncentracích. U zaměstnanců elektráren spalujících takové uhlí a obyvatel v okolí byly pozorovány rozmanité poruchy imunitních funkcí (Mezřický a kol. 1986).

Prvky beryllia se pak dostávají do plic, kde mohou způsobit jejich poškození. Granulomy beryllia pak souvisí s výskytem tumorů nebo výrůstků. Nejvíce ohroženou skupinou jsou svářeči a operátoři, kteří jsou vystaveni prostřednictvím přímé manipulace s berylliem a jeho sloučenin. Akutní onemocnění začíná brzy po expozici a připomíná zápal plic nebo zánět průdušek. Chronické onemocnění berylliem, trvá déle, než rozvinutá akutní forma. Projev může nastat za několik měsíců až desítek let po expozici (OSHA, 1999).

3.7.6. Bor B

Bor se jako samostatný prvek nevyskytuje, je však součástí kyseliny borité, která se nachází v některých přírodních vodách, nejvíce ve vulkanických oblastech. V podobě krystalů je bor černošedá, velmi tvrdá látka o tvrdosti 9,3 uvedené v Mohsově tabulce tvrdosti nerostů. Amorfni bor je hnědá, práškovitá látka, další

výskyt pak v minerálech jako borax $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, kemit $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, kaliborit $\text{KMg}_2\text{B}_{12}\text{O}_{16}(\text{OH})_{10} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, kotoid $\text{Mg}_3\text{B}_2\text{O}_6$ (Doležal a kol. 1977).

Zdravotní rizika

Mezi sloučeniny boru jsou toxikologicky nejvýznamnější borany, kyselina boritá a boritany. Základní vzorec boranů je BxHy . Samotné borany jsou velmi toxickými sloučeninami. *Diboran* je samozápalný plyn, který dráždí plíce podobně jako fosgen. *Pentaboran* je ještě desetkrát toxichtější než diboran. Plyny se mohou vstřebávat také kůží, což ztěžuje práci s nimi. Borany poškozují ledviny, játra a hromadí se v centrální nervové soustavě (Masarykova univerzita, 2006).

3.7.7. Hliník Al

V přírodě se hliník jako samostatný prvek nevyskytuje, jeho sloučeniny jsou rozptýleny v zemské kůře. Obsah hliníku zde činí 7,47 % hmot. Jedná se o třetí nejrozšířenější prvek zemské kůry. Přírodní hliník je směsí stabilního izotopu ^{27}Al a malého množství radioaktivního izotopu ^{26}Al (poločas rozpadu 7,17.105 let), který vzniká v horních vrstvách atmosféry bombardováním atomů argonu částicemi kosmického záření - kosmogonický hliník (Doležal a kol. 1977).

Zdravotní rizika

U hliníku je pouze nízká pravděpodobnost akutních toxických účinku po orální expozici, navzdory širokému výskytu hliníku v potravinách, pitné vodě a při užívání antacidových preparátů (Masarykova univerzita, 2006).

3.7.8. Chrom Cr

Chrom je prvek bílý, lesklý, křehký a tvrdý kov. Jedná se o nejtvrdší ze všech kovů. Za normální teploty je chrom značně chemicky odolný a stálý. Ve vyšších teplotách přímo reaguje s halogeny. Kompaktní kovový chrom podle zvolených reakčních podmínek tvoří halogenidy různých typů, práškový chrom reaguje přednostně za vzniku halogenidů typu CrX_3 (Doležal a kol. 1977).

Zdravotní rizika

U šestimocného chromu patří jeho rozpustné sloučeniny mezi toxické látky a významností jsou zařazeny mezi karcinogeny. Podle zákona v ČR klasifikovány Dichromany, jako vysoce toxické (Prvky, 2009).

3.7.9. Kadmium Cd

Je měkký kov bílo-stříbrného zbarvení patřící do skupiny toxických kovů. Má podobnost se zinkem, který v přírodě v zinečnatých rudách doprovází. Jeho vysoká toxicita ve vodě má silný potenciál s nejčastějším výskytem ve sloučeninách s oxidačním číslem II. Sloučeniny v mocenství I. jsou silně nestálé. Váže se na elektrárenský popílek a na částice prachu v jejich aerosolech. Může cestovat na velké vzdálenosti a na zemský povrch se dostane depozicí. Tím, že má schopnost poměrně vysoké akumulace, tak se hromadí v potravních řetězcích (Doležal a kol. 1977).

Zdravotní rizika

Kadmium má schopnost vstupovat do vazeb s organickými látkami, a to i u látek biologicky aktivních (proteiny, enzymy, nukleové kyseliny). Sloučeniny kadmia jsou velice jedovaté. Expozice do lidského organismu je především orálně či inhalačně, kumuluje se nejvíce v játrech a ledvinách. Již u vystavení ve velmi malých dávkách může u organismu vést k selhání ledvin. Při syntéze methalothioneinu se v játrech váže 80-90% kadmia, které je zneškodněno a nemůže dále působit zdravotní problémy. Avšak u kuřáků a u populace s vyšším věkem dochází k zátěži organismu při odbourávání. Kadmium má vlastnost vytěsnění zinku z enzymů, čímž může docházet k poruchám metabolických reakcí (IRZ, 2014).

3.7.10. Olovo Pb

Je měkký kov modrobílého zbarvení, je toxický, a přesto je lidstvem používán již od starověku. Jako vodič proudu je špatný a však je odolný vůči korozím a poměrně stálý vůči atmosférickým vlivům. Rozpouští ho kyselina dusičná a sírová pasivuje. Ztrácí lesk na vzduchu, kdy na povrchu se tvoří vrstva oxidů, uhličitánů a hydroxidů. Olovo se vyskytuje ve II. a IV. mocenství (Doležal a kol. 1977).

Zdravotní rizika

Expozice do organismu je převážně inhalací v podobě částic prachu a par, méně potom orálně a dermatologickým průnikem. U akutního podráždění na lidský organismus vyvolává koliky, průjmy, zvracení a v případě chronických účinků jsou to pak příznaky anémie, zácpy, nefropatie a neuropatie. Při vstřebání se váže v erythrocytech na hemoglobin a dále se dostává do mozku, jater, ledvin, svalů

a kůže. V kostech se ukládá jeho největší část, z níž se pak dlouhodobě uvolňuje (Pelcová, 2006).

3.7.11. Rtuť Hg

Je kapalný prvek stříbřité barvy, který dobře vede elektrický proud. Rtuť je dobře rozpustná v kyselině dusičné za vývoje oxidu dusíku. Oproti tomu na vzduchu je neomezeně stálá. S některými kovy tvoří kapalné i pevné slitiny, tzv. amalgámy. V přírodě se rtuť vyskytuje poměrně vzácně. Hlavním zdrojem a minerálem pro výrobu je však sulfid rtuťnatý (Bencko, 1995).

Zdravotní rizika

Nebezpečí plynoucí z vypouštění rtuti do ovzduší spočívá hlavně v tom, že některé mikroorganismy dokážou vázat kovovou rtuť do organických sloučenin. Tyto sloučeniny rozpustné v tucích, jsou v podstatě jedovatější než anorganické sloučeniny rtuti. Ty vnikají do mozku a poškozují centrální nervovou soustavu. Obzvláště nebezpečná je otrava rtuť u těhotných žen, neboť tento kov se hromadí v embryu ve vyšších koncentracích než v těle matky. Tzn., že tento prvek způsobuje teratogenitu (Mezřický a kol. 1986).

Vzhledem k tomu, že průmyslové využití rtuti přináší vážné ekologické a zdravotní problémy pro celou společnost, přijala Evropská unie strategii pro eliminaci rtuti. Ta má zahrnovat snížení emisí rtuti do prostředí, řešení přebytků a ochranu lidí.

3.7.12. Selen Se

Je to poměrně vzácný prvek vyskytující se v několika krystalických formách, jejichž barva je buď, šedá nebo tmavě červená. Selen je velmi často obsažen v rudách spolu se sírou a telurem. Má také významné fotoelektrické vlastnosti. Ve vodě je prakticky nerozpustný, ale v sirouhlíku se rozpouští poměrně dobře (Holzbecher, Churáček, 1987).

Zdravotní rizika

Většina sloučenin selenu je značně toxická, ale samotný selen je označován jako antioxidant, který v lidském organismu uvolňuje volné radikály, a tím snižuje riziko vzniku rakovinotvorného bujení. Snížený příjem selenu v potravě ovlivňuje nepříznivě kardiovaskulární systém a zvyšuje riziko vzniku infarktu myokardu

a cévních onemocnění. Musí se, ale dávkovat v optimálních dávkách, neboť hrozí snadné předávkování (Narukawa, 2005).

3.7.13. Stříbro Ag

Je ušlechtilý kov bílé barvy. Vyznačuje se nejlepší elektrickou a tepelnou vodivostí ze všech známých kovů. Zároveň i slouží jako součást různých jiných slitin pro použití v průmyslu. V přírodě se stříbro často vyskytuje ve sloučeninách a jen málokdy jako ryzí kov. I proto je označováno jako vzácné. Pro průmyslové získávání stříbra slouží jako zdroj rudy olova, mědi, zinku anebo niklu (Holzbecher, Churáček, 1987).

Zdravotní rizika

Stříbro má na organismus negativní vliv ve vyšších dávkách a koncentracích. Při styku s pokožkou vznikají tmavé skvrny. Dlouhodobé vysoké koncentrace vedou k jeho ukládání do různých tkání, především do kostí. Případná toxicita a karcinogenita nebyly dosud prokázány (Ebbing, 1987).

3.7.14. Thallium Tl

Je chemický prvek stříbřitě bílý, lesklý a velmi měkký. Tento kovový prvek se ve volné přírodě vyskytuje jen ojediněle. Nejčastěji se objevuje ve formě sloučenin a obvykle jako příměs v sulfických rudách (Bencko, 1995).

Zdravotní rizika

Thallium je považováno za vysoce toxický prvek. Thallné soli jsou velmi prudkými jedy pro teplokrevná zvířata a tedy i pro člověka. Buněčný jed se totiž snadno váže na nervové tkáně a vylučovací orgány. Zároveň je to látka, která je pokládána za potenciálně karcinogenní při dlouhodobé expozici. Ta hrozí zvláště pracovníkům v hutním a metalurgickém průmyslu (Holzbecher, Churáček, 1987).

3.7.15. Vanad Va

Patří mezi kovové prvky, a proto je v praxi dost často používán pro výrobu slitin a průmyslových katalyzátorů. Chemicky je značně odolný proti kyselinám a alkáliím. I když je v přírodě značně rozšířen, vykytuje se pouze ve sloučeninách. Nejvýznamnějšími minerály obsahujícími vanad jsou vanadinit, patronit a karnotit.

Zároveň je také součástí ropy (kanadské a venezuelské) a získává se ze zbytků po její destilaci (Ebbing, 1987).

Zdravotní rizika

Dosud nebyla prokázána biologická významnost vanadu, a proto také zatím není stanovena hodnota nezbytného příjmu pro lidský organismus. V přírodě je to látka nezbytná pro fungování některých mikroorganismů. Některé výzkumy ukazují, že některé sloučeniny vanadu příznivě ovlivňují stav pacientů s cukrovkou, konkrétně diabetes mellitus. Vanad má význam důležitý význam pro přenos kyslíku krví z plic do tkání, jeho nedostatek tak může způsobit chudokrevnost. Naopak nadbytek vanadu působí toxicky. A to hlavně při každodenní expozici postižených osob při jeho výrobě (Bencko, 1995).

3.7.16. Zinek Zn

Je lehce tavitelný měkký kov, který slouží jako součást různých slitin. Používá se při výrobě barviv. Na vzduchu při zahřátí hoří jasně svítivým modrozeleným plamenem, a vzniká oxid zinečnatý. Z velké části se vyrábí ze svých sulfidických rud. Světová produkce zinku se pohybuje okolo 6 milionů tun ročně, proto je to také čtvrtý nejvíce průmyslově vyráběným kovem (Ebbing, 1987).

Zdravotní rizika

Zinek je prvek, který má velký význam pro správný vývoj živých organismů. Nachází se ve všech jeho buňkách, avšak jeho množství v různých lidských tkáních a orgánech liší. Proto je přítomnost zinku v potravě důležitá nejen v období růstu, kdy může způsobit opožděnost organismu, ale i v dospělosti. Naopak jednorázový příjem zinku v množství vyšším než 200 mg je vysoce toxický. Při předávkování se objevují horečnaté stavy. Trvalý příjem vyššího množství zinku pak může bránit vstřebávání jiných látek, např. mědi a železa, a tím organismus trvale oslabovat (Holzbecher, Churáček 1987).

3.7.17. Hodnocení zdravotních rizik

Pro zjištění zdravotních rizik byly použity všechny výše uvedené prvky, které jsou obsaženy ve zbytcích po spalování uhlí. Výchozím hlediskem byly čtyři možné druhy kontaminace:

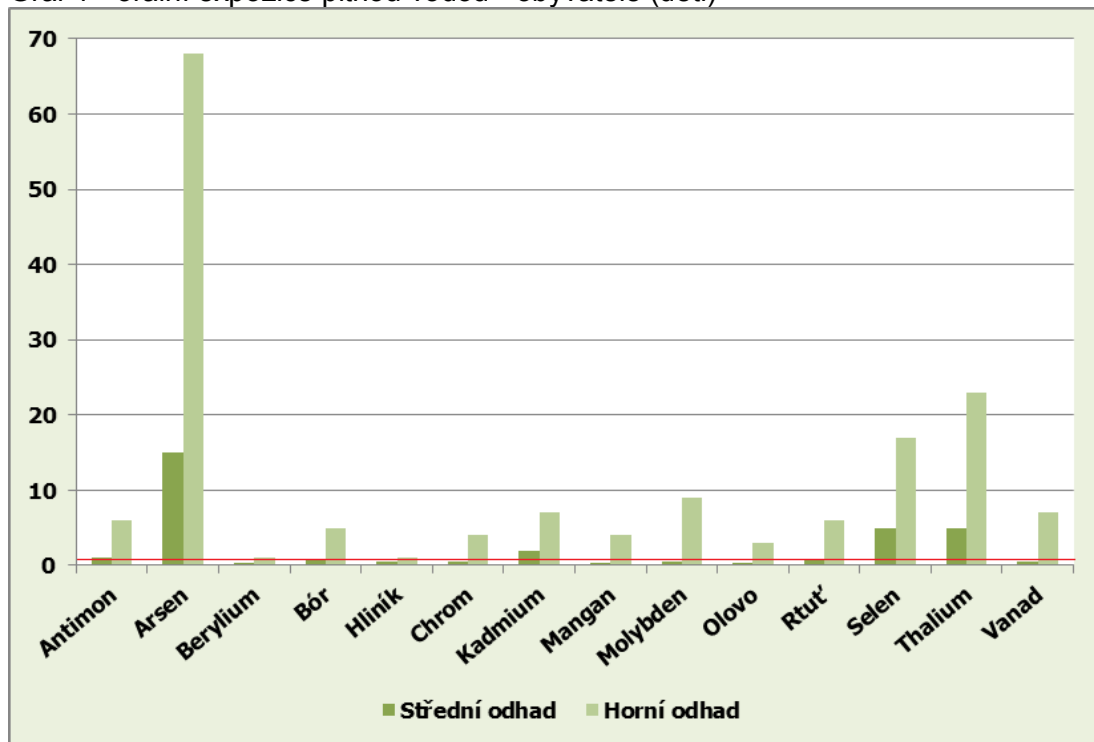
- a) Dermální kontakt při koupání a sprchování
- b) Ingesce v rámci pití vody
- c) Dermální kontakt při plavání
- d) Náhodná ingesce vody při plavání

Jako příklad uvádím výsledek metody z grantové agentury FŽP ČZU v Praze č. 2011424003165 s názvem Environmentální a zdravotní rizika zbytků po spalování uhlí a jejich využití vycházející z hodnocení ekologických a zdravotních rizik při využívání odpadů a bylo však prokázáno nekarcinogenní riziko při orální expozici pro téměř všechny hodnocené prvky obsažené ve zbytcích po spalování uhlí.

Pro hodnocení zdravotních rizik byly vybrány dvě metody – deterministická a pravděpodobnostní. Analýzy, hodnocení a stanovení zdravotních rizik byly provedeny podle současné platné metodiky US EPA a Metodického pokynu MŽP. Určení a zdůvodnění prioritních kontaminantů použitých pro modelový výpočet zdravotních rizik bylo stanoveno s ohledem na charakter, míru a rozsah jejich výskytu ve zbytcích po spalování uhlí, možné kontaminace prostředí, jejich toxicity a možné expozice populace. Určení a zdůvodnění prioritních kontaminantů použitých pro modelový výpočet zdravotních rizik bylo stanoveno s ohledem na charakter, míru a rozsah jejich výskytu ve zbytcích po spalování uhlí, možné kontaminace prostředí, jejich toxicity a možné expozice populace.

Vypočteným reálným expozicím byla přiřazena míra nebezpečnosti a bylo provedeno slovní hodnocení zjištěných rizik. Pro hodnocení nekarcinogenního rizika byl použit index nebezpečnosti, jehož limitní hodnota je 1. Index je definovaný jako procento potenciální expozice chemickému prvku k nejvyšší úrovni expozice, kdy ještě nenastanou projevy toxických úniků. $HI = 1$ je určena limitní hodnota a byla překročena u řady prvků (Sb, As, Ba, Be, B, Al, Cr, Cd, Mn, Cu, Mo, Pb, Hg, Se, Tl a V). Ve výsledku HI je orální expozice dětí uvedeno výpočtem v grafu (Graf 1).

Graf 1 - orální expozice pitnou vodou - obyvatelé (děti)



Zdroj: Metody hodnocení ekologických a zdravotních rizik při využívání odpadů (Cidlinová a kol. 2012)

Obě metody hodnocení zdravotních rizik - deterministická a pravděpodobnostní byly porovnány. Bylo zjištěno, že deterministický způsob nadhodnocuje riziko. Tato skutečnost je uvedena v tabulce (Tab. 5).

V případě ingesce bylo zjištěno karcinogenní riziko pouze u prvků arsen a vanad. Mimo této nebezpečné vlastnosti vykazuje arsen u lidské populace ještě zvýšený výskyt neuróz a depresí, nespavost, chronické záněty sliznic dýchacích cest a řadu kožních onemocnění. Oproti tomu se toxicita vanadu uplatňuje především při každodenní expozici nadměrných dávek při výrobě, nebo při metalurgickém zpracování, anebo při kontaminaci vod (Bencko, 1995).

Tab. 5 - metoda hodnocení zdravotních rizik

Chemický prvek	Deterministický výpočet		Statistický výpočet	
	střední odhad	horní odhad	střední odhad	horní odhad
Antimon	1,6648	2,3973	1,8191	6,0856
Arsen	20,6159	554,0335	14,6616	68,5657
Berylium	0,3456	1,8858	0,3468	1,1980
Hliník	0,1472	1,3425	0,0380	1,2140
Kadmium	1,0844	1,2785	1,2713	3,5177
Měď	0,3359	7,8311	0,0990	0,7843
Molybden	1,4809	7,1598	0,6127	9,7297
Nikl	0,1995	0,9909	0,1947	0,7681
Olovo	0,7860	2,1309	0,8997	2,6910
Rtuť	0,6692	25,5708	0,3693	2,2938
Thalium	6,6662	9,4010	7,0719	24,5042
Vanad	1,3951	8,9498	0,8655	7,3242

Zdroj: Metody hodnocení ekologických a zdravotních rizik při využívání odpadů (Cidlinová a kol. 2012)

Podle zákona č. 254/2001 Sb. O vodách, je arsen látkou nebezpečnou pro vody. Podle hodnot tohoto zákona je maximální přípustné znečištění povrchových vod určených pro vodárenské účely: pro arsen As 5 µg/l (Veverka, 2010).

Závěr metody výzkumu uvádí, že hodnocení zdravotních rizik prokázaly vhodnost jejich využití jako odpadu ukládaného do životního prostředí, v případě deterministické metody je riziko ve většině případů nadhodnoceno. Naopak u pravděpodobnostního hodnocení zdravotních rizik zahrnuje na rozdíl od deterministické metody variabilitu v jednotlivých parametrech vstupujících do rovnice pro odhad rizika, má tento způsob mnohem vyšší vypovídající hodnotu. Předpoklad využívání zbytků po spalování však neznamena, že zbytky po spalování uhlí není možné dále využívat. Jednoznačně ano, ale pouze přihlédnutím k důsledné stabilizaci a výběru vhodné lokality jejich využití tak, aby bylo zabráněno vstupu škodlivých prvků do životního prostředí (Cidlinová a kol. 2012).

Obecně platí, že závažnost toxických účinků těžkých kovů je ovlivněna individuální vnímavostí postiženého a vzájemným působením daného kovu s jinými kovy, chemikáliemi a škodlivinami v prostředí. Toxické kovy v životním prostředí mohou být závažnějším problémem než znečištěním vyvolané oxidy siřičitými a oxidy dusíku atd., neboť unikají smyslovému rozpoznání. A proto jsou tyto prvky monitorovány (Mezřický a kol. 1986).

4. Charakteristika studijního území

Vlastním porovnáním v praxi je vidět nakládání ZPSU a jeho další využití již jako s VEP. A to po výrobě primárně určených energií, jež je elektřina a teplo v teplárně v Komořanech u Mostu.

Nakládání s VEP je v souladu s uvedeným prohlášením o výrobku v příloze č. 1 a č. 2 v komořanské teplárně, která je nedílnou součástí této práce. Prohlášení je vystaveno na základě certifikace výrobku ze ZPSU, kde je přímo kontrolním orgánem uvedeno, že se jedná o výrobky splňující parametry ve všech vymezených sledovaných vlastnostech, způsobu jejich posouzení o shodě, včetně ukazatelů výluhu, kdy limitní hodnoty výrobku nejsou překračovány. V tomto konkrétním případě to znamená, že výrobky ze ZPSU splňují legislativně dané parametry.

Převážná část produkce ZPSU jako zdroj VEP je z TKY zejména využívána z 90 % pro zahřívání důlní činnosti a zbylých 10 % z větší části jako produkce je pak použita pro stavby silnic a menší část pak k dalším stavebním účelům na základě zmíněné certifikace jako výrobku z VEP. TKY vyprodukuje, přibližně 172 tis. tun VEP ročně, z pohledu objemu nejde o zanedbatelné množství, zde se jedná o jeden z mnoha energetických zdrojů malé velikosti v České republice. A na tom to příkladu je pak vidět v porovnání, jaké asi mohou být celkové objemy produkce VEP u nás a následně v celosvětovém měřítku.

5. Diskuze

Tato práce se zabývá zbytky po spalování uhlí a jejich vlivem na zdraví živých organismů a životní prostředí. Vzhledem k tomu, že průmyslové společnosti vyprodukují ročně v České republice více než 13 milionů tun zbytků po spalování uhlí, je jen dobře, že většinu těchto zbytků lze opět využít jako sekundární surovinu. Nejvíce je využíván popílek, který lze uplatnit ve stavebnictví, při čištění odpadních vod a také třeba při rekultivacích po důlní činnosti.

Problémem z hlediska dalšího využití je obsah zdraví škodlivých látek (prvků), které mohou negativně zasáhnout naší budoucnost i životní prostředí. Důležitým krokem tedy musí být jejich správná eliminace těchto nebezpečných látek, aby nedocházelo k nežádoucím únikům do životního prostředí a to na příklad při ukládání na skládky s následným výluhem do povrchových a podzemních vod.

V práci je popsáno a rozebráno celkem 20 prvků, které jsou obsaženy ve zbytcích po spalování uhlí, které mohou mít negativní vliv na životní prostředí a lidskou populaci, tou rozumíme muže, ženy ale i děti od samého narození.

Na základě zadání byla zpracována bakalářská práce na téma Zbytky po spalování uhlí a jejich vliv na zdraví a životní prostředí. Od samého počátku tvorby mé práce jsem se neustále setkával s pojmy spalování, odpad a vedlejší energetické produkty. Nyní v samotné diskuzi mé práce bych si dovolil zhodnotit poznatky, které jsem v rámci studia k této problematice, nabyl.

Z mé osobní dosavadní dvanáctileté praxe, kde jsem si pracovní prošel všechny provozy od počátku zpracování a spalování uhlí, až po vznik ZPSU a následně VEP v elektrárně Komořany. „Můj názor“ u samotných zbytků po spalování uhlí a u vedlejších energetických produktů je, že jsou to odpady pouze z pohledu technologie, protože prvotně vznikají z lidské činnosti za účelem výroby elektrické a tepelné energie. Ve skutečnosti nelze tedy na vedlejší energetické produkty nahlížet pouze jako na odpad. Mají i svou užitnou hodnotu, kterou lze zhodnotit sekundárně tj. jako plnohodnotnou druhotnou surovinu s obsahem užitečných složek, které lze zpracovat v mnoha dalších odvětvích, pouhé skládkování a bezúčelné zavážení na skládky bez dalšího využití je plýtváním této vzniklé druhotné suroviny, jež má v sobě určitě další potenciál. Tím to směrem by se měl určitě posunout další vývoj a výzkum nakládáním s VEP.

Blíže na základě dosažených dosavadních výsledků v práci charakterizují složení zbytků po spalování uhlí, a jak jsem již uvedl výše, nevidím jen v nich odpad, který je potřeba někam bezúčelně uklidit. U každého prvku jsem nezapomněl opomenout jeho negativní, popřípadě i pozitivní vlastnosti. Především, ale nesmíme zapomínat, že i přes veškerou toxicitu, karcinogenitu a teratogenitu těchto prvků, jsme hlavními původci šíření ekologických katastrof a zdravotních důsledků, my lidé. Proto by nemělo být další nakládání s VEP neuvážené. A neustálé sledování každé změny by mělo být povinností každého původce. Jedině tak si zajistíme lepší podmínky pro náš současný život i dalších generací.

6. Závěr

Účelné a efektivní využívání zbytků po spalování uhlí, mohou i pozitivně ovlivňovat biodiverzitu a její vliv na zdraví organismů a životní prostředí, spolu s tím mohou zpomalit vyčerpávání dostupných přírodních zdrojů a zachovat ekologickou stabilitu v místech pro ukládání zbytků. To ve výsledku může napomoci ohroženým druhům organismů a snížit tím vliv existujících rizik z průmyslových činností jako je například důlní těžba, popřípadě výrazně omezit rizika v daleko menší míře pro flóru a faunu, již tak křehkého a narušeného ekosystému. S využitím všech dostupných vědomostí a technologií je potřeba komplexně druhotné suroviny ze zbytků přeměnit v takové látky, aby to ve výsledku vedlo v prospěch zkvalitnění života nejen nás lidí, ale všech živých organismů na planetě Zemi.

Z metod hodnocení zdravotních a ekologických rizik využití odpadu bylo zjištěno, že zbytky po spalování uhlí mohou negativně ovlivnit zdraví lidí a životní prostředí. Na intenzitu škodlivosti má však vliv nejen obsah těchto látek, ale především také jejich mobilita. V intenzitě škodlivosti daného prvku hraje důležitou roli nejen expozice, ale i chemická forma.

Největší riziko však stále představují, tyto škodlivé látky, pro zaměstnance energetického průmyslu, kteří s tímto odpadem přímo nakládají a jsou s ním často v kontaktu. Zejména z prachu z popílku jsou vystaveni vysokému karcinogennímu a toxickému riziku. Z výše uvedených prvků jsou to arsen a beryllium, které představují největší riziko.

A protože je již dnes zřejmé, že se do budoucna nebude těžba a produkce hnědého uhlí snižovat, nemůžeme počítat ani se sníženým obsahem odpadu ze spalování. Zbývá nám tedy jen doufat, že energetické společnosti budou dodržovat všechny předpisy a zákonem stanovenou legislativu, a tím co nejméně zatěžovat a ohrožovat životní prostředí a obyvatele.

7. Seznam zdrojů

7.1. Seznam zdrojů - Literatura

Ahmaruzzaman M., 2010: A review on the utilization of fly ash, Progress in Energy and Combustion Science. Issue 3, 363 s.

Aurischio C., Fioravanti G., Grubessi O., Zanazzi F., 1988: Reappraisal of the crystal chemistry of beryl, American Mineralogist, 837 s.

Bencko V., 1995: Use of human hair as a biomarker in the assessment of exposure to pollutants in occupational and environmental setting. Toxicology 101, 29 – 39 s.

Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995: Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka, Grada, 263 s.

Cidlinová A., Zimová M., Melicherčík J., Wittlingerová Z., Ševčíková P., 2012: Metody hodnocení ekologických a zdravotních rizik při využívání odpadů, Waste Forum 1: 15 – 21 s.

Dirner V., 1998: Kvalitativní rozbor problematiky ukládání odpadů do podzemních důlních děl, VŠB-TU, Ostrava, 132 s.

Doležal J., Musil J., 1977: Polygrafická analýza nerostných surovin, Nakladatelství technické literatury, Praha, 22 s.

Ebbing D., 1987: General Chemistry, Houston Mifflin Company, Library of Congress Catalog, 979 s.

Fečko P., Kušnierová M., Lyčková B., Čablík V., Farkašová A., 2003: Popílky, VŠB-TU, Ostrava, 187 s.

Feuerborn H. J., Saraber A., Berg J., 2012: European Coal Combustion Products Association e. V., ECOBA, EUROCOALASH 2012 conference in Thessaloniki, Greece 96 s.

Foster S., 2005: National Center for Environmental Assessment, U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC

Holzbecher Z., Churáček J., 1987: Analytická chemie, Státní nakladatelství technické literatury, 663 s.

Iyer R. S., Scott J. A. 2001: Power station fly ash - a review of value added utilization outside of the construction industry, Resources, Conservation and Recycling, Volume 31, Issue 3, 228 s.

Kejík P., 2010: Rozpustnost elektrárenských popílků ve vysoce alkalickém prostředí, bakalářská práce, Fakulta chemická VUT, Brno, 41 s.

Kolář L., 1969: Popílký a možnost jejich využití, Mír 1, novinářské závody v Praze, Praha, 92 s.

Lyčková B., 2001: Aplikace separačních procesů z hlediska využití popílků, Fakulta hornicko-geologická VŠB-TU, Ostrava, 77 s.

Medvecová J., Mužík P., 2004: Nová surovina - fluidní popílek z tepelné elektrárny Hodonín. Juniorstav, červen, 2004, Brno

Mezřický V., 1986: Životní prostředí věc veřejná i soukromá, Delfin, Praha, 344 s.

Michalíková F., Škvarky J., Sisol M., Krinická I., 2010: Popoly zo spaľovania uhlia v tepelných elektrárnach, Waste Forum, duben 2010, 31 s.

Narukawa T., Takatsu A., Chiba K., Riley W. K., French D. H., 2005: Investigation on chemical species of arsenic, selenium and antimony in fly ash from coal fuel thermal power stations. J. Environ. Monit. 7, 1342-1348.

Noskievič P., 2002: Spalování uhlí, VŠB-TU, Ostrava, 62 s.

Novotný P, Fiala L, 1977: Spalování paliv a odpadů ve fluidní vrstvě, Nakladatelství technické literatury, Praha, 62 s.

Otčenášek P., 2006: Elektrická energie pro českou republiku, Praha, duben 2006, 83 s.

Pelcová D., 2006: Nemoci z povolání a intoxikace, Karolinum, Praha, 207 s.

Pitter P., 1999: Hydrochemie. Vydavatelství VŠCHT. Praha, 568 s.

Roubíček V., Buchtele J., 2002: Uhlí, zdroje, procesy, užití, Montanex, 173 s.

Schreier M., 2010: Waste management forum - Odpadové fórum, duben 2010, 31 s.

Skála Z., 1994: Ekologie v energetice, VUT, PC-DIR, Brno, 141 s.

Smith R. D., 1980: The trace element chemistry of coal dutiny combustion and the emissions from coal-fired plants. Progress in Energy and Combustion Science, Volume 6, 119 s.

Sokolář R., 2010: Waste management forum - Odpadové fórum, duben 2010, 31 s.

Sokolář R., Smetanová L., 2008: Popílkójílový střep keramických obkladaček B III - vliv typu jílu, Keramický zpravodaj, vol. 24, no. 3

Svoboda K., Kepák F., 1998: Energetika a životní prostředí, Fakulta životního prostředí, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, 214 s.

Teyssler J., 1988: Spalování popelnatých hnědých uhlí, Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 274 s.

Tureková I., Balog K., 2011: Integrovaná bezpečnost 2011 Alumni Press, Trnava 123 s.

Vejlupková J., 1995: Nemoci z povolání, Karolinum, Praha, 169 s.

Veverka Z., 2010: Bezpečnost zbytků po spalování uhlí, proč pochybují?, Waste Forum, duben 2010, 31 s.

7.2. Seznam zdrojů - Legislativa

ČSN 44 1350 Stanovení kyslíku v tuhých palivech

ČSN 75 7111 Jakost vod. Pitná voda

Zákon č. 22/1997 Sb., ze dne 24. 1. 1997 o technických požadavcích na výrobky a související předpisy, v platném znění

Zákon č. 17/1992 Sb., ze dne 5. 12. 1991 o životním prostředí, v platném znění

Zákon č. 185/2001 Sb., ze dne 15. 5. 2001 o odpadech, v platném znění

EU. SMĚRNICE RADY ze dne 21. prosince 1988 O sblížení právních a správních předpisů členských států týkajících se stavebních výrobků. In Úřední věstník evropských společenství. 1989, částka L 40, č. 106/EHS, s. 296-310.

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1907/2006 ze dne 18. prosince 2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, o zřízení Evropské agentury pro chemické látky, o změně směrnice 1999/45/ES a o zrušení nařízení Rady (EHS) č. 793/93, nařízení Komise (ES) č. 1488/94, směrnice Rady 76/769/EHS a směrnic Komise 91/155/EHS, 93/67/EHS, 93/105/ES a 2000/21/ES

Nařízení vlády č. 190/2002 Sb., ze dne 10. 4. 2002 kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky označované CE se změnami: 251/2003 Sb., 128/2004 Sb., v platném znění

Nařízení vlády č. 163/2002 Sb. ze dne 6. 3. 2002 kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, v platném znění

Vyhláška č. 499/2005 Sb. Státní úřad pro jadernou bezpečnost, v platném znění

Vyhláška č. 294/2005 Sb., ze dne 11. 6. 2005 o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, v platném znění

Vyhláška MŽP a MZ č. 376/2001 Sb., ze dne 1. 1. 2002 o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, v platném znění

Vyhláška č. 6/2003 Sb., ze dne 16. 12. 2002 kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností některých staveb, v platném znění

Vyhláška č. 252/2004 Sb., ze dne 22. 4. 2004 kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, v platném znění

Vyhláška č. 41/2005 Sb., ze dne 11. 1. 2005 kterou se mění vyhláška Ministerstva prostředí č. 83/2001 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady, v platném znění

7.3. Seznam zdrojů - Internetové zdroje

České bezpečnostní listy, 2009: podle ES č. 1907/2006, článku 31, přílohy II, v platném znění, online: www.bezpecnostni-listy.eu/kap03.html, cit. 20. 2. 2015

Jiří Brandštetr, Vysoké učení technické v Brně, 2011: Tuhé zbytky fluidního spalování jako efektivní pojivo, online: www.chempoint.cz/tuhe-zbytky-fluidniho-spalovani-uhli-jako-efektivni-pojivo, cit. 8. 1. 2015

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí Most a.s., 2008: online: www.vuhu.cz, cit. 20. 2. 2015

Juchelková, D., Koppe, K. Odpady, 2002: Vedlejší produkty nebo alternativní paliva?, online: www.biom.cz/cz/odborne-clanky/odpady-vedlejsi-produkty-nebo-alternativni-paliva, cit. 11. 11. 2014

Occupational Safety and Health Administration U.S. Department of Labor, 1999: online: www.osha.gov, cit. 12. 11. 2014

Masarykova univerzita, Brno, 2006: online: www.muni.cz, cit. 20. 2. 2015

IRZ, 2014: Integrovaný registr znečišťování, Informace o látkách ohlašovaných do IRZ online: www.irz.cz/node/20, cit. 17. 1. 2015

Periodická tabulka prvků, 2009: Mendělejevova periodická soustava prvků, online: www.prvky.com/periodicka-tabulka.html, cit. 23. 2. 2015

United Energy a.s., 2010: Certifikáty a osvědčení, online: www.ue.cz/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=2&Itemid=134, cit. 2. 3. 2015

8. Seznam obrázků, grafů a tabulek

Obr. 1 - technologické schéma fluidního kotle.....	14
Obr. 2 - technologické schéma odpopílkování fluidního kotle.....	15
Obr. 3 - odlehčené tvarové cihly	23
Graf 1 - orální expozice pitnou vodou - obyvatelé (děti)	36
Tab. 1 - průměrné chemické složení popílku.....	18
Tab. 2 - kritériální požadavky stavebně technického osvědčení	19
Tab. 3 - porovnání hodnot ukazatelů v jednotlivých předpisech	26
Tab. 4 - prvky zvolené v rámci hodnocení zdravotního rizika	27
Tab. 5 - metoda hodnocení zdravotních rizik	37

9. Seznam příloh

Příloha 1 - certifikáty výrobků.....	49
Příloha 2 - prohlášení o shodě.....	58



TECHNICKÝ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV STAVEBNÍ PRAHA, s.p.
Technical and Test Institute for Construction Prague
Akreditovaná zkušební laboratoř, Autorizovaná osoba, Certifikační orgán, Notifikovaná osoba, Inspekční orgán
Accredited Testing Laboratory, Authorized Body, Certification Body, Notified Body, Inspection Body
Prosecká 811/76a, 190 00 Praha 9 - Prosek, Czech Republic

Autorizovaná osoba 204
Rozhodnutí ÚNMZ č. 11/2013 ze dne 6.5.2013
Pobočka 0400 – Teplice

CERTIFIKÁT VÝROBKU

č. 204/C5/2013/040-043756

V souladu s ustanovením § 5 odst. 2 nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb., autorizovaná osoba potvrzuje, že u stavebního výrobku

Popílek z látkových filtrů pro násypy a zásypy při stavbě pozemních komunikací

typ/varianta: **UE-KY-LS**

žadatel:

United Energy, a.s.

IČ:	27 30 99 59
adresa:	Teplárenská 2, 434 03 Most-Komořany
výrobní adresa:	United Energy, a.s.
zakázka:	Teplárenská 2, 434 03 Most-Komořany Z040 03 0204

přezkoumala podklady předložené výrobcem, provedla počáteční zkoušku typu výrobku na vzorku a posoudila systém řízení výroby a zjistila, že

- uvedený výrobek splňuje požadavky související se základními požadavky výše uvedeného nařízení vlády stanovené stavebním technickým osvědčením a technickými předpisy:

STO č. 040-043754 ze dne 31.05.2013,

Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 499/2005 Sb., kterou se mění vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně,

Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady

- systém řízení výroby odpovídá příslušné technické dokumentaci a zabezpečuje, aby výrobky uváděné na trh splňovaly požadavky stanovené shora uvedeným stavebním technickým osvědčením a technickými předpisy a odpovídaly technické dokumentaci podle § 4 odst. 3 výše uvedeného nařízení vlády.

Nedílnou součástí tohoto certifikátu je protokol o výsledku certifikace č. 040 – 043 755 ze dne 07.06.2013, který obsahuje závěry zjišťování, ověřování a výsledky zkoušek, základní popis certifikovaného výrobku nezbytné pro jeho identifikaci.


Tento certifikát zůstává v platnosti po dobu, po kterou se požadavky stanovené ve stavebním technickém osvědčení a technických předpisech, na které byl uveden odkaz, nebo výrobní podmínky v místě výroby či systém řízení výroby výrazně nezmění.

Autorizovaná osoba provádí nejméně jedenkrát za 12 měsíců dohled nad řádným fungováním systému řízení výroby v místě výroby, odebírá vzorky výrobků v místě výroby, provádí jejich zkoušky a posuzuje, zda vlastnosti výrobku odpovídají stavebnímu technickému osvědčení a technickým předpisům podle ustanovení § 5 odst. 4 výše uvedeného nařízení vlády. Pokud autorizovaná osoba zjistí nedostatky, je oprávněna zrušit nebo změnit tento certifikát.

Osoba odpovědná za správnost tohoto certifikátu:

Teplice, 7. června 2013




Ing. Pavel Rubáš, Ph.D.

zástupce vedoucího autorizované osoby 204



TECHNICKÝ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV STAVEBNÍ PRAHA, s.p.
Technical and Test Institute for Construction Prague

Akreditovaná zkušební laboratoř, Autorizovaná osoba, Certifikační orgán, Notifikovaná osoba, Inspekční orgán
Accredited Testing Laboratory, Authorized Body, Certification Body, Notified Body, Inspection Body

Autorizovaná osoba 204 podle rozhodnutí ÚNMZ č. 11/2013

Pobočka 0400 – Teplice

vydává

podle ustanovení zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, v platném znění a § 2 a 3 nařízení vlády č. 163/2002 Sb., ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb.

STAVEBNÍ TECHNICKÉ OSVĚDČENÍ

č. 040 – 043 754

na výrobek:

Popílek z látkových filtrů
pro násypy a zásypy při stavbě pozemních komunikací

typ/varianta: UE-KY-LS

United Energy, a.s.


IČ:	27 30 99 59
adresa:	Teplárenská 2, 434 03 Most-Komořany
výrobní adresa:	United Energy, a.s.
adresa:	Teplárenská 2, 434 03 Most-Komořany
zakázka:	Z040 03 0204

Autorizovaná osoba 204 tímto stavebním technickým osvědčením osvědčuje údaje o technických vlastnostech výrobku, jejich úrovni a postupech jejich zjišťování ve vztahu k základním požadavkům uvedeným v příloze č. 1 nařízení vlády č. 163/2002 Sb., ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb.

Osvědčení je technickou specifikací určenou k posouzení shody uvedeného výrobku.

Počet stran stavebního technického osvědčení včetně strany titulní: 4

Zpracovatel tohoto stavebního technického osvědčení:


Ing. Dehisa Trajkovská
vedoucí posuzovatel

Platnost osvědčení do: **31. května 2016**

Osoba odpovědná za správnost tohoto stavebního technického osvědčení:

Teplice, 31. května 2013




Ing. Pavel Rubáš, Ph.D.
zástupce vedoucího autorizované osoby 204

1. Popis výrobku a vymezení způsobu jeho použití ve stavbě:

Popílek z látkových filtrů pro násypy a zásypy při stavbě pozemních komunikací podle technologických postupů stanovených v konkrétním projektu stavby.

Popílek vznikající fluidním spalováním hnědého uhlí z produkce MUS a.s. nebo Severočeské doly a.s. - Doly Bilina, zachycený látkovými filtry.

2. Vymezení sledovaných vlastností a způsobu jejich posouzení:

Tab. 1:

Č.	Sledovaná vlastnost ¹⁾	Zkušební postup	Počet vzorků		Požadovaná (P)/ deklarovaná úroveň (D)
			C/T	D	
1	Zrnitost	ČSN CEN ISO/TS 17892-4	1	1	D: stanovení čáry zrnitosti
2	Zhutnitelnost (Proctor standard) (kg.m ⁻³)	ČSN EN 13286-2	1	1	D: 750 < pd, maxPS < 1050
3	Vlhkost (%)	ČSN EN ISO/TS 17892-1	1	1	D: 40 < w < 65
4	Poměr únosnosti CBR (%) (po zhutnění/po 7 dnech a 96 hod. sycení)	ČSN EN 13286-47	1	1	D: > 15,0
5	Pórovitost (%)		1	1	D: > 1,5
6	Objemová stálost – bobtnání (%)	TP MDS 93, pf. 2	1	1	D: < 3
7	Výluhy	Příloha 12 vyhlášky 294/2005 Sb.	1	1	p: viz tabulka č. 2
8	Hmotnostní aktivita 226Ra (Bq.kg ⁻¹) Index hmotnostní aktivity	Doporučení SÚJB 2009	1	1	P: ≤ 1000 P: ≤ 2,0

1) Ostatní vlastnosti uvedené v TN 09-11-02 se na výrobek nevztahují – výrobek není určen pro aktivní zónu.

Tab. 2: Výluhy

Ukazatel	Jednotka	Limitní hodnota
Ag	(mg/l)	0,1
As	(mg/l)	0,1
Ba	(mg/l)	1
Be	(mg/l)	0,005
Cd	(mg/l)	0,005
Co	(mg/l)	0,1
Cr (celk.)	(mg/l)	0,1
Cu	(mg/l)	1,0
Hg	(mg/l)	0,005
Ni	(mg/l)	0,1
Pb	(mg/l)	0,1
Se	(mg/l)	0,05
V	(mg/l)	0,2
Zn	(mg/l)	3
Sn	(mg/l)	1,0



3. Zajištění systému řízení výroby

Požadavky na zajištění systému řízení výroby

Požadavky na SRV jsou uvedeny v příloze č. 3 k nařízení vlády č. 163/2002 Sb. ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb.

4. Podklady předložené žadatelem:

- Zpráva vyhodnocení kontrolních zkoušek pro popílek z látkových filtrů pro násypy a zásypy, typ UE-KY-LS, návrh STO ing. Alois Kouba, květen 2013

5. Přehled použitých technických předpisů, technických norem a dalších dokladů:

Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 499/2005 Sb., kterou se mění vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně,

Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady

TP MDS 93 Návrh a provádění staveb pozemních komunikací s využitím poplíků a popelů (MDS, květen 2003)

TN 09-11-02 Poplíky a směsi s popílkem pro konstrukční vrstvy vozovek a pro násypy a zásypy při stavbě pozemních komunikací, TZÚS Praha, prosinec 2012

6. Ověřovací zkoušky:

Nebyly prováděny

7. Upřesňující požadavky pro posuzování shody:

Výrobek je zařazen do přílohy č. 2, seznam výrobků 9, pořadové číslo 11 podle nařízení vlády č. 163/2002 Sb., ve znění nařízení vlády 312/2005 Sb. - „Poplíky a směsi s popílkem pro konstrukční vrstvy vozovek a pro násypy a zásypy při stavbě pozemních komunikací“. Předepsaný způsob posouzení shody odpovídá § 6 uvedeného nařízení. Na žádost výrobce bude posouzení provedeno podle §5. Výrobce zajišťuje systém řízení výroby v souladu s požadavky písm. c), odst. 2, § 5 uvedeného nařízení.

Dohled nad certifikovaným výrobkem bude prováděn jedenkrát za 12 měsíců.

Toto stavební technické osvědčení nahrazuje stavební technické osvědčení č. 040-035572.





TECHNICKÝ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV STAVEBNÍ PRAHA, s.p.
Technical and Test Institute for Construction Prague

Akreditovaná zkušební laboratoř, Autorizovaná osoba, Certifikační orgán, Notifikovaná osoba, Inspekční orgán
Accredited Testing Laboratory, Authorized Body, Certification Body, Notified Body, Inspection Body
Prosecká 811/76a, 190 00 Praha 9 - Prosek, Czech Republic

Autorizovaná osoba 204 podle rozhodnutí ÚNMZ č. 11/2013
Pobočka 0400 – Teplice

PROTOKOL

o výsledku certifikace výrobku

podle § 5 nařízení vlády č. 163/2002 Sb., ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb.

č. 040 – 043 755

**Popílek z látkových filtrů
pro násypy a zásypy při stavbě pozemních komunikací**

typ/varianta: UE-KY-LS

žadatel:

United Energy, a.s.

IČ: 27 30 99 59
adresa: Teplárenská 2, 434 03 Most-Komoňany
výrobna: **United Energy, a.s.**
adresa: **Teplárenská 2, 434 03 Most-Komoňany**
zakázka: Z040 03 0204

Počet stran protokolu včetně strany titulní: 5

Počet příloh: -

Teplice, 7. června 2013



Ing. Jaroslav Sytař
vedoucí posuzovatel

Upozornění: Bez písemného souhlasu zástupce vedoucího autorizované osoby se tento protokol nesmí reprodukovat jinak, než celý.

Technický a zkušební ústav stavební Praha, s. p., Pobočka 0400-Teplice, Tolstého 447, 415 03 Teplice, Česká republika
Tel.: 417 537 382, 417 537 414, Fax: +420 417 537 414, +420 417 530 500, e-mail: rubas@tzus.cz, www.tzus.cz
Bankovní spojení (Bank): KB Praha 1 Czech Republic, č.ú.: 1501-931/0100, IČ: 00015679, DIČ: CZ00015679

1. Všeobecné údaje

1.1. Údaje o žadateli

UNITED ENERGY, a. s. - Teplárenská 2, 434 03 Most Komořany

IČ: 40 70 81 97

výrobna : Teplárenská 2, 434 03 Most Komořany

1.2. Údaje o výrobku

Název výrobku:

Popílek z látkových filtrů pro násypy a zásypy při stavbě pozemních komunikací,
typ/varianta: UE-KY-LS

Popis výrobku a jeho použití ve stavbě:

Popílek vznikající fluidním spalováním hnědého uhlí z produkce MUS a.s. nebo Severočeské doly a.s. - Doly Bílina, zachycený látkovými filtry.

Popílek z látkových filtrů **pro násypy a zásypy při stavbě pozemních komunikací** podle technologických postupů stanovených v konkrétním projektu stavby.

Zatřídění podle přílohy 2 nařízení vlády č. 163/2002 Sb., ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb.: seznam č. 9, pořadové č. 11 a předepsaný způsob posouzení shody odpovídá § 6 uvedeného nařízení. Na žádost výrobce posouzení provedeno podle §5.

1.3. Seznam podkladů předaných žadatelem pro certifikaci výrobku

- Žádost o výkon činnosti autorizované osoby podle nařízení vlády č. 163/2002 Sb., ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb.

1.4. Seznam ostatních podkladů použitých při certifikaci výrobku

- Technický návod při činnosti AO při posuzování shody TN 09-11-01, TZÚS Praha, prosinec 2012
- Kontrolní list – systém řízení výroby
- TP MDS 93 Návrh a provádění staveb pozemních komunikací s využitím popílků a popelů

1.5. Technická specifikace, technické předpisy vztahující se na certifikaci výrobku

- Stavební technické osvědčení č. 040 – 043 754 z 2013-05-31, vydal TZÚS Praha – pobočka Teplice, platnost do 31. května 2016
- Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 499/2005 Sb., kterou se mění vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně
- Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady



1.6. Informace o předchozí certifikaci výrobku

Jedná se o čtvrtou certifikaci.

Třetí certifikace byla provedena v roce 2010 a byl vydán certifikát č. 204/C5/2010/040-035605.

Druhá certifikace byla provedena v roce 2007 a byl vydán certifikát č. 204/C5/2007/040-027893.

První certifikace byla provedena v roce 2005 a byl vydán certifikát č. 040 – 040-024177.

2. Výsledek přezkoumání podkladů předložených žadatelem

Podklady předložené žadatelem odpovídají požadavkům § 5, odst. 2 písm. a) nařízení vlády č. 163/2002 Sb., ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb.

3. Posouzení výrobku

3.1. Technické požadavky

Výrobek byl posuzován podle technické specifikace dle 1.5:

Zrnitost
Zhutnitelnost (Proctorova standardní zkouška)
Vlhkost
Poměr únosnosti CBR
Pórovitost
Objemová stálost - bobtnání
Vodný výluh
Hmotnostní aktivita 226Ra
Index hmotnostní aktivity

3.2. Soupis protokolů o zkouškách a posouzeních:

- Protokol o výsledcích laboratorních zkoušek č. 130267/7, ARCADIS Geotechnika Praha, AZL 1119, duben 2013
- Protokol o výsledcích laboratorních zkoušek č. 130267/8, ARCADIS Geotechnika Praha, AZL 1119, květen 2013
- Protokol o výsledcích laboratorních zkoušek č. 130267Z041, ARCADIS Geotechnika Praha, AZL 1119, květen 2013
- Protokol o výsledcích laboratorních zkoušek č. 29/13, United Energy, a.s., AZL 1489, květen 2013
- Protokol o zkouškách popílku č. 040-043682, TZÚS Teplice, květen 2013
- Protokol o stanovení obsahu přírodních radionuklidů ve stavebních materiálech č. 040-043679, TZÚS Teplice, květen 2013

3.3. Vyhodnocení výsledků zkoušek a posouzení výrobku

Tabulka č. 1

Sledovaná vlastnost ¹⁾	Protokol o zkoušce	Zkušební postup	Zjištěná průměrná hodnota	Požadovaná hodnota	Vyhodnocení
Zrnitost (propad sítem) (%hm.)	040-043682	ČSN CEN ISO/TS 17892-4	56,6	provedena	vyhovuje
0,063 mm			70,4		
0,09 mm			79,4		
0,125 mm			100		
1,000 mm					



Zhutnitelnost (Proctorova standardní zkouška) (kg.m^{-3})	13026777	ČSN EN 13286-2	910	$750 < p_d, \text{maxPS} < 1050$	vyhovuje
Vlhkost (%)	13026777	ČSN EN ISO/TS 17892-1	59,5	$40 < w < 65$	vyhovuje
Poměr únosnosti CBR (po zhutnění/po 7 dnech a 96 hod. sycení) (%)	13026778	ČSN EN 13286-47	289,2	$> 15,0$	vyhovuje
Pórovitost (%)			68,0	$> 1,5$	vyhovuje
Objemová stálost – bobtnání (%)	130267ZD41	TP MDS 93, př. 2	0,008	< 3	vyhovuje
Vodný výluh	29/13	Příloha 12 vyhlášky 294/2005 Sb.	viz tabulka č. 2	viz tabulka č. 2	vyhovuje
Hmotnostní aktivita Ra^{226} (Bq.kg^{-1})	040-043679	Doporučení SÚJB 2009	97 ± 7	≤ 1000	vyhovuje
Index hmotnostní aktivity			$0,86 \pm 0,13$	$\leq 2,0$	vyhovuje

1) ostatní vlastnosti uvedené v TN 09-11-02 nejsou uplatněny

Tab. 2: Limitní hodnoty výluhu

Druh parametru	Ukazatel	Zjištěná hodnota (mg.l^{-1})	Limitní hodnota (mg.l^{-1})	Vyhodnocení
chemické prvky ve vodném výluhu	As	$< 0,0006$	0,1	vyhovuje
	Ba	0,264	1,0	vyhovuje
	Be	0,0013	0,005	vyhovuje
	Pb	$< 0,0078$	0,1	vyhovuje
	Cd	$< 0,0009$	0,005	vyhovuje
	Cr	0,0874	0,1	vyhovuje
	Co	$< 0,0009$	0,1	vyhovuje
	Cu	$< 0,0013$	1,0	vyhovuje
	Ni	$< 0,0049$	0,1	vyhovuje
	Hg	0,0008	0,005	vyhovuje
	Se	$< 0,0017$	0,05	vyhovuje
	Ag	$< 0,0019$	0,1	vyhovuje
	V	0,0437	0,2	vyhovuje
	Zn	$< 0,0019$	3,0	vyhovuje
Sn	$< 0,010$	1,0	vyhovuje	

Závěr vyhodnocení :

VYHOVUJE

4. Posouzení systému řízení výroby

4.1. Požadavek technické specifikace, technického předpisu na systém řízení výroby:

Požadavky na SRV jsou uvedeny v příloze č. 3 k nařízení vlády č. 163/2002 Sb. ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb.

4.2. Výsledek posouzení systému řízení výroby:

Kontrola u výrobce provedena, byl vyplněn a výrobcem potvrzen kontrolní checklist.

Systém řízení výroby odpovídá technické dokumentaci a je zajištěno jeho řádné fungování.



5. Závěr

- Vzorek výrobku odpovídá ve sledovaných vlastnostech požadavkům technické specifikace a technických předpisů
- Systém řízení výroby odpovídá technické dokumentaci, zabezpečuje, aby výrobky uváděné na trh splňovaly požadavky nařízení vlády č. 163/2002 Sb., ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb. a je zajištěno jeho řádné fungování.
- Výrobek splňuje požadavky § 5 nařízení vlády č. 163/ 2002 Sb., ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb.
- Zjištění a závěry uvedené v tomto protokolu platí za předpokladu, že nedojde ke změně skutečností, za kterých bylo posouzení shody provedeno a pokud tato změna může ovlivnit vlastnosti výrobků (např. změna technických předpisů, technické specifikace, výrobní technologie, vstupních surovin a výrobního zařízení).
- Technická **dokumentace** výrobku **musí být** v souladu s ustanovením § 5 odst. 1 a odst. 4 nařízení vlády č. 163/2002 Sb., ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb. **doplňována zprávami o dohledu jedenkrát za 12 měsíců.**

6. Přílohy:

Bez příloh.



KONEC PROTOKOLU

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ

*Podle § 13 zákona č. 22/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů
a § 13 nařízení vlády č. 163/2002 Sb., ve znění nařízení vlády
312/2005 Sb.*



V Mostě-Komořanech

Dne 18.6.2013

podpis.....


Ing. Milan Boháček
Generální ředitel

United Energy, a.s.
Most, Komořany, Teplárenská 2,
PSČ 434 03
IČ: 27309959 (3)

Razítko.....

Výrobce:

United Energy, a.s.
Teplárenská 2
434 01 Most – Komořany
IČO: 27309959

Prohlašuje na svou výlučnou odpovědnost, že výrobek:

- 1) Popílek z látkových filtrů pro násypy a zásypy při stavbě pozemních komunikací, typ/varianta: UE-KY-LS**
- 2) Popílek z látkových filtrů do pórobetonu, typ/varianta: UE-KY-LB**

splňuje základní požadavky podle nařízení vlády č. 163/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů konkretizované ve Stavebním a technickém osvědčení a je za podmínek výše uvedeného použití bezpečný.

Výrobce United Energy, a.s. přijal opatření v úrovni dané MPBP 04/04 Chemické analýzy syvkých hmot, MPBP 02/03 Chemické analýzy paliv a MPBP Technologický úsek aglomerace ze dne 31.12.2002, kterými zabezpečuje shodu všech výrobků uváděných na trh s technickou dokumentací a se základními požadavky.

Posouzení bylo provedeno podle § 5 (certifikace výrobku) nařízení vlády č. 163/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů a § 21, odst. 1 a 7 zákona č. 22/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů s použitím následujících dokladů:

Certifikát výrobku č. 204/C5/2013/040 – 043753 ze dne 07.06.2013

Certifikát výrobku č. 204/C5/2013/040 – 043756 ze dne 07.06.2013

vydaných Technickým a zkušebním ústavem stavebním Praha, s.p., Prosecká 76a/811, Praha 9, IČO: 00015679, pobočka Teplice.

Výrobce United Energy, a.s. dále prohlašuje, že provedl dle Nařízení (ES) 1907/2006 REACH registraci chemické látky:

Název chem.látky	Číslo registrace	Datum registrace	Velikost podniku	Tonážní pásmo
Fluidní popel (FBC)	01-2119484641-35-0006	03/11/2010	Velká	Přes 1000 t/rok

Registraci naleznete na internetových stránkách:

<https://reach-it.echa.europa.eu/reach/public/login.faces>

u výrobku nebyly prokázány nebezpečné vlastnosti, z tohoto důvodu Výrobce United Energy, a.s. nepředkládá bezpečnostní list

V Mostě-Komořanech

Dne 18.6.2013

podpis 

**Ing. Milan Boháček
Generální ředitel**