

Vysoká škola chemicko technologická v Praze
Fakulta technologie ochrany prostředí
Technická 5, Praha 6, 166 28



Zhodnocení stavu důlních prostorů po těžbě štěrkopísku ve Středočeském kraji se zaměřením na způsob jejich zavezení a rekultivace provedené s využitím odpadů, vedlejších energetických produktů (VEP) a certifikovaných stavebních recyklátů

Závěrečná zpráva projektu

Zprávu vypracoval:

Doc. Dr. Ing. Martin Kubal
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze
Ústav chemie ochrany prostředí
Technická 5, Praha 6, 166 28
tel: 220 44 4168, e-mail: Martin.Kubal@vscht.cz

V Praze dne 28. září. 2009

Obsah:

1. Úvod	4
2. Věcná náplň projektu, časový rámeček řešení	4
3. Činnost za období říjen 2008 – září 2009	5
3.1. Rešeršní činnosti	5
3.1.1. Úplný seznam těžeben šterkopísku na území Středočeského kraje	5
3.1.2. Údaje vyhledávané v rámci pasportizace	9
3.1.3. Vytvoření seznamu priorit	9
3.2. Technické práce	13
3.2.1. Příprava vzorkovacího plánu	13
3.2.2. Odběry vzorků	20
3.2.2.1. Odběry vzorků zavážecích materiálů	20
3.2.2.2. Odběry vzorků podzemních vod	20
3.2.3. Analýzy odebraných vzorků	20
3.2.3.1. Analýzy vzorků zavážecích materiálů	21
3.2.3.2. Analýzy vzorků podzemních vod	21
3.3. Hodnotící činnosti	21
3.3.1. Porovnání získaných experimentálních dat s vyhláškou 294/2005	21
3.3.2. Vyhodnocení rizik vůči podzemní vodě	25
3.3.3. Posouzení potřeby provozního monitoringu na rekultivovaných lokalitách	27
3.3.4. Zhodnocení vhodnosti zavážkových materiálů z hlediska ochrany životního prostředí doporučení materiálů vhodných pro rekultivace	28
3.3.5. Návrh sanačních opatření na nevhodně rekultivovaných lokalitách	28
4. Závěry	29

Přílohy:

- 1) Podrobné údaje pro identifikované těžebny/lokality
- 2) Odběrové protokoly ze vzorkování:
- 3) Geologická rešerše
- 4) Výsledky analýz vzorků:

1. Úvod

Projekt s názvem "*Zhodnocení stavu důlních prostorů po těžbě štěrkopísku ve Středočeském kraji se zaměřením na způsob jejich zavezení a rekultivace provedené s využitím odpadů, vedlejších energetických produktů (VEP) a certifikovaných stavebních recyklátů*" byl řešen na základě smlouvy o dílo č. 4327/OŽP/2008, uzavřené mezi objednatelem, kterým byl Středočeský kraj, se sídlem Zborovská 11, 150 21 Praha 5, a zhotovitelem, kterým byla Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, veřejná vysoká škola, se sídlem Technická 5, 166 28 Praha 6.

Projekt byl zaměřen na posouzení stavu lokalit využívaných v regionu Středočeského kraje pro těžbu štěrkopísku se specifickým důrazem na zhodnocení procesu rekultivace těžebních míst prováděné s využitím odpadů, vedlejších energetických produktů (VEP) a certifikovaných stavebních recyklátů. Projektové řešení bylo rozvrženo do dvou navazujících fází, kde první měla charakter souhrnné teoretické rešerše k dané problematice, zatímco druhá zahrnovala sled technických prací (vzorkování, analýzy) k získání aktuálních objektivních dat a jejich vyhodnocení. Zásadním výstupem projektu tedy je ucelená a objektivně podložená informace k environmentální bezpečnosti rekultivace současných i bývalých těžeben štěrkopísku prováděné s využitím potenciálně rizikových materiálů. Zadavatel tak realizací tohoto projektu získává velmi účinný nástroj použitelný jak pro budoucí rámcová řešení rekultivačních činností, tak i pro případná opatření na úrovni jednotlivých lokalit, kde by komerční aktivity přinášely nepřijatelná rizika vůči životnímu prostředí.

2. Věcná náplň projektu, časový rámeček řešení

Náplní řešeného projektu bylo racionální posouzení rizik souvisejících se zavážením prostor po těžbě štěrkopísku nepůvodními materiály, jako například výkopovými zeminami, stavebními odpady nebo vedlejšími energetickými produkty. V rámci projektu byly uvažovány pouze lokality nacházející se na území Středočeského kraje. Řešení projektu bylo v souladu s výchozím zadáním věcně rozděleno do osmi logicky navazujících dílčích bodů uspořádaných do následujících třech etap:

1. etapa (rešeršní činnosti)

- identifikace a lokalizace využívaných, zavážených a zavezených těžebních míst, identifikace provozovatelů, způsob rekultivace těžebních míst, možnost použití vedlejších energetických produktů a odpadů v rámci rekultivací, apod. (kde výstupem této části projektu je ucelený soubor dat identifikujících a popisujících na území Středočeského kraje lokality současných nebo bývalých těžeben štěrkopísku, na kterých již proběhla, probíhá nebo v budoucnosti může probíhat rekultivace s použitím potenciálně rizikových materiálů)

2. etapa (technické práce)

- odběry vzorků materiálů používaných pro rekultivační práce a analýzy relevantních parametrů (odběry vzorků materiálů ze zavezených nebo zavážených lokalit a z jejich blízkého okolí, analýzy odebraných vzorků podle vyhlášky č. 294/2005 Sb.)

3. etapa (hodnotící činnosti)

- vyhodnocení rizik vyplývajících z daného způsobu zavážení vytěžených prostor vůči podzemní vodě (porovnání experimentálních dat s vyhláškou č. 294/2005 Sb., použití matematických modelů pro simulaci transportu vybraných kontaminantů)

- posouzení potřeby provozního monitoringu na rekultivovaných lokalitách (návrh parametrů vhodných pro provozní monitoring, definice vhodných vzorkovacích a analytických metod)

- srovnání a zhodnocení získaných výsledků rozborů s hodnotami uvedenými ve vyhlášce 294/2005 a v případě certifikovaných výrobků s údaji uvedenými ve stavebně technickém osvědčení

- zhodnocení vhodnosti vedlejších energetických produktů a dalších závazkových materiálů z hlediska ochrany životního prostředí

- doporučení materiálů vhodných pro rekultivace (výčet a zdůvodnění materiálů vhodných a nevhodných pro rekultivační práce)

- návrh sanačních opatření na nevhodně rekultivovaných lokalitách (posouzení nápravných opatření tam, kde provedená rekultivace negativně ovlivňuje okolí těžebny – technické provedení, ekonomika, zdroje financování atd.)

Výchozí časový plán řešení projektu předpokládal dokončení 1. etapy projektu do konce roku 2008. Po průběžných jednáních se zadavatelem projektu bylo dohodnuto neomezovat pasportizaci pískoven tímto datem, ale průběžně jí doplňovat tak, aby seznam těžeben byl co nejúplnější. Výstupem 1. etapy je tedy pasportizace posuzovaných těžeben, zpracovaná, kromě jiného, do podoby přehledného seznamu priorit, na jehož základě bylo specifikováno přesné provedení druhé a třetí etapy, zejména potom výběr lokalit určených pro odběry vzorků. Realizace 2. a 3. etapy projektu proběhla v období leden – září 2009.

3. Činnost za období říjen 2008 – září 2009

3.1. Rešeršní činnosti

3.1.1. Úplný seznam těžeben štěrkopísku na území Středočeského kraje

Sestavení úplného seznamu těžeben štěrkopísku nacházejících se na území Středočeského kraje bylo základním cílem řešení 1. etapy projektu. Při kompletování seznamu byly jednak využity informace z otevřených, veřejně dostupných zdrojů a dále byly se žádostí o pomoc postupně kontaktovány následující instituce:

- Státní báňská správa České republiky, Obvodní báňský úřad v Kladně
- Česká geologická služba, Odbor geologie nerostných surovin
- Česká geologická služba – Geofond, Oddělení surovinové politiky
- Krajský úřad Středočeského kraje, Odbor životního prostředí a zemědělství

S pomocí pracovníků Obvodního báňského úřadu v Kladně (Kozí 4, Praha 1) byl nejprve získán seznam ložisek štěrkopísku nacházejících se území Středočeského kraje. Seznam zahrnoval 35 lokalit, ke kterým byly uvedeny některé základní identifikační a popisné údaje

(název organizace, plocha těžebny, datum stanovení dobývacího prostoru, aktuální stav ložiska). K problematice projektu zde dále proběhlo několik schůzek, na kterých byly diskutovány možnosti úřadu ohledně vytvoření úplného seznamu těžeben šterkopísku na území Středočeského kraje bez omezení na stav a charakter ložiska, způsob těžby a rekultivace a při zahrnutí bývalých, aktuálně provozovaných i prozkoumávaných ložisek. Při respektování snahy nezatížit neúměrným způsobem pracovníky úřadu byla pro získávání dalších relevantních dat navržena cesta spočívající v poskytnutí seznamu těžeben, které v současné době odvádějí báňské správě poplatky za těžbu a některých těžeben, kde již těžba byla ukončena (v zásadě tedy těžeben, které jsou v rámci OBÚ Kladno dohledatelné z interních počítačových databází). Touto cestou byly dohledány některé dílčí údaje k většině z výše uvedených 35 lokalit. Pro získání dalších údajů k těmto těžebnám, případně pro identifikaci jiných těžeben by již bylo nutné postupně ručně procházet jednotlivé archivované spisy (při nutné permanentní asistenci pracovníka OBÚ), kde tato cesta byla ze strany úřadu nabídnuta, posléze ale nebyla využita, neboť pro daný účel byly zpřístupněny další zdroje.

Významný počet lokalit s probíhající nebo připravovanou těžbou šterkopísku byl identifikován systematickým prohledáváním informačního systému EIA a porovnáním zjištěných údajů s již získanými přehledy. Tímto způsobem byl získán dodatečný soubor těžeben, ke kterým lze množství relevantních dat poměrně snadno získat přes dokumentaci dostupnou v daném informačním systému. Užitečnými doplňkovými zdroji informací se ukázaly být části některých oznámení, případně odkazy uváděné v oznámeních. Příkladem takového zdroje může být dokumentace EIA pro těžbu šterkopísku v dobývacím prostoru Stará Lysá, kde byl v rámci textu oznámení byl poskytnut podrobný seznam těžeben nacházejících se v širším okolí oznamovaného záměru. Lokality zjištěné z těchto v zásadě náhodných zdrojů byly rovněž zahrnuty do celkového přehledu.

Na Odboru životního prostředí a zemědělství, Krajského úřadu Středočeského kraje bylo pro řešení projektu možné získat informace pro těžebny, na kterých probíhá (případně je plánována) rekultivace s využitím materiálů, jejichž použití spadá pod § 14, zákona č.185/2001 Sb.. Touto cestou byl získán seznam dalších cca 20 těžeben.

Dílčí údaje k některým těžebnám bylo možné vyhledávat nebo ověřovat prostřednictvím Internetu. Počet odkazů, které bylo možné touto cestou nalézt je dosti vysoký, bohužel má tento způsob vyhledávání velmi nesystematický charakter a rovněž tak byla diskutabilní spolehlivost a věrohodnost získávaných informací. Použití tohoto informačního zdroje se tedy jeví racionální v podobě doplňkového nástroje v závěrečné fázi pasportizace těžeben, případně pro dohledávání dílčích informací u jednotlivých lokalit.

Spolehlivým informačním zdrojem pro rešeršní část projektu byla potom Česká geologická služba – Geofond, kde bylo možné dohledávat údaje také k lokalitám s teprve připravovanou těžbou. Specificky byly v tomto směru využívány publikace připravené pro vnitřní potřebu Ministerstva životního prostředí a Ministerstva průmyslu a obchodu (Evidence zásob ložisek nerostů České republiky k 1. lednu 2007 – Ložiska nevyhrazených nerostů, Bilance zásob výhradních ložisek nerostů České republiky k 1.lednu 2007 – Díl III, Výhradní ložiska nerudných surovin, Přehled zásob nerostů v dobývacích prostorech a na ostatních těžebných ložiskách nevyhrazených nerostů k 1. lednu 2007).

Z tohoto zdroje bylo možné rovněž získávat údaje k charakteru horninového prostředí v okolí těžeben a k lokalizaci možných vzorkovacích objektů. Podobně cenným informačním zdrojem byl potom Odbor geologie nerostných surovin České geologické služby, kde hned v počátku

řešení projektu byly navázány potřebné kontakty a proběhla již řada jednání, včetně osobních návštěv na vybraných těžebnách. Zkušenosti pracovníků České geologické služby byly rovněž využívány při doplňování dílčích informací k dříve popisovaným těžebnám a dále při výběru lokalit pro vzorkování rekultivačních materiálů. V tomto směru byla odborná pomoc mimořádně nosná zvláště na lokalitách s již ukončenou rekultivací. Souhrnný seznam všech identifikovaných těžeben/lokalit je uveden v tabulce 1. Pro tyto lokality jsou zjištěné údaje sumarizovány v příloze č. 1 k této zprávě.

Tabulka 1: Lokality s těžbou šterkopísku na území Středočeského kraje, seznam lokalit identifikovaných a popsaných v rámci projektu

Název dobývacího prostoru/těžebny	Provozovatel	Aktuální stav ložiska
Bakov nad Jizerou	Hynek Šlégl	ložisko připravené k využití
Bělušice - Homole		těžba zastavena
Borek nad Labem	TAPAS Borek, spol. s r.o.	ložisko těžené
Býchory	-----	prognózní zdroj
Býchory - Jelen	-----	ukončená těžba
Čečelice	H.Z.C.J., a.s.,	těžba zastavena
Čelákovice-Sedlčánky	Jaroslav Bartoš	těžba ukončena
Černuc	Václav Maurer - TAUM	ložisko těžené
Dalovice	REALSTAV MB, spol. s r.o.,	ložisko těžené
Doubrava u Kostomlat	BUILDING SP, spol. s r.o.	ložisko těžené
Hlavenec	LIKOL, spol. s r.o.	příprava těžby
Hostín	ILBAU spol. s r.o.	ložisko těžené
Hradištko I	Písek beton a.s.	ukončená těžba
Chotouň	Ing. Václav Luka	ložisko těžené
Chrást u Poříčan	MPM - Servis s.r.o.	ložisko těžené
Chrášťany - Nový Dvůr	ZAPA beton a.s	ložisko těžené
Chrášťany u Českého Brodu	-----	prognózní zdroj
Chržín	KÁMEN Zbraslav, spol. s r.o	rezervní ložisko
Chýnov (Libčice nad Vltavou)	Vratislav Matoušek	ložisko těžené
Jabkenice	Obec Jabkenice	ložisko těžené
Jeviněves	PIKASO spol., s r.o	zastavená těžba
Klíčany	Pískovna Klíčany HBH, s.r.o.	-----
Klučov	-----	těžba zastavena
Kolín - Sandberg	PIKASO s.r.o.	ložisko těžené
Kosoř (Třebotov)	Meta Seris, s.r.o.	ložisko těžené
Krusičany	ing. Emil Marek	těžba ukončena
Křenek	František Jampílek	ložisko těžené
Lázně Toušeň	František Jampílek	těžba ukončena
Ledčice	KÁMEN Zbraslav, spol. s r.o.	ložisko těžené
Libice n. Cidlinou	-----	prognózní zdroj
Liteň	Václav Merhulík	ložisko těžené
Litol - Mršník	-----	těžba ukončena
Lužec nad Vltavou	Václav Maurer - TAUM	ukončená těžba

Milčice u Peček	-----	prognózní zdroj
Na Vejčíně	Demorecykla s.r.o.	těžba ukončena
Nelahozeves - Uhy	KÁMEN Zbraslav, spol. s r.o.	ložisko těžené
Němčice	-----	prognózní zdroj
Nesuchyně	Zájmové sdružení právnických osob PEROS	ložisko těžené
Nové Ouholice	Václav Maurer - TAUM	přípravovaná těžba
Obruby	Václav Maurer - TAUM	ložisko těžené
Oseček	-----	prognózní zdroj
Otradovice	František Jampílek	ložisko těžené
Ovčáry	Kopa-Hadrbolec, s.r.o.	ukončená těžba
Písková Lhota	Pískovny Hrádek a.s	ložisko těžené
Pískový vrch 3 u Poříčan	-----	prognózní zdroj
Písty u Nymburka	Ladislav Mazur	ložisko těžené
Poděbrady - Kluk	CEMEX Sand, s.r.o.,	ložisko těžené
Poděbrady – Kluk 2	-----	prognózní zdroj
Poříčany – Černá Obora	-----	prognózní zdroj
Poříčany - Hořany	Ladislav Peller	ložisko těžené
Sadská - Hradištko	-----	prognózní zdroj
Sazená	Václav Maurer - TAUM	ložisko v přípravě
Senomaty	Ing. Josef Varhulík	ložisko těžené
Skramníky	JF TAKO s.r.o.	ložisko těžené
Sojovice	Pražské vodovody a kanalizace, a.s.,	ložisko těžené
Sojovice I + III	Ing. Václav Pokorný .	ložisko těžené
Stará Boleslav	TAPAS Borek, spol. s.r.o.	ložisko těžené
Stará Lysá	Leveko, spol. s r.o	rezervní ložisko
Tatce	-----	prognózní zdroj
Tišice	PIKASO, spol. s r.o	ložisko těžené
Třebestovice u Poříčan	-----	prognózní zdroj
Týnec nad Labem	-----	netěžené ložisko
Ujkovice	Ladislav Šeda	ložisko těžené
Velký Osek	BUILDING SP, spol. s r.o.,	rezervní ložisko
Velký Osek I	„Písek - Beton“, a.s.,	rezervní ložisko
Velký Osek - Veltruby	-----	prognózní zdroj
Veltruby I	Zemědělské obchodní družstvo Zálabí	ložisko těžené
Veltruby - prognoza	-----	prognózní zdroj
Veltrusy	Město Veltrusy	ukončená těžba
Vlíněves	František Jampílek	ložisko těžené
Vojkovice	-----	těžba ukončena
Vrbová Lhota	Pískovny Hrádek a.s.	ložisko těžené
Všestudy	UNIM spol. s r.o.	ložisko těžené
Zdětín u Bakova n. J.	REALSTAV, s.r.o.	těžba ukončena
Žehušice	SILNICE ČÁSLAV - HOLDING, a.s.	ložisko těžené
Zlosyň	České šterkopisky spol. s r.o.,	ložisko těžené

3.1.2. Údaje vyhledávané v rámci pasportizace

Pro každou z těžeben identifikovanou s pomocí některé z výše uvedených procedur a informačních zdrojů je následně vyhledáván soubor údajů, které jsou vyplňovány do předem připravené tabulky, ve které budou posléze zahrnuty do závěrečné zprávy. Údaje jsou vyhledávány a uváděny v následující struktuře:

- Název dobývacího prostoru
- Poloha (GPS)
- Stav dobývacího prostoru (ložisko v průzkumu, otvírce, těžené ložisko, zastavená těžba, rezervní ložisko, ukončená těžba)
- Provozovatel
- Datum zahájení a ukončení těžby
- Způsob těžby, druh těženého materiálu, rozloha a kubatura zařízení
- Datum zahájení a ukončení rekultivace (jestliže byla zahájena nebo provedena)
- Způsob rekultivace (rozdělit na suchá - mokrá a specifikovat dále každý způsob těžby a zavážení vytěženého prostoru za sucha, těžba z vody a ukládání materiálu do vody)
- Čísla dotčených pozemků
- Základní charakteristiky horninového prostředí lokality, včetně charakteristik proudění podzemní vody (směr a rychlost, recipient)
- Materiály (odpady) deklarované pro použití v rámci rekultivace těžebny (kde to půjde, upřesnit zdroj)
- Blízkost a poloha lidských sídlišť v relaci k umístění těžebny a proudění podzemních vod.
- Existence monitorovacích objektů v okolí těžebny (vrty, studny)
- Existence a případná dostupnost již existujících analytických dat z okolí dané těžebny
- Blízkost zvláště chráněných území přírody ve smyslu ustanovení § 14 zák. č. 114/1992 Sb.
- Předběžné hodnocení rizika vyplývajícího ze zjištěné kontaminace
- Provedená nápravná opatření (pokud byla realizována)
- Vztah veřejnosti ke stavu dané lokality
- Data zjištěná vlastními technickými pracemi
- Přílohy (mapové podklady, výčet vydaných správních rozhodnutí pro dané zařízení, dostupná analytická data z okolí dané těžebny)

3.1.3. Vytvoření seznamu priorit

Údaje uvedené ve výše vyznačené struktuře byly pro každou z identifikovaných těžeben zformulovány do přehledných tabulek, které byly doplněny o obrazovou dokumentaci a případně také provedené analýzy a uspořádány do souboru představujícího ucelený dokument pro oblast těžby šterkopísku a rekultivace vytěžených prostor v regionu. Vazbu na druhou a třetí etapu projektu potom představuje tzv. seznam priorit, ve kterém byly předvybrané těžebny seřazeny na základě pěti kvantifikovatelných kritérií tak, aby bylo možné definovat lokality, které z hlediska vlivu na životní prostředí (se specifickým zřetelem na možný dopad na kvalitu podzemní vody) mohou přinášet největší riziko. Na tyto lokality byly v další fázi řešení zaměřeny vzorkovací práce. Předvýběr těžeben pro seznam priorit vycházel ze zkušeností spolupracujících zástupců České geologické služby a vyšlo z něj celkem 40 lokalit,

kteře byly dále hodnoceny. Vzájemné porovnání předvybraných těžeben bylo prováděno na základě následujících kritérií.

A. Kubatura těžebny

Velikost těžebny byla v rámci projektu považována za primární ukazatel rizikovosti lokality v případě, kdy v rámci rekultivace probíhalo zavážení tuhými materiály. S rostoucí kubaturou zaváženého materiálu se obecně zvyšuje i celkové množství kontaminujících látek případně se vyskytujících v zavážkovém materiálu.

kubatura těžebny (m³)	hodnocení
< 100 000	1
100 000 – 200 000	2
200 000 – 500 000	3
500 000 - 1 000 000	4
> 1 000 000	5

B. Charakter zavážecího materiálu

V rámci tohoto kritéria byly s postupně rostoucí rizikovostí definovány tři běžně používané typy zavážkových materiálů (výkopové zeminy, stavební odpady, vedlejší energetické produkty). Těmto třem typům byl (jako nejméně rizikový materiál) předřazen neprodaný podíl těžené suroviny, zatímco za nejrizikovější variantu, umístěnou až na konec skupiny, byl považován materiál, jehož vlastnosti jsou horší než vlastnosti vedlejších energetických produktů.

zavážecí materiál	Hodnocení
lepší než výkopové zeminy (neprodejná frakce těžného materiálu)	1
výkopové zeminy, hlušina	2
stavební odpad	3
VEP	4
horší než VEP	5

C. Ohrožení zdrojů podzemní vody

Toto kritérium je kvantifikováno na základě posouzení hydrogeologických poměrů lokality. Za nejvíce rizikovou variantu je považováno zavážení rekultivačních materiálů do horninového prostředí s mimořádně vysokou propustností na lokalitě nacházející se v blízkosti jímacích objektů nebo ochranného pásma. Kvantifikace tohoto kritéria byla prováděna za pomoci hydrogeologa.

ohrožení zdrojů pitné vody	hodnocení
nemůže nastat	1
podle hydrogeologického posouzení málo pravděpodobné	2
podle hydrogeologického posouzení pravděpodobné	3

podle hydrogeologického posouzení velmi pravděpodobné	4
s jistotou nastane	5

D. Období rekultivace

Toto kritérium zohledňuje aktuálnost rekultivace na posuzované těžebně, kde za nejvíce rizikovou variantu je považována lokalita, na které již rekultivace závážením proběhla, neboť průběh takto realizovaného záměru již nelze ovlivnit. Postupně klesající míra rizika je uvažována v závislosti na rostoucí možnosti ovlivnění uvažovaného záměru.

období rekultivace	hodnocení
rekultivace neuvažována dříve než za 10 let	1
probíhá příprava rekultivace, zahájení předpokládáno v blízké budoucnosti	2
rekultivace připravena pro technickou realizaci	3
rekultivace v současné době probíhá	4
rekultivace již ukončena	5

E. Vzdálenost těžebny od obydlí

Toto kritérium zohledňuje celkový dopad těžebny na obydlí vyskytující se v blízkém okolí, zejména prostřednictvím hluku a prachu. Jako hranice, od které se tyto dva dopady již nemusí významně projevovat, byla zvolena vzdálenost 1000 m.

Vzdálenost těžebny od obydlí:	hodnocení
těžebna ve vzdálenosti větší než 1000 m	1
těžebna ve vzdálenosti 500 - 1000 m	2
těžebna ve vzdálenosti 100 - 500 m	3
těžebna ve vzdálenosti do 100 m	4
těžebna v bezprostřední blízkosti obydlí	5

Výše uvedená kritéria nejsou z hlediska svého významu souměřitelná. V dále uvedeném vzorci je proto každé kritérium vynásobeno koeficientem vyjadřujícím jeho relativní význam pro celkovou rizikovitost lokality. Nastavení velikosti těchto koeficientů vzniklo jako výsledek subjektivního posouzení provedeného sedmi pracovníky řešitelského kolektivu. Pro jednotlivá kritéria tak byly navrženy následující koeficienty:

- kubatura těžebny (koeficient = 1,0)
- závazecí materiál (koeficient = 2,0)
- ohrožení zdrojů podzemní vody (koeficient (2,0)
- období rekultivace (koeficient 0,2)
- vzdálenost těžebny od obydlí (koeficient 0,4)

Bodová hodnocení pro uvedených pět kritérií byla u každé z popisovaných lokalit dosazena do vzorce v podobě členu v závorce, která byla vynásobena hodnotou 1,0 v případě, kdy na lokalitě probíhá závazecí tuhými materiály a hodnotou 0,1 v případě, kdy tento způsob rekultivace neprobíhá. Výsledná číselná hodnota tak ve stávající podobě vzorce nabývá

nulové hodnoty pro lokality, kde se zavážení tuhými materiály neuvažuje. Finální podobu hodnotícího vzorce lze napsat následujícím způsobem:

celkové bodové hodnocení = způsob rekultivace x (kriterium A + 2 B + 2 C + 0,2 D + 0,4 E)

způsob rekultivace:

- rekultivace se zavážení tuhými materiály: 1
- rekultivace bez zavážení : 0,1

Hodnocení části dosud pasportizovaných těžeben je uvedeno v Tabulce 2.

Tabulka 2: Pořadí pískoven pro určení priorit z hlediska odběru vzorků

lokality	koeficient zavážení	kubatura	zavážecí materiál	rizika vůči pod. vodě	období rekult.	vzdálen. od obydlí	celkem
Borek nad Labem	1	4	3	3	4	2	17,6
Černuc	1	5	4	2	4	1	18,2
Hlavenec	1	5	1	3	1	3	14,4
Hostín	1	5	1	2	4	1	12,2
Chotouň	0,1	5	1	1	1	3	1,04
Chrást u Poříčan	1	5	2	1	1	1	11,6
Chrástřany - N Dvůr	1	5	2	1	1	3	12,4
Chýnov	1	4	3	3	4	3	18
Jabkenice	1	1	2	2	4	3	11
Jeviněves	1	4	4	2	2	2	17,2
Klíčany	1	4	3	2	4	2	15,6
Kosoř - Třbotov	1	3	4	3	4	3	19
Krusičany	1	2	3	2	4	2	13,6
Křenek	0,1	3	1	1	1	3	0,84
Lázně Toušeň	1	2	2	3	4	5	14,8
Na Vejčíně	1	3	5	3	5	2	20,8
Nesuchyně	1	2	3	1	5	1	11,4
Nové Ouholice	1	5	2	2	4	4	15,4
Otradovice	1	5	2	2	3	1	14
Ovčáry	1	4	3	3	4	4	18,4
Písková Lhota	0,1	4	2	2	3	2	1,34
Poděbrady-Kluk	1	5	2	3	2	1	15,8
Poříčany - Hořany	1	5	2	3	4	4	17,4
Sazená	1	5	2	2	1	3	14,4
Senomaty	1	3	4	3	4	3	19
Skramníky	1	3	4	2	3	3	16,8
Sojovice	1	5	2	2	4	1	14,2
Stará Lysá	1	5	3	2	1	1	15,6
Stará Boleslav	0,1	3	1	2	2	4	1,1
Tišice I	1	5	3	2	4	1	16,2
Velký Osek	0,1	5	1	2	1	2	1,2
Velký Osek I	0,1	5	1	2	1	2	1,2
Veltruby I	0,1	5	1	2	1	2	1,2
Veltrusy	1	5	2	2	4	1	14,2
Vrbová Lhota	0,1	3	1	2	2	2	1,02
Všestudy	1	3	3	2	4	3	15
Žehušice	0,1	3	1	2	2	4	1,1
Zlosyň	1	5	2	2	2	3	14,6

3.2. Technické práce

Technická část projektu, která představovala náplň druhé etapy řešení, se skládala ze třech dílčích činností - 1) přípravy vzorkovacího plánu, 2) odběru vzorků pevných a kapalných vzorků, 3) analýzy odebraných vzorků. Tyto činnosti jsou dále podrobně dokumentovány v podkapitolách 3.2.1. - 3.2.3.

3.2.1. Příprava vzorkovacího plánu

Obecným cílem pro přípravu vzorkovacího plánu bylo vytvoření primárního souboru objektivních informací o vlastnostech rekultivačních materiálů a získání vstupních údajů o stávajícím stavu zatížení podzemních vod v důsledku zavážení důlních prostorů. Vzorkovací a analytické práce měly být potom zaměřeny na zajištění dvou následujících dílčích cílů:

- kontrola vlastností rekultivačních materiálů používaných k zavážení důlních prostor
- ověření stávajícího dopadu zavážení důlních prostor na kvalitu podzemních vod.

Základním problémem řešeným v rámci přípravy vzorkovacího byl výběr lokalit vhodných pro odběry vzorků. Jelikož byla příprava vzorkovacího plánu zahájena s výrazným časovým předstihem oproti pasportizaci pískoven, byla pro volbu lokalit nejprve definována obecná kritéria, která jsou shrnuta v následující tabulce.

Tabulka 3: Kritéria pro výběr sledovaných lokalit

Kritérium	Cíl:	
	kontrola vlastností materiálů k zavážení	ověření stávajícího dopadu na kvalitu podzemní vody
Využití důlního prostoru	<ul style="list-style-type: none"> • aktivní zavážení v průběhu těžby, • resp. v rámci rekultivace objektu 	<ul style="list-style-type: none"> • aktivní zavážení, • rekultivovaný prostor
Zavážený materiál	<ul style="list-style-type: none"> • rizikový materiál • rozmanité druhové složení zaváženého materiálu • typ materiálu zaváženého v největších objemech 	<ul style="list-style-type: none"> • rizikový materiál (VEP, stavební odpad, průmyslový odpad apod.)
Výskyt hydrogeologické zvodně	<ul style="list-style-type: none"> • upřednostnění lokalit s úrovní hladiny podzemní vody mělce pod terémem 	<ul style="list-style-type: none"> • Hladina podzemní vody v mělké úrovni
Existence monitorovacího systému	<ul style="list-style-type: none"> • Požadavek není ve spojitosti s cílem vzorkování, nejedná se o nutnou podmínku realizace cíle 	<ul style="list-style-type: none"> • Nutná podmínka výběru
Výskyt zdrojů pitné vody	<ul style="list-style-type: none"> • Požadavek není ve spojitosti s cílem vzorkování, nejedná se o nutnou podmínku realizace cíle 	<ul style="list-style-type: none"> • V okolí prostoru důlního těžebního prostoru jsou využívány podzemní vody jako zdroj pitné vody

Výběr lokalit pro odběry materiálů používaných k zavážení těžeben

Prvotní výběr lokalit uvažovaných pro odběry tuhých rekultivačních materiálů se v obecné rovině opíral o výše uvedená kritéria. S ohledem na limitovaný rozsah vzorkovacích a

analytických prací uskutečnitelných v rámci projektu nebylo ovšem možné provádět vzorkování na všech identifikovaných lokalitách a tak zajistit úplný přehled o současném stavu zátěží vyplývajících ze zavážení těžeben v regionu. Reálným východiskem pro vzorkování se tak stal seznam priorit specifikovaný v kapitole 3.1.3., podle kterého se identifikované pískovny rozdělily na dvě části. Do jedné části se soustředily pískovny, ve kterých zavážení tuhými materiály neprobíhá vůbec, případně probíhá způsobem, který případná rizika vůči podzemní vodě vylučuje. Zde se jednalo například o těžebny, kde se v rámci rekultivace používá neprodaná frakce šterkopísku. Do druhé skupiny byly potom zařazeny všechny těžebny, ve kterých rekultivace s pomocí tuhých nepůvodních materiálů probíhala nebo v současné době probíhá. Tato druhá skupina těžeben byla ovšem stále ještě příliš početná a proto byl finální výběr proveden na základě výše uvedeného seznamu priorit, ze kterého byl posléze konzultacemi se spoluřešiteli a zástupci zadavatele vybrán výsledný počet těžeben určených pro odběry vzorků zavážecích materiálů. Provozovatelům vybraných těžeben byl ze strany řešitele i zadavatele zaslán dopis s prosbou o umožnění přístupu na lokalitu a následného odběru vzorků rekultivačních materiálů. Seznam takto obeslaných pískoven, spolu s výsledkem písemné komunikace, je uveden v tabulce 4.

V rešeršní části projektu, specificky potom v seznamu priorit v kapitole 3.1.3., byly zavážkové materiály pro účely předběžného hodnocení rizika rozděleny celkově do pěti tříd: 1) neprodejná frakce těžené suroviny, 2) výkopové zeminy, 3) stavební odpad, 4) vedlejší energetické produkty, 5) rekultivační materiály horší než vedlejší energetické produkty. Neprodejná frakce těžené suroviny představuje původní materiál, který se ohledem na omezený rozsah možných technických prací nevzorkoval. Materiály, jejichž vlastnosti by zjevně byly horší než vedlejší energetické produkty (uvažován pouze popílek a škvára z výroby elektrické energie nebo tepla) nebyly v průběhu řešení na žádné lokalitě zjištěny. Reálně se tedy odběry vzorků tuhých zavážecích materiálů soustředily na výkopové zeminy, stavební odpady a vedlejší energetické produkty. Každou tuto skupinu zavážecích materiálů bylo dále ještě možné dělit na konkrétní typy materiálů (např. cihly, beton, omítky u stavebních odpadů) a v případě vedlejších energetických produktů bylo dále možné vzorkovat tyto matrice jako odpady i jako výrobky.

Postup vzorkování při odběru vzorků tuhých zavážecích materiálů

Místo odběru

Místem odběru tuhých zavážecích materiálů bylo vždy místo ukládání materiálu v důlním těžebním prostoru. Upřednostňován byl (pokud to lokalita umožňovala) odběr z aktuální deponie bezprostředně po vyložení materiálu z korby dopravního prostředku. Tento postup umožnil lépe specifikovat původ vzorkovaného materiálu a časové období uložení materiálu do těžebního prostoru. V případě, že na vybrané lokalitě zavážení v průběhu realizace projektu neprobíhalo, byl odběr vzorků po dohodě s majitelem prováděn z vyznačených dostupných částí navezeného materiálu.

Měřítko, počty vzorků a četnost vzorkování

Měřítkem vzorku bylo množství materiálu odpovídající přibližně objemu 60 m³ (cca 3 objemy nákladních vozů). Konkrétní počty vzorků jednotlivých vzorkovaných materiálů nemohly být před zahájením technických prací přesněji stanoveny, proto bylo předběžně předpokládáno, že z celových plánovaných 40 vzorků bude vždy třetina směřována na výkopové zeminy, stavební odpady a vedlejší energetické produkty. Pro objektivní vyhodnocení rizik se dále předpokládalo, že každý tento druh vzorkovaného materiálu musí být vzorkován a analyzován

minimálně v 5 vzorcích. Upřesnění počtu vzorků potom ale probíhalo až při návštěvách jednotlivých těžeben základně rešerše dostupných údajů a úměrné množství daného materiálu deponovaného v daném důlním prostoru.

Vzorkované matrice

Dle výše uvedených předpokladů byly vzorkovány tuhé materiály určené k zavážení a rekultivaci důlních těžebních prostor v základním členění 1) výkopové zeminy, 2) stavební odpady, 3) vedlejší energetické produkty, kde každý z těchto typů se dále členil následujícím způsobem:

- 1) výkopové zeminy (členění podle obvyklé klasifikace – zeminy písčité, hlinitopísčité, jílovité, atd.)
- 2) stavební odpady (beton, cihly, omítky, směsný odpad)
- 3) vedlejší energetické produkty (popílek, struska, stabilizáty)

Vzorkovací zařízení a technické pomůcky

Vzorkovací lopata, vzorkovací lopatka, krumpáč, homogenizační plato, PE pytle – tlustostěnné 60 l, dokumentace, přepravní box na vzorky, váha.

Způsob odběru dílčího vzorku a příprava směsného vzorku

Vzorek určený již k laboratorní analýze byl připraven jako vzorek směsný, tvořený minimálně 20 dílčími vzorky, každý o minimální hmotnosti 1 kg. Směsný vzorek byl na místě zhomogenizován a zmenšen na velikost odpovídající požadavkům zabezpečení reprezentativnosti vzorku s ohledem na velikost částic obsažených ve vzorkovaném materiálu a požadavkům laboratoře dle prováděných standardních operačních postupů stanovení. Analytický vzorek byl poté uložen do PE pytle, označen identifikací. Následně byl uložen do přepravního boxu a dopraven do laboratoře.

Archivace vzorku

Veškeré odebrané vzorky byly uloženy ve skladu Ústavu chemie ochrany prostředí, Vysoké školy chemicko technologické v Praze, kde budou archivovány až do ukončení projektu.

Tabulka 4: Těžebny štěrkopísku kontaktované v rámci řešení projektu s cílem umožnění odběru vzorků závazecích materiálů

lokality kontaktované zástupci zadavatele a řešitele projektu	průběh vzorkování
Bakov nad Jizerou	podle informací majitele se jedná o malou pískovnu již zavezenou a překrytou v minulosti, nevzorkováno
Borek nad Labem	vzorkováno 4. června 2009
Čečelice	po prvním kontaktu přišla nabídka k jednání, další, pokus o další komunikaci bez odpovědi
Černuc	vzorkováno 21. května 2009
Dalovice u Mladé Boleslavi	podle informací provozovatele pískovna již zavezena, nevzorkováno
Hostín	kontakt nenavázán, nevzorkováno
Jabkenice	vzorkováno 27. května 2009
Klíčany	vzorkováno 15. června 2009
Kosoř - Třebotov	kontakt nenavázán, nevzorkováno
Krusičany	vzorkováno 10. září 2009
Lázně Toušeň	vzorkováno 12. června 2009
Libčice nad Vltavou - Chýnov	vzorkováno 15. června 2009
Liteň	kontakt nenavázán, nevzorkováno
Na Vejčíně	v odpovědi na dopis majitel oznámil, že pískovna již zavezená, nevzorkováno
Nesuchyně	vzorkováno 3. září 2009
Obruby	podle majitele zde zavážení neprobíhá, nevzorkováno
Ovčáry	vzorkování předběžně dohodnuto na začátek září, přesný termín se posléze již domluvit nepodařilo, nakonec nevzorkováno
Poděbrady - Kluk	kontakt nenavázán, nevzorkováno
Poříčany - Hořany	vzorkováno 9. září 2009
Senomaty	kontakt nenavázán, nevzorkováno
Skramníky	vzorkováno 8. září 2009
Sojovice	vzorkováno 31. srpna 2009
Tišice	vzorkováno 30. dubna 2009
Veltrusy	vzorkováno dne 14. května 2009
Všestudy	vzorkováno 25. srpna 2009
Zlosyň	kontakt nenavázán, nevzorkováno
Zdětín u Benátek na Jizerou	nabídnuo provozovatelem místo pískovny Dalovice, vzorkováno 4. září 2009

Ověření dopadu rekultivací na kvalitu podzemní vody

Cílem této části technických prací bylo jednak objektivní zjištění dopadu rekultivačních aktivit na podzemní vodu a dále získání přehledu o charakteristikách horninového prostředí v okolí vybraných těžeben tak, aby tyto charakteristiky mohly být použity pro modelování transportu potenciálních kontaminantů. Sledování kvality podzemní vody spočívalo v odběrech vzorků z vybraných monitorovacích objektů a ze studní, charakteristiky horninového prostředí byly zjišťovány na reprezentativních vzorcích šterkopísků, které byly na jednotlivých těžebnách odebírány souběžně se vzorky zavážecích materiálů.

Výběr lokalit

Výběr lokalit pro odběry vzorků podzemní vody byl v první řadě podmíněn existencí monitorovacího systému v okolí důlního prostoru, který umožní ověřit kvalitu podzemní vody v místě nátoku podzemní vody do důlního prostoru a zároveň kvalitu podzemní vody vytékající z prostoru důlního prostoru. Současně bylo zapotřebí omezit se v této části projektu na lokality, u nichž bylo možné dokladovat (nebo alespoň předpokládat) potenciální riziko ohrožení kvality podzemní vody. Do výběru lokalit pro vzorkování podzemní vody byly tedy nejprve zahrnuty všechny lokality původně uvažované pro odběry vzorků zavážecích materiálů (první sloupec tabulky 4). V další fázi výběru, po konzultacích s geologem (RNDr. Pavel Špaček, společnost Chemcomex), byl počet lokalit upraven celkem na sedmáct míst, na kterých jednak probíhalo nebo aktuálně probíhá zavážení nepůvodních materiálů a současně byly v dostupných mapových podkladech zjištěny existence většího počtu monitorovacích objektů. Pro těchto sedmáct lokalit, které jsou vypsány v tabulce 5, byla dále provedena geologická rešerše, jejímž cílem bylo jednak poskytnutí detailních informací o charakteru horninového prostředí v prostoru těžeben a dále byly identifikovány existující vrty nacházející se v blízkém okolí vybraných těžeben. Pro potvrzení konečného výběru byly veškeré identifikované vrty podrobně prostudovány z hlediska jejich aktuální vhodnosti pro odběry vzorků podzemní vody. Toto finální ověřování ukázalo, že na většině vybraných lokalit se dostatečně četný systém použitelných monitorovacích vrtů nenachází. Podmínce potřebného počtu vrtů pod a nad těžebnou (ve smyslu proudění podzemní vody) vyhověly pouze tři lokality - Všestudy, Čečelice, Poděbrady – Kluk.

Volba lokalit pro vzorkování studní vycházela z podobné logiky, jako v případě výběru monitorovacích vrtů. V první fázi byly uvažovány všechny těžebny, ve kterých byly vzorkovány zavážecí materiály, následně byl po konzultacích s hydrogeologem omezen výběr na těžebny s dobře definovaným směrem toku podzemní vody a ve finále byly určeny lokality, v jejichž blízkém okolí se nacházely reálně vzorkovatelné studny. Použitá odběrová místa jsou shrnuta v tabulce 6.

Tabulka 5: Těžebny šterkopísku vybrané pro odběry vzorků podzemní vody prostřednictvím existujících monitorovacích vrtů

lokality vybrané po konzultaci s hydrogeologem	průběh vzorkování
Borek nad Labem	zjištěn jeden monitorovací vrt, nevzorkováno
Čečelice	zjištěno šest monitorovacích vrtů, zahrnuto do vzorkování
Černuc	zjištěn jeden monitorovací vrt, nevzorkováno
Dolní Beřkovice	žádný vhodný vrt
Dřínov	žádný vhodný vrt
Hostín	žádný vhodný vrt
Jeviněves	zjištěn jeden monitorovací vrt, nevzorkováno
Klíčany	zjištěn jeden monitorovací vrt, nevzorkováno
Kosoř - Třebotov	žádný vhodný vrt
Libčice nad Vltavou	zjištěn jeden monitorovací vrt, nevzorkováno
Miletice u Velvar	žádný vhodný vrt
Panenské Břežany	zjištěn jeden monitorovací vrt, nevzorkováno
Poděbrady - Kluk	zjištěny čtyři monitorovací vrty, zahrnuto do vzorkování
Poříčany - Hořany	žádný vhodný vrt
Skramníky	žádný vhodný vrt
Tišice	zjištěn jeden monitorovací vrt, nevzorkováno
Všestudy	zjištěny dva monitorovací vrty, zahrnuto do vzorkování

Tabulka 6: Lokality v blízkosti těžeben vybrané pro odběry vzorků podzemní vody prostřednictvím studní

lokality vybrané po konzultaci s hydrogeologem	průběh vzorkování
Hostín u Vojkovic	vzorkovány 4 studny
Vojkovice	vzorkovány 3 studny
Bukol	vzorkovány 4 studny
Dřínov	vzorkováno 5 studní
Libčice nad Vltavou	vzorkováno 6 studní
Tursko	vzorkováno 5 studní
Černuc	vzorkováno 8 studní
Miletice	vzorkovány 3 studny
Dřísy	vzorkováno 5 studní
Čečelice	vzorkováno 5 studní

Použití vzorkovací schéma

Místo a bod odběru

Místa odběru byly na vybraných lokalitách identifikované hydrogeologické vrty nebo studny, které slouží, případně sloužily, k monitoringu kvality podzemní vody v okolí těžebny. Na každé z finálně vybraných lokalit byly určeny minimálně 2 monitorovací vrty. První vrt byl vybrán nad prostorem důlního díla proti směru proudění podzemní vody – prokazatelně těžbou neovlivněné prostředí. Druhý monitorovací vrt byl potom umístěn pod důlním prostorem ve směru proudění podzemní vody. Bodem odběru byla potom pozice čerpadla v daném vrtu, která byla definována hydrogeologem podle znalosti místních podmínek.

Počty vzorků a četnost vzorkování

V původním plánu projektu byl předpokládán odběr cca 30 vzorků podzemní vody prostřednictvím monitorovacích vrtů a stejný počet vzorků vody ze studní. V případě monitorovacích vrtů nebylo posléze možné toto množství vzorků získat, neboť počet vhodných existujících vrtů byl menší a některé z vrtů se navíc nepodařilo otevřít. Tato fáze monitorování byla proto rozšířena o odběry vzorků povrchových vod z lokality nedávno zavezené stavebním odpadem a současně byl navýšen počet vzorků ze studní.

Vzorkované matrice

Vzorkovanou maticí byla podzemní voda z vybraných monitorovacích vrtů a studní.

Vzorkovací zařízení a technické pomůcky

Vzorkovací čerpadla (ponorná čerpadla), hladinoměry, vzorkovnice předepsané laboratoří, přístroje proměření parametrů: pH, Eh, konduktivita, rozpuštěný kyslík apod., dokumentační protokoly, přepravní box na vzorky.

Způsob odběru dílčího vzorku a příprava směšného vzorku

V případě monitorovacích vrtů byly vzorky podzemní vody odebrány po odčerpání stagnující vody ve vrtu (tzv. purging). Parametry čerpání (čerpaný průtok) a podmínky ukončení čištění vrtu (stabilizace vybraných fyzikálně chemických parametrů v čerpané vodě – pH, Eh, konduktivita, teplota) specifikoval hydrogeolog vždy pro vybraný monitorovací vrt a okolní zvođen. V průběhu čerpání bylo průběžně prováděno měření výše uvedených parametrů a hladiny podzemní vody, a uváděno v příslušné dokumentaci odběru. V případě dodatečně zahrnutých odběrů netekoucí povrchové vody byly vzorky odebrány vzorkovací nádobou umístěnou na dvoumetrové tyči. Vzorky vody ze studní byly odebírány vždy po odčerpání cca 20 litrů vody.

Harmonogram prací

Časový plán odběru vzorků u jednotlivých subjektů vycházel primárně z časových možností řešitelů projektu a z předjednání prací s vlastníkem vzorkovaného subjektu. Skutečný harmonogram odběrů je zřejmý z odběrových protokolů.

Bezpečnost práce

Při přípravě a realizaci prací byla dodržována následující pravidla.

- a) vyřízení vstupu do vzorkovaného subjektu,

- b) splnění bezpečnostních požadavků vlastníka vzorkovaného subjektu (školení, ochranné pracovní prostředky apod.),
- c) vstup na místo vzorkování s doprovodem odpovědným zástupce vlastníka,

3.2.2. Odběry vzorků

3.2.2.1. Odběry vzorků tuhých zavažecích materiálů

Odběry vzorků tuhých zavažecích materiálů probíhaly v těžebnách, jejichž výběr je popsán výše v rámci vzorkovacího plánu. Z původně oslovených 27 pískoven se do začátku září 2009 (kdy bylo možné provést poslední odběry tak, aby zůstal potřebný čas na analýzy vzorků) se podařilo provést odběry v 15 těžebnách, kde bylo odebráno 44 vzorků výkopových zemin, stavebních odpadů, popílků a některých dalších materiálů. U čtyř z oslovených lokalit byla již rekultivace ukončena, u osmi lokalit se buď nepodařilo navázat kontakt nebo se nepodařilo včas domluvit termín vzorkování. Podrobnější informace související s odběry jednotlivých vzorků jsou shrnuty v příloze č. 2 k této závěrečné zprávě. Vedle výše uvedeného souboru vzorků byly v 15 vzorkovaných těžebnách rovněž odebrány vzorky písku, které byly analyzovány jako reprezentativní materiály charakterizující horninové prostředí v nejbližším okolí pískoven. Tyto vzorky byly následně použity pro stanovení základních sorpčních charakteristik vůči vybraným kontaminantům a poté použity v rámci modelování transportních dějů. Odběry vzorků písku byly technicky jednoduchou záležitostí a nebyly specificky reflektovány ve vzorkovacím plánu. Zjištěné charakteristiky písků jsou spolu s výsledkem modelování shrnuty v kapitole 4.

3.2.2.2. Odběry vzorků podzemních vod

Sledování kvality podzemních vod zahrnovalo jednak odběry vzorků z dostupných monitorovacích vrtů a studní a dodatečně bylo začleněno i několik odběrů míst, kde hladina podzemní vody vystupovala v uměle vytvořených prohlubních nad terén. Pro výběr vhodných monitorovacích vrtů byla formou subdodávky k projektu sestavena odborná geologická řešerše, jejíž autoři prověřili zdokumentované vrty v okolí zájmových lokalit a posléze vybrali těžebny, u kterých bylo možné s dostačující četností odběrů sledovat možný efekt rekultivačních prací na kvalitu podzemní vody. Oproti teoreticky existujícímu souboru dvanácti monitorovacích vrtů se reálně podařilo dohledat pouze tři, ke kterým byly dodatečně přidány také odběry z hladiny umělých jezírek na lokalitě Lázně Toušeň, kde byl povrch terénu v nedávné minulosti upravován s pomocí stavebních odpadů. V této části projektu tedy byly odebrány celkem tři vzorky podzemní vody z dostupných monitorovacích vrtů, šest vzorků z mělkých jezírek založených na tuhých stavebních odpadech a dále 48 vzorků podzemní vody odebraných prostřednictvím obecních a soukromých studní v okolí vybraných těžeben.

3.2.3. Analýzy odebraných vzorků

Pro analýzy odebraných vzorků bylo využito technické zázemí Vysoké školy chemicko-technologické v Praze, zvláště potom Ústavu chemie ochrany prostředí. Předúprava odebraných vzorků probíhala v technologických laboratořích ústavu, které jsou vybaveny potřebným souborem zařízení (mlýny, síťovačky, sušárny, třepačky, extrakční aparatury,

mineralizační plotny). Ze souboru požadovaných ukazatelů (dle vyhlášky 294/2005 Sb.) byla analýza prvků prováděna s pomocí atomové absorpční spektrometrie vybavené plamenovou atomizací a hydridovou technikou. Stanovení aniontů bylo prováděno s pomocí UV-VIS spektrometrie a iontové chromatografie, analýza fluoridů byla prováděna prostřednictvím iontově selektivní elektrody. Soubor organických ukazatelů dle vyhlášky 294/2005 Sb. byl analyzován na sérii plynových chromatografů vybavených FID, ECD a MS detektory. Testy ekotoxicity byly prováděny na Ústavu chemie ochrany prostředí, kde se na tento typ zkoušek dlouhodobě zaměřuje jedna pracovní skupina.

3.2.3.1. Analýzy vzorků zavážecích materiálů

Vzorky tuhých zavážecích materiálů (celkem 44 vzorků) byly analyzovány v plném spektru ukazatelů definovaných vyhláškou 294/2005 Sb., specificky potom podle přílohy 2 a přílohy 10. Zjištěné výsledky jsou jednak shrnuty v příloze č. 3 k této zprávě a dále byly dílčí výsledky pro každou lokalitu přidány formou dodatku k popisu jednotlivých těžeben. Ověření jakosti prováděných analýz probíhalo formou kontrolních vzorků, které byly analyzovány v laboratořích společnosti Als Laboratory Group. Na kontrolní analýzy byly posílány jednak vzorky na stanovení celkových obsahů v sušině (tyto vzorky byly v kontrolní laboratoři nejprve mineralizovány) a dále vzorky výluhů připravených na VŠCHT, u kterých byly pouze provedeny kontrolní analýzy. Tato zdvojená analýza byla provedena na části měřených ukazatelů u dvaceti vzorků. Protokoly z kontrolních analýz jsou součástí přílohy č. 3.

3.2.3.2. Analýzy vzorků podzemních vod

Analýzy podzemních vod byly prováděny ve zjednodušeném spektru ukazatelů, kde cílem analýz bylo podchycení případného dopadu zavážení nepůvodních rekultivačních materiálů na kvalitu podzemních vod. Vybrané ukazatele tedy plnily funkci indikátorů tohoto stavu. Výsledky provedených analýz jsou rovněž shrnuty v příloze 3, s tím, že zde s ohledem na homogenitu matrice kontrolní vzorky analyzovány nebyly.

3.3. Hodnotící činnosti

3.3.1. Porovnání získaných experimentálních dat s vyhláškou 294/2005 Sb.

Pro účely hodnocení byly analyzované zavážecí materiály rozděleny do následujících skupin: 1) výkopové zeminy, 2) stavební odpady, 3) vedlejší energetické produkty. Toto dělení odpovídá klasifikaci zavážecích materiálů podle tabulky B, v kapitole 3.1.3., která byla použita při výběru vzorkovaných lokalit. Tabulka B kapitoly 3.1.3. navíc ještě předpokládala existenci rekultivačních materiálů, jejichž vlastnosti jsou zjevně lepší ve srovnání s výkopovými zeminami, případně horší ve srovnání s vedlejšími energetickými produkty. Materiálem, jehož vlastnosti jsou lepší ve srovnání s výkopovými zeminami, byla běžně se vyskytující neprodejná frakce těžené suroviny. Jelikož se ale jednalo o materiál původní, nebyl na žádné těžebně vzorkován. Výskyt materiálů zjevně vykazujících horší vlastnosti nežli vedlejší energetické produkty nebyl na žádné z lokalit zaznamenán. Výsledky analýz odebraných vzorků shrnuté v příloze č. 4 k této zprávě jsou tedy rozděleny do výše uvedených třech skupin, podle hlavních typů používaných zavážecích materiálů.

První skupinu vzorkovaných materiálů představovaly výkopové zeminy, u kterých bylo analyzováno celkem 22 vzorků odebraných na lokalitách Borek, Černuc, Jabkenice, Klíčany, Krusičany, Toušeň, Libčice nad Vltavou, Nesuchyně, Skramníky, Tišice, Veltrusy, Všestudy. Jak ukazují fotografie odebraných vzorků (příloha č. 4), pokrývaly získané materiály poměrně široké spektrum zemin. U vodných výluhů těchto vzorků nedošlo v žádném ze sledovaných parametrů k překročení limitních hodnot definovaných pro I. výluhovou třídu v příloze č. 2 k vyhlášce 294/2005 Sb.. Rovněž tak u celkových obsahů sledovaných látek v sušině nepřesahovala naprostá většina získaných výsledků limitní hodnoty definované v příloze č. 10 k vyhlášce 294/2005 Sb., několik dílčích číselných překročení bylo zjištěno pouze v případě arsenu. Největší počet číselných překročení byl v rámci sledování výkopových zemin zjištěn u testů ekotoxicity, v testu inhibice růstu řasy, kde celkem 14 vzorků vykázalo nadlimitní výsledky. Interpretace naměřených dat je uvedena v další části této kapitoly.

Druhou skupinu vzorkovaných materiálů tvořily stavební odpady, u kterých bylo analyzováno celkem 17 vzorků odebraných na lokalitách Borek, Černuc, Jabkenice, Klíčany, Krusičany, Lázně Toušeň, Libčice nad Vltavou, Poříčany, Skramníky, Sojovice, Všestudy. U vodných výluhů ze vzorkovaných stavebních odpadů došlo v šesti případech k číselnému překročení limitní hodnoty pro sírany. V sušině těchto vzorků potom byly v šesti případech překročeny obsahy kadmia a arsenu a jedno překročení limitu bylo zjištěno u niklu, olova a chromu. V rámci testů ekotoxicity byly u stavebních odpadů ve třech případech zjištěny nadlimitní výsledky u testů na dafních, v sedmi případech u řasových testů a ve čtyřech případech u testu na rybách. Interpretace naměřených dat je rovněž uvedena dále.

Třetí skupinou sledovaných závazecích materiálů byly potom vedlejší energetické produkty, které byly zastoupeny pěti vzorky z lokalit Borek, Černuc a Zdětín. Vodné výluhy vzorků odebraných popílků až na dvě nevýznamná číselná překročení u fluoridů se ve všech parametrech pohybovaly pod limitními hodnotami. V sušině vzorků byly v sedmi případech zjištěny nadlimitní hodnoty, kde ve dvou případech (arsen, popílek Zdětín) bylo překročení limitu významné. U testů ekotoxicity bylo dílčí překročení limitů zjištěno v deseti případech, kde jedno překročení lze opět považovat za významné (popílek Černuc). Interpretace výsledků zjištěných pro vzorky vedlejších energetických produktů je shrnuta v dalších odstavcích.

V rámci interpretace naměřených dat, která se v principu opírá o limitní hodnoty definované přílohami č. 2 a 10 vyhlášky 294/2005 Sb., je zapotřebí nejprve stanovit hranice, od kterých lze považovat za významnou skutečnost, že presentovaný číselný údaj překročil stanovenou limitní hodnotu. Výše v textu byly několikrát použity termíny "číselné překročení limitní hodnoty" a "významné překročení limitní hodnoty". V kontextu prováděných analýz platí, že samotné číselné překročení limitu nelze automaticky považovat za závažnou skutečnost a za jednoznačně významné překročení limitu lze považovat až hodnotu, do které se promítnou nejistoty všech technických prací, které získání výsledku předcházely.

Do celkové nejistoty stanovení sledovaných ukazatelů se v principu promítaly tři dílčí faktory - nejistota použité analytické (instrumentální) techniky, nejistota předúpravy vzorku a nejistota vzorkování. Nejistota instrumentálních technik použitých pro stanovení ukazatelů sledovaných v rámci tohoto projektu se v pohybuje přibližně v rozmezí 10 - 15% v případě anorganických látek a dále přibližně v rozmezí 15 - 25% u látek či skupin látek organických. Míra nejistoty související s předúpravou vzorků je obecně vyšší, zejména u natolik heterogenních materiálů, jaké byly sledovány v rámci projektu, a lze ji odhadnout minimálně v řádu nižších desítek procent. Celkovou vypovídací schopnost analytických dat získaných v

rámci projektu potom nepochybně nejvíce ovlivnil proces odběru vzorků, které byly většinou představovány mimořádně heterogenními matricemi, jejichž vlastnosti se v čase i prostoru pohybovaly v extrémně širokém rozmezí. I když byl vzorkovací plán projektu sestaven s maximální možnou racionalitou, zůstává skutečností, že prostory zavážených pískoven představují v podmínkách běžného provozu pro vzorkaře jednu z nejsložitějších možných situací. Vezmeme-li v úvahu vysokou proměnlivost prakticky všech vlastností posuzovaných zavázečních materiálů, potom je zřejmé, že ani při nejpečlivější možné vzorkovací proceduře nebude možné vyhnout se výsledným chybám ve sledovaných ukazatelích minimálně na úrovni vyšších desítek procent. Jelikož není v současné době k dispozici žádný obecný předpis, který by pro limitní hodnoty vyhlášky 294/2005 Sb definoval způsob jejich prokázání (určující například v jakém rozmezí kolem limitní hodnoty je aktuální údaj ještě přijatelný) bylo tedy pro účely tohoto projektu stanoveno, že za významné překročení limitní hodnoty bude považována situace, kdy změřený údaj bude překračovat limitní hodnotu v řádu vyšších desítek procent.

Porovnání analytických dat získaných rozbory vzorků tuhých zavázečních materiálů s limitními hodnotami vyhlášky 294/2005 Sb. lze v kontextu projektu rozdělit do následujících oblastí - stanovení ukazatelů ve vodném výluhu, stanovení celkových obsahů vybraných ukazatelů v sušině, výsledky testů ekotoxicity.

Mezi výše specifikovanými třemi skupinami dat má z hlediska projektu nejvyšší relevanci soubor ukazatelů zjištěných ve vodném výluhu. Tato data přímo souvisí se schopností materiálu uvolňovat látky potenciálně nebezpečné pro podzemní vodu a poměrně přesně definují dobře a rychle rozpustný podíl přítomné složky, což je nutný základ pro hodnocení rizik vůči podzemní vodě. V rámci projektu bylo stanoveno, že naměřené hodnoty budou porovnávány s limity pro první výluhovou třídu podle tabulky č. 2.1. přílohy č. 2 k vyhlášce 294/2005. Důvodem zde byl názor, že materiál ukládaný na povrchu terénu by neměl hodnotami vodného výluhu převyšovat limity platné pro inertní odpad. Při uvážení minimální celkové nejistoty vzorkovacích a analytických prací lze tedy konstatovat:

- V případě výkopových zemin nebyly u vodných výluhů zjištěny žádné ukazatele, které by významným způsobem překračovaly limitní hodnoty.
- V případě stavebních odpadů byly významně nadlimitní hodnoty u vodných výluhů zjištěny pouze v několika málo případech u síranů. Toto zjištění ovšem bylo u daného typu materiálu vcelku očekávatelné a jeho závažnost je poměrně malá.
- V případě vedlejších energetických produktů nebyly ve vodných výluzích rovněž zjištěny významně zvýšené hodnoty oproti stanoveným limitům, určitou relevanci ovšem nutno přisoudit nadlimitním hodnotám arsenu o popílků z pískovny Zdětín, neboť je zde zřejmá souvislost s vysokými obsahy arsenu v sušině.

Poměrně velký význam je potom nutné přisoudit vyšším hodnotám pH ve vodném výluhu některých stavebních odpadů, kde sice u I. výluhové třídy v příloze č. 2 vyhlášky 294/2005 není definována limitní hodnota, přičemž je zde ovšem zřejmý význam tohoto ukazatele ve vazbě na testy ekotoxicity (viz další text).

Relativně nižší význam v kontextu řešeného projektu lze přisuzovat celkovým obsahům vybraných látek nebo jejich skupin v sušině, neboť samotná hodnota celkového obsahu (bez dalších doplňujících informací) příliš velkou vypovídací hodnotu nemá. Celkové obsahy anorganických a organických látek jsou zjišťovány následně po vcelku drastických podmínkách předúpravy, které v přirozených poměrech nemohou nastat. Riziko vyplývající z

celkových obsahů v sušině je tedy nutné vždy hodnotit minimálně ve vazbě na složení vodného výluhu. Opět při uvážení minimální celkové nejistoty vzorkovacích a analytických prací lze konstatovat:

- V případě výkopových zemin byly v sušině v několika případech zjištěny mírně nadlimitní obsahy pouze u obsahu arsenu. S ohledem na běžné přirozené pozadí tohoto prvku, lze ovšem spíše než o závažnosti překročení limitu uvažovat o smysluplnosti takto nastaveného limitu. U žádného ze vzorků nebyla zjištěna souvislost mezi zvýšenými obsahy arsenu v sušině a jeho vyšší rozpustností ve vodném výluhu.
- V případě stavebních odpadů byly mírně nadlimitní hodnoty zjištěny v případě arsenu a dále u některých těžkých kovů, kde významně zvýšené hodnoty vykazovaly v několika případech kadmium. Ve všech těchto případech se jednalo o nerozpustné formy daných látek, přičemž je zde opět nutné zdůraznit, že u stavebních odpadů je nutné občasné výskyty těchto látek předpokládat, například z nátěrových hmot.
- V případě vedlejších energetických produktů byly v sušině zjištěny významně nadlimitní obsahy arsenu u popílků ze Zdětína, kde tyto vyšší celkové obsahy korespondovaly se zvýšenými hodnotami ve vodných výluzích, dále byly v několika případech zjištěny mírně zvýšené celkové obsahy některých těžkých kovů.

Poslední skupinu získaných analytických dat představují výsledky testů ekotoxicity prováděné na vodných výluzích vzorků, kde u řady vzorků došlo k překročení některého ze sledovaných kritérií.

- V případě výkopových zemin bylo u čtrnácti vzorků zjištěno překročení limitní hodnoty v testu inhibice růstu řasy, ostatní typy testů vyšly pod limitními hodnotami. Žádná zřejmá korelace s chemickým složením zjištěna nebyla. Hodnoty pH vodných výluhů byly u všech vzorků neutrální a nemusely být upravovány.
- V případě testů ekotoxicity u vzorků stavebních odpadů bylo zjištěno devatenáct nadlimitních hodnot, opět zejména v testu inhibice růstu řasy. V případě těchto vzorků byly ovšem vodné výluhy většinou poměrně alkalické (s nejvyšší zjištěnou hodnotou pH = 10,9) a před nasazením testů musely být vzorky neutralizovány kyselinou chlorovodíkovou na pH 7,9. Korelace mezi nadlimitními výsledky testů ekotoxicity a zvýšeným výskytem některého z chemických ukazatelů nebyly zjištěny.
- V případě vedlejších energetických produktů byl výskyt nadlimitních hodnot u testů ekotoxicity nejvíce zřetelný a byl zjištěn také u testů na perloočkách a rybách. Hodnota pH vodných výluhů zde byla neutrální a výluh nebyl před testy nijak upravován.

Přesná interpretace nadlimitních výsledků u testů ekotoxicity je velmi obtížná, zejména u výkopových zemin, kde nadlimitní hodnoty nebyly očekávány. Pouze na základě výsledků prezentovaných v tomto projektu se žádné podložené vysvětlení zvýšených hodnot nenabízí. Správným postupem by v tomto případě bylo provedení opakovaných testů, případně opakovaných odběrů, což řešitelé projektu sice učiní, výsledky ovšem do uzavření projektu k dispozici nebudou.

V obecné rovině potom byly v metodikách přípravy výluhů pro testy ekotoxicity (ČSN EN 12 457 – 4) zjištěny diskutabilní body, ve kterých lze (bez porušení těchto metodik) ovlivnit finální výstupy testů. Jedním z těchto bodů je filtrace čerstvě připraveného výluhu přes filtr o porozitě 5 μm . Při použití filtru této velikosti procházejí u řady vzorků do filtrátu pevné částice, toto se týkalo zejména výluhů stavebních odpadů a zemin s vyšším obsahem

přirozených organických látek. Některé testy by potom nebyly prováděny v čirém vodném výluhu, ale v suspenzi. Dalším bodem potom může být otázka úpravy pH u alkalických vzorků stavebních odpadů (Příloha č. 10 k vyhlášce č. 294/2005 Sb.), která je řešena jako volitelný krok a nikoli povinný krok.

Řešitelé projektu by na základě vlastních zkušeností a pozorování získaných v průběhu řešení přisoudili výsledkům testů ekotoxicity nejmenší váhu.

dílčí závěr

Přímé porovnání analytických výsledků získaných v rámci projektu pro tuhé zavážecí materiály s limitními hodnotami podle vyhlášky 294/2005 Sb. ukázalo, že naprostá většina vzorkovaných materiálů vyhovuje podmínkám pro ukládání na povrchu terénu. Významné překročení limitních hodnot bylo zaznamenáno u popílků odebraných v pískovně Zdětín, kde byly identifikovány významně zvýšené obsahy celkového arsenu a také nadlimitní koncentrace tohoto prvku ve vodném výluhu. Z hlediska celkové vhodnosti sledovaných materiálů pro rekultivační účely bylo analytickými výsledky v zásadě potvrzeno pořadí potenciální rizikovitosti naznačené v rešeršní části projektu, kde jako nejméně rizikové materiály vycházejí výkopové zeminy, následují stavební odpady, a nejvyšší relativní zastoupení nadlimitních hodnot vykázaly vedlejší energetické produkty.

3.3.2. Vyhodnocení rizik vůči podzemní vodě

Vyhodnocení rizik vůči podzemní vodě probíhalo formou modelování transportu látek přítomných v rekultivačních materiálech. Pro modelování byl použit program dříve vytvořený v prostředí MATLAB, který je k dispozici na řešitelském pracovišti. Modelování transportu látek v prostředí pískoven bylo z velké části prováděno v rámci jedné z diplomových prací obhájených na VŠCHT v roce 2009 (*Tereza Švecová: Posouzení rizik vyplývajících z ukládání odpadů do vytěžených pískoven, diplomová práce, Ústav chemie ochrany prostředí VŠCHT v Praze, červen 2009*).

Pro modelování byly využity analýzy chemického složení vzorků písku (zde považované za reprezentativní vzorky horninového prostředí pro blízké okolí těžeben) odebrané souběžně se vzorkováním rekultivačních materiálů. Výsledky, které jsou shrnuty v následující tabulce, vcelku přesvědčivě dokladují, že základní chemické charakteristiky písků z patnácti různých lokalit jsou překvapivě podobné. Významný obsah hliníku potom ukazuje na obsah jílovité složky, jejíž zastoupení je pro všechny vzorky rovněž podobné. Obsah jílu lze považovat za zásadní z hlediska sorpce a tedy i průběhu transportních procesů.

Tabulka 7: Zastoupení některých prvků ve vzorcích písku z vybraných těžeben (*měřeno technikou rentgenové fluorescence, Centrální laboratoře VŠCHT v Praze, analyzována frakce menší než 10 mm*)

vzorek	zastoupení složky (% hmotnostní)					
	Si	Al	Fe	Mn	Ca	K
Borek nad Labem	51,3	12,7	10,6	0,17	6,8	3,6
Černuc	56,5	11,1	7,9	0,11	4,6	2,6
Jabkenice	44,7	9,4	6,4	0,18	5,1	4,8
Klíčany	53,8	13,4	11,2	0,25	7,0	1,9

Krusičany	54,8	11,7	9,1	0,19	4,9	3,5
Lázně Toušeň	52,6	12,8	11,5	0,30	4,4	2,8
Libčice nad Vltavou	48,6	13,8	6,9	0,16	5,5	4,0
Nesuchyně	49,2	11,3	10,0	0,11	7,1	2,6
Poříčany - Hořany	45,6	9,9	6,9	0,13	5,2	3,4
Skramníky	50,3	9,6	7,1	0,18	4,9	4,1
Sojovice	44,9	13,0	10,3	0,20	6,4	3,3
Tišice	52,2	13,1	9,1	0,21	6,3	2,8
Veltrusy	49,7	10,9	8,5	0,18	5,6	3,5
Všestudy	51,1	12,0	8,1	0,23	4,6	2,1
Zdětín	53,1	9,8	11,3	0,18	7,0	3,4

Z výše uvedeného souboru písků byly vybrány tři vzorky (Tišice, Libčice nad Vltavou, Černuc), pro které byly provedeny následující experimenty (viz ilustrační foto):

- stanovení sorpčních charakteristik pro dvojmocnou formu mědi (zastupující toxický kov v kationtové formě), pětimocnou formu arsenu (toxický prvek ve formě aniontu), chlorid sodný (zastupující anion prakticky nepodléhající srážení), toluen (nepolární organickou látku) a chlorbenzen (polární organickou látku)
- stanovení koeficientů disperzivity pro výše uvedené zástupce kontaminujících látek



Ilustrační foto: Stanovení sorpčních izoterm prostřednictvím vsádkových experimentů a měření koeficientů disperzivity s pomocí kolonových testů

Uvedené experimenty byly použity pro získání vstupních parametrů transportního modelu (podrobnosti modelu viz výše citovaná diplomová práce), který následně umožňoval provádění jednorozměrných simulací transportu uvedených látek daným typem horninového prostředí. S takto připraveným modelem byl simulován hypotetický scénář, podle kterého byly tři pískovny, ze kterých pocházely vzorky (Tišice, Libčice nad Vltavou, Černuc) v jednom okamžiku vyplněny nejrizikovějším možným materiálem – zde popílkem – ze kterého se začaly uvolňovat přítomné kontaminanty, které podzemní voda transportovala ve

směru proudění. Tento scénář byl ovšem již velmi vzdálen realitě, kterou se s ohledem na nedostatek údajů ohledně časového průběhu zavážení lépe nasimulovat. Koncové výstupy těchto simulací lze jen obtížně vytrhnout z kontextu (lépe je odvolat se například na výše citovanou diplomovou práci), proto je pro účely této kapitoly zvolena jednodušší a podstatně racionálnější forma výstupu, která spočívá ve vyjádření retardačních koeficientů a maximálních sorpčních kapacit pro výše uvedených pět zástupců typických kontaminujících látek.

Maximální sorpční kapacita vyjadřuje nejvyšší možnou schopnost pevného materiálu (zde písku, respektive horninového prostředí v okolí pískoven) vázat rozpuštěné látky z vodného roztoku. Známe-li tuto hodnotu, můžeme například odhadnout, jaké množství kontaminované podzemní vody může z pískovny odtékat, aniž způsobí škodu ve vzdálenějším okolí. Retardační koeficient je definován například v Metodickém pokynu MŽP pro analýzu rizik kontaminovaných území (Věstník MŽP, září 2005, strana 14) a má význam jednoduchého kritéria, které definuje kolikrát pomaleji se budou v daném typu horninového prostředí pohybovat kontaminující látky ve srovnání s rychlostí podzemní vody. Je-li tedy například hodnota retardačního koeficientu 1000, potom se kontaminant bude pohybovat 1000 x pomaleji ve srovnání se samotnou podzemní vodou. Hodnoty maximálních sorpčních kapacit a retardačních koeficientů pro pět typových látek jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 8: Hodnoty maximálních sorpčních kapacit a retardačních koeficientů

látka/typ	maximální sorpční kapacita (mg/kg sušiny)	retardační koeficient (bezrozměrný)
Cu²⁺ (toxický kov-kation)	2500	25 800
AsO₄³⁻ (toxický anion)	60	90
Cl⁻ (anion s nízkou toxicitou)	5	2
toluen (nepolární organická látka)	900	8 500
chlorbenzen (polární organická látka)	1200	10 800

Výše uvedená tabulka indikuje, že největší potenciální riziko vyplývající ze zavážení rekultivačních materiálů zprostředkují materiály obsahující dobře rozpustné kontaminanty nacházející se v aniontové formě. Ilustrativním příkladem jsou zde chloridy a arseničnany, tedy látky, které se mohou ve významných množstvích nacházet například v popílcích. Migrace těchto látek v horninovém prostředí není významněji bržděna a rychlost jejich šíření do okolí zdroje kopíruje rychlost proudění podzemní vody.

U materiálů skutečně zavážených do pískoven dokumentovaných v průběhu řešení projektu nebyly zvýšené obsahy potenciálně nebezpečných složek zjištěny a provedený monitoring podzemní vody (vzorkování studní a monitorovacích vrtů v okolí vybraných těžeben) nepřinesl žádnou indikaci možného ohrožení podzemních vod.

dílčí závěr

Z hlediska rizika vůči podzemní vodě lze za potenciálně problémové považovat zejména látky nacházející se ve formě aniontů, zvláště potom aniontů jednomocných. Látky tohoto typu relativně snadno procházejí horninovým prostředím v okolí pískoven a mohou představovat riziko vůči širokému okolí pískoven. V zavážených rekultivačních materiálech nebyly ovšem zjištěny žádné látky tohoto typu, které by se významněji rozpouštěly ve vodě.

3.3.3. Posouzení potřeby provozního monitoringu na rekultivovaných lokalitách

Problematika možného provozního monitoringu na těžebnách provádějících rekultivaci byla v průběhu řešení projektu průběžně řešena ve dvou rovinách. Jednak byly postupně získávané zkušenosti s provozem těžeben promítány do identifikace možných technických nástrojů použitelných pro monitoring činností probíhajících na rekultivovaných lokalitách a dále byla zvažována i otázka skutečné potřebnosti případných dalších forem monitoringu nad rámec již používaných nástrojů.

Otázka nových technických nástrojů použitelných pro zajištění environmentální bezpečnosti rekultivačních materiálů byla překvapivě často pokládána také ze strany provozovatelů pískoven. Řešitelé projektu provedli v tomto směru průzkum trhu s instrumentální technikou a v oblasti přenosných měřicích zařízení bylo objeveno několik přístrojů, které by pro rychlý monitoring závazecích materiálů byly v principu použitelné, jedná se například o přenosnou rentgenovou fluorescenci. Přístroje tohoto typu by ovšem byly použitelné nikoli pro běžný monitoring obvyklých materiálů, ale spíše například pro vyloučení výskytu určitých látek a pod.. V zásadě lze tedy konstatovat, že v současné době nebylo identifikováno zařízení, které by v únosných nákladech a bez nároků na školenou obsluhu splňovalo podmínky ještě účinnějšího monitoringu rekultivačních prací.

Vedle pokusů o hledání účinnějších technických nástrojů byla v průběhu projektu posuzována i reálná potřeba případných nových nástrojů. V tomto směru byl posléze vysloven závěr, že stávající charakter i úroveň kontroly environmentální bezpečnosti v podstatě postačují. Osobní zkušenosti řešitelů s provozovateli patnácti vzorkovaných lokalit prakticky vždy ukázaly zájem provozovatelů o dlouhodobé zavázení rekultivačních materiálů provázený vysokou mírou vlastní kontroly.

dílčí závěr

Potřeba nových technických či administrativních nástrojů pro účinnější monitoring rekultivačních prací nebyla v průběhu řešení zjištěna.

3.3.4. Zhodnocení vhodnosti závazkových materiálů z hlediska ochrany životního prostředí a doporučení materiálů vhodných pro rekultivace

Mezi vzorkovanými pískovkami byla v průběhu řešení projektu identifikována řada různých závazecích materiálů, které se ovšem prakticky bez výjimky mohly začlenit do některé ze třech skupin uvažovaných v rámci seznamu priorit v kapitole 3.1.3. – tedy do výkopových zemín, stavebních odpadů a vedlejších energetických produktů. Žádný materiál, který by svými vlastnostmi byl zjevně horší nežli tyto tři skupiny, v průběhu řešení identifikován nebyl. Jak dokladují provedené rozbory závazecích materiálů, nepřináší žádný z těchto rekultivačních materiálů zjevná významnější rizika, pokud jako měřítko použijeme limity vyhlášky 294/2005 Sb.. Provedené analýzy (respektive četnost a míra dílčích překročení limitních hodnot) však přesto celkem přesvědčivě potvrzují pořadí vhodnosti těchto materiálů pro rekultivační práce, kde nejlépe vycházejí výkopové zeminy, následují stavební odpady a posléze vedlejší energetické produkty. Vzorků vedlejších energetických produktů se v rámci projektu podařilo přímo v pískovkách sice odebrat pouze pět, je ovšem známé, že právě zde indikovaný zvýšený obsah arsenu není u popílků a strusek nijak výjimečným jevem. Ve dvou

případech (stabilizovaný popílek Černuc a popílek Zdětín) byly rekultivační materiály naváženy ve formě výrobků.

dílčí závěr

Rekultivační materiály dokumentované a vzorkované na patnácti lokalitách – lze z hlediska jejich vhodnosti pro rekultivační práce označit následujícím pořadím 1) výkopové zeminy, 2) stavební odpady, 3) vedlejší energetické produkty.

3.3.5. Návrh sanačních opatření na nevhodně rekultivovaných lokalitách

Mezi lokalitami, ke kterým byly v průběhu řešení dohledávány informace nebyla s výjimkou pískovny Lužec nad Vltavou zjištěna situace, kdy by aktuálně připadala v úvahu nápravná opatření. Jelikož v dokumentovaných a vzorkovaných lokalitách žádné nebezpečí závážky nepřijatelnými materiály zjištěno nebylo, nelze se v tomto odstavci než odvolat na způsob sanace použitý v lokalitě Lužec nad Vltavou.

dílčí závěr

S jedinou výjimkou lokality, kde v současné době nápravné opatření již probíhá, nebyla zjištěna pískovna, která by indikovala potřebu budoucích sanačních prací.

4. Závěry

Tato závěrečná zpráva shrnuje řešení projektu za období říjen 2008 – září 2009. V teoretické části projektu bylo identifikováno 86 těžeben, kde pro 60 z nich byl vytvořen alespoň dílčí popis. Na 15 těžebnách proběhly odběry vzorků tuhých závážecích materiálů, kde bylo odebráno a následně analyzováno celkem 44 vzorků. Dále bylo v rámci projektu provedeno vzorkování podzemní vody prostřednictvím monitorovacích vrtů a studní, kde bylo odebráno celkem 58 vzorků.

V rámci hodnotící části projektu byly zjištěny následující dílčí závěry:

- porovnání dat pro tuhé rekultivační materiály s limitními hodnotami vyhlášky 294/2005 Sb. ukázalo, že naprostá většina vzorkovaných materiálů vyhovuje podmínkám pro ukládání na povrchu terénu
- z hlediska rizika vůči podzemní vodě lze za potenciálně problémové považovat zejména látky nacházející se ve formě rozpustných aniontů, které snadno procházejí horninovým prostředím v okolí pískoven, prakticky nejvýznamnějším zástupcem tohoto typu kontaminantů zřejmě bude arsen v aniontové formě
- potřeba nových technických či administrativních nástrojů pro účinnější monitoring rekultivačních prací nebyla v průběhu řešení zjištěna

- rekultivační materiály dokumentované a vzorkované na patnácti lokalitách – tedy výkopové zeminy, stavební odpady a vedlejší energetické produkty - lze z hlediska stávajících předpisů (vyhláška 294/2005 Sb.) považovat za vyhovující pro daný účel

Příloha č. 1 k závěrečné zprávě projektu *„Zhodnocení stavu důlních prostorů po těžbě štěrkopísku ve Středočeském kraji se zaměřením na způsob jejich zavezení a rekultivace provedené s využitím odpadů, vedlejších energetických produktů (VEP) a certifikovaných stavebních recyklátů“*

Podrobné údaje pro identifikované těžebny

Příloha č. 2 k závěrečné zprávě projektu *„Zhodnocení stavu důlních prostorů po těžbě štěrkopísku ve Středočeském kraji se zaměřením na způsob jejich zavezení a rekultivace provedené s využitím odpadů, vedlejších energetických produktů (VEP) a certifikovaných stavebních recyklátů“*

Odběrové protokoly ze vzorkování:

- **tuhých zavážecích materiálů**
- **vzorků vody z monitorovacích vrtů a povrchových vod**
- **vzorků vody ze studní**

Příloha č. 3 k závěrečné zprávě projektu *„Zhodnocení stavu důlních prostorů po těžbě štěrkopísku ve Středočeském kraji se zaměřením na způsob jejich zavezení a rekultivace provedené s využitím odpadů, vedlejších energetických produktů (VEP) a certifikovaných stavebních recyklátů“*

- **Geologická rešerše pro vybrané pískovny Středočeského kraje (subdodávka k projektu vypracovaná společností Chemcomex)**
- **Doplňk ke geologické rešerši - identifikace monitorovacích vrtů v okolí vybraných pískoven (subdodávka k projektu vypracovaná společností Chemcomex)**

Příloha č. 4 k závěrečné zprávě projektu „Zhodnocení stavu důlních prostorů po těžbě štěrkopísku ve Středočeském kraji se zaměřením na způsob jejich zavezení a rekultivace provedené s využitím odpadů, vedlejších energetických produktů (VEP) a certifikovaných stavebních recyklátů“

Výsledky analýz vzorků:

- **tuhých zavažecích materiálů**
- **vzorků vody z monitorovacích vrtů a povrchových vod**
- **vzorků vody ze studní**