

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2015

Bc. MARIAN CHOBOT



Využití flotační hlušiny ve stavebnictví
Diplomová práce

Vedoucí práce:
Ing. Petr Trávníček, Ph.D.

Vypracoval:
Bc. Marian Chobot

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: **Využití flotační hlušiny ve stavebnictví** vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu své diplomové práce Ing. Petru Trávníčkovi, Ph.D., rovněž společnosti OKD, a.s. spolu s vedením Dolu Darkov, Dolu ČSM a Dolu Paskov za umožnění zpracování diplomové práce na téma Využití flotační hlušiny ve stavebnictví. Zejména bych chtěl poděkovat p. Ing. Jiřímu Vyoralovi za odborné a cenné rady týkající se problematiky úpravnictví, za realizaci exkurzí na výše zmíněných dolech a za poskytnutí výsledků zkoušek flotačních hlušín provedených akreditovanými zkušebními laboratořemi. Děkuji p. Ing. Miluši Hlavatému, Ph.D. z Vysoké školy báňské v Ostravě a p. Ing. Jiřímu Růžičkovi z Dolu Paskov za odbornou konzultaci v souvislosti s nakládáním, popřípadě využíváním flotační hlušiny. Rovněž děkuji společnosti Cihelna Polom, spol. s.r.o. za umožnění exkurze, spojené s vysvětlením procesu začlenění flotační hlušiny do výroby cihlářského zboží.

ABSTRAKT

Tato diplomová práce na téma Využití flotační hlušiny ve stavebnictví byla vypracována na Dole Darkov a Dole ČSM. Veškeré poznatky týkající se využití flotační hlušiny získané z výše zmíněných dolů budou použity jako základní informace pro budoucí využití tohoto jemnozrnného odpadu z úpravy černého uhlí. V průběhu zpracovávání diplomové práce mi bylo umožněno nahlédnout do provozu na povrchu Dolu Darkov i Dolu ČSM.

Teoretická část práce je zaměřena na popis celého procesu úpravy černého uhlí od momentu vytěžení až po expedici či uložení ve velkoprostorových zásobnících. Flotační hlušina je jemnozrnným odpadem vznikajícím úpravou černého uhlí pomocí procesu flotace. Ta navazuje na technologický popis úpraven a je ukládána (naplavována) do úložného místa - odkaliště Pilňok. Dále jsou v teoretické části uvedeny dopady těžby, které mají vliv na životní prostředí, a způsoby nápravných opatření navazujících na důsledky těžby černého uhlí. V další kapitole věnuji pozornost možnostem využití flotační hlušiny, na což navazuje legislativní rámec pro nakládání s flotační hlušinou a certifikační postup.

V praktické části jsou uvedeny výsledky zkoušek vzorků flotační hlušiny potřebné k udělení certifikace výrobku. Závěr hodnotí výsledky zkoušek a požadavky Cihelny Polom, spol. s.r.o. s ohledem na budoucí dlouhodobé využití flotační hlušiny při výrobě cihlářského zboží.

Klíčová slova: flotační hlušina, odpad, flotace, certifikace, ostřívo, černé uhlí, úprava černého uhlí, těžba černého uhlí

ABSTRACT

This Thesis, entitled Utilization of Flotation tailings in the Construction Business, has been formulated and developed in the Darkov and ČSM Coal Mines. All the findings acquired in the abovementioned mines will be used as basic information for the future utilization of this fine-grained waste, which is a by-product of black coal processing. While developing and writing this Thesis, I was allowed to observe the processing at both the Darkov and ČSM Coal Mines.

The theoretical part of this Thesis is dedicated to the description of processing of black coal, from the moment of extraction to the point of expedition or storage appropriate storage areas. Flotation tailings are composed of fine-grained waste created during

flotation processing of black coal. The flotation tailings are deposited (floated) into an assigned depository area - the Pilňok tailings pond. The theoretical part of the Thesis also deals with the consequences of coal extraction, which impact the natural environment, and with reparatory actions undertaken to alleviate such consequences. Finally, a chapter within the theoretical part is also dedicated to the possibilities of utilization of flotation tailings, followed by the legislative framework that governs the processing of flotation tailings and an associated certification process.

The practical part of the Thesis lists the results of flotation tailings sample examination, which is essential for product certification. The Conclusion evaluates the examination results and the requirements of the Cihelna Polom s.r.o. (Polom Brick Factory, ltd.) with regard to the future long-term utilization of flotation tailings in the production of brick products.

Key words: flotation tailings, waste, flotation, certification, black coal, grog, black coal processing, black coal extraction.

OBSAH

1 ÚVOD.....	11
2 CÍLE PRÁCE	13
3 POPIS ÚPRAVNÝ DOLU DARKOV.....	14
3.1 Hlavní technologické celky procesu úpravy černého uhlí	14
4 POPIS ÚPRAVNÝ UHLÍ ČSM.....	19
5 PRINCIP A VÝZNAM FLOTACE	22
5.1 Princip flotace	22
5.2 Význam flotace.....	22
5.3 Složení flotační soustavy	23
5.3.1 Tuhá fáze.....	24
5.3.2 Kapalná fáze.....	24
5.3.3 Plynná fáze.....	24
5.4 Elementární akt flotace	24
5.5 Flotační reagence	25
5.6 Faktory ovlivňující průběh a výsledky flotace	26
5.6.1 Obsah složky v surovině	26
5.6.2 Zrnitostní složení výchozí suroviny.....	26
5.6.3 Teplota a složení flotačního prostředí.....	26
5.6.4 Reagenční režim flotace.....	27
6 FLOTACE UHLÍ.....	28
6.1 Charakteristika uhlí z hlediska flotace.....	28
6.2 Faktory ovlivňující flotaci uhlí	29
6.3 Schéma flotace uhlí.....	29
7 VLIV PRODUKCE ODPADŮ Z TĚŽBY A ÚPRAVY ČERNÉHO UHLÍ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	30
7.1 Asanačně-rekultivační zásahy do krajiny	30
7.2 Deformace zemského povrchu způsobené těžbou	31
7.3 Tvorba hald, produkce hlušiny a důlní vody	31
7.4 Vznik jemnozrnných odpadů z úpravy černého uhlí a jejich souvislost se vznikem úložných míst či odkališť.....	32
8 PLÁN PRO NAKLÁDÁNÍ S TĚŽEBNÍM ODPADEM – KALIŠTĚ PILŇOK.....	34

8.1 První část plánu pro nakládání s těžebním odpadem - část A	35
8.1.1 Plán pro nakládání s těžebním odpadem.....	35
8.1.2 Podmínky pro předcházení vzniku těžebního odpadu a jeho škodlivosti nebo jeho omezování.....	35
8.1.3 Podmínky pro sanaci a rekultivaci území dotčeného provozem úložného místa	36
8.2 Druhá část plánu pro nakládání s těžebním odpadem - část B	36
8.2.1 Zařazení úložného místa do příslušné kategorie	36
8.2.2 Hodnocení vlastností těžebního odpadu	36
8.2.3 Informace o činnostech, při kterých těžební odpad vzniká.....	37
8.2.4 Informace o způsobu nakládání s vzniklým těžebním odpadem	37
8.2.5 Vliv ukládání těžebních odpadů na životní prostředí a lidské zdraví	37
8.2.6 Kontrolní a monitorovací postupy	37
8.2.7 Přehled druhů a kategorií produkovaných těžebních odpadů	38
9 MOŽNOSTI VYUŽITÍ FLOTAČNÍ HLUŠINY	39
9.1 Klastr ENVICRACK - alternativní zdroje energie	40
9.1.1 Projekty zabývající se problematikou flotační hlušiny	41
9.2 Využití flotačních hlušín pro zakládku v dole	42
9.2.1 Sypaná zakládka.....	42
9.2.2 Plavená zakládka.....	42
9.2.3 Foukaná zakládka.....	42
9.2.4 Zvláštní způsoby zakládky.....	42
9.3 Možnosti využití flotační hlušiny v pozemním stavitelství, při sanacích a rekultivacích, ve stavebním průmyslu	43
9.3.1 Funkce flotační hlušiny při výrobě cihlářského zboží	44
9.4 Způsoby využití jemnozrnných odpadů z úpravy černého uhlí v zahraničí	47
10 LEGISLATIVNÍ RÁMEC URČUJÍCÍ POSTUP PŘI NAKLÁDÁNÍ S FLOTAČNÍ HLUŠINOU.....	50
10.1 Zákon č. 157/2009 Sb., o nakládání s těžebním odpadem.....	50
10.1.1 Rozdělení úložných míst.....	51
10.2 Nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb.	52
10.2.1 Stavební a technické osvědčení	52
10.2.2 Postupy pro posuzování shody.....	52

10.3 Vyhláška č. 429/2009 Sb., o stanovení náležitostí plánu pro nakládání s těžebním odpadem včetně hodnocení jeho vlastností a některých dalších podrobností k provedení zákona o nakládání s těžebním odpadem.....	53
10.3.1 Náležitosti plánu pro nakládání s těžebním odpadem.....	54
10.4 Vyhláška č. 428/2009 Sb., o provedení některých ustanovení zákona o nakládání s těžebním odpadem	54
10.4.1 Tvorba rezervy finančních prostředků.....	55
10.4.2 Obsah havarijního plánu úložného místa.....	55
10.4.3 Prevence závažných nehod	55
11 CERTIFIKAČNÍ PROCES	56
11.1 Informace o Technickém a zkušebním ústavu stavebním Praha	56
11.2 Certifikace výrobků	56
11.2.1 Vlastní průběh certifikace	57
12 MATERIÁL A METODIKA	58
12.1 Výčet norem a platných právních předpisů	58
12.2 Průběh zkoušky fyzikálně mechanických vlastností dle ČSN EN 933-1	59
12.2.1 Podstata zkoušky.....	59
12.2.2 Zkušební postup	59
12.3 Průběh chemické analýzy vodného výluhu dle ČSN EN 12457-2	60
12.3.1 Podstata zkoušky.....	60
12.3.2 Zkušební postup	60
12.4 Průběh stanovení zhutnitelnosti Proctor standard ČSN EN 13286-2	61
12.4.1 Podstata zkoušky.....	61
12.4.2 Zkušební postup	61
13 VÝSLEDKY A DISKUZE.....	63
13.1 Výsledek zkoušky fyzikálně mechanických vlastností flotační hlušiny z úpravny Dolu Darkov	64
13.2 Výsledek zkoušky fyzikálně mechanických vlastností flotační hlušiny z úpravny Dolu ČSM.....	65
13.3 Výsledek zkoušky chemické analýzy vodného výluhu flotační hlušiny z Dolu Darkov	66
13.4 Výsledek zkoušky chemické analýzy vodného výluhu flotační hlušiny z Dolu ČSM	67
13.5 Výsledek zkoušky stanovení zhutnitelnosti Proctor standard flotační hlušiny z Dolu Darkov	68

13.6 Výsledek zkoušky stanovení zhutnitelnosti Proctor standard flotační hlušiny z Dolu ČSM.....	69
ZÁVĚR.....	70
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	72
SEZNAM OBRÁZKŮ	76
SEZNAM TABULEK.....	77

1 ÚVOD

Těžba černého uhlí v ostravsko-karvinském revíru má dlouholetou tradici, přetrvávající v tomto regionu od pol. 18 století až do současnosti. Důležitou součástí těžby je i následná úprava uhlí, jejímž úkolem je zajistit vysoce kvalitní produkt bez jakýchkoliv příměsí či nežádoucích látek. Zájem společnosti OKD, a.s. o zpracování diplomové práce na téma „Využití flotační hlušiny ve stavebnictví“ byl pro mne podnětem k opětovné analýze problematiky využití tohoto specifického druhu jemnozrnného těžebního odpadu. Flotační hlušina vzniká jako výsledek procesu flotace, kdy se oddělí od uhelného zrna a následně je dopravována potrubím do úložného místa (odkaliště). Ve většině případů se dále nevyužívá. Vzniká tedy značné množství nevyužitého odpadu, který utváří rozsáhlé vodní plochy poblíž dolů a úpravárenských komplexů. Ve své diplomové práci se zabývám možnostmi využití flotační hlušiny ve stavebnictví, zejména k výrobě cihlářského zboží Cihelnou Polom, spol. s.r.o. (dále jen „Cihelna Polom“). Ovšem jsou zde uvedeny i jiné způsoby využití realizované v minulosti nebo plánované k uskutečnění v budoucnu.

První část práce je zaměřena na seznámení se s procesem úpravy černého uhlí na Dole Darkov a ČSM. Po vytěžení uhlí prochází několika různými způsoby úpravy počínaje těžkokapalinovým odkameněním surového uhlí, přes úpravu pomocí technologie vodního prádla až po oddělení nejjemnějších zrn procesem flotace. Následně je upravené uhlí expedováno nebo uloženo ve velkoprostorových zásobnících. Během procesu úpravy černého uhlí vznikají různé druhy odpadů. Tyto odpady se odlišují velikostí zrn, chemickým složením a fyzikálními vlastnostmi. Zejména jde o certifikovanou hrubozrnnou hlušinu, která je využívána k výstavbě komunikací, a jemnozrnnou flotační hlušinu, u níž je cílem získání certifikace a následné využití k výrobě cihlářského zboží.

Další část diplomové práce analyzuje proces flotace, pomocí které se flotační hlušina odděluje od černouhelného zrna. Je zde uveden princip a význam flotace spolu s faktory ovlivňující tento proces. Následně věnuji pozornost vlivu vzniklých odpadů z těžby a úpravy černého uhlí na životní prostředí a v souvislosti s tímto vznikem jsou zde uvedeny způsoby nápravy důsledků těžby. Nakládání s odpadem vznikajícím při těžbě a úpravě černého uhlí se řídí platnou legislativou, jejíž součástí je i plán pro nakládání s těžebním odpadem. Tento plán popisuje technologické zabezpečení odkaliště Pilňok,

dále množství naplavovaných flotačních hlušin a rovněž způsoby pravidelných odběrů vzorků.

Důležitou částí této práce je zjišťování možností využití flotační hlušiny jak v minulosti, tak i v současné době, ať už v České republice nebo v zahraničí. Hlavní snahou společnosti OKD, a.s. je dodávat flotační hlušinu z Dolu Darkov a Dolu ČSM Cihelně Polom, s.r.o., která by ji dlouhodobě využívala jako ostřívo pro výrobu cihlářského zboží. V návaznosti na řešenou problematiku využití flotační hlušiny je zpracována i praktická část, která prezentuje výsledky zkoušek vzorků flotačních hlušin z výše zmíněných dolů provedených na základě platných norem a vyhlášky Ministerstva životního prostředí. Zkoušky byly realizovány v akreditovaných laboratořích certifikační společnosti Technického a zkušebního ústavu stavebního Praha.

Závěr diplomové práce obsahuje hodnocení výsledků zkoušek flotačních hlušin. Na základě informací získaných v Cihelně Polom navrhuje způsob využití a začlenění výše zmíněných flotačních hlušin do cihlářské výroby.

2 CÍLE PRÁCE

Mezi hlavní cíle této diplomové práce patří:

- zhodnocení možnosti certifikace flotační hlušiny akreditovanou certifikační společností, za účelem následného využití a distribuce flotační hlušiny jako výrobku pro Cihelnu Polom
- popis schématu provozu úpravárenského komplexu Dolu Darkov a Dolu ČSM se zaměřením na problematiku flotační technologie
- popis způsobů nakládání s flotační hlušinou včetně následného využívání v rámci mimotěžební činnosti společnosti OKD, a.s.

Dalšími cíli práce je vysvětlení problematiky legislativního rámce vztahujícího se na nakládání s flotační hlušinou. Popis procesu certifikace a zkušebních metod, které byly provedeny Technickým a zkušebním ústavem stavebním Praha, s.p., na základě platných norem. V neposlední řadě je cílem najít možnosti dlouhodobého využití flotační hlušiny.

TEORETICKÁ ČÁST

3 POPIS ÚPRAVNY DOLU DARKOV

Provoz úpravy uhlí Darkov zabezpečuje zpracování surové těžby nejen z lokality Dolu Darkov, ale i Dolu ČSM a Dolu Karviná. Technologie úpravy černého uhlí je přizpůsobena selektivnímu zpracování koksovateľného a energetického uhlí včetně expedice [1].



Obrázek č. 1: Důl Darkov (zdroj OKD, a.s.)

3.1 Hlavní technologické celky procesu úpravy černého uhlí

I. Těžkokapalinné odkamenění

Těžba z lokality je dopravována na skipokomplex Mír 4 Dolu Darkov. Surová těžba ze skipového těžení je vedena samostatnými linkami na provozní celek odkamenění. Průměrný výkon každé z obou linek je 800 Mg za hodinu. Při procesu odkamenění je možno upravovat dva druhy uhlí (energetické, koksové). Surové uhlí o frakci 0-500 mm je ze skipového zásobníku vynášeno článkovým dopravníkem (šířka 1600 mm) a následně soustavou dopravních pásů (šířka 1400 mm) na dva třídíče HRI (propad částic o velikosti maximálně 300 mm). Uhlí o velikosti menší než 300 mm pokračuje na třídíč Scalpeur s propadem částic o velikosti maximálně 40 mm (třídění za sucha) a na dvě síta N-64 (třídění za sucha i za mokra). Nadsítná frakce, po odstranění nežádoucích příměsí (železo, dřevo), směřuje do těžkokapalinného rozdužovače Drewboy, který má průměr kola 5350 mm a výkon 350 Mg za hodinu. Z rozdužovače vycházejí jako konečné produkty kámen (o velikosti frakce 40 - 300 mm) a směs praného uhlí

(meziprodukt). Kámen je uložen na venkovní skládku a podle způsobu jeho využití je dále odtřídován na vibračních třídících HRI. Využívá se nejčastěji na asanační práce. Směs praného uhlí se drtí na částice o velikosti menší než 40 mm a společně s podsítnou frakcí třídících surového uhlí je dopraveno soustavou pásových dopravníků do velkoprostorových zásobníků surového uhlí. Využívá se přednostně k expedici [1].



Obrázek č. 2: Těžkokapalinový rozdružovač Drewboy (zdroj OKD, a.s.)

II. Velkoprostorové zásobníky surového a praného uhlí

Surové uhlí o velikosti částic od 0 do 40 mm (koksové i energetické) je selektivně dopravováno z obou linek odkamenění do velkoprostorových zásobníků surového uhlí. Koksovatelné uhlí se skladuje ihned po odkamenění. Energetické uhlí je nejprve dopraveno na 4 vibrační tříděče N-62, kde dochází k odtřídění energetického prachu. Surový energetický prach (frakce 0 - 20 mm) a nadsítná část (frakce 20 - 40 mm) jsou skladovány odděleně. Energetický prach je dopravován pomocí pásových dopravníků k nakládku na expedit a nadsítná část je před expedicí ještě podrcena [1].

III. Vodní prádlo

Vodní prádlo - hrubá část

Surové koksovateľné uhlí (frakce 0,35 - 40 mm) je rozduřováno na 4 modernizovaných sazečkách OM-24, z nichž získáme jako výsledné produkty - prané uhlí, meziprodukt (proplástek) a hlušinu [1].

Prané uhlí - je zbavováno vody na sítích N-64, sítích OSO (průměr 2,4 m) a odstředivkách HVO-1400. Dále je prané uhlí dopraveno pásovými dopravníky do zásobníků [1].

Meziprodukt (proplástek) - po odvodnění na vibračním síti je drcen v kladivovém drtiči KMR 1250 x 1250, dopraven do zásobníků určených pro meziprodukt a následně expedován [1].

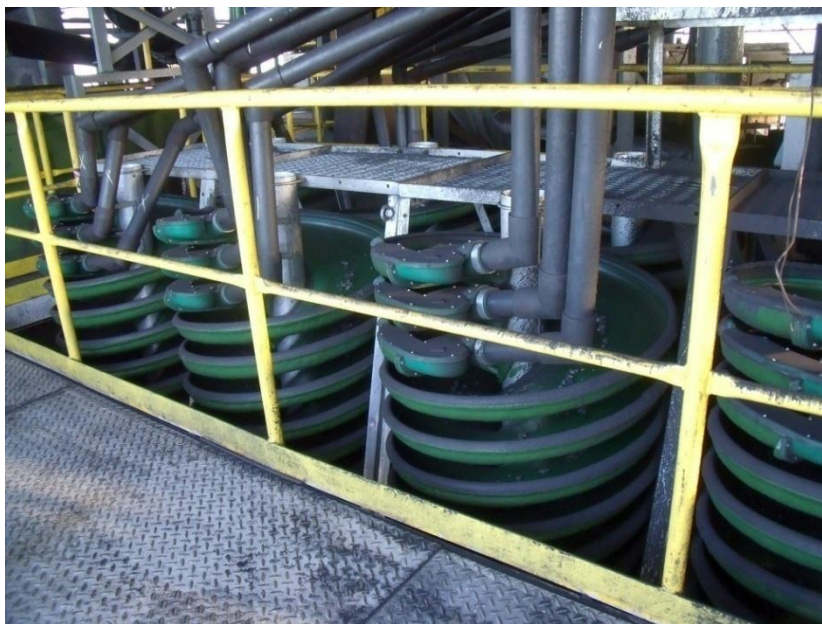
Hlušina - po procesu rozduření na sazečkách je dopravena pásovými dopravníky přímo do zásobníků na odvale [1].

Vodní prádlo - jemná část

Mezi základní technologické zařízení, které zabezpečuje správný proces úpravy černého uhlí ve fázi vodního prádla - jemná část patří:

- zahušťovače Dorr (průměr 36 m, objem 3100 m³)
- flotační baterie (VF 8,5 - volně průtočné, objem 42,5 m³)
- podtlakové kotoučové filtry (38 KL 8, filtrační plocha 160 m²/1 ks)
- odstředivky KHD (výkon 30 - 40 Mg za hodinu)

Surové uhelné kaly jsou po procesu odkalení na obloukových sítích před sazečkami a následné kontrole zahuštěny v kruhovém zahušťovači a následně čerpány do třídících hydrocyklonů. Zde dochází k rozduření hrubozrnné frakce na spirálách, které jsou zobrazeny na obrázku č. 3, kdežto vyčěřená složka se využívá k flotaci. Uhlenný koncentrát je odvodňován na odstředivkách a na vakuových diskových filtrech. Takto odvodněný uhelný koncentrát je dopravován reverzním pásovým dopravníkem společně s výše zmíněným praným uhlím do zásobníků nebo do bubnové sušárny. Po vysušení se přidává k expedovanému pranému uhlí. Balastní podíly z flotátorů (flotační hlušiny) a ze spirál jsou zahuštěny v Dorrech a následně naplavovány do lokality Pilňok v rámci rekultivace [1].



Obrázek č. 3: Spirállové rozdružovače (zdroj OKD, a.s.)

IV. Expedit

Jedná se o budovu, kde dochází k nakládání, skladování a následné expedici praných produktů. Jsou zde umístěny nakládací koleje vybaveny tenzometrickou váhou [1].

V. Hlubinné zásobníky pro příkup cizího uhlí

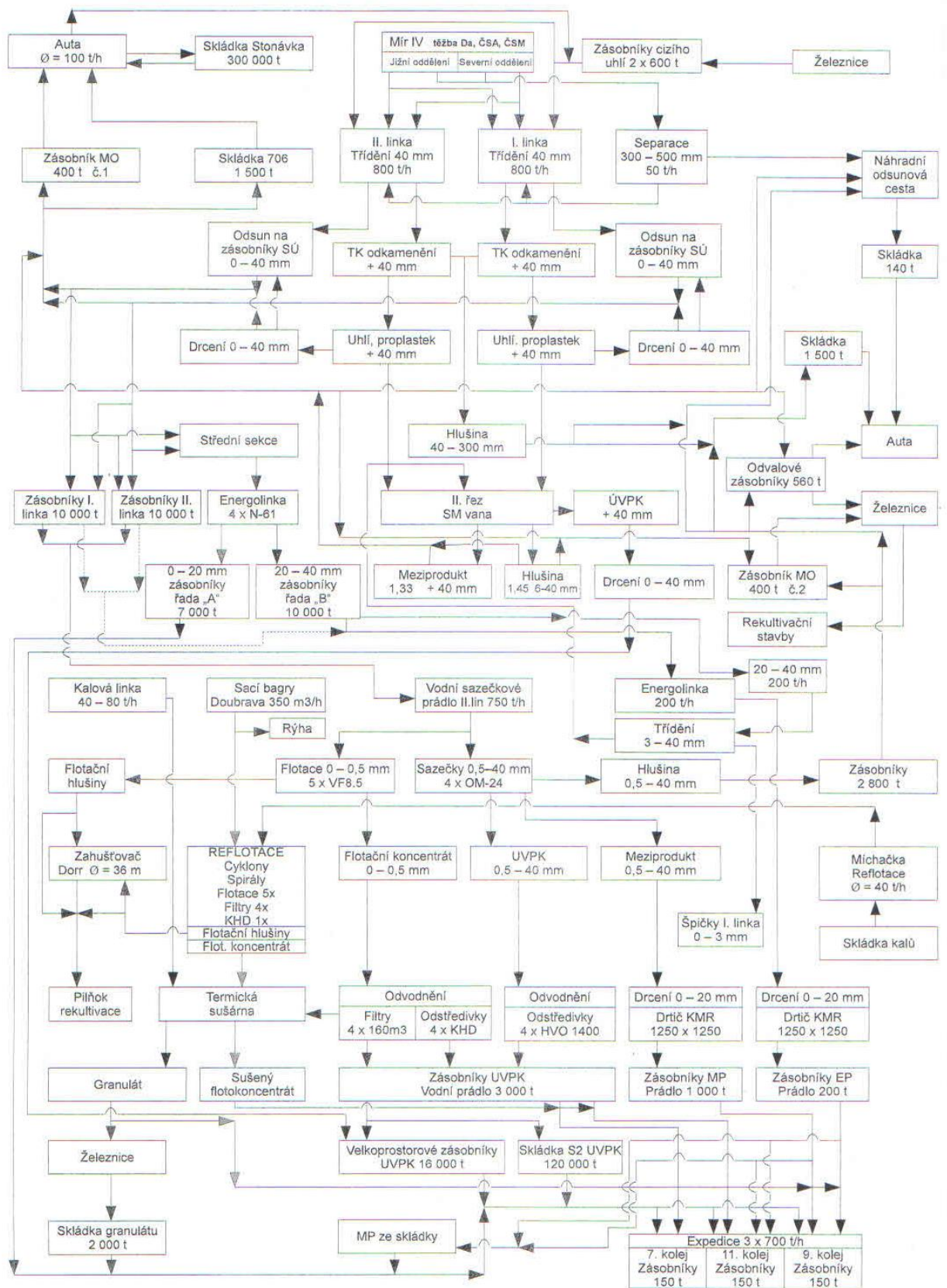
Zde dochází k ukládání tzv. cizího uhlí do zásobníků. Maximální přípustná zrnitost tzv. “cizího uhlí“ je 150 mm [1].

VI. Termická sušárna

Termická sušárna pracuje na souproudém principu, při němž spaliny degazačního plynu prostupují sušicím bubnem společně s vysušovaným materiálem. Sušící buben má průměr 4 m a jeho délka je 30 m. Průměrný výkon sušárny při sušení uhelných kalů je 50 Mg za hodinu, při sušení flotokoncentrátu 80 Mg za hodinu. Ovšem výkon termické sušárny je závislý na množství a kvalitě degazačního plynu z dolu [1].

VII. Reflotační linka

Reflotační linka slouží k zpracování uhelných kalů ze sedimentačních nádrží Dolu ČSM. Nedílnou součástí této linky jsou třídící hydrocyklony, jejichž úkolem je oddělení hrubozrnného podílu od nížepopelnatých uhelných zrn. Hrubozrnné podíly jsou rozdružovány na spirálách a nížepopelnatá uhelná zrna se pomocí čerpadel dopravují do kalového okruhu úpravy uhlí, ke zpracování ve flotátorech [1].



Obrázek č. 4: Blokové schéma úpravárenského komplexu - Důl Darkov a Důl ČSM

[2]

4 POPIS ÚPRAVNY UHLÍ ČSM

Úpravna uhlí Dolu ČSM je technologicky rozčleněna na třídírnu, hrubou úpravnu, jemnou úpravnu a sedimentační nádrže s haldovým hospodářstvím. Jednotlivé fáze procesu úpravy černého uhlí zajišťují rozdělení surového uhlí na tři produkty [3].



Obrázek č. 5: Důl ČSM (zdroj OKD, a.s.)

I. Třídírna

Na třídírně dochází k třídění surového uhlí pomocí třidiče Scapeur, který je zobrazen na obrázku č. 6. Zrna o velikosti nad 100 mm jsou umístěna na přebírací pás, který slouží k odstranění nežádoucích předmětů (dřevo, kov, guma, plast). Poté jsou zrna tříděna a drcena v drtiči Bredford. Provoz třídírny zajišťují dvě technologické linky a každá z nich má výkon 800 Mg za hodinu [3].

II. Hrubá úpravna

Ve fázi hrubé úpravy černého uhlí dochází k rozdělení surového uhlí o velikosti částic od 15 do 100 mm. K rozdělování surového uhlí slouží rozdělovače Drewboy, v nichž se surové uhlí účinkem magnetitové suspenze rozděluje na tři produkty - prané uhlí, meziprodukt a hlušina [3].

Prané uhlí - po odvodnění se expeduje spolu s uhlím vhodným pro koksování [3].

Meziprodukt - po rozdrcení se rozdružuje na jemné úpravně [3].

Hlušina - po odvodnění a následném odtřídění se používá k rekultivačním účelům [3].

Součástí hrubé úpravny jsou:

- zásobníky surového uhlí (4200 Mg),
- havarijní skládka surového uhlí (40000 Mg),
- havarijní skládka praného uhlí (100000 Mg jednoho druhu uhlí),
- zásobníky praného uhlí (2600 Mg),
- zásobníky meziprojektu (450 Mg),
- zásobníky zakládky (300 Mg),
- zásobníky hlušiny (600 Mg),
- zásobníky energetického uhlí (800 Mg) [3].



Obrázek č. 6: Vibrační třídící (zdroj OKD, a.s.)

III. Jemná úpravna

Rozdružování surového uhlí na jemné úpravně se provádí ve dvou technologických uzlech, kterými jsou hydrocyklóny a flotace. Pod provozní úsek jemné úpravny spadají rovněž zahušťovače Dorr, hyperbarické filtry, odstředivky a venkovní sedimentační nádrže [3].

Hydrocyklóny

- zde dochází k rozdělení zrnitostní třídy od 1 do 15 mm v prostředí magnetitové suspenze na dva produkty - prané uhlí a hlušina [3].



Obrázek č. 7: Těžkokapalinové hydrocyklóny (zdroj OKD, a.s.)

Rozdružování surových kalů

- surové kaly se rozdělují na základě procesu zvaného flotace, přičemž se jedná o zrna velká od 0 do 0,25 mm umístěna ve flotátorech Wemco,
- při flotaci se používá flotační činidlo Montanol 551 a vypírací olej,
- produkty, které flotací vznikají, jsou flotační koncentrát a flotační hlušina,
- flotační koncentrát se po odvodnění v hyperbarických filtrech expeduje společně s uhlím vhodným pro koksování,
- flotační hlušina je po zahuštění s flokulací v Dorrech umístěna do venkovních sedimentačních nádrží,
- částice větší než 0,25 mm se rozdělují ve spirálách, čímž dojde k získání dvou produktů - prané uhlí a hlušina [3].

Hyperbarická filtrace

- hyperbarické filtry slouží ke zvýšení nedostatečné schopnosti pro odvodnění flotačního koncentrátu a snížení obsahu vody v expedovaném praném uhlí [3].

5 PRINCIP A VÝZNAM FLOTACE

5.1 Princip flotace

Flotace, jako proces úpravy nerostných surovin, je založena na rozdílných fyzikálně-chemických vlastnostech povrchu rozduřovaných minerálních zrn (rozdílná smáčitelnost povrchu vodou), které závisí na rozdílné specifické povrchové energii jednotlivých minerálů. Volná energie částice se skládá z její potenciální a povrchové energie. Potenciální energie je úměrná hmotnosti nebo objemu částice. Povrchová energie je úměrná velikosti specifického povrchu částice. Velikostně flotovaná zrna nepřevyšují hranici 0,6 mm [4].

Základem flotačního procesu je způsob rozduřování založený na schopnosti určitých materiálů vyplavat na hladinu flotačního rmutu. Ostatní materiály klesají a setrvávají v objemu rmutu. Přesněji vystihuje podstatu flotace definice prof. K. A. Razumova: *“Flotace, jako proces oddělování materiálů, je založen na rozdílné schopnosti minerálních zrn přichytit a ustálit se na povrchu fázového rozhraní“*. Z výše uvedené definice vyplývá, že schopnost minerálních zrn udržovat se na povrchu fázového rozhraní závisí na rozdílných hodnotách jejich specifické povrchové energie, jejíž velikost odpovídá chemickému složení a stavbě strukturní mřížky jednotlivých materiálů. Chemické složení a stavba mřížky jsou základní prvky, kterými se materiály mezi sebou odlišují, a proto mají různé hodnoty povrchové energie. Flotace patří, na rozdíl od jiných úpravnických rozduřovacích procesů, mezi univerzální procesy, což dokazuje schopnost měnit povrchovou energii daného právě flotovaného materiálu. Největší význam má pěnová flotace, při níž se flotační rmut nasycuje bublinkami vzduchu. Při pěnové flotaci se spojují flotovaná zrna s bublinkami vzduchu a jsou vynášena na hladinu rmutu, kde se tvoří vrstva mineralizovaného rmutu [4].

Flotace má širokou oblast využití v celém průmyslovém odvětví, při zpracování odpadních kalů z papírenského a textilního průmyslu, ve farmaceutickém průmyslu atd. [4].

5.2 Význam flotace

Hlavním významem flotace je možnost získání jemně rozptýlené a jemně prorostlé užitkové složky z nerostných surovin všech druhů. V době před zavedením flotace byla většina jemnozrnných užitkových složek ukládána na odval a označována jako odpad

a shromažďována na předem určených místech bez dalšího možného využití. S postupem času a především díky technologickému vývoji bylo zjištěno, že obsah užitkových složek ve flotační hlušině, jakožto odpadu z jemné úpravy černého uhlí, je velmi velký. Z toho důvodu se díky flotačním technologiím zpracovávají některé staré odvaly, přitom se získává značné množství užitkových složek, které do té doby považovaly za nevyužitelné. Způsob získávání a technologie úpravy flotačních hlušín a uhelných kalů přímo vyžaduje zařazení flotace jako technologického postupu mezi úpravnické rozduřovací procesy. Průběh procesu flotace je zobrazen na obrázku č. 8 [4].



Obrázek č. 8: Flotační linky - flotátory (zdroj OKD, a.s.)

5.3 Složení flotační soustavy

Flotační soustava se skládá z charakteristických dějů, které se uskutečňují na rozhraní tří fází: tuhé fáze (minerální zrna), kapalná fáze (voda) a plynná fáze (vzduch). Flotační proces je velmi složitý a rozmanitý fyzikálně-chemický děj podmíněný druhem a charakterem flotovaných materiálů, složením a vlastnostmi vody, složením a vlastnostmi flotačních reagentů, intenzitou provzdušnění flotačního rmutu. S ohledem na zdokonalování teorie, spolu s technologickým vývojem flotačního procesu, je důležité neustálé zkoumání a poznávání specifických vlastností všech tří fází [4].

5.3.1 Tuhá fáze

Základem tuhé fáze je úzký vzájemný vztah mezi chemickým složením, charakterem struktury mřížky a vazebními silami působícími mezi stavebními částicemi uvnitř krystalu. Všechny tyto faktory mají vliv na interakci minerálů s plyny, vodou a flotačními reagenty [4].

5.3.2 Kapalná fáze

Voda je prostředím pro interakci fází a všech složek rmutu. V důsledku specifických vlastností se aktivně účastní elementárního aktu flotace. Voda je považována za velmi aktivního činitele procesu flotace. Pro zajištění všech náležitostí průběhu flotačního procesu je důležité sledovat iontové složení vody flotačního rmutu, z důvodu vzniku nerozpustných sloučenin, které jsou v této fázi nežádoucí. Zabránit vzniku nerozpustných sloučenin lze účinným ovládním a správnou regulací podmínek flotace [4].

5.3.3 Plynná fáze

Podstatou plynné fáze je přidávání plynů do flotačního prostředí (např. kyslík, síra, sulfan, oxid siřičitý). Vzduch je nezbytnou součástí flotačního rmutu a má ve flotačním procesu důležitou úlohu. Kyslík a oxid uhličitý se aktivně účastní flotačního procesu. Kyslík se adsorbuje na minerálním povrchu, oxiduje ho a má vliv na jeho rozpustnost. Správný průběh plynné fáze a aktivní účinek plynů na minerály je podmíněn účastí vody. Vzduch přiváděný do flotátorů obohacuje flotační rmut a spojuje se s hydrofobním povrchem flotovaných minerálních zrn. Po navázání minerálních zrn na bublinky vzduchu, jsou zrna vynášena na hladinu rmutu, kde tvoří mineralizovanou pěnu. Pomocí vzduchu se nejenom vynáší flotovaný materiál na povrch hladiny, ale také dochází ke snižování pH rmutu [4].

5.4 Elementární akt flotace

Při elementárním aktu flotace dochází k přichycení jednotlivých zrn na povrchu fázového rozhraní. Příčiny přichycení materiálů na povrchu vycházejí z hypotéz, které se opíraly o princip adsorbce, působení elektrostatických sil atd. Ovšem nejlépe popisuje tento proces hypotéza smáčení, jejíž podstatou je způsobilost minerálů přichytit se na povrchu rozhraní vzduch-voda, což závisí na smáčitelnosti minerálního povrchu vodou. Z toho vyplývá, že čím více je povrch zrna smáčitelný, tím hůře flotuje

a naopak. U zrn hydrofobních materiálů dochází ke spojení se vzduchovými bublinkami a díky tomu jsou tato zrna dobře flotovatelná. Zrna hydrofilní se nemohou zachytit na bublinkách z důvodu smáčitelnosti jejich povrchu vodou, a proto nepodléhají flotaci. Smáčitelnost materiálů lze měnit flotačními reagenty [4].

5.5 Flotační reagenty

Flotační reagenty spolu s optimálním provzdušněním flotačního prostředí jsou hlavním a rozhodujícím faktorem flotačního procesu. Mnoho vědeckých výzkumů a studií flotačního procesu potvrdilo, že vývoj a účinný průběh flotace závisí na zdokonalování reagentního režimu, především zlepšování způsobů využívání flotačních reagentů, rozšiřování jejich použití, ověřování a zavádění nových účinných reagentů. Flotační reagenty ovlivňují a mění povrchovou energii mezi tuhou a kapalnou fází a kapalnou a plynnou fází, čímž se mění rovněž podmínky flotovatelnosti materiálů. Změně podléhá i počet a velikost vzduchových bublin a stálost mineralizované pěny. Z chemického hlediska mohou být flotační reagenty (flotační činidla) organická nebo anorganická, jednoduché látky nebo sloučeniny v pevném či kapalném stavu. Příkladem je flotační činidlo Montanol 551 používané při pěnové flotaci [4].

Ovšem výzkum provedený na úpravně Dolu Karviná, závod ČSA, prokázal, že není vyloučeno nahrazení činidla Montanol 551 činidlem TOTALBIO X, které je složeno pouze z biologických složek. Jedná se o přiboudlinu - odpadní produkt z výroby bioetanolu (směs vyšších alkoholů) dále glycerinovou fází - vedlejší produkt výroby esteru rostlinných olejů a mastné kyseliny - produkt získaný zpracováním glycerinové fáze. Na základě provedených testů bylo zjištěno, že flotační činidlo TOTALBIO X splňuje kvalitativní požadavky na popelnatost flotačních hlušín (> 70 %) a koncentráty, což znamená, že by mohlo být využíváno k flotaci [5].

Požadavky na flotační reagenty:

- vysoká selektivnost jejich působení,
- standardní kvalita,
- nízká cena,
- dostatek na trhu,
- pohodlná a snadná manipulace,
- stálost při skladování,

- snadná rozpustnost ve vodě,
- nesmí být toxické,
- nesmí vykazovat nepříjemný zápach [4].

5.6 Faktory ovlivňující průběh a výsledky flotace

Na průběh celého flotačního procesu, společně s technologickými a technickoekonomickými výsledky flotace, má zásadní vliv řada technologických parametrů. Mezi hlavní, výše zmíněné, technologické parametry patří např. složení a vlastnosti flotovaných materiálů, zrnitost, složení vody, hustota a teplota rmutu, reagenční režim flotace, účinnost práce flotačního stroje atd. [4].

5.6.1 Obsah složky v surovině

Důležitý je stupeň výtěžnosti každé složky ve výchozí surovině. Při stálých podmínkách flotace výtěžnost narůstá se zvyšováním obsahu dané složky v surovině, což nemusí platit u všech druhů surovin. Existují případy surovin, které jsou bohaté na užitkové složky, ale velmi těžko flotují. Ovšem opakem jsou suroviny sice s nízkým obsahem užitkové složky, ale za to velmi dobrými flotačními vlastnostmi [4].

5.6.2 Zrnitostní složení výchozí suroviny

Používaná surovina je pomletá tak, aby zrna flotovaných minerálů nepřevýšila horní hranici a ani nebyla menší než dolní hranice zrnitosti. Důvodem je snadné spojení s bublinkami vzduchu [4].

5.6.3 Teplota a složení flotačního prostředí

Teplota patří mezi nejdůležitější parametry flotace, protože pomocí teploty dochází k aktivaci povrchu minerálních zrn na interakci s reagencemi a tím je možné dosáhnout lepšího rozdužovacího efektu flotace. Zvýšenou teplotou flotačního rmutu se mění základní charakteristiky pěny - pěna je suchá, obsahuje bubliny o větším průměru a je bohatší [4].

Kromě teploty závisí účinnost flotace také na rozdílných chemických vlastnostech povrchu minerálních zrn. Povrch minerálních zrn ovlivňuje přítomnost organických nebo anorganických látek v kapalně fázi rmutu. Produkty rozpustnosti minerálů ovlivňují především selektivitu flotace a spotřebu flotačních činidel. Z toho vyplývá, že je důležité neustále sledovat složení flotačního rmutu, kontrolovat druh a koncentraci rozpustných látek ve vodním flotačním prostředí [4].

5.6.4 Reagenční režim flotace

Jedná se o zvolený druh a charakter používaných reagensů, jejich množství, pořadí dávkování do flotačního procesu a čas kontaktu reagensů s flotovanými částicemi [4].

Pořadí dávkování reagensů:

- nejprve se do flotačního rmutu dávkuje řídicí flotační reagent (flotační činidla), jejichž úkolem je potlačit minerály, které nemají přecházet do pěnového produktu, rovněž se pomocí těchto činidel vyvolává, zprostředkovává nebo zlepšuje flotovatelnost potřebných minerálů či složek,
- následně se dávkuje sběrače, které podmiňují hydrofobnost a elementární akt flotace,
- nakonec se dávkuje pěnič, využívaný pro tvorbu mineralizované pěny na hladině, což je zobrazeno na obrázku č. 9 [4].

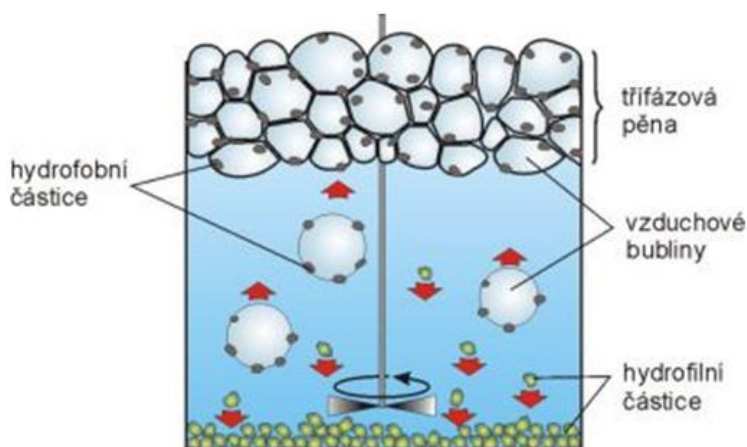


Obrázek č. 9: Stěr pěny obsahující uhelné částice (zdroj OKD, a.s.)

6 FLOTACE UHLÍ

Flotace uhlí se zaměřuje především na rozduřování nejjemnějších podílů těžného uhlí, které vznikají důsledkem otěru a rozpadu v průběhu jeho těžby a úpravy. Začleněním flotačního procesu do technologie úpravy černého uhlí dochází k zajištění rozduřování jemnozrnných podílů těžného uhlí. Nejčastěji využívaným způsobem flotace uhlí je pěnová flotace, při níž do pěnového produktu přechází lehčí část upravované suroviny, proto uhelná zrna o velikosti 2 až 3 mm mohou flotovat. V úpravárnách Dolu ČSM a Dolu Darkov se většinou flotují zrna o velikosti menší než 0,5 mm. Vzhledem k technologické náročnosti flotačního procesu, lze odhadnout, že náklady na provoz flotace jsou čtyřikrát až pětkrát dražší než náklady na gravitační způsoby úpravy černého uhlí. Z toho důvodu se neustále projevuje snaha o snížení velikosti uhelných zrn přiváděných na flotaci, čímž by došlo k omezení celkového množství uhlí, které musí být flotací rozduřováno [4].

Při flotaci uhlí přechází většina upravované suroviny do pěnového produktu. Obsah tuhých částic ve flotačním rmutu má velký vliv na průběh a výsledky flotace, z čehož vyplývá, že optimální zahuštění rmutu by mělo být cca 200 až 350 g tuhých částic na litr rmutu [4].



Obrázek č. 10: Princip pěnové flotace [6]

6.1 Charakteristika uhlí z hlediska flotace

Schopnost uhlí flotovat závisí na stupni jeho prouhelnění. Flotační schopnost má černé uhlí a hnědé uhlí, lignity flotovat nelze. Flotovatelnost uhlí je úzce spjata s nepolárním charakterem povrchu, od něhož se odvíjí sorbční schopnost. Černé uhlí se skládá ze čtyř mikrolitotypů - vitrit, klarit, durit a fuzit, které se od sebe odlišují flotační schopností.

Vitrit a klarit mají výraznější flotovatelnost, což lze odvodit od kratšího času flotace než je u fuzitu s duritem. Čas flotace se pohybuje od 3 do 12 minut, v závislosti na typu uhlí [4].

6.2 Faktory ovlivňující flotaci uhlí

Jedním z hlavních faktorů, které ovlivňují flotaci černého uhlí, je hodnota pH. Maximální výtěžnosti uhlí do koncentráту dosáhneme při hodnotě pH = 7, ale většinou se hodnota pH při flotaci pohybuje od 6 do 7. Teplota flotačního rmutu je od 3 do 50 °C a nemá vliv na flotovatelnost uhlí. Mezi další faktory ovlivňující flotaci uhlí patří zvětrávání a oxidace. U černého uhlí, které ihned po vytěžení postupuje do úpravny, se projevují lepší flotační schopnosti než u uhlí vystavovaného atmosférickým vlivům. Oxidace, díky níž dochází k tvorbě kyselého prostředí povrchu uhlí, způsobuje zhoršenou flotovatelnost a sníženou hydrofobnost. Oxidovaná vrstva, vytvořena na povrchu uhlí, se odstraňuje rozpuštěním v 1% roztoku kaustifikované sody (hydroxid sodný, připravený z uhličitanu sodného působením hydroxidu vápenatého). Rozpuštěním oxidované vrstvy se vytvoří zásadité prostředí, ve kterém flotace probíhá [4].

6.3 Schéma flotace uhlí

Schéματα flotace uhlí jsou podstatně jednodušší než schémata flotace rudných surovin. V podstatě se jedná o otevřené systémy obsahující ve flotačním cyklu základní a kontrolní operaci. Proces flotace a rozduřování flotačních hlušín, popřípadě uhelných kalů, se neustále vyvíjí s ohledem na kvalitu těženého uhlí. Jedním z nejdůležitějších médií potřebných ke správnému a ekonomicky výhodnému provozu flotace jsou flotační reagenty. Podmínkou dosažení optimálního ekonomického efektu a účinného průběhu flotace není pouze vývoj flotačních strojů, zlepšování flotačních technologií, zavádění automatizačních prvků, ale rovněž užití chemicky neúčinnějších a kvalitativně stálých flotačních reagentů [4].

Neustálý vývoj stupně mechanizace těžby černého uhlí způsobuje vyšší produkci nejjemnějších (prachovitých) částic. Do flotace přicházejí jemnozrné podíly vytríděné z těžené suroviny. Účinnost flotace uhlí se zvyšuje rozdělením vsázky vodním tříděním v hydrocyklonu na dvě třídy - tzv. písky a přepad. Flotačnímu rozduřování podléhají pouze písky nebo se jak písky, tak přepad vedou na samostatné flotační linky [4].

7 VLIV PRODUKCE ODPADŮ Z TĚŽBY A ÚPRAVY ČERNÉHO UHLÍ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

V oblasti ostravsko-karvinského regionu se černé uhlí těží výhradně hlubinným způsobem. Realizace hlubinné těžby s cílem získat vysoce kvalitní černé uhlí zásadně ovlivňuje životní prostředí [7].

Mezi hlavní zátěže krajiny a životního prostředí patří:

- vlivy poddolování na povrch
- tělesa odvalu (haldy)
- usazovací nádrže na flotační hlušiny (úložná místa)
- vypouštění důlní vody vodotečí
- produkce emise TZL (tuhé znečišťující látky)

Společnost OKD, a.s. v rámci své činnosti přispívá značnými finančními prostředky na sanaci a rekultivaci krajiny, která je poznamenána těžbou černého uhlí [7].

Cílem je rovněž snížení negativních vlivů těžby na zdravotní stav obyvatel regionu, omezování množství vypouštěných škodlivých látek do životního prostředí, zabránění tvorbě dalších výsypků či hald využíváním a distribucí hlušiny a v neposlední řadě financování projektů řešících regionálně-ekonomickou problematiku [8].

7.1 Asanačně-rekultivační zásahy do krajiny

S ohledem na dlouholetou tradici dobývání černého uhlí v ostravsko-karvinském regionu považuje společnost OKD, a.s. za jednu ze svých prioritních činností provádět asanačně-rekultivační práce území zasažených těžbou. Tyto činnosti jsou prováděny zejména u oblastí s výraznými poklesy půdy, dále v případě odvalů (hald) a usazovacích nádrží. Cílem rekultivace je obnovení biologických funkcí krajiny a uvedení rekultivovaného místa do takového stavu, aby mohlo fungovat jako soběstačný systém. Proces rekultivace území se skládá ze dvou navazujících etap:

- a) technická rekultivace - tvarování území, obnova vodotečí, rozprostření zeminy
- b) biologická rekultivace - ozelenění krajiny (výsadba stromů, zatravnění atd.), vytvoření náležitých podmínek pro živočichy a rostliny

Zájem společnosti OKD, a.s. a snaha navrátit krajině její původní podobu dokazuje výše vynaložených finančních prostředků na rekultivační účely, které od 1991 roku do 2013 roku dosáhly 3,217 miliardy korun. Konkrétně v roce 2013 bylo v realizaci 48 rekultivačních akcí (18 akcí v technické rekultivaci a 30 akcí v biologické rekultivaci). Většina výše zmíněných akcí byla hrazena z vlastních zdrojů společnosti OKD, a.s. [7].



Obrázek č. 11: Výsledek asanačně-rekultivačních prací (zdroj OKD, a.s.)

7.2 Deformace zemského povrchu způsobené těžbou

Tento vliv na životní prostředí je nedílnou součástí doprovázející těžbu černého uhlí. Jedná se o deformace zemského povrchu nad vytěženými plochami. Rozsah povrchu závisí na vytěžené ploše, na intenzitě dobývacích prací, na mocnosti těžných slojí a rovněž na horninovém složení. Povrchové škody způsobené poklesy mají za následek poškození staveb, ovlivnění vodních toků, úbytek vody ze studní a škody způsobené na dopravních a inženýrských sítích [7].

7.3 Tvorba hald, produkce hlušiny a důlní vody

Haldy jsou výsledkem ukládání hlušiny u ústí štol a mělkých jam. Takto se hlušiny ukládaly v 18. století a rovněž na počátku 19. století. Jejich kuželovitý a vysoký tvar zajišťoval čím jak nejmenší záběr plochy. Haldy představovaly nebezpečí samovznícení z důvodu vysokého obsahu černého uhlí. V současné době je hlušina využívána jako

stavební materiál pro výstavbu pozemních komunikací a pro terénní úpravy, včetně rekultivačních prací. Mnoho hald slouží k rekreačním účelům a v podstatě se jedná o nově vytvořenou krajinu s vysokou biologickou hodnotou [7].

Problematika vypouštění důlní vody je velice zajímavé téma. Důlní vody jsou čerpány jak z provozovaných dolů, tak i z uzavřených dolů (bezpečnostní důvody). Z provozovaných dolů se vody řízeně vypouštějí, na základě vydaných povolení, do vodotečí, v takových limitech, aby nebyla ohrožena jejich přirozená funkce. Ovšem důlní vody nepředstavují pouze hrozbu pro životní prostředí, jedná se i o zdroj tepla, který může být, v budoucnosti a po náležité úpravě, využit k rekreačním účelům [7].

7.4 Vznik jemnozrnných odpadů z úpravy černého uhlí a jejich souvislost se vznikem úložných míst či odkališť

Problematika jemnozrnných odpadů z úpravy černého uhlí začala být předmětem diskuzí, když plochy úložných míst dosahovaly limitních rozměrů nejen pro úpravny uhlí, ale i pro samotnou těžbu. Mechanizace těžby černého uhlí, koncem 50. a 60. let minulého století, zejména vzrůst kombajnové těžby, způsobila značné rozšiřování a zakládání nových úložných míst. Neustálý nárůst ploch odkališť byl důsledkem dlouhodobého plnění vysokých těžebních požadavků, které byly nad rámec kapacitních možností OKR. V době, kdy se veškerá pozornost soustředila na těžbu a plnění stanovených těžebních limitů, docházelo k mírnému poklesu zájmu o problematiku ukládání uhelných kalů, flotačních hlušin a veškerého jemnozrnného odpadu z úpravy uhlí ve vazbě na kapacitu úložných míst [9].

Nebyla rovněž věnována dostatečná pozornost vyhodnocování technických a ekonomických ukazatelů v oblasti možného využití těchto odpadů [9].

Důsledkem výše uvedeného vznikly ve vodním a kalovém hospodářství tyto zásadní problémy:

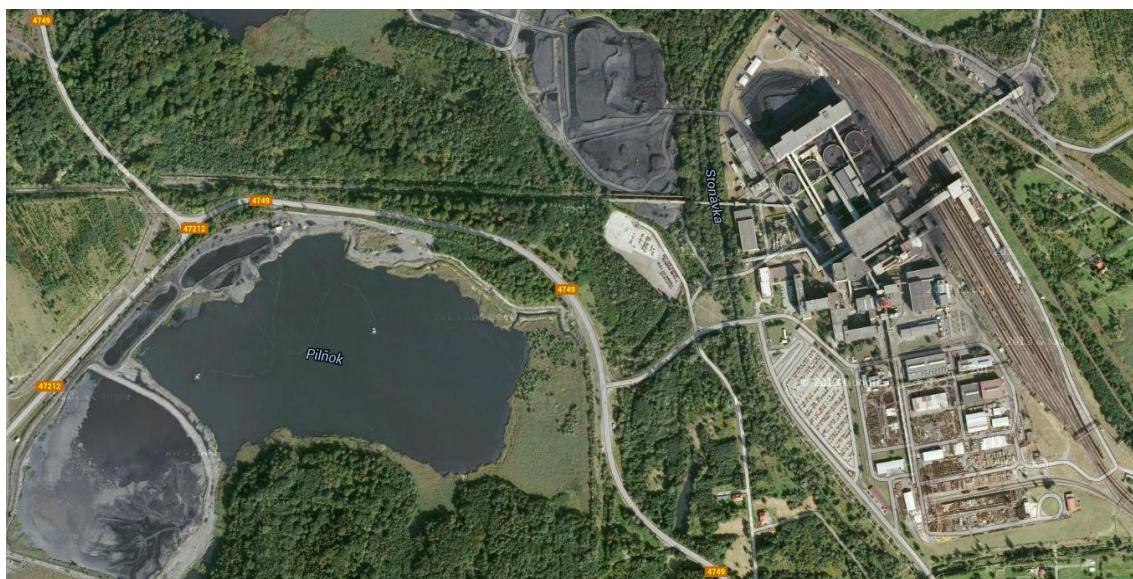
- dlouhodobé skladování uhelných kalů a flotačních hlušin v sedimentačních nádržích
- vysoké náklady na těžbu sedimentů a následnou manipulaci s nimi, zejména z nádrží nevhodných k těmto činnostem
- znečišťování vodních toků
- ztráty možného energeticky využitelného paliva

V roce 2000 bylo zaznamenáno 96 úložných míst (odkališť) v různých stádiích naplnění, těžby, sedimentace, rekultivace atd. Celkový objem těchto odkalovacích nádrží byl v roce 2000 přes 29 000 000 m³. Od roku 1990 produkce uhelných kalů v OKR (Ostravsko-karvinský revír) klesala z 1 490 000 Mg na 190 000 Mg za rok 1995 a po roce 1998 se produkce uhelných kalů omezila vlivem poklesu těžby a zavedením nových technologií pro jejich zpracování. Od roku 1998 se odkaliště postupně odtěžují za účelem energetického využití uhelných kalů. Některá jsou rekultivována, popřípadě jsou využívána k naplavování flotačních hlušin. Vytěžené uhelné kaly jsou opětovně zpracovány v procesu replotace v úpravárenských komplexech. Mezi hlavní cíle výše zmíněných činností je navrácení původního rázu a vzhledu těžbou poznamenané krajiny společně s vytvořením přírodních stanovišť pro živočišné či rostlinné druhy [9].

8 PLÁN PRO NAKLÁDÁNÍ S TĚŽEBNÍM ODPADEM – KALIŠTĚ PILŇOK

Společnost OKD, a. s. v rámci své působnosti a prioritní snaze zabránit jakémukoliv úniku nebo znečištění životního prostředí zřídila úložné místo, kde postupně naváží flotační hlušinu. Úložné místo je vybaveno plánem pro nakládání s těžebním odpadem, který je každoročně aktualizován. Veškerá dokumentace týkající se kaliště Pilňok je zpracována ve smyslu zákona č. 157/2009 Sb., o nakládání s těžebním odpadem a navazující vyhlášky č. 428/2009 Sb., o provedení některých ustanovení zákona o nakládání s těžebním odpadem a vyhlášky č. 429/2009 Sb., o stanovení náležitostí plánu pro nakládání s těžebním odpadem včetně hodnocení jeho vlastností a některých dalších podrobností k provedení zákona o nakládání s těžebním odpadem [10].

Plán pro nakládání s těžebním odpadem se skládá z části A - vypracované dle požadavků §5 Zákona č. 157/2009 Sb. a části B - vypracované na základě požadavků §12 Vyhlášky č. 429/2009 Sb. [10].



Obrázek č. 12: Odkaliště Pilňok a Důl Darkov (zdroj www.google.cz/maps)

8.1 První část plánu pro nakládání s těžebním odpadem - část A

8.1.1 Plán pro nakládání s těžebním odpadem

Dočišťovací nádrž Pilňok je součástí čistírenského systému Dolu Darkov. V minulosti byla nádrž využívána jako úložné místo uhelných kalů, které byly postupně vytěženy a v současné době vytěžené prostory slouží jako úložné místo flotačních hlušín z úpravy černého uhlí [10].

Nádrž Pilňok je ze západní strany ohraničena nádrží Solca 2 (rezervní nádrž), ze severní strany státní silnicí, z jižní strany pravobřežným svahem a z východní strany obvodovou hrází z hlušínové sypaniny. Výška hráze je cca 15 m, objem hráze byl zvýšen z původních 2 mil. m³ na celkových 5 mil. m³ a plocha vzrostla na 42 ha. V roce 1995 bylo nutné provést opravu koruny hráze s ohledem na možné budoucí poklesy. Také bylo provedeno ozelenění hráze i jejího okolí. Od roku 1996 do roku 2010 probíhalo odtěžování uhelných kalů, jehož následkem byl vznik úložného prostoru, který je využíván pro ukládání flotační hlušiny. Součástí areálu je i čerpací stanice flotačních hlušín, která slouží k dopravě přebytečné vody z reflowace kalů a k dopravě flotačních hlušín z nádrže v budově kalolisovny do nádrže Pilňok [10].

Z geologického hlediska leží nádrž Pilňok v karvinské části Ostravské glacigenní pánve, kde je podloží tvořeno vápenitými a prachově písčitými jíly. Území je odvodňováno místní řekou Stonávkou a jejími přítoky. Ukončení provozu úložného místa je závislé na době provozu nádrže Pilňok. Pokud ovšem dojde k ukončení provozu a jmenovitě zastavení naplavování flotačních hlušín do dočišťovací nádrže, bude provedena nejprve technická rekultivace a následně biologická rekultivace území. Pozemky budou využity dle návrhů územního plánu Statutárního města Karviná [10].

8.1.2 Podmínky pro předcházení vzniku těžebního odpadu a jeho škodlivosti nebo jeho omezování

Úložné místo je schváleno a náleží do kalového hospodářství Dolu Darkov spolu s dočišťovací nádrží Pilňok. Postup při těžbě flotačních hlušín vyplývá ze zvolené technologie těžby sedimentační nádrže. Těžba je nejčastěji prováděna pomocí sacích bagrů firmy PLOSAB. Od roku 2003 jsou do nádrže Pilňok ukládány pouze flotační hlušiny a od roku 2003 do roku 2011 bylo do dočišťovací nádrže naplaveno 1 059 978 Mg flotačních hlušín. Naplavené flotační hlušiny v nádrži Pilňok jsou využity

jako rekultivační materiál v rámci technické rekultivace území a nedochází k jejich vývozu [10].

8.1.3 Podmínky pro sanaci a rekultivaci území dotčeného provozem úložného místa

Jelikož je úložné místo situováno mimo dosah zástavbového území, nedochází k ovlivnění životního prostředí ani zdraví obyvatel. Během celého procesu naplavování a ukládání flotačních hlušin nedochází k jakékoliv kontaminaci podloží, popřípadě podzemních vod, protože se jedná o jemné částice inertních materiálů. Po ukončení činnosti úložného místa je dané území určeno k dalšímu využití dle dokumentace EIA dle a následně zpracované projektové dokumentace k rekultivaci území pod názvem „Rekultivace nádrže Pilňok“ [10].

8.2 Druhá část plánu pro nakládání s těžebním odpadem - část B

8.2.1 Zařazení úložného místa do příslušné kategorie

Na základě požadavků vyhlášky č. 429/2009 Sb. a vzhledem k poloze úložného místa, které svým provozem nepůsobí negativně na životní prostředí, zdraví lidí a živočichů, se výše zmíněné uložště flotačních hlušin zařazuje do kategorie č. II. Pro dané vodohospodářské dílo je vydáno integrované povolení a rovněž povolení k nakládání s vodami dle zákona č. 254/2001 Sb. Jedná se o vodní dílo, které je zařazeno do kategorie č. IV. Pravidelné prohlídky v rámci technickobezpečnostního dohledu jsou prováděny podle vyhlášky č. 471/2001 Sb. odbornou organizací a autorizovanou osobou. V rámci technickobezpečnostního dohledu je prováděna kontrola technického stavu vodního díla (kontrola koruny hráze, návodního svazu, podhrází, výpustného zařízení, bezpečnostního přelivu atd.) [10].

8.2.2 Hodnocení vlastností těžebního odpadu

Flotační hlušiny obsahují zanedbatelné zbytkové množství uhlí, ve kterém se méně významné obsahy benzo(a)pyrenu mohou vyskytnout. Na základě integrovaného povolení jsou, na provozovaném uložišti, prováděny organizací Green Gas DPB, a.s. pravidelné odběry vzorků. Rozbory odebraných vzorků provádějí autorizované laboratoře. Výsledky hodnocení vlastností těžebního odpadu jsou zaznamenávány do výstupních protokolů [10].

8.2.3 Informace o činnostech, při kterých těžební odpad vzniká

Flotační hlušiny a uhelné kaly vznikají při úpravě černého uhlí. Těžební odpad se bude ukládat do kaliště Pilňok do roku 2015 a předpokládá se, že provoz nádrže bude probíhat i nadále, dokud nedojde k ukončení těžby a úpravy černého uhlí [10].

8.2.4 Informace o způsobu nakládání s vzniklým těžebním odpadem

V současné době se flotační hlušiny naplavují do dočišťovací nádrže Pilňok. Flotační hlušiny, které budou ponechány v nádrži po ukončení úpravy uhlí, budou využity k rekultivaci, kdy dojde k jejich překrytí rekultivačním materiálem za účelem zabránění narušení krajinného rázu [10].

8.2.5 Vliv ukládání těžebních odpadů na životní prostředí a lidské zdraví

Ukládání (plavení) flotačních hlušín probíhá od roku 2002 a bude ukončeno v roce 2025. Jedná se o zatížené území, kterým již nedojde ke zhoršení životního prostředí. Po ukončení provozu úložného místa bude celé území rekultivováno podle zpracované projektové dokumentace [10].

8.2.6 Kontrolní a monitorovací postupy

Monitorování daného území je prováděno na základě Rozhodnutí - integrovaného povolení vydaného Krajským úřadem Moravskoslezského kraje a odsouhlaseného provozního a manipulačního řádu [10].

V rámci monitorování se provádí:

- základní měření a sledování - měří se množství průsaků z nádrže Pilňok a výsledky jsou zaznamenávány do tzv. „Vyhodnocení vodního hospodářství“ za příslušný rok,
- pomocná měření a sledování - zahrnují komplexní monitorování a kontrolu jak provozního zařízení, tak i samotného provozu v celém rozsahu,
- záměrné pevné body - u nádrže Pilňok jsou měřeny body na hrázi, body pod hrázi, přepadové objekty a hladiny vody u přepadových objektů,
- geodetické měření - měření deformací a sledování pevných bodů [10].

8.2.7 Přehled druhů a kategorií produkovaných těžebních odpadů

Během úpravy uhlí mohou vznikat odpady uvedené v tabulce č. 6.

Tabulka č. 1 Odpady vznikající důsledkem úpravy černého uhlí [10]

Katalogové číslo odpadu	Název odpadu
05 01 03*	Kaly ze dna nádrží na ropné látky
05 01 06*	Ropné kaly z údržby zařízení
06 03 13*	Pevné soli a roztoky obsahující těžké kovy
08 01 11*	Odpadní barvy a laky obsahující organická rozpouštědla nebo jiné nebezpečné látky
10 01 09*	Kyselina sírová
12 01 09*	Odpadní řezné emulze a roztoky neobsahující halogeny
12 01 12*	Upotřebené vosky a tuky
13 02 05*	Nechlorované minerální motorové, převodové a mazací oleje
13 02 08*	Jiné motorové, převodové a mazací oleje
13 03 07*	Minerální nechlorované izolační a teplotnosné oleje
13 05 02*	Kaly z odlučovačů oleje
13 08 02*	Jiné emulze
14 06 01*	Chlorofluorohydrodiki, hydrochlorofluorohydrodiki (HCFC), hydrofluorohydrodiki (HFC)
14 06 03*	Jiná rozpouštědla a směsi rozpouštědel
16 07 08*	Odpady obsahující ropné látky

Výše uvedené odpady jsou shromažďovány v odpovídajících a řádně označených shromažďovacích nádobách a následně předávány oprávněné osobě k dalšímu využití nebo k odstranění [10].

9 MOŽNOSTI VYUŽITÍ FLOTAČNÍ HLUŠINY

S ohledem na množství produkované flotační hlušiny jak z Dolu Darkov, tak z Dolu ČSM je nutno najít způsoby jejího dlouhodobého využití. Tabulka č. 2 zobrazuje množství flotační hlušiny vyprodukované z úpraven Dolu ČSM a Dolu Darkov. Na Dole ČSM se množství produkované flotační hlušiny sleduje teprve od roku 2014.

Tabulka č. 2 Množství vyprodukované flotační hlušiny z Dolu Darkov a Dolu ČSM [11]

Flotační hlušiny				
Rok	Důl Darkov		Důl ČSM	
	Množství v Mg		Množství v Mg	
	Sušina	S obsahem vody	Sušina	S obsahem vody
2010	44 129	58 839	-	-
2011	41 476	55 301	-	-
2012	58 439	77 919	-	-
2013	71 440	95 253	-	-
2014	118 378	157 837	-	69 728

Základem pro nalezení účelného způsobu využití hlušiny (důlní a úpravárenské) je znalost petrografického složení, mineralogického složení, zrnitostního složení, obsahu popela a vody. Mezi základní petrografické vlastnosti patří pevnostní parametry, podle kterých se odvíjí následné možnosti využití. Pevnostní vlastnosti jsou závislé na hloubce uložení, druhu pojiva, tektonice atd. Dále je důležitý obsah spalitelných látek (15 - 20 %, maximálně 30 %) a objemová hmotnost (1226 - 1997 kg/m³). Velikosti zrn jednotlivých druhů hlušiny se pohybují od stovek milimetrů (lze přirovnat k netříděnému drcenému i neupravovanému kamenivu) do částic menších než 0,5 mm (flotační hlušiny) [12].

Jemnozrný podíl z těžby a zejména úpravy černého uhlí je už několik let využíván k proplavování závalu - úmyslný nebo nezaviněný sesuv těženého horninového masivu. Dalším způsobem využití flotační hlušiny je její částečné smíchání s hlušinou hrubozrnnou a následné využití vzniklé směsi k rekultivaci míst, které jsou ovlivněny těžbou. Rovněž poskytování určitého množství hrubozrnné hlušiny stavebním společností, za účelem podsypu komunikací při jejich výstavbě, je v jisté míře jedním

ze způsobů využití flotační hlušiny. Důvodem je částečný podíl flotační hlušiny v dodávkách hlušiny hrubozrnné.

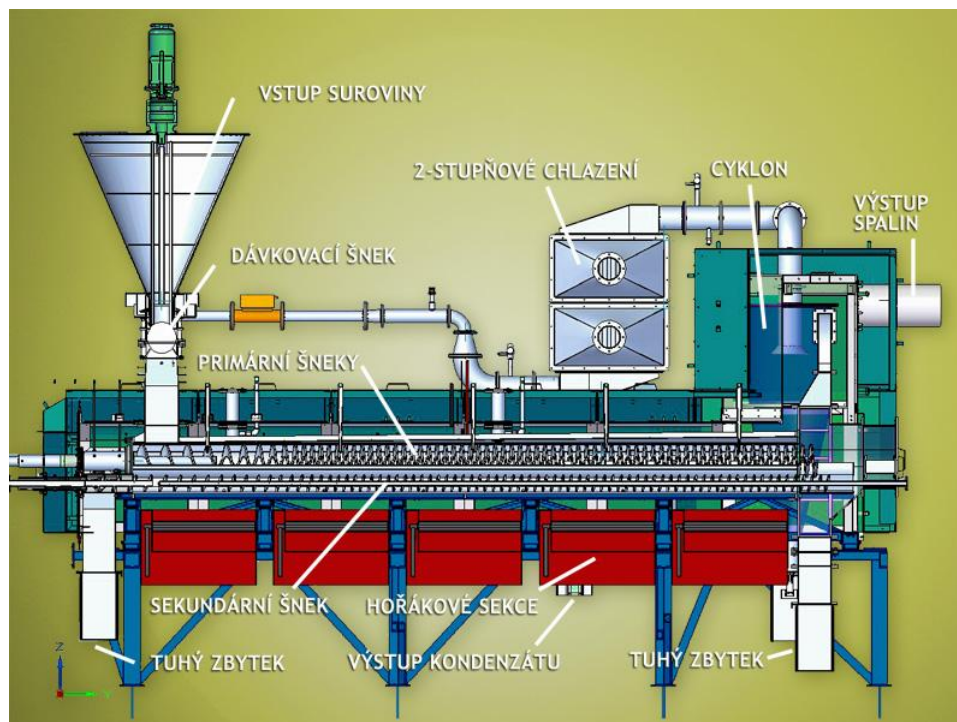
V současné době se ovšem klade důraz na takové způsoby využívání flotační hlušiny, které jsou nejvhodnější z hlediska ekonomiky a použité technologie. Společnost OKD, a.s. se snaží navázat kontakt s podniky, které by byly schopny flotační hlušinu odebírat a využívat v rámci svého provozu či výroby. Jedním s výše zmíněných firem je klastr ENVICRACK a Cihelna Polom.

9.1 Klastr ENVICRACK - alternativní zdroje energie

Náplní práce klastru - vzájemně propojené firmy a instituce v konkrétním oboru - je hledat způsoby využití alternativních a obnovitelných zdrojů energie.

Zaměřují se na výzkumné a vývojové projekty v oblasti zpracování odpadů a využívání alternativních zdrojů energie. Klíčovým projektem klastru ENVICRACK (dále jen „ENVICRACK“) je společný projekt pod názvem “Rozvoj inovací v klastru ENVICRACK - 2. etapa“, jehož součástí jsou dva body, které řeší problematiku flotačních hlušín. ENVICRACK zaměřuje svou pozornost na řešení problémů spojenými s odpady, dále se snižováním množství emisí a rovněž snižováním nákladů vyplývajících ze spotřeby energie. V návaznosti na daný problém je proveden návrh technických opatření a cílem je nalezení řešení, které splňuje požadavky udržitelného rozvoje a bude přínosem pro konečného uživatele [13].

ENVICRACK využívá v rámci své vědeckovýzkumné činnosti pyrolýzní technologii, pomocí níž zpracovává odpad (organický materiál). Výhodou pyrolýzní technologie, oproti spalování, je termický rozklad odpadu (organického materiálu) při nedostatku kyslíku, čímž se vytváří menší množství produkovaných spalin. Na pyrolýzní technologii navazuje kogenerační jednotka, ve které dochází k výrobě elektrické a tepelné energie. Jedním z vhodných odpadů pro zpracování pomocí této technologie je flotační hlušina a uhelné kaly [14].



Obrázek č. 13: Schéma pyrolýzní retorty (zdroj ENVICRACK)

9.1.1 Projekty zabývající se problematikou flotační hlušiny

V projektu „Výzkum technologických procesů při využití flotačních hlušiny“ je kladen důraz na vývoj technologií a přístrojového vybavení, které odstraní ekologické zátěže vytvářené v důsledku činnosti těžby černého uhlí, zejména ukládání flotační hlušiny do úložných míst. Výsledkem tohoto projektu by měla být technologie založená na principu termicko-mechanické úpravy, která bude schopná odseparovat flotační hlušinu s vysokým obsahem hořlavých složek. Termická část úpravy se uskuteční pomocí pyrolýzy vstupní suroviny a v mechanické části dojde k míchání jednotlivých surovin vedoucí ke vzniku ušlechtilého paliva [15].

Projekt „Pořízení sekundární technologie pro využití flotačních hlušiny“ se zabývá využitím flotačních hlušiny obsahujících vysoký podíl nehořlavých látek, jedná se o tzv. „jalové hlušiny“. Ačkoliv je obsah hořlavých látek v těchto hlušínách pouhých 30 - 40 %, vzhledem k jejich množství představují významný energetický potenciál. Do současnosti se tyto flotační hlušiny využívaly k rekultivačním účelům nebo byly ukládány na odval. Výstupem projektu jsou návrhy technologií zajišťující sekundární zpracování flotačních hlušiny (pyrolýzní technologie) [16].

9.2 Využití flotačních hlušín pro zakládku v dole

Zakládání důlní hlušiny a hlušiny upravárenské (flotační i hrubozrnná hlušina) patří mezi základní a dlouhodobě aplikovaný způsob využití těchto odpadních materiálů. Tvorbou zakládek v dole dochází jednak ke zmenšování objemu odvalových skládek na povrchu a rovněž k postupnému zmenšení deformačních dějů ve vytěženém horninovém masivu, což má za následek zmírnění poklesů a důlních škod na povrchu. Zkušenosti s vyplňováním závalového prostoru hlušínami byly praktikovány od poloviny 20. století i v Německu (Spolková republika Německo). K tomuto účelu sloužila směs flotačních hlušín, popílku z elektrofiltrů nebo popele z fluidního spalování. Následně se k této směsi přidala voda a vznikla suspenze o pastovité konzistenci. Optimální zahuštění směsi popílku a flotačních hlušín je 700 g - 1 200 g na 1 litr vody. Rozlišují se celkem 4 druhy zakládek. Jednotlivé zakládky se od sebe odlišují zejména způsobem provedení dané zakládky, použitým materiálem a velikostí zrn zakládané hlušiny [17].

9.2.1 Sypaná zakládka

Zavází se do vyrubaného prostoru samospádem nebo pomocí pásového dopravníku. Velikost zrna u této zakládky se pohybuje okolo 250 mm. Lze použít hlušinu přímo z ražení důlních děl tzn. hlušinu neupravenou [12].

9.2.2 Plavená zakládka

Jedná se o zakládku tvořenou zakládkovým materiálem smíchaným s vodou. Míchání se uskutečňuje na povrchu dolu a dopravuje se potrubím na určené místo. Pro tento druh zakládky jsou vhodné jemnozrnné materiály. Zde mohou být využity flotační hlušiny [12].

9.2.3 Foukaná zakládka

V minulosti nejpoužívanější druh zakládky. Materiál je dopravován na místo zakládky stlačeným vzduchem. Foukaná zakládka byla realizována pomocí výpěrků z úpraven černého uhlí nebo podrcená haldovina [12].

9.2.4 Zvláštní způsoby zakládky

Podstata těchto způsobů spočívá ve vtlačování tzv. "pasty" (jedná se o hustou směs jemnozrnného materiálu a vody) do prostoru zakládky. Účelem je dosáhnout zpevnění zakládky. Směs se připravuje smícháním zakládkového materiálu např. flotační hlušina, drcená haldovina atd. se zpevňující látkou např. cement, mletá struska atd. [12].

9.3 Možnosti využití flotační hlušiny v pozemním stavitelství, při sanacích a rekultivacích, ve stavebním průmyslu

K výstavbě komunikací slouží především důlní hlušina, která je certifikována a poskytována stavebním podnikům. Díky certifikaci se hlušina stává, dle zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky ve znění pozdějších předpisů, výrobkem a nepovažuje se za odpad. Na základě podmínek certifikace je společnost OKD, a.s. povinna v pravidelných intervalech odebírat vzorky certifikované hlušiny, provádět analýzy a výsledky porovnávat s parametry uvedenými v certifikátu. Asanace oblastí zasažených činností těžby černého uhlí se provádějí pomocí všech druhů hlušiny, bez ohledu na petrografické složení, zrnitost či obsah vody. Značnou pozornost je třeba věnovat obsahu popela, aby nedošlo k případnému požáru asanovaných ploch. Základem kvalitní rekultivace je dostatečná tloušťka asanované vrstvy hlušiny (1 - 2 m) a následně vyplnění volných míst jemnozrnným podílem hlušiny. Důvodem je schopnost jemnozrnného materiálu dlouhodobě zadržovat vodu a tím podporovat růst vegetace. Snaha o využití jemnozrnných podílů hlušiny, zejména flotační hlušinu, pro výrobu cihlářských produktů, cementářských slínek a umělých pórovitých kameniv patří mezi hlavní cíle společnosti OKD, a.s. v oblasti nakládání a využívání odpadů vznikajících z těžby a úpravy černého uhlí. V případě použití flotačních hlušiny k výrobě cihlářského zboží bylo záměrem, aby tyto jemnozrnné hlušinové podíly plnily funkci ostřiva - příměsi přidávané do cihlářské hlíny za účelem zvýšení její plastičnosti, snížení citlivosti výrobků k sušení a pálení atd. [12].

Aktuálně se flotační hlušina používá k výrobě cihlářského zboží, ovšem pouze v omezeném množství a jen v případě potřeby nebo zájmu ze strany odběratele. Konkrétně Důl Paskov poskytuje flotační hlušinu Cihelně Polom. Tato hlušina má fyzikálně-chemické parametry uvedené v tabulkách č. 3.,4. a 5.

Tabulka č. 3 Kvalitativní parametry flotační hlušiny z Dolu Paskov [18]

Kvalitativní parametry	
Obsah popela	65,0 - 70,0 %
Obsah vody	11,0 - 14,0 %
Obsah síry	0,5 - 0,8 %
Spalné teplo	27,0 - 29,0 MJ/kg
Výhřevnost	5,0 - 8,0 MJ/kg

Tabulka č. 4 Síťový rozbor jednotlivých frakcí zrn flotační hlušiny [18]

Síťový rozbor (mm)	Váhový podíl (%)
1 - 0,5	39
0,5 - 0,25	38
0,25 - 0,125	18
0,125 - 0,063	3
< 0,063	2

Tabulka č. 5 Výsledky rentgenofluorescenční analýzy flotační hlušiny [18]

Rentgenofluorescenční analýza		
	původní (%)	v popelu (%)
Na ₂ O	0,44	0,64
MgO	0,35	0,52
Al ₂ O ₃	15,79	23,16
SiO ₂	39,89	58,52
P ₂ O ₅	0,26	0,38
K ₂ O	2,39	3,50
TiO ₂	0,57	0,84
MnO	0,04	0,06
Fe ₂ O ₃	4,30	6,31

9.3.1 Funkce flotační hlušiny při výrobě cihlářského zboží

Cihelna Polom patří mezi nejstarší cihelny v České republice a její vznik se datuje od roku 1915. V této cihelně se do dnešní doby dochovala tradice výroby poctivých cihlářských výrobků, jako jsou cihly plné, cihly lícové, cihly dutinové, ruční cihlová dlažba atd. [19].

Jedním z hlavních cílů této diplomové práce je zjistit, jaké jsou možnosti využití flotační hlušiny pro výrobu cihlářského zboží. V současné době Cihelna Polom používá, jako příměs do vstupní hmoty, z níž se následně vypalují cihlářské výrobky, 5% podíl flotační hlušiny, kterou odebírají z Dolu Paskov. Ovšem základní funkci, jež hlušina plní, je podpora hoření v procesu vypalování cihlářských výrobků. Hlavní surovinou pro výrobu cihlářské hlíny představují jílovité nerosty a hlíny. Jako ostřívo slouží písek

nebo podrcené kamenivo, popřípadě popílek. Úkolem ostřiva je regulace mechanických a plastických vlastností cihlářské hlíny. Procentuální zastoupení jednotlivých složek cihlářské hlíny si každá cihelna pečlivě hlídá, protože se jedná o originální recepturu a tzv. "know-how". Vedoucí výroby namíchá, podle svého uvážení a zkušeností, z výše zmíněných surovin hmotu, která odpovídá danému druhu požadovaného cihlářského výrobku. Zastoupení jednotlivých složek hmoty se dle potřeby upravuje. Cihlářské výrobky se tvarují lisováním ve šnekových lisech a tažením, popřípadě ražením. Následuje sušení a vypalování při teplotě 900 - 1050°C v kruhových nebo tunelových pecích [20].



Obrázek č. 14: Cihelna Polom (zdroj Cihelna Polom)

Na základě získaných informací během exkurze v Cihelně Polom je nejsledovanějším parametrem u flotační hlušiny, z hlediska její použitelnosti, obsah popela. Paskovská flotační hlušina obsahuje 65 - 70 %, což je rozmezí přijatelné pro cihlářskou výrobu. Ovšem bylo zjištěno, že v případě dlouhodobějšího uskladnění popelnatost vzrůstá a tím komplikuje proces vypalování cihlářského zboží. V takovýchto případech je nutno výrobu zastavit a změnit množství jednotlivých složek cihlářské hlíny. Hodnota popelnatosti flotační hlušiny z Dolu Darkov a Dolu ČSM se pohybuje v rozmezí od 40 % do 85 % a závisí na době sedimentace hlušiny v úložném místě (odkališti). Dalšími sledovanými parametry jsou výsledky chemické analýzy vodných výluhů. Bylo

zjištěno, že přidáním flotační hlušiny, v množství nad 5 %, do cihlářské hlíny dochází k neúplnému vypálení zbytku hlušiny ve středu cihlářského výrobku, což je patrné z obrázku č. 13 [21].



Obrázek č. 15: Cihla plná s nevypáleným zbytkem flotační hlušiny (zdroj Cihelna Polom)

U cihel, jenž jsou používány pro stavbu svislých konstrukcí, není tato “estetická vada“ nijak důležitá, protože se zakryje omítkou a nemá vliv na fyzikální vlastnosti výrobku. Ovšem v případě ruční cihelné dlažby byly zjištěny rovněž nežádoucí skvrny (obrázek č. 15), způsobené reakcí složek flotační hlušiny při vlastním procesu vypalování cihlářských výrobků. Zde jsou skvrny důvodem reklamací a vrácení výrobků zpět výrobcí [21].



Obrázek č. 16: Cihelná dlažba se skvrnou od flotační hlušiny (zdroj Cihelna Polom)

9.4 Způsoby využití jemnozrnných odpadů z úpravy černého uhlí v zahraničí

Těžební odpady představují, v rámci Evropské unie, přibližně 29 % část z celkového množství produkováných odpadů. Ve státech Evropské unie se vyprodukuje odhadem 400 000 000 Mg odpadů ročně [22].

Problematikou využití jemnozrnného odpadu z úpravy černého uhlí se zabývají rovněž v Polsku. Jedna z mnoha studií, která věnuje značnou pozornost mapování úložných míst (odkališť), analýze chemických, fyzikálních a energetických vlastností v návaznosti na možné budoucí využití, byla publikována v ročence „Ochrana životního prostředí“ [23].

Studie popisuje projekt realizovaný od 2009 do 2012 roku na 24 objektech (úložná místa, odkaliště, deponie atd.), jehož cílem bylo zjistit způsoby možného využití jemnozrnných odpadů z úpravy černého uhlí, zejména k energetickým účelům a tím zamezit dalšímu vzniku úložných míst (odkališť). Základ projektu tvořila data týkající se množství úložných míst, jejich polohy a složení ukládaného materiálu. Projekt se zabývá rovněž návrhem technologické úpravy jemnozrnných odpadů a po jejich odtěžení také rekultivací úložných míst. V souvislosti s budoucím využitím byly provedeny analýzy chemických, fyzikálních a energetických vlastností jemnozrnných materiálů. Všechna níže uváděná data byla získána z 24 sledovaných objektů a jedná se o průměrné hodnoty. Chemické složení jemnozrnných odpadů, v porovnání s chemickými parametry flotační hlušiny z Dolu Paskov, je velice podobné. V obou případech jsou jemnozrnné odpady složeny především z oxidu křemičitého (28 % - 64 %), uhlíku (11 % - 32 %) a oxidu hlinitého (5 % - 23 %). Rovněž byly provedeny zkoušky na obsah těžkých kovů, pomocí atomové emisní spektrometrie, jejíž výsledky prokázaly překročení limitních hodnot, zejména u baru a kobaltu. Překročení limitních hodnot je důsledkem nejen vlastní těžby černého uhlí, ale i antropogenního znečištění oblasti úložných míst. Zkoušky fyzikálních vlastností vycházely z polských technických norem a týkaly se obsahu vody, popela, síry, dále pak výhřevnosti a těkavých látek. Obsah vody se pohyboval v rozmezí od 11 % do 35 %. Obsah popela byl v rozmezí od 26 % do 70 %. Procentuální zastoupení síry v jemnozrnných odpadech bylo od 0,5 % do 3 %. Průměrná hodnota výhřevnosti dosahovala u jemnozrnných odpadů z polských úložišť 6 MJ/kg až 23 MJ/kg, oproti tomu výhřevnost paskovské flotační hlušiny je 8 MJ/kg. Průměrný obsah těkavých látek v polských úložných místech byl od 14 % do

29 %. Jemnozrné odpady z úpravy černého uhlí, o velikost zrn menších než 0,1 mm, mají větší obsah popela a síry, čímž vzniká nebezpečí jejich samovolného vzplanutí. Toto nebezpečí vzniká pouze v případě ukládání vysušených jemnozrných odpadů [23].

Nejdůležitějším zjišťovaným parametrem byl energetický potenciál jemnozrných odpadů. Vzorky z jednotlivých úložných míst byly podrobeny čtyřem úpravnickým metodám, které měly zlepšit jejich energetický potenciál. Jednalo se o metodu flotace, kterou se dosáhlo nejvyšších průměrných hodnot výhřevnosti jemnozrných odpadů (25 MJ/kg), přičemž ztráta energetického potenciálu, způsobená úpravou, byla 15 %. V případě druhého typu úpravy, jmenovitě třídění pomocí odstředivé síly (odstředivka) byly ztráty energetického potenciálu největší - 68 %, ovšem průměrná hodnota výhřevnosti dosahovala 22,8 MJ/kg, což je dobrý výsledek. Podobné hodnoty, jako u třídění pomocí odstředivky, byly zaznamenány i u metody úpravy jemnozrných odpadů Reichertovou spirálou, kdy průměrná hodnota výhřevnosti dosáhla 22,6 MJ/kg, při ztrátě energetického potenciálu úpravou 64 %. Poslední metodou úpravy byl hydrocyklón, jehož účinkem došlo k ztrátě energetického potenciálu ve výši 44 %, ale průměrná hodnota výhřevnosti se pohybovala kolem 17 MJ/kg [23].

Na základě výše uvedených výsledků je patrné, že jemnozrné odpady z úpravy černého uhlí (flotační hlušiny, uhelné kaly atd.), které jsou umístovány na úložná místa (odkaliště), popřípadě deponie, mají po náležité úpravě značný energetický potenciál. Ovšem je třeba brát v úvahu technologickou, ekonomickou a energetickou náročnost provozu úpravárenského zařízení v souvislosti s efektivitou celého procesu [23].

Polsko se všeobecně aktivně zabývá problémem vzniku jemnozrných odpadů z těžby a úpravy černého uhlí, zejména v oblasti Slezska, kde je v provozu několik dolů společně s úpravárenskými komplexy. Volbu flotace, jakožto technologicky a částečně i ekonomicky nejvýhodnějšího způsobu úpravy jemnozrných odpadů, potvrzuje článek, jehož hlavní náplní je popis technologického zabezpečení úpravy uhelných kalů uložených na odkalištích. Ovšem z hlediska ekonomického zabezpečení, počínaje odtěžením jemnozrných odpadů, přes zajištění transportu, následně procesu replotace až k finální rekultivaci vytěženého místa, je celý proces poměrně finančně nákladný. V Polsku bylo zjištěno kolem 16 000 000 Mg uložených jemnozrných odpadů. Náklady na úpravu megagramu jemnozrného odpadu dosahovaly v roce 2005 necelých

70 Kč a lze předpokládat, že od roku 2005 se náklady zvýšily. Většinu finančních nákladů, z výše uvedené částky, tvoří doprava, rekultivační činnosti a zajištění procesu reflowace [24].

Jemnozrné odpady, i přes svůj velmi vysoký energetický potenciál, vyžadují značné náklady na proces úpravy, což brání jejich častějšímu energetickému využívání. Řešením by bylo zpracovávání vytěžených odpadů přímo v místě uložení, čímž nevznikají náklady na dopravu, ale i tak je tento proces ekonomicky nevýhodný [24].

10 LEGISLATIVNÍ RÁMEC URČUJÍCÍ POSTUP PŘI NAKLÁDÁNÍ S FLOTAČNÍ HLUŠINOU

Způsoby nakládání s flotační hlušinou, jakožto s odpadem vznikajícím z těžby a zejména z úpravy černého uhlí, jsou dány zákonem č. 157/2009 Sb., o nakládání s těžebním odpadem, vyhláškou č. 428/2009 Sb., o provedení některých ustanovení zákona o nakládání s těžebním odpadem, zákonem č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství a vyhláškou č. 429/2009 Sb., o stanovení náležitostí plánu pro nakládání s těžebním odpadem včetně hodnocení jeho vlastností a některých dalších podrobností k provedení zákona o nakládání s těžebním odpadem.

10.1 Zákon č. 157/2009 Sb., o nakládání s těžebním odpadem

Zákon č. 157/2009 Sb., o nakládání s těžebním odpadem upravuje:

- pravidla pro nakládání s těžebním odpadem
- pravidla pro předcházení nepříznivým vlivům na životní prostředí, způsobeným nakládáním s těžebním odpadem
- pravidla pro zabránění vzniku jakéhokoliv ohrožení lidských životů či zdraví
- pravidla pro omezení vlivů na vodu, ovzduší, krajinu, půdu, rostliny a živočichy, které vznikají v důsledku nakládání s těžebním odpadem

Dle tohoto zákona se rozumí pod pojmem “těžební odpad“ jakýkoliv odpad, kterého se provozovatel zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se odpadu zbavit, přičemž vzniká při ložiskovém průzkumu, těžbě, úpravě nebo při skladování nerostů. Rovněž tento druh odpadu musí podle zákona o odpadech být zařazen mezi odpady z těžby nebo úpravy nerostů [25].

V souvislosti s tímto zákonem se “hlušinou“ (jemnozrnná či hrubozrnná) rozumí odpadní látky zbylé po úpravě černého uhlí. Dále tzv. “úložné místo“ je stavba vyhrazená pro ukládání těžebního odpadu, který je v pevném (odvaly) nebo kapalném stavu (uhelné kaly a flotační hlušina), popřípadě ve formě roztoku či suspenze. Součástí zákona o nakládání s těžebním odpadem jsou obecné požadavky, spolu s povinnostmi, které se vztahují na provozovatele úložného místa. Mezi základní povinnosti provozovatele patří:

- provozovat úložné místo v souladu se zpracovaným plánem pro nakládání s těžebním odpadem,

- zabránit ohrožení života osob a lidského zdraví při nakládání s těžebním odpadem,
- používat takové metody a procesy pro nakládání s těžebním odpadem, které nemohou poškodit životní prostředí,
- zajistit uložení těžebního odpadu pouze na úložné místo, do vytěžených prostor nebo do povrchových vod,
- vést provozní dokumentaci a záznamy o všech činnostech týkajících se nakládání s těžebním odpadem,
- zabezpečit úložné místo před vstupem nepovolaných osob [25].

10.1.1 Rozdělení úložných míst

Úložná místa se z hlediska možných vlivů na lidské zdraví a životní prostředí rozdělují do kategorie I. nebo II. Zařazování do jednotlivých kategorií se uskutečňuje na základě podané žádosti provozovatele na Obvodní báňský úřad. Český báňský úřad ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí stanoví vyhláškou, jakým způsobem se budou hodnotit fyzikální a chemické vlastnosti těžebního odpadu, s ohledem na typ těženého nerostu a vlastnosti skrývky nebo hlušiny. V rámci své kompetence stanoví Český báňský úřad limity, podle kterých se budou úložná místa zařazovat do kategorií I. nebo II. Do kategorie I. se zařazují úložná místa, která na základě provedeného hodnocení rizik a posudku pověřené osoby mohou zapříčinit, v případě selhání techniky nebo chybné manipulace, závažnou nehodu. Důležitým parametrem je současná a budoucí velikost, umístění a dopad úložného místa na životní prostředí. Dalším kritériem pro zařazení úložného místa do kategorie I. je množství ukládaného nebezpečného těžebního odpadu nebo objemu nebezpečných chemických látek a přípravků obsažených v ukládaném těžebním odpadu. Všechna ostatní úložná místa, která nesplňují podmínky pro zařazení do kategorie I. nebo jsou určena pouze pro těžební odpad vznikající z těžby, úpravy a skladování rašeliny, náleží do kategorie II. V případě ukončení provozu úložného místa je provozovatel povinen zajistit sanaci a rekultivaci, následný monitoring, nápravná a preventivní opatření s ohledem na kategorii úložného místa. Nedílnou součástí procesu ukončení provozu úložného místa je kontrola geotechnické a chemické stability s cílem omezení vzniku negativních vlivů na životní prostředí, zejména podzemní a povrchové vody [25].

10.2 Nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb.

Pod pojmem “stavební výrobek“ se dle nařízení vlády č. 163/2002 Sb., rozumí každý výrobek určený výrobcem pro trvalé zabudování do staveb, ovšem v případě, že jeho vlastnosti mohou ovlivnit alespoň jeden ze základních požadavků na stavby uvedených v příloze č. 1 tohoto nařízení. Trvalým zabudováním výrobku do stavby se v případě jeho vyjmutí mění vlastnosti stavby. Výrobce musí zajistit u stanoveného výrobku posuzování shody jeho vlastností, s ohledem na základní požadavky stanovené tímto nařízením. Pokud výrobce uvádí na trh výrobek, u něhož nejsou uvedeny požadavky na jeho vlastnosti, je výrobce povinen zajistit technické zjištění vlastností výrobku autorizovanou osobou. Výsledkem posuzování shody je prohlášení o shodě vydané výrobcem [26].

10.2.1 Stavební a technické osvědčení

Výrobce poskytne autorizované osobě potřebné podklady týkající se daného výrobku, který chce uvést na trh, společně s vzorky a výsledky předchozích ověřovacích zkoušek, pokud byly provedeny. Autorizovaná osoba posoudí informace získané od výrobce a určí vlastnosti, které mají být předmětem posuzování shody. Následně vymezí technické vlastnosti výrobku, které souvisejí s požadavky na jeho konkrétní využití ve stavbě. V neposlední řadě autorizovaná osoba provede ověřovací zkoušky vzorků výrobku a jejich vyhodnocení. Výstupem je stavební a technické osvědčení vydané autorizovanou osobou a obsahuje identifikační údaje výrobce, popis výrobku, způsob použití výrobku ve stavbě, přehled použitých technických norem a technických předpisů, souhrn technických vlastností výrobku a informace o době platnosti stavebního technického osvědčení [26].

10.2.2 Postupy pro posuzování shody

Základem procesu posuzování shody je technická dokumentace, kterou vypracovává výrobce a obsahuje podrobný popis výrobku, stavební technické osvědčení, vlastnosti výrobku s ohledem na jeho použití, popis funkce výrobku a výsledky provedených zkoušek. Součástí postupů posuzování shody je certifikace výrobku. V rámci procesu certifikace musí výrobce poskytnout autorizované osobě své identifikační údaje, technickou dokumentaci a vzorky výrobku. Autorizovaná osoba prozkoumá podklady předložené výrobcem, uskuteční potřebné zkoušky s ohledem na využití výrobku ve

stavbě a ověří, jestli výrobek splňuje požadavky stanovené technickými normami a technickými předpisy. Pokud vzorek výrobku odpovídá požadavkům norem a předpisů, vystaví autorizovaná osoba certifikát výrobku, který předá výrobcí. Po vydání certifikátu provádí autorizovaná osoba kontroly a odběry vzorků výrobku. Tyto vzorky podrobuje zkouškám a posuzuje, zda vlastnosti výrobku odpovídají platným technickým normám a předpisům [26].

Nedílnou součástí procesu posuzování shody je posouzení systému řízení výroby, v níž daný výrobek vzniká. Výrobce provede nebo nechá provést zkoušky výrobku na vzorku a vyhodnotí, zda daný výrobek odpovídá požadavkům stanoveným technickým normám a technickým předpisům. Úkolem výrobce je zajistit technickou dokumentaci a zabezpečit systém výroby tak, aby výrobky, které uvádí na trh, splňovaly podmínky a požadavky stanovené technickými normami a předpisy. Autorizovaná osoba provede posouzení systému řízení výroby. Pokud je vše v souladu s náležitostmi technických norem a předpisů, udělí výrobcí certifikát. Výrobce může požádat autorizovanou osobu o ověření shody na základě provedených zkoušek a vyhodnocení. Rovněž vydává prohlášení o shodě, jehož součástí jsou identifikační údaje výrobce, identifikační údaje výrobku, popis využití výrobku, výsledky a vyhodnocení provedených zkoušek, odkazy na technické normy a technické předpisy, identifikační údaje autorizované osoby a prohlášení výrobce, že výrobek splňuje základní požadavky podle tohoto nařízení, popřípadě platných norem a předpisů [26].

10.3 Vyhláška č. 429/2009 Sb., o stanovení náležitostí plánu pro nakládání s těžebním odpadem včetně hodnocení jeho vlastností a některých dalších podrobností k provedení zákona o nakládání s těžebním odpadem

V této vyhlášce jsou uvedeny způsoby hodnocení fyzikálních a chemických vlastností ukládaného těžebního odpadu, limity pro zařazování úložných míst do jednotlivých kategorií (I. a II.) a náležitosti obsahu plánu pro nakládání s těžebním odpadem. Výše zmíněná vyhláška rovněž vymezuje pojem tzv. “inertní těžební odpad“ - jedná se o těžební odpad, u kterého nehrozí riziko samovznícení a následného hoření, obsah sulfidické síry je maximálně 0,1 %, nesmí obsahovat chemické látky a chemické přípravky použité při těžbě nebo úpravě, jenž by mohly ohrozit lidské zdraví nebo životní prostředí [27].

10.3.1 Náležitosti plánu pro nakládání s těžebním odpadem

Povinností provozovatele je vypracovat plán pro nakládání s těžebním odpadem (dále jen „plán“), který musí být odsouhlasen obvodním báňským úřadem. V plánu jsou obsaženy tyto náležitosti:

- identifikační údaje provozovatele a úložného místa,
- výčet druhů a kategorií ukládaných odpadů, způsob nakládání s nimi a jejich využívání,
- porovnání plánu pro nakládání s těžebním odpadem s plánem odpadového hospodářství kraje,
- návrh zařazení úložného místa do příslušné kategorie v souladu s limity uvedenými v této vyhlášce
- hodnocení vlastností těžebního odpadu,
- popis postupů a procesů, při kterých těžební odpady vznikají a jejich následné zpracování,
- charakteristika vlivů, způsobených ukládáním těžebního odpadu, na životní prostředí a lidské zdraví v době provozu i po jeho ukončení,
- návrh kontrolních a monitorovacích postupů i po ukončení provozu,
- návrh plánu pro ukončení provozu včetně rekultivací a nápravných opatření,
- návrh opatření pro zabránění znečištění podzemních a povrchových vod,
- uvedení cílů a opatření k jejich dosažení spolu s předcházením vzniku těžebního odpadu [27].

10.4 Vyhláška č. 428/2009 Sb., o provedení některých ustanovení zákona o nakládání s těžebním odpadem

Vyhláška č. 428/2009 Sb., upravuje náležitosti zprávy o celkovém vyhodnocení úložného místa, způsob výpočtu finanční rezervy určené k uhrazení činností souvisejících s nakládáním s těžebním odpadem, časový průběh vytváření finanční rezervy a podmínky, za kterých je možno finance čerpat. Tato vyhláška se zabývá rovněž náležitostmi a obsahem havarijního plánu úložného místa, včetně zásad prevence závažných nehod [28].

10.4.1 Tvorba rezervy finančních prostředků

Rezerva finančních prostředků se vytváří především na uzavírání, sanaci, rekultivaci a monitorování úložného místa po ukončení jeho provozu. Při výpočtu rezervy finančních prostředků se vychází z vlivu úložného místa na životní prostředí a lidské zdraví. Následně se zohledňuje kategorie úložného místa, stabilita a vlastnosti uloženého těžebního odpadu, rozsah monitorování, rozsah technických opatření provedených během a po ukončení provozu (sanace, rekultivace, obnovení biodiverzity, omezení ekologické újmy) [28].

10.4.2 Obsah havarijního plánu úložného místa

Havarijní plán vytvořený pro úložné místo kategorie I obsahuje:

- potřebná opatření k potlačení a zvládnutí závažných nehod, havárií a mimořádných událostí zjištěných na základě provedené analýzy rizik provozu úložného místa tak, aby došlo k omezení poškození lidského zdraví a životního prostředí,
- informace o bezpečnostních složkách, které jsou v rámci své působnosti oprávněny zasáhnout a kterým je nutno sdělit všechny podrobnosti o havárii, nehodě či jiné mimořádné situaci,
- podrobnosti týkající se zajištění sanace včetně rekultivace a odstranění následků po nehodách, haváriích nebo jiných mimořádných situacích [28].

10.4.3 Prevence závažných nehod

Zásady prevence závažných nehod vycházejí z procesu hodnocení rizik, jehož výstupem je zjištění míry rizika, které úložné místo představuje pro lidské zdraví a životní prostředí. Povinností provozovatele je zpracovat analýzu hodnocení rizik dle zákona 167/2008 Sb., o předcházení ekologické újmy a o její nápravě a o změně některých zákonů [28].

S ohledem na prevenci, provede provozovatel úložného místa opatření nezbytná k ochraně lidského zdraví a životního prostředí před účinky závažných nehod, havárií a mimořádných situací. V případě výskytu havárie nebo jiné závažné mimořádné situace je provozovatel povinen neprodleně jednat dle havarijního plánu a informovat příslušné útvary nebo orgány o dané situaci [28].

11 CERTIFIKAČNÍ PROCES

11.1 Informace o Technickém a zkušebním ústavu stavebním Praha

Technický a zkušební ústav stavební Praha (dále jen „TZÚS“) patří mezi jednu z největších zkušebních a certifikačních organizací v České republice. Tato organizace je mezinárodně uznávaným poskytovatelem komplexních služeb v oblasti posuzování shody stavebních i jiných výrobků a rovněž působí jako významný partner výrobců, dovozců, projektantů, popřípadě realizátorů staveb, veřejné správy, výzkumné a vývojové sféry. Aktivně se účastní procesu tvorby technických předpisů a norem jakožto autorizovaná osoba 204 (ČR), notifikovaná osoba 1020 a oznámený subjekt (EU/EHP - Evropský hospodářský prostor) pro posuzování shody výrobků před jejich uvedením na trh s ohledem na zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů. TZÚS patří mezi subjekty pro technické posuzování pro vydání (TAB - Technical Assessment Body) evropských technických posouzení (ETA - European Technical Assessment) a má akreditaci udělenou Českým institutem pro akreditaci, o.p.s. k provádění certifikace výrobků, certifikace systému managementu a inspekci. Taktéž disponuje akreditací pro provoz zkušební laboratoře, kde jakožto znalecký ústav v oboru stavebnictví je oprávněn k provádění zkoušek a vydávání znaleckých posudků [29].

Organizace TZÚS má pobočky v Praze, Brně, Ostravě, Plzni, Českých Budějovicích, Teplicích a Předměřicích nad Labem, prostřednictvím nichž poskytuje zákazníkům své služby [29].

11.2 Certifikace výrobků

TZÚS se procesu certifikace účastní jako nezávislá strana. Základem certifikace výrobku je proces posuzování shody výrobku s požadavky technických předpisů a technických specifikací. Certifikační organizace TZÚS certifikuje tzv. stanovené výrobky - seznam těchto výrobků je součástí nařízení vlády k zákonu č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky, v platném znění nebo se na ně vztahují evropské technické specifikace. Ovšem certifikuje i tzv. nestanovené výrobky, u kterých se jedná o dobrovolnou certifikaci prováděnou na žádost zákazníka. Dobrovolná certifikace je možná i u stanovených výrobků [29].

11.2.1 Vlastní průběh certifikace

Hlavní náplní práce certifikační organizace je na základě příslušných certifikačních systémů a postupů posuzovat shodu produktů s požadavky technických norem a předpisů. Rovněž posuzuje žadatelem zpracovanou dokumentaci a provozovaný systém řízení výroby z hlediska kontroly výroby [30].

Prvním krokem certifikace je podání žádosti o certifikaci daného výrobku. V žádosti je jasně definován předmět a rozsah požadované certifikace. Součástí žádosti je veškerá dokumentace týkající se výrobku a splňující požadavky uvedené v zákoně č. 22/1997 Sb., a v nařízení vlády č. 163/2002. Certifikační organizace žádosti přidělí číslo zakázky, přezkoumá, zda-li je kompletní, připraví program certifikace a o celém procesu přezkoumání zpracuje záznam. V případě nekompletnosti žádosti je žadatel povinen chybějící údaje doplnit v daném termínu. Pokud je žádost kompletní certifikační organizace zašle žadateli, do 20 dnů, návrh smlouvy včetně návrhu ceny za certifikační činnost. Dalším krokem je zjištění vlastností výrobku, kdy certifikační organizace (autorizovaná osoba) odebere vzorky výrobku a podrobí je zkouškám ve zkušební laboratoři. Výstupem všech provedených zkoušek je protokol, který obsahuje výsledek certifikace, dále vyjádření zda produkt vyhovuje nebo nevyhovuje pro žadatelem specifikované použití, popřípadě pro jaké použití vyhovuje. Součástí protokolu jsou přílohy, jejichž obsah tvoří vyhodnocovací tabulky vlastností výrobku. Posledním krokem certifikačního procesu je vystavení certifikátu. Výrobek, který splní všechny požadavky certifikace, obdrží od certifikační organizace certifikát [30].

Certifikační organizace vykonává v rámci své činnosti dozor nad certifikovanými výrobky a systémy řízení výroby. Tento dozor provádí na základě smlouvy o kontrolní činnosti a v případě, že je to požadováno normativním dokumentem. Hlavní náplní dozoru je posouzení, jestli certifikovaný produkt nadále splňuje požadavky provedené certifikace, zda výrobce udržuje systém řízení výroby s ohledem na podmínky stanovené certifikací, spolu s dodržováním všech ostatních podmínek certifikace. Pokud výrobce nedodržuje podmínky certifikace, nařídí certifikační organizace nápravu zjištěných neshod. V případě nesplnění nápravných a preventivních opatření může dojít k pozastavení nebo zrušení udělené certifikace. Proti výrokům certifikační organizace je možno se odvolat [30].

PRAKTICKÁ ČÁST

12 MATERIÁL A METODIKA

12.1 Výčet norem a platných právních předpisů

V této diplomové práci jsou uvedena data týkající se odebraných vzorků flotační hlušiny z úpravny Dolu Darkov a ČSM. Flotační hlušina je nepěnový výstup z flotačního rozduřování a rovněž jemnozrný podíl těžného černého uhlí o velikosti zrn do 0,5 mm. Jednotlivé zkoušky a zkušební postupy byly prováděny v souladu s požadavky následujících norem a platných právních předpisů:

- ČSN EN 933-1 Zkoušení geometrických vlastností kameniva. Část 1: Stanovení zrnitosti - Síťový rozbor [31].
- ČSN EN 13286-2 Nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy - Část 2: Zkušební metody pro stanovení laboratorní srovnávací objemové hmotnosti a vlhkosti - Proctorova zkouška [33].
- ČSN EN 12457-2 Charakterizace odpadů - Vyluhováním - Ověřovací zkouška vyluhovatelnosti zrnitých odpadů a kalů - Část 2: Jednostupňová vsádková zkouška při poměru kapalné a pevné fáze 10 l/kg pro materiály se zrnitostí menší než 4 mm (bez zmenšení velikosti částic, nebo s ním) [32].
- ČSN EN 13242+A1 Kamenivo pro nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy pro inženýrské stavby a pozemní komunikace [34].
- Vyhláška Ministerstva životního prostředí 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 [35].

Na základě výše zmíněných norem a platných právních předpisů byly vzorky flotační hlušiny jak z úpravny Dolu Darkov, tak i z úpravny Dolu ČSM podrobeny testům v akreditované laboratoři zkušební a certifikační organizace TZÚS - Technický

a zkušební ústav stavební Praha, s.p., pobočka 0700 Ostrava - zkušební laboratoř č. 1018.7 akreditovaná ČIA.

12.2 Průběh zkoušky fyzikálně mechanických vlastností dle ČSN EN 933-1

12.2.1 Podstata zkoušky

Podstatou zkoušky fyzikálně mechanických vlastností je rozřídění a oddělení materiálu pomocí sady sít do několika zrnitostních podílů s klesající velikostí částic. Počet sít a velikosti otvorů jednotlivých sít jsou voleny podle druhu vzorku a požadované přesnosti. Především se jedná o schválené metody praní a prosévání za sucha [31].

12.2.2 Zkušební postup

Vlastní zkušební postup zahrnuje tři základní procesy:

1. Praní - zkušební navážka se vloží do nádoby s dostatečným množstvím vody tak, aby byla zkušební navážka pod vodou, následně se vzorek promíchá, na síto 0,063 mm (oboustranně navlhčené), které je vyhrazené pouze pro tuto zkoušku, se umístí tzv. ochranné síto (např. 1 nebo 2 mm) a obsah nádoby s rozmíchaným vzorkem se vylévá na horní síto. Praní se provádí tak dlouho, dokud voda není čistá. Určité množství vzorku zachycené na sítě se vysuší a zváží [31].
2. Prosévání - vysušený a vypraný vzorek se umístí na sloupec sít, který obsahuje víko, dno a určitý počet sít seřazených od síta s největšími otvory do síta s nejmenšími otvory. Síta se třesou ručně nebo mechanicky a poté se odebírají postupně, tak jak jsou seřazena. Tento proces se opakuje, dokud všechen požadovaný materiál nepropadne síty a ukončení nastane tehdy, když další prosévání nevede ke změně hmotnosti zachyceného materiálu na jednotlivém síte větší než 1 % hmotnosti [31].
3. Vážení - zváží se materiál zachycený na sítě s největšími otvory a rovněž materiál zachycený na sítě s nejmenšími otvory. U zbylých sít se provede stejná operace z důvodu získání hmotnosti jednotlivých podílů zachycených materiálů. Materiál na dně se rovněž zváží [31].

12.3 Průběh chemické analýzy vodného výluhu dle ČSN EN 12457-2

12.3.1 Podstata zkoušky

Pro chemickou analýzu vodného výluhu byly použity vzorky flotační hlušiny, které původně nebo po předúpravě mají zrnitost menší než 4 mm a jsou podrobeny, za normou definovaných podmínek, výluhu vodou. Předpokládá se, že v průběhu zkoušky dojde k úplné nebo téměř úplné rovnováze mezi kapalinou a pevnou fází. Pevná fáze se odstraní filtrací a vlastnosti výluhu jsou stanovovány metodami určenými pro analýzu vody, ovšem upravenými tak, aby splňovaly požadavky pro analýzu výluhu. Po zkoušce se zaznamenají hodnoty pH, konduktivita a dle potřeby oxidačně redukční potenciál [32].

12.3.2 Zkušební postup

Zkoušky vyluhovatelnosti se prováděly u obou vzorků při laboratorní teplotě $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Po náležitě přípravě vzorků, která zahrnuje odběr vzorků, zmenšení velikosti částic (prosévání, drcení, mletí), stanovení podílu sušiny a vlhkosti, určité množství připravených analytických vzorků podléhá procesu vyluhování [32].

Nejprve se do vzorkovnice naváží analytický vzorek, následně je přidán takový objem vyluhovací kapaliny, aby poměr kapalné a pevné fáze byl při vyluhování $10 \text{ l/kg} \pm 2 \%$. Kapalina a vzorek se dobře promíchají. Vzorkovnici je nutno uzavřít a umístit na třepačku po dobu 24 hodin ± 30 minut. Usazování pevné fáze ve vzorkovnici je nežádoucí. Po vypršení výše stanovené doby třepání dojde k oddělení kapaliny od pevné fáze usazováním pevných suspendovaných částic po dobu 15 minut ± 5 minut. V okamžiku usazení pevných částic se výluh zfiltruje přes membránový filtr $0,45 \mu\text{m}$ za použití vakuového nebo tlakového zařízení. Proplachování filtru je zakázáno. Po filtraci se změří objem, konduktivita (v mS/m), teplota, hodnota pH a v případě nutnosti oxidačně redukční potenciál výluhu. Výluhy se rozdělí na určitý počet vzorků a podrobí se chemickým analýzám, které stanoví koncentraci požadovaných složek či prvků. Koncentrace jsou porovnávány s limitními hodnotami uvedenými ve vyhlášce č. 294/2005 Sb. a rozdělenými do tří tříd vyluhovatelnosti [32].

Pro ověření správnosti vyluhovacího postupu je nutno provést slepé stanovení, během něhož je vyluhovací kapalina podrobena celému vyluhovacímu procesu, včetně analýz [32].

12.4 Průběh stanovení zhutnitelnosti Proctor standard ČSN EN 13286-2

12.4.1 Podstata zkoušky

Standardní Proctorovu zkoušku provedeme pomocí pěchů (tzv. Proctorův pěch) o hmotnosti 2,5 kg v Proctorově moždíři (průměr moždíře je $100 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$), 2,5 kg v širokém Proctorově moždíři (průměr moždíře je $150 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$) a 15 kg ve velmi širokém Proctorově moždíři (průměr moždíře je $250 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$). Jedná se o jednu ze dvou podobných zkoušek zhutnitelnosti, jejichž volba a následný průběh zkoušky závisí na maximální velikosti částic zkoušené směsi k požadovanému množství vzorku a rovněž na velikosti formy [33].

12.4.2 Zkušební postup

Vzhledem k velikosti zrn vzorků flotační hlušiny byla pro stanovení zhutnitelnosti zvolena standardní Proctorova zkouška [33].

K provedení standardní Proctorovy zkoušky se nejprve použije pěch o hmotnosti 2,5 kg dopadající z výšky 305 mm na směs ve třech vrstvách v Proctorově moždíři. Celá sestava, která se skládá z moždíře s přípevněnou základní deskou a nástavce, se umístí na pevný podklad (např. betonová podlaha). Moždíř s přípevněnou základní deskou je nutno zvážit s přesností na 1 g a pokud nejsou známy vnitřní rozměry, změří se s přesností na 0,5 mm. Vnitřní stěny nástavce jsou namazány separačním prostředkem. Do moždíře se vloží takové množství vlhké směsi (připravený vzorek), aby po zhutnění vyplnilo více než jednu třetinu výšky moždíře. Následně se hutní 25 údery pěchu, který dopadá z výšky 305 mm na povrch směsi a je upevněn na vodící tyči. Údery se rozdělí rovnoměrně po obvodu a pěch musí dopadat vždy volně. Výše zmíněný postup se opakuje ještě dvakrát, aby došlo k naplnění tělesa moždíře množstvím směsi a povrch směsi nebyl více jak 10 mm nad horním okrajem tělesa moždíře. Nástavec se sejme, odstraní se přebytečná směs a povrch zhutnělé směsi se zarovná pravítkem tak, aby byl stejně vysoko jako okraj moždíře. Materiál a moždíř se základní deskou se zváží s přesností na 1 g. Zhutněnou směs je nutno vyjmout a vložit do kovové nádoby, ke stanovení vlhkosti dle EN 1097-5 [33].

Druhý typ standardní Proctorovy zkoušky se provádí s pěchem o hmotnosti 2,5 kg v širokém Proctorově moždíři. Pěch dopadá z výšky 305 mm na tři vrstvy směsi v Proctorově moždíři. Opět je nutno zvážit moždíř s přípevněnou deskou, s přesností na

5 g. Pokud nejsou známy vnitřní rozměry, změří se s přesností na 0,5 mm. Taktéž se nástavec připevní na moždíř a sestava se umístí na pevný podstavec. K namazání vnitřních stěn nástavce slouží separační prostředek. I u tohoto typu standardní Proctorovy zkoušky je třeba dbát na dostatečné množství vlhké směsi (připravený vzorek) vkládané do moždíře. Hutní se 56 údery pomocí pěchu o hmotnosti 2,5 kg, dopadajícího z výšky 305 mm a umístěného na vodící tyči. Pěch musí dopadat volně a jeho údery jsou rozděleny rovnoměrně po obvodu. Výše zmíněný postup provedeme ještě dvakrát za účelem naplnění moždíře a uregulováním výšky povrchu směsi na hodnotu maximálních 10 mm nad okrajem tělesa moždíře. Nezbytnou součástí druhého typu standardní Proctorovy zkoušky je sejmutí nástavce, odstranění přebytečné směsi a zarovnání povrchu zhutněné směsi pravítkem. Materiál a moždíř se základní deskou se zváží s přesností na 5 g. Následně se zhutněná směs vyjme z moždíře a umístí do kovové nádoby, ke stanovení vlhkosti podle EN 1097-5 [33].

Třetí typ standardní Proctorovy zkoušky se od výše zmíněných dvou typů odlišuje hmotností pěchu, která je 15 kg a průměrem moždíře - 250 mm ± 0,1 mm. Průběh zkoušky je podobný jako u prvního a druhého typu standardní Proctorovy zkoušky s tím rozdílem, že pěch dopadá z výšky 600 mm na tři vrstvy v moždíři. Rovněž zde se musí moždíř s připevněnou základní deskou zvážit s přesností na 10 g. Pokud nejsou známy vnitřní rozměry moždíře, je třeba provést měření s přesností na 0,5 mm. Umístění celé sestavy (nástavec a moždíř s připevněnou základní deskou) na pevný podklad spolu s namazáním vnitřních stěn nástavce separačním prostředkem, je nezbytné. Po vložení dostatečného množství vlhké směsi (připravený vzorek) do moždíře dojde k hutnění 22 údery pěchu o hmotnosti 15 kg, dopadajícího z výšky 600 mm a umístěného na vodící tyči. Údery jsou rozděleny rovnoměrně po obvodu a pěch dopadá volně. Postup třetího typu standardní Proctorovy zkoušky se opakuje ještě dvakrát za podmínek uvedených v prvním a druhém typu této zkoušky. Stejně jako u předešlých dvou typů standardní Proctorovy zkoušky se sejme nástavec, dojde k odstranění přebytečného množství směsi a zarovnání povrchu zhutněné směsi pravítkem tak, aby byl ve stejné výšce jako okraj moždíře. Materiál spolu s moždířem se základní deskou se zváží s přesností na 10 g a u zhutněné směsi, která se vyjme z moždíře a vloží do kovové nádoby, je nutno stanovit vlhkost dle EN 1097-5 [33].

Všechny tři typy standardní Proctorovy zkoušky zhutnitelnosti se provádějí s každým ze zbývajících připravených vzorků a tím se získá nejméně pět stanovených hodnot. Vlhkosti jednotlivých připravených vzorků musí být takové, aby optimální vlhkost, při které se dosáhne maximální objemové hmotnosti suché směsi, byla blízko středu rozmezí. Po zrealizování všech tří druhů standardní Proctorovy zkoušky se vybere jedna, s ohledem na velikost zrn zkoušeného vzorku, v tomto případě tedy flotačních hlušin z Dolu Darkov a Dolu ČSM [33].

13 VÝSLEDKY A DISKUZE

Všechna níže uvedená data byla získána pomocí jednotlivých zkoušek a měření v akreditovaných zkušebních laboratořích společnosti TZÚS. Zkoušky byly prováděny dle platných technických norem. Společnost TZÚS zaslala společnosti OKD, a.s. protokoly obsahující výsledky všech zkoušek uskutečněných na vzorcích flotační hlušiny z Dolu Darkov a z Dolu ČSM. Následně je nutno flotační hlušinu jak z dolu Darkov, tak z Dolu ČSM, podrobit procesu certifikace, aby mohla být distribuována jako výrobek a nebyla by odpadem. Na základě zjištěných parametrů flotačních hlušín z obou dolů budou probíhat jednání se společností Cihelna Polom o možnosti využití tohoto jemnozrnného výrobku jako ostřiva při výrobě cihel či jiných stavebních materiálů.

13.1 Výsledek zkoušky fyzikálně mechanických vlastností flotační hlušiny z úpravny Dolu Darkov

Tabulka č. 6 Zrnitostní frakce zkoušené metodou praní a prosévání [36]

Sledovaná vlastnost	Hodnota zjištěná při zkoušce	Kategorie dle ČSN EN 13242+A1
Zrnitost		
- celkové propady [% hmot.]		
- velikost otvoru čtvercového síta: 2 mm	100	G_F 85
1 mm	100	
0,5 mm	99	
0,25 mm	92	
0,125 mm	55	
0,063 mm	24	
Jemné částice f	24 % hmotnosti	f_{deklarovaná} 24
Měrná hmotnost [Mg/m ³]	2,49 ± 0,03	Deklarovaná hodnota 2,49 Mg/m³
Obsah uhlí [% hmot.]	13,1	Deklarovaná hodnota 13,1 % hmot.
Obsah celkové síry jako S [% hmot.]	0,771	S₁

Tabulka č. 1 vyjadřuje množství celkových propadů vzorku flotační hlušiny z Dolu Darkov jednotlivými čtvercovými síty o různých velikostech otvorů. Tyto hodnoty jsou vyjádřeny v procentuálních hmotnostech. Procento jemných částic f propadlých sítem 0,063 mm se vypočítá pomocí rovnice:

$$f = \frac{(M_1 - M_2) + P}{M_1} \cdot 100$$

M₁ - je suchá hmotnost zkušební navážky v kg;

M₂ - je suchá hmotnost zbytku zachyceného na síť 0,063 mm v kg;

P - je hmotnost vytríděného materiálu zbylého na dně síta v kg [31].

Tato rovnice slouží k výpočtu procentuálních hmotností propadů u všech sít s otvory o velikostech uvedených v tabulce č. 1. Hodnoty měrné hmotnosti a obsahu uhlí splňují limitní hodnoty deklarované normou ČSN EN 13242+A1.

Vzorek flotační hlušiny rovněž splňuje všeobecné požadavky na zrnitost pro kategorii $G_F 85$ - drobné kamenivo, stanovené výše zmíněnou normou [34].

13.2 Výsledek zkoušky fyzikálně mechanických vlastností flotační hlušiny z úpravny Dolu ČSM

Tabulka č. 7 Zrnitostní frakce zkoušené metodou praní a prosévání [37]

Sledovaná vlastnost	Hodnota zjištěná při zkoušce	Kategorie dle ČSN EN 13242+A1
Zrnitost		
- celkové propady [% hmot.]		
- velikost otvoru čtvercového síta: 8 mm	100	$G_F 85$
5,6 mm	100	
4 mm	99	
2 mm	98	
1 mm	94	
0,5 mm	81	
0,25 mm	64	
0,125 mm	49	
0,063 mm	38	
Jemné částice f	38 % hmotnosti	f deklarovaná 38
Měrná hmotnost [Mg/m ³]	1,93 ± 0,01	Deklarovaná hodnota 1,93 Mg/m³
Obsah uhlí [% hmot.]	25,6	Deklarovaná hodnota 25,6 % hmot.
Obsah celkové síry jako S [% hmot.]	2,24	S deklarovaná 2,24 % hmot.

V tabulce č. 2 jsou uvedeny výsledky propadů jemných částic vzorku flotační hlušiny z Dolu ČSM. Postup výpočtu množství jednotlivých propadů, v procentuálních hmotnostech, je stejný jako u vzorku flotační hlušiny z Dolu Darkov. Hodnoty měrných

hmotností, obsahu uhlí a obsahu celkové síry u obou vzorků flotační hlušiny splňují limitní hodnoty těchto parametrů, uvedené v normě ČSN EN 13242+A1.

U tohoto vzorku byly taktéž splněny všeobecné požadavky kladené na zrnitost kategorie G_F 85 - drobné kamenivo [34].

13.3 Výsledek zkoušky chemické analýzy vodného výluhu flotační hlušiny z Dolu Darkov

Tabulka č. 8 Chemická analýza vodného výluhu [36]

Parametr	Jednotka	Hodnota zjištěná při zkoušce	Nejistota v [%]
pH	-	7,9	1
Vodivost	mS/m	26,5	1
As	mg/l	0,0033	20
Ba	mg/l	0,114	20
Cd	mg/l	0,00031	15
Cr	mg/l	< 0,03	
Cu	mg/l	< 0,005	
Hg	mg/l	0,0002	20
Mo	mg/l	0,0119	20
Ni	mg/l	< 0,02	
Pb	mg/l	0,0036	20
Sb	mg/l	0,0077	20
Se	mg/l	0,0077	20
Zn	mg/l	0,03	20
Sírany	mg/l	29,1	10
Fluoridy	mg/l	0,25	10
Chloridy	mg/l	19,9	15
Fenolový index	mg/l	< 0,01	
DOC	mg/l	5	10
RL 105°C	mg/l	130	10

Výsledkem analýzy výluhu získaného vyluhovací zkouškou jsou hodnoty koncentrací jednotlivých složek výluhu vyjádřené v mg/l. Tyto koncentrace obsahuje tabulka č. 3. Následně se koncentrace jednotlivých sledovaných parametrů porovnají s jejich limitními hodnotami uvedenými ve vyhlášce 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, konkrétně v příloze č. 2 (tabulka č. 2.1). Téměř u všech sledovaných parametrů bylo zjištěno, že vyhovují limitním hodnotám stanoveným výše zmíněnou vyhláškou. Pouze v případě antimonu došlo k překročení

limitních hodnot. Množství selenu vyhovovalo stanovené limitní hodnotě, ovšem při zohlednění nejistoty měření může dojít k případnému překročení limitní hodnoty [35].

13.4 Výsledek zkoušky chemické analýzy vodného výluhu flotační hlušiny z Dolu ČSM

Tabulka č. 9 Chemická analýza vodného výluhu [37]

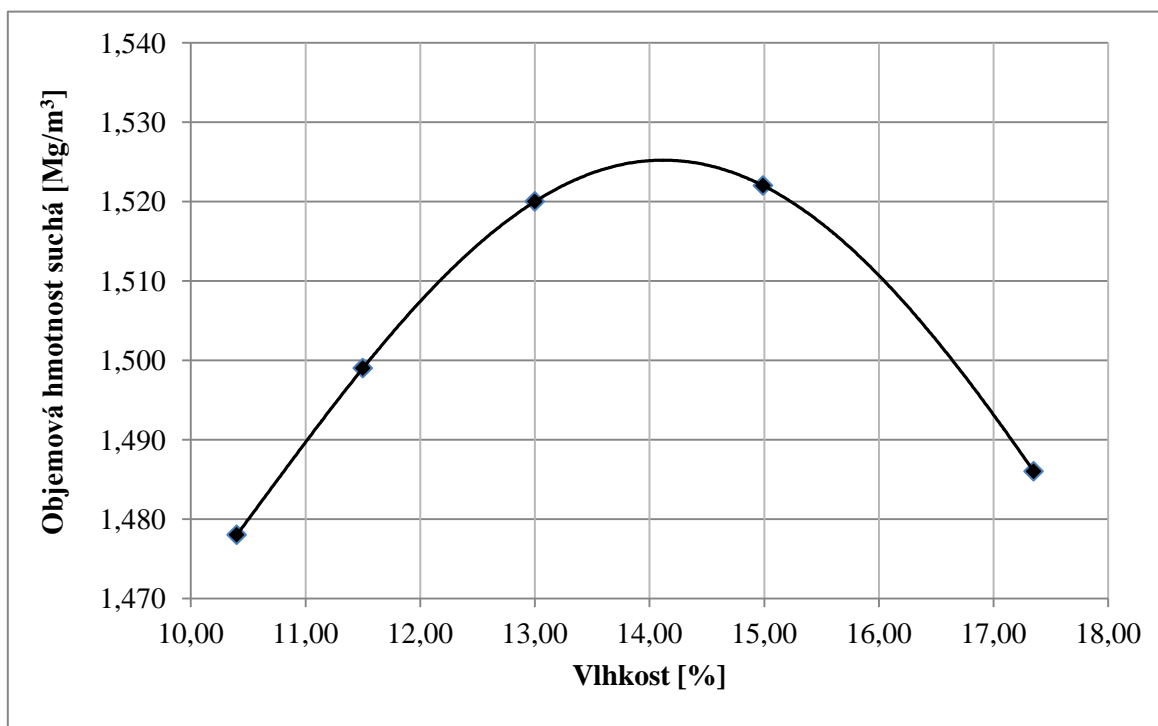
Parametr	Jednotka	Hodnota zjištěná při zkoušce	Nejistota v %
pH	-	7,8	1
Vodivost	mS/m	45,5	1
As	mg/l	0,0015	20
Ba	mg/l	0,112	20
Cd	mg/l	0,00098	15
Cr	mg/l	< 0,03	
Cu	mg/l	< 0,005	
Hg	mg/l	0,0002	20
Mo	mg/l	0,0098	20
Ni	mg/l	< 0,02	
Pb	mg/l	0,0058	20
Sb	mg/l	0,0082	20
Se	mg/l	0,0091	20
Zn	mg/l	0,079	20
Sírany	mg/l	71,6	10
Fluoridy	mg/l	0,2	10
Chloridy	mg/l	45,8	15
Fenolový index	mg/l	0,0245	10
DOC	mg/l	6,22	10
RL 105°C	mg/l	250	10

Výše uvedená tabulka č. 3 zobrazuje výsledky zkoušky chemické analýzy vodného výluhu vzorku flotační hlušiny z Dolu ČSM. I u tohoto vzorku byly zjišťovány koncentrace jednotlivých parametrů a následně srovnávány s jejich limitními hodnotami uvedenými ve vyhlášce č. 294/2005 Sb. Výsledkem je překročení limitní hodnoty pouze u antimonu, všechny ostatní sledované parametry vyhovují limitním hodnotám [35].

13.5 Výsledek zkoušky stanovení zhutnitelnosti Proctor standard flotační hlušiny z Dolu Darkov

Tabulka č. 10 Zhutnitelnost flotační hlušiny [36]

Sledovaná vlastnost	Hodnota zjištěná při zkoušce
Zhutnitelnost dle Proctora, maximální objemová hmotnost $\rho_{d \max.}$ [Mg/m ³]	1,52 ± 0,01
Zhutnitelnost dle Proctora, optimální vlhkost [% hmot.]	14,0 ± 0,4



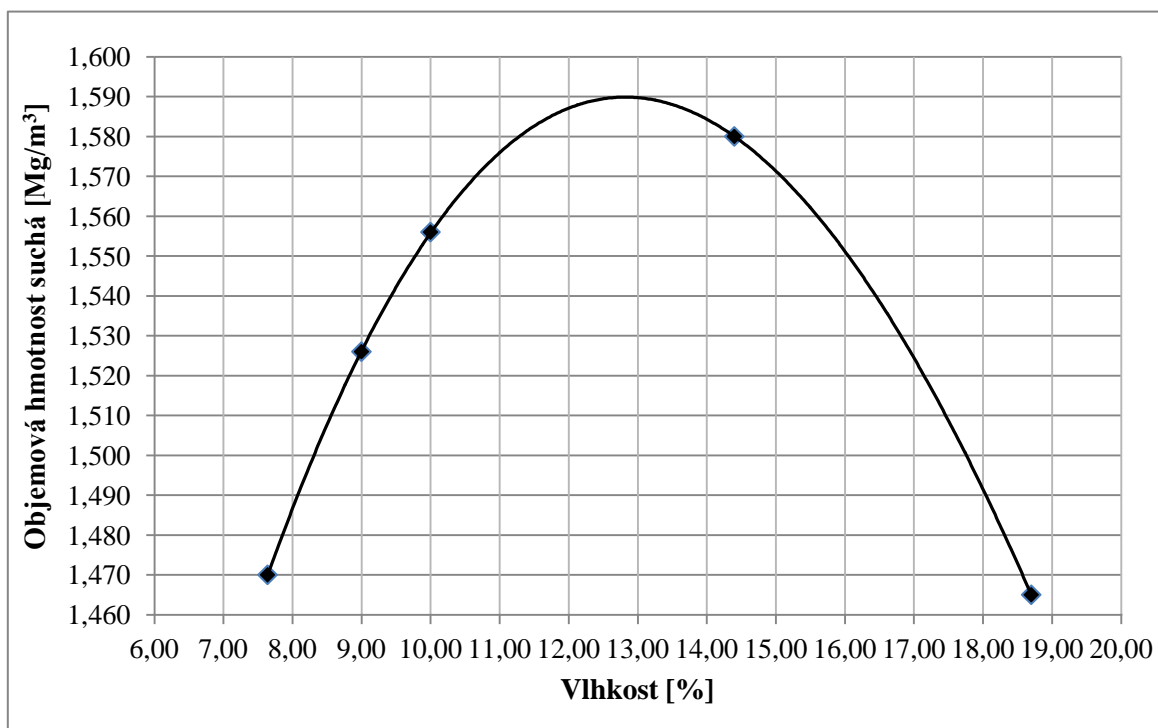
Graf č. 1 Znárodnění křivky zhutnitelnosti vzorků flotační hlušiny v zemině [36]

Zhutnitelnost flotační hlušiny byla zkoušená ve vzorku zeminy. Z křivky protínající 5 jednotlivých vzorků flotační hlušiny, které obsahují určité procentuální množství vody, vyplývá, že s rostoucí hodnotou objemové hmotnosti flotační hlušiny z Dolu Darkov dochází k většímu zhutnění samotné zeminy. Takže při optimální vlhkosti 14,0 % a maximální objemové hmotnosti 1,52 Mg/m³ dosáhneme optimálního zhutnění. Zrnitostně srovnatelný je elektrárenský popílek, který je lépe zhutnitelný a jehož objemová hmotnost se pohybuje v rozmezí od 2,0 Mg/m³ do 2,5 Mg/m³ [38]. Dobrá zhutnitelnost popílku je důsledkem schopnosti nevázat vodu.

13.6 Výsledek zkoušky stanovení zhutnitelnosti Proctor standard flotační hlušiny z Dolu ČSM

Tabulka č. 11 Zhutnitelnost flotační hlušiny [37]

Sledovaná vlastnost	Hodnota zjištěná při zkoušce
Zhutnitelnost dle Proctora, maximální objemová hmotnost $\rho_{d \max.}$ [Mg/m ³]	1,59 ± 0,01
Zhutnitelnost dle Proctora, optimální vlhkost [% hmot.]	12,8 ± 0,4



Graf č. 2 Znárodnění křivky zhutnitelnosti vzorků flotační hlušiny v zemině [37]

V případě vzorku flotační hlušiny z Dolu ČSM byla optimální zhutnitelnost zjištěna při optimální vlhkosti 12,8 % a maximální objemové hmotnosti 1,59 Mg/m³. Jako u flotační hlušiny z Dolu Darkov je i zde zkouška provedena s vzorkem zeminy. Ve srovnání s flotační hlušinou z Dolu Darkov má flotační hlušina z Dolu ČSM větší hodnotu maximální objemové hmotnosti při menším procentuálním množství vody. Na základě výše zmíněných hodnot lze předpokládat, že flotační hlušina z Dolu ČSM bude lépe zhutnitelná než flotační hlušina z Dolu Darkov.

ZÁVĚR

Těžba černého uhlí v ostravsko-karvinském revíru má dlouholetou tradici, která se datuje od 50. let 18. stol. Součástí činností těžební společnosti OKD, a.s. je nejen samotná těžba, ale i úprava černého uhlí, která na dobývání navazuje. Cílem úpravy je získat vysoce kvalitní koksovatelné uhlí. Během úpravářenských procesů dochází k postupnému zbavování se nežádoucích příměsí, nečistot a odpadů, které jsou součástí vytěženého černého uhlí. Jedním z hlavních odpadů vznikajících úpravou černého uhlí je flotační hlušina. Jedná se o jemnozrnný odpad získaný flotací jako nepěnový produkt. Zrna černého uhlí jsou vynášena na hladinu a přecházejí do pěnového produktu. Flotační hlušina je následně naplavována do úložných míst (odkališť). V současné době tento jemnozrnný odpad nenašel žádné využití, kromě přirozené schopnosti utěšňovat dutiny v hrázích úložných míst a tím zabránit nežádoucímu úniku ukládaných flotačních hlušín.

Společnost OKD, a.s. v rámci své činnosti klade důraz na opětovné vytěžení výše zmíněného jemnozrnného materiálu z úložných míst a jeho následné využití. Především se jedná o využití flotačních hlušín k výrobě cihlářského zboží. V cihlářské výrobě by flotační hlušina měla splňovat funkci ostřiva. Jde o materiál, který zvyšuje plastičnost cihlářských výrobků. Ovšem na základě informací získaných v Cihelně Polom lze flotační hlušiny použít pouze jako příměs do cihlářské hlíny (maximálně 5 %), za účelem podpory hoření při vypalování cihlářských výrobků. Pro Cihelnu Polom, která v současné době vyrábí zejména ruční cihelnou dlažbu, komplikují výrobu vzniklé skvrny na povrchu výrobku způsobené neúplným spálením flotační hlušiny. Množství použité flotační hlušiny závisí na obsahu popela, který není stabilní. Popelnatost ovlivňuje doba sedimentace jemnozrnných částic v úložném místě, dále konkrétní místo vytěžení a rovněž doba uskladnění u odběratele. Řešením by bylo stabilizovat obsah popela ve flotačních hlušínách z Dolu Darkov a Dolu ČSM na 65 - 70 %, což jsou hodnoty akceptovatelné Cihelnou Polom, ale s ohledem na neustále zvyšující se poptávku po ruční cihelné dlažbě je v tomto směru flotační hlušina nevyužitelná.

Jelikož flotační hlušina má schopnost vázat vodu tak dokáže být nestabilní, což omezuje její využití i po případném vysušení pro podsyp pozemních komunikací či staveb. Zrna flotační hlušiny obsahují zbytky flotačních činidel, které podporují schopnost vázat a zadržovat vodu.

Ve stavebním průmyslu se často využívají jako výplň elektrárenské popílků. V tomto případě by mohla flotační hlušina nahradit popílek. Z hlediska ekonomického by flotační

hlušina i jako certifikovaný výrobek představovala cenově výhodnější materiál. V praxi se vytvoří vrstva hlušinové sypaniny, která je proložena vrstvou strusky s popílkem v poměru 3:2. U flotačních hlušin je proces tvorby vrstev stejný, ale poměr mezi množstvím strusky a množstvím flotačních hlušin by byl 5:1. Pevnost výplně v podobě flotační hlušiny by zajistila příměs cementu, který má schopnost utužit vyplňovanou vrstvu podsypu a tím zabránit opětovnému vázání vody. Při tomto způsobu využití je nutné zabránit přístupu vzduchu, aby nedošlo k samovznícení.

Flotační hlušina z Dolu Darkov a Dolu ČSM splňuje požadavky norem i vyhlášky a tudíž by mohla být na základě svých fyzikálně-chemických vlastností podrobena procesu certifikace. Společnost OKD, a.s. by v případě nezájmu Cihelny Polom využila flotační hlušinu - certifikovaný výrobek, jako výplňový materiál např. do hlušinové sypaniny používané pro rekultivaci nebo podsyp pozemních komunikací.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Interní dokumentace poskytnutá společností OKD, a.s. - Popis úpravny uhlí Darkov
- [2] Interní dokumentace poskytnutá společností OKD, a.s. - Blokové schéma úpravárenského komplexu Dolu Darkov a Dolu ČSM
- [3] Interní dokumentace poskytnutá společností OKD, a.s. - Popis úpravny uhlí ČSM
- [4] FEČKO, Peter. *Netradiční způsoby úpravy černouhelných kalů*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2001, 149 s. ISBN 8070789212.
- [5] Pavlík, R., Vidlář, J.: *Vývoj činidla pro flotaci uhelných kalů na bázi biologických komponent*. Waste forum, 2012, 1, s. 48 – 58 ISSN 1804-0195.
- [6] Fyzikálně-chemická podstata flotace - HGF VŠB, [on-line], [cit.2015-20-04]. Dostupné na: http://hgf10.vsb.cz/546/Flotace/text_2.htm
- [7] Životní prostředí, [on-line], [cit.2015-20-04]. Dostupné na: <http://www.okd.cz/cs/zivotni-prostredi>
- [8] LAPČÍK, Vladimír. *Oceňování antropogenních vlivů na životní prostředí*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 1996, 128 s. ISBN 8070783168.
- [9] Hlavatá, M., Dirner, V., Kučerová, R.: *Appreciation of the Tailings Slurry Coal in Ostrava-Karvina District*. Životné prostredie, 2012, 46, 5, p. 254 – 257 ISSN 0044-4863.
- [10] Interní dokumentace poskytnutá společností OKD, a.s. - Aktualizace plánu pro nakládání s těžebním odpadem pro Kaliště Pilňok
- [11] Interní dokumentace poskytnutá společností OKD, a.s. - Evidence množství flotačních hlušín z Dolu Darkov a Dolu ČSM

- [12] BOTULA, Jiří. *Odpady z těžby a zpracování surovin*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2013, 130 s. ISBN 978-80-248-3319-4.
- [13] Klastř Envicrack, [on-line], [cit.2015-20-04]. Dostupné na: <http://www.envicrack.cz/>
- [14] Pyrolýzní technologie, [on-line], [cit.2015-20-04]. Dostupné na: <http://www.envicrack.cz/pyrolyza.html>
- [15] Výzkum technologických procesů při využití flotačních hlušín, [on-line], [cit.2015-20-04]. Dostupné na: <http://www.envicrack.cz/envicrack-projekty.html#projekt06>
- [16] Pořízení sekundární technologie pro využití flotačních hlušín, [on-line], [cit.2015-20-04]. Dostupné na: <http://www.envicrack.cz/envicrack-projekty.html#projekt07>
- [17] GRYGÁREK, Jiří. *Odpady z těžeb a zpracování surovin: pro obor 1611-0-8 Zpracování a zneškodňování odpadů: základní soubor přednášek předmětu*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1997, 54 s. ISBN 80-7078-516-0.
- [18] Interní dokumentace poskytnutá společností OKD, a.s. - Fyzikálně-chemické parametry flotační hlušiny z Dolu Paskov
- [19] Cihelna Polom, spol. s.r.o., [on-line], [cit.2015-20-04]. Dostupné na: <http://www.cihelnapolom.cz/cs>
- [20] Keramika, [on-line], [cit.2015-20-04]. Dostupné na: <http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/keramika.html>
- [21] Text byl vytvořen ve spolupráci s Tomášem Antlem, který je vedoucím výroby v Cihelně Polom, spol. s.r.o.
- [22] KRENÍKOVÁ, Věra. *Odpady a druhotné suroviny II*. Vyd. 1. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, 2014, 209 s. ISBN 978-80-7414-871-2.

- [23] BAIC, Ireneusz. *Analysis of the Chemical, Physical and Energetic Parameters of Coal Sludge Deposits Inventoried in the Silesian Province*. Rocznik Ochrona Środowiska, [S.l.], v. 15, n. 2, gru. 2013, p. 1525 – 1548 ISSN 1506-218X.
- [24] BLASCHKE, Wiesław; BLASCHKE, Zofia. *Preparation of coal slurries deposited in ground settling ponds.*, 2005, 17 – 21 s.
- [25] Zákon č. 157/2009 Sb., o nakládání s těžebním odpadem v platném znění, [on-line], [cit.2015-20-04]. Dostupné na: <http://www.inisoft.cz/strana/zakon-157-2009-sb>
- [26] Nářízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb., [on-line], [cit.2015-20-04]. Dostupné na: http://www.vups.cz/download/Y1_NV-163_2002+312_2005_fin_AO227.pdf
- [27] Vyhláška č. 429/2009 Sb., o stanovení náležitostí plánu pro nakládání s těžebním odpadem včetně hodnocení jeho vlastností a některých dalších podrobností k provedení zákona o nakládání s těžebním odpadem, [on-line], [cit.2015-20-04]. Dostupné na: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-429>
- [28] Vyhláška č. 428/2009 Sb., o provedení některých ustanovení zákona o nakládání s těžebním odpadem, [on-line], [cit.2015-20-04]. Dostupné na: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-428>
- [29] Základní informace - TZÚS Praha, s.p., [on-line], [cit.2015-20-04]. Dostupné na: <http://www.tzus.cz/o-nas>
- [30] Popis postupu při certifikaci, [on-line], [cit.2015-20-04]. Dostupné na: <http://www.zkk.cz/p-show?tid=19&group=15>
- [31] ČSN EN 933-1. *Zkoušení geometrických vlastností kameniva. Část 1: Stanovení zrnitosti - Síťový rozbor.*
- [32] ČSN EN 12457-2. *Charakterizace odpadů - Vyluhováním - Ověřovací zkouška vyluhovatelnosti zrnitých odpadů a kalů - Část 2: Jednostupňová vsádková zkouška při poměru kapalné a pevné fáze 10 l/kg pro materiály se zrnitostí menší než 4 mm (bez zmenšení velikosti částic, nebo s ním).*

- [33] ČSN EN 13286-2. *Nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy - Část 2: Zkušební metody pro stanovení laboratorní srovnávací objemové hmotnosti a vlhkosti - Proctorova zkouška.*
- [34] ČSN EN 13242+A1. *Kamenivo pro nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy pro inženýrské stavby a pozemní komunikace.*
- [35] Vyhláška Ministerstva životního prostředí 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, [on-line], [cit.2015-20-04]. Dostupné na: <http://www.inisoft.cz/strana/vyhlaska-294-2005-sb>
- [36] Protokol o počátečních zkouškách typu výrobku kameniva frakce 0/4 z flotační hlušiny z úpravny Darkov - vypracoval Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p.
- [37] Protokol o počátečních zkouškách typu výrobku kameniva frakce 0/4 z flotační hlušiny z úpravny ČSM - vypracoval Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p.
- [38] Vlastnosti popílku, [on-line], [cit.2015-20-04]. Dostupné na: <http://www.ebeton.cz/pojmy/popilek>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Důl Darkov (zdroj OKD, a.s.).....	14
Obrázek č. 2: Těžkokapalinový rozduřovač Drewboy (zdroj OKD, a.s.).....	15
Obrázek č. 3: Spirálové rozduřovače (zdroj OKD, a.s.).....	17
Obrázek č. 4: Blokové schéma úpravárenského komplexu - Důl Darkov a Důl ČSM [2]...	18
Obrázek č. 5: Důl ČSM (zdroj OKD, a.s.)	19
Obrázek č. 6: Vibrační třídič (zdroj OKD, a.s.)	20
Obrázek č. 7: Těžkokapalinové hydrocyklóny (zdroj OKD, a.s.)	21
Obrázek č. 8: Flotační linky - flotátory (zdroj OKD, a.s.)	23
Obrázek č. 9: Sěr pěny obsahující uhelné částice (zdroj OKD, a.s.).....	27
Obrázek č. 10: Princip pěnové flotace [6]	28
Obrázek č. 11: Výsledek asanačně-rekultivačních prací (zdroj OKD, a.s.)	31
Obrázek č. 12: Odkaliště Pilňok a Důl Darkov (zdroj www.google.cz/maps).....	34
Obrázek č. 13: Schéma pyrolýzní retorty (zdroj ENVICRACK)	41
Obrázek č. 14: Cihelna Polom (zdroj Cihelna Polom)	45
Obrázek č. 15: Cihla plná s nevypáleným zbytkem flotační hlušiny (zdroj Cihelna Polom)	46
Obrázek č. 16: Cihelná dlažba se skvrnou od flotační hlušiny (zdroj Cihelna Polom).....	46
Graf č. 1 Znázornění křivky zhutnitelnosti vzorků flotační hlušiny v zemině [36]	68
Graf č. 2 Znázornění křivky zhutnitelnosti vzorků flotační hlušiny v zemině [37]	69

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1 Odpady vznikající důsledkem úpravy černého uhlí [10].....	38
Tabulka č. 2 Množství vyprodukované flotační hlušiny z Dolu Darkov a Dolu ČSM [11].	39
Tabulka č. 3 Kvalitativní parametry flotační hlušiny z Dolu Paskov [18]	43
Tabulka č. 4 Síťový rozbor jednotlivých frakcí zrn flotační hlušiny [18].....	44
Tabulka č. 5 Výsledky rentgenofluorescenční analýzy flotační hlušiny [18]	44
Tabulka č. 6 Zrnitostní frakce zkoušené metodou praní a prosévání [36].....	64
Tabulka č. 7 Zrnitostní frakce zkoušené metodou praní a prosévání [37].....	65
Tabulka č. 8 Chemická analýza vodného výluhu [36]	66
Tabulka č. 9 Chemická analýza vodného výluhu [37]	67
Tabulka č. 10 Zhutnitelnost flotační hlušiny [36]	68
Tabulka č. 11 Zhutnitelnost flotační hlušiny [37]	69