

**Analýza rizik odvalů
zasažených endogenním hořením
ve správě DIAMO, s.p., o.z. Odra**

Akceptační číslo: 08020334

Číslo projektu: CZ.1.02/4.2.00/08.02548

Operační program Životní prostředí, oblast podpory 4.2,
kofinancováno z Fondu soudržnosti

Ema



Analýza rizik odvalů zasažených endogenním hořením ve správě s. p. DIAMO, o. z. ODRA

| | |
|---|---|
| <u>Akceptační číslo projektu:</u> | 08020334 |
| <u>Číslo projektu:</u> | CZ.1.02/4.2.00/08.02548 |
| <u>Operační program Životní prostředí</u> | |
| <u>Prioritní osa 4</u> | Zkvalitnění nakládání s odpady a odstraňování starých ekologických zátěží |
| <u>Oblast podpory 4.2</u> | Odstraňování starých ekologických zátěží |

Tento projekt byl spolufinancován Evropskou unií – Fondem soudržnosti a Státním rozpočtem ČR v rámci Operačního programu Životní prostředí.

Předmětem projektu je zpracování průzkumu znečištění a zpracování analýzy rizik odvalů vzniklých hlubinnou těžbou uhlí v ostravsko - karvinské oblasti. Práce byly realizovány v souladu s platnou legislativou a v souladu s Metodickými pokyny MŽP.

Cílem projektu je ověření rizikovosti lokality se starou ekologickou zátěží a zvýšení počtu inventarizovaných kontaminovaných míst.

Celkové uznatelné náklady na realizaci projektu činí: 12 917 421 Kč

Z toho je příspěvek:

- z fondu Evropské unie 10 979 807,85 Kč (85 %)
- ze Státního rozpočtu ČR 645 871,05 Kč (5 %)
- spolufinancování žadatele 1 291 742,1 Kč (10 %).

| | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| <u>Řídící orgán:</u> | MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ |
| <u>Zprostředkující subjekt:</u> | STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR |
| <u>Příjemce dotace:</u> | DIAMO, státní podnik |

Sdružení „Analýza rizik odvalů – GEOtest + Energie“

Zastoupené:

GEOtest, a.s.

Šmahova 1244/112, 627 00 Brno

IČ: 46344942 DIČ: CZ46344942

tel.: **548 125 111**

fax: **545 217 979**

e-mail: **trade@geotest.cz**

Geologické a sanační práce pro ochranu životního prostředí, geotechnický a hydrogeologický průzkum

Název projektu: **Analýza rizik odvalů zasažených endogenním hořením ve správě DIAMO, s.p., o.z. Odra**

Akceptační číslo: **08020334**

Číslo projektu: **CZ.1.02/4.2.00/08.02548**

Operační program Životní prostředí, oblast podpory 4.2, kofinancováno z Fondu soudržnosti

Objednatel: **DIAMO, s.p., Máchova 201, 471 27 Stráž pod Ralskem**

Zástupce objednatele: **xxxxxxxxxxxxxxxxxx, ved. odb. ekologie o.z. ODRA**

Analýza rizik

(Ema)

Odpovědný řešitel: **xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx, výrobní manažer**

Zpracoval(i): **xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx, GEOtest Brno, a.s.**

xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx, Energie – stavební a báňská a.s.

Schválil: **xxxxxxxxxxxxx, člen představenstva, obchodní ředitel společnosti**

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD | 1 |
| 1. ÚDAJE O ÚZEMÍ | 2 |
| 1.1 Všeobecné údaje | 2 |
| 1.1.1 Geografické vymezení území | 3 |
| 1.1.2 Stávající a plánované využití území | 4 |
| 1.1.3 Základní charakterizace obydlenosti území | 5 |
| 1.1.4 Majetkoprávní vztahy | 7 |
| 1.2 Přírodní poměry zájmového území | 7 |
| 1.2.1 Geomorfologické a klimatické poměry | 7 |
| 1.2.2 Geologické poměry | 9 |
| 1.2.3 Hydrogeologické poměry | 10 |
| 1.2.4 Hydrologické poměry | 11 |
| 1.2.5 Geochemické a hydrochemické údaje o lokalitě | 11 |
| 2 PRŮZKUMNÉ PRÁCE | 12 |
| 2.1 Dosavadní prozkoumanost území | 12 |
| 2.1.1 Základní výsledky dřívějších průzkumných prací na lokalitě | 13 |
| 2.1.2 Přehled zdrojů znečištění | 14 |
| 2.1.3 Vytypování látek potenciálního zájmu a dalších rizikových faktorů | 16 |
| 2.1.4 Předběžný koncepční model | 18 |
| 2.2 Aktuální průzkumné práce | 20 |
| 2.2.1 Metodika a rozsah průzkumných a analytických prací | 20 |
| 2.2.1.1 Přípravné práce | 20 |
| 2.2.1.2 Terénní průzkumné práce | 21 |
| 2.2.2 Výsledky průzkumných prací | 28 |
| 2.2.2.1 Obnova a revize stávajících sond | 29 |
| 2.2.2.2 Instalace nových termometrických sond | 30 |
| 2.2.2.3 Letecká termometrie | 32 |
| 2.2.2.4 Termometrická měření | 36 |
| 2.2.2.5 Průzkum kontaminace ovzduší | 42 |
| 2.2.2.6 Průzkum kontaminace horninového prostředí | 61 |
| 2.2.2.7 Průzkum kontaminace vod | 66 |
| 2.2.2.8 Biologický průzkum | 73 |
| 2.2.3 Shrnutí plošného a prostorového rozsahu a míry kontaminace | 75 |
| 2.2.4 Posouzení šíření znečištění | 78 |
| 2.2.4.1 Šíření znečištění (termických procesů) v nesaturované zóně | 78 |
| 2.2.4.2 Šíření znečištění v saturované zóně | 79 |
| 2.2.4.3 Šíření znečištění povrchovými vodami | 80 |
| 2.2.4.4 Šíření znečištění ovzduším | 81 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 2.2.4.5 | Charakteristika vývoje znečištění z hlediska procesů přirozené atenuace | 87 |
| 2.2.5 | Shrnutí šíření a vývoje znečištění | 87 |
| 2.2.6 | Omezení a nejistoty | 87 |
| 3 | HODNOCENÍ RIZIKA..... | 89 |
| 3.1 | Identifikace rizik..... | 89 |
| 3.1.1 | Určení a zdůvodnění prioritních škodlivin a dalších rizikových faktorů..... | 89 |
| 3.1.2 | Základní charakteristika příjemců rizik | 92 |
| 3.1.3 | Shrnutí transportních cest a přehled reálných scénářů expozice | 92 |
| 3.2 | Hodnocení zdravotních rizik..... | 93 |
| 3.2.1 | Hodnocení expozice | 93 |
| 3.2.2 | Odhad zdravotních rizik | 94 |
| 3.2.2.1 | Nekarcinogenní účinky | 94 |
| 3.2.2.2 | Karcinogenní účinky | 94 |
| 3.3 | Hodnocení ekologických rizik..... | 95 |
| 3.4 | Shrnutí celkového rizika..... | 96 |
| 3.5 | Omezení a nejistoty | 96 |
| 4 | DOPORUČENÍ NÁPRAVNÝCH OPATŘENÍ | 97 |
| 4.2 | Doporučení postupu nápravných opatření | 99 |
| 5 | ZÁVĚR A DOPORUČENÍ | 100 |
| 6 | POUŽITÁ LITERATURA | 102 |

PŘÍLOHY

- | | |
|--|--------------------|
| 1. Přehledná situace lokality | měřítko 1 : 25 000 |
| 2. Podrobná situace lokality | měřítko 1 : 10 000 |
| 3. Výřez Územního plánu města Ostravy | |
| 4. Výřez mapy ÚSES | |
| 5. Katastrální mapa a výpis z katastru nemovitostí | měřítko 1 : 5 000 |
| 6. Výřez geologické mapy | měřítko 1 : 50 000 |
| 7. Výřez hydrogeologické mapy | měřítko 1 : 50 000 |
| 8. Výřez vodohospodářské mapy | měřítko 1 : 50 000 |
| 9. Letecké snímky lokality | |
| 9.1 Letecký snímek z roku 1994 | |
| 9.2 Letecký snímek s revidovanými hranicemi zájmového území | |
| 10. Situace termometrických sond | |
| 11. Situace lokality s vyznačením odběru vzorků zemin | |
| 12. Situace lokality s vyznačením odběru vzorků vod | |
| 13. Mapa kontaminace podzemních a povrchových vod | |
| 14. Technická zpráva o vrtných pracích – hydrogeologické vrtů | |
| 15. Geologické profily vrtů hydrogeologických vrtů | |
| 16. Geodetická zpráva | |
| 17. Průzkumné a termometrické sondy - Závěrečná zpráva (DRILLING TRADE s.r.o.) | |
| 18. Letecká termovize | |
| 18.1 Technická zpráva (Argus Geo Systém s. r. o.) z 24. 3. 2010 | |
| 18.2 Technická zpráva (Argus Geo Systém s. r. o.) z 9. 6. 2010 | |
| 19. Průzkum kontaminace ovzduší – Závěrečná zpráva (Zdravotní ústav Ostrava) | |
| 20. Biologický průzkum - Závěrečná zpráva (Ing. Jan Hartl, CSc.) | |
| 21. Fyzikálně chemické a toxikologické charakteristiky prioritních škodlivin | |
| 22. Protokoly o odběru vzorků a laboratorní rozborů | |
| 23. Fotodokumentace | |

SEZNAM TABULEK

| | | |
|--|---------------|--------|
| Věkové rozložení obyvatel Slezské Ostravy | Tabulka č. 1 | str 6 |
| Četnost směru větrů (převzato z rozptylové studie, Výtisk, 2008) | Tabulka č. 2 | str 8 |
| Průměrné měsíční úhrny srážek (mm) ve stanici Bohumín | Tabulka č. 3 | str 8 |
| Průměrné měsíční úhrny teploty vzduchu (oC) ve stanici Bohumín | Tabulka č. 4 | str 9 |
| Přehled použitých archivních materiálů | Tabulka č. 5 | str 13 |
| Předpokládané expoziční cesty a potenciální příjemci rizik | Tabulka č. 6 | str 19 |
| Základní údaje o nově vyhloubených vrtech | Tabulka č. 7 | str 24 |
| Souřadnice nově vyhloubených a monitorovaných objektů | Tabulka č. 8 | str 25 |
| Přehled naměřených hladin ve vrtech | Tabulka č. 9 | str 26 |
| Soupis nalezených sond na odvalu Ema | Tabulka č. 10 | str 29 |
| Soupis nenalezených sond na odvalu Ema | Tabulka č. 11 | str 30 |
| Termometrická měření v sondách - únor až duben 2010 | Tabulka č. 12 | str 36 |
| Koncentrace CO, CO ₂ , CH ₄ a O ₂ v sondách | Tabulka č. 13 | str 42 |
| Imisní limity základních sledovaných látek - NV č. 597/2006 Sb. | Tabulka č. 14 | str 47 |
| Limity základních sledovaných látek pro pracovní prostředí | Tabulka č. 15 | str 47 |
| Koncentrace znečišťujících látek – pozadí | Tabulka č. 16 | str 48 |
| Koncentrace kontaminantů v povrchové vrstvě ovzduší na odvalu | Tabulka č. 17 | str 56 |
| Koncentrace sledovaných parametrů na termicky aktivní ploše | Tabulka č. 18 | str 57 |
| Koncentrace sledovaných parametrů na termicky neaktivní ploše | Tabulka č. 19 | str 57 |
| Roční bilance emisí z odvalu | Tabulka č. 20 | str 57 |
| Obsah kontaminantů v půdním vzduchu | Tabulka č. 21 | str 59 |
| Obsah škodlivin v sušině - horninové prostředí | Tabulka č. 22 | str 64 |
| Výluhy vzorků horninového prostředí | Tabulka č. 23 | str 65 |
| Laboratorní rozborů podzemních vod | Tabulka č. 24 | str 70 |
| Laboratorní rozborů povrchových vod | Tabulka č. 25 | str 72 |
| Imisní příspěvek Burni do Ostravice | Tabulka č. 26 | str 81 |
| Celková průměrná větrná růžice lokality | Tabulka č. 27 | str 82 |
| Hlavní kontaminanty v půdním vzduchu | Tabulka č. 28 | str 91 |
| Aktualizovaný koncepční model | Tabulka č. 29 | str 93 |
| Návrh technických parametrů pro odval Ema | Tabulka č. 30 | str 98 |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | | |
|--|---------------|--------|
| Využití širšího okolí lokality | Obrázek č. 1 | str 5 |
| Situace nalezených sond | Obrázek č. 2 | str 30 |
| Termovizní snímek odvalu Ema – březen 2010 | Obrázek č. 3 | str 34 |
| Detail oblasti s termickou aktivitou na odvalu Ema | Obrázek č. 4 | str 34 |
| Termovizní snímek odvalu Ema – červen 2010 | Obrázek č. 5 | str 35 |
| Detail oblasti s termickou aktivitou na odvalu Ema - červen 2010 | Obrázek č. 6 | str 35 |
| Izotermy v hloubce 3 m pod povrchem v jednotlivých měsících | Obrázky č.7-9 | str 38 |
| Porovnání izoterm s termovizním snímkem | Obrázek č. 10 | str 39 |
| Plochy zasažené endogenním hořením | Obrázek č. 11 | str 41 |
| Obsah O ₂ v půdním vzduchu 1 m pod terénem | Obrázek č. 12 | str 44 |
| Obsah CO ₂ v půdním vzduchu 1 m pod terénem | Obrázek č. 13 | str 45 |
| Situace bodů a sond pro měření emisí | Obrázek č. 14 | str 49 |
| Obsah NO _x v povrchové vrstvě vzduchu na odvalu | Obrázek č. 15 | str 52 |
| Obsah SO ₂ v povrchové vrstvě vzduchu na odvalu | Obrázek č. 16 | str 53 |
| Obsah CO v povrchové vrstvě vzduchu na odvalu | Obrázek č. 17 | str 54 |
| Obsah VOC v povrchové vrstvě vzduchu na odvalu | Obrázek č. 18 | str 55 |
| Mapa hydroizohyps | Obrázek č. 19 | str 69 |
| Grafické znázornění celkové větrné růžice | Obrázek č. 20 | str 81 |
| Rozptylová mapa – SO ₂ | Obrázek č. 21 | str 83 |
| Rozptylová mapa – NO ₂ | Obrázek č. 22 | str 84 |
| Rozptylová mapa – CO | Obrázek č. 23 | str 85 |
| Rozptylová mapa – VOC | Obrázek č. 24 | str 86 |

SEZNAM ZKRATEK

| | |
|--------|--|
| AR | Analýza rizik |
| BTEX | Monocyklické aromáty - benzen, toluen, ethylbenzen, xyleny |
| CAS-N | Identifikační číslo látky |
| ČIA | Český institut pro akreditaci |
| DOC | Rozpuštěný organický uhlík |
| CHSK | Chemická spotřeba kyslíku |
| IL | Imisní limit |
| KR-6 | Referenční koncentrace pro karcinogenní látky, odpovídající úrovni rizika $1\%10^{-6}$ |
| MP | Metodický pokyn |
| MŽP ČR | Ministerstvo životního prostředí České republiky |
| NEL | Nepolární extrahovatelné látky |
| NPK-P | Nejvyšší přípustná koncentrace pro průmysl |
| NV | Nařízení vlády |
| OKD | Ostravsko karvinské doly |
| OKR | Ostravsko karvinský revír |
| PAU | Polycyklické aromatické uhlovodíky |
| PCB | Polychlorované bifenyly |
| PEL | Přípustný expoziční limit |
| PK | Referenční koncentrace pro látky s prahovými účinky |
| PP | Pracovní postup |
| PCDD/F | Dibenzodioxiny/dibenzofurany |
| SOP | Standardní operační postup |
| TOC | Celkový organický uhlík |
| ÚSES | Územní systém ekologické stability |
| VOC | Těkavé organické látky |
| ZCHDŽ | Zvláště chráněné druhy živočichů |

ÚVOD

Název úkolu: Analýza rizik odvalů zasažených endogenním hořením ve správě DIAMO, s.p., o.z. Odra

Etapu: Analýza rizik - Ema

Číslo evidenč. listu: 187/2010

Místopisné určení území: kraj: Moravskoslezský
obec: Statutár. město Ostrava, Městský obvod Slezská Ostrava
k. ú.: Slezská Ostrava

Objednatel: DIAMO, s.p., Máchova 201, 471 27 Stráž pod Ralskem

Řešená problematika: Hodnocení rizik plynoucích z odvalu zasaženého endogenním hořením

Řešitelský tým:

Generální dodavatel: **Sdružení „Analýza rizik odvalů – GEOTest+Energie“**
zastoupené vedoucím účastníkem sdružení GEOTest Brno, a.s.

Odpovědný řešitel: xxxxxxxxxxxx, výrobní manažer, GEOTest, a.s.
odborná způsobilost č. rozhodnutí 1478/2001

Řešitelský tým: xxxxxxxxxxxx, GEOTest, a.s. Brno
xxxxxxxxxxxx, GEOTest, a.s. Brno
xxxxxxxxxx, GEOTest, a.s. Brno
xxxxxxxxxxxxxx, GEOTest, a.s. Brno
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx, GEOTest, a.s. Brno
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx, GEOTest, a.s. Brno
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx Energie – stavební a báňská a.s.
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx, Energie – stavební a báňská a.s.
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx Energie – stavební a báňská a.s.
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx, AGS s.r.o.
xxxxxxxxxxxxxxxxxx.,
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx, Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě

Předkládaná analýza rizik byla vypracována na základě Smlouvy o dílo uzavřené mezi objednatelem DIAMO, státní podnik a zhotovitelem Sdružení „Analýza rizik odvalů – GEOTest+Energie“ zastoupené vedoucím účastníkem sdružení GEOTest Brno, a.s. podle § 536 a násl. zákona č. 513/1991 Sb. v platném znění. Smlouva o dílo nabyla účinnosti dnem podpisu 10. 9. 2009.

Od 1. 7. 2010 došlo ke změně názvu a adresy fy GEOTest Brno, a.s. se sídlem Šmahova 112, 659 01 na GEOTest, a.s., Šmahova 1244/112, 627 00 Brno.

Řešitel úkolu vzešel z výběrového řízení na veřejnou nadlimitní zakázku na služby, která byla zadána v otevřeném řízení dle zákona č. 137/2006 Sb., o veřejných zakázkách v platném znění.

Veřejná zakázka je spolufinancována Evropskou unií, SFŽP ČR (akceptační číslo: 08020334, projekt číslo CZ.1.02/4.2.00/08.02548) a z vlastních zdrojů zadavatele v rámci Operačního programu „Životní prostředí, oblast podpory 4.2, kofinancováno z Fondu soudržnosti“.

Příjemcem pomoci z Operačního programu Životní prostředí je DIAMO, s.p., IČ 00002739, DIČ: CZ00002739, se sídlem Máchova 201, 471 21 Stráž pod Ralskem.

1. ÚDAJE O ÚZEMÍ

1.1 Všeobecné údaje

Odvaly jsou průvodním jevem při dobývání uhlí. Jedná se o horniny doprovázející uhelné sloje, tzv. hlušinu. Hlubinná těžba v OKR byla z velké části prováděna na zával, přičemž vytěženou hlušinu z přípravných děl a z procesu třídění a úpravy uhlí bylo nutné ukládat na povrchu. Docházelo tak k vytváření odvalů, případně byla hlušina využívána k zavážení poklesových kotlin, vzniklých poddolováním území. Pozůstatkem dlouhodobého dolování černého uhlí v OKR je až 50 hald (odvalů) různé velikosti s úhrnnou plošnou rozlohou okolo 600 ha, které se nacházejí na území města Ostravy.

K odvalování karbonských hlušín docházelo na Ostravsku už v 19. století. S rozvojem těžby uhlí v OKR především ve 2. polovině 20. století, rostla také potřeba ukládání hlušiny. Odvaly, které tak vznikaly se podle místních podmínek jejich založení liší tvarem, objemem a rozlohou. Na základě tvaru rozeznáváme v OKR odvaly:

- kuželové – dominují výškou v okolním terénu,
- haldové – vznikly nedokončením stavby haldy, jejich tvarová ostrost již prodělala vývojový cyklus,
- tabulové – horizontální složka plochého temene výrazně převažuje nad složkou vertikální,
- terasové – připomínají malou mocnost a velkou rozlohou skutečné říční terasy,
- svahové – při jejich vzniku bylo při odvalování hlušiny využito přirozeného svahu,
- hřbetové – jejich tvar je dán konstrukcí k dopravování hlušiny,
- vyrovnávací – vznikly při vyrovnávání snížení či depresí,
- ploché pokryvy – krajinně se výrazněji geomorfologicky neprojeví.

Zpočátku vznikaly odvaly především kuželové, což mimo jiné souviselo se snahou o co nejmenší zábor půdy. Tyto odvaly dosahovaly výšky až 80 - 90 m. Výška, tvar a rozloha odvalu jsou rozhodující vlastnosti pro jeho začlenění do krajiny.

Obecně jsou odvaly vnímány jako negativní estetický prvek, vyčleňující se z okolního reliéfu. Ať už jsou zarostlé náletovou vegetací nebo po rekultivačních úpravách (více či méně úspěšných), zůstávají plochami s omezenými možnostmi dalšího využití.

Z hlediska vlivu na životní prostředí jsou problémem především tepelně aktivní odvaly. Stále existuje riziko iniciace hoření např. při nevhodném zásahu do starých odvalů. Komplikujícím faktorem může být i geotechnický stav odvalů a skutečnost, že v některých případech byly odvaly využívány k ukládání odpadů, a to i průmyslových, což může představovat samostatný zdroj kontaminace horninového prostředí a podzemní vody jiného druhu.

1.1.1 Geografické vymezení území

Kraj: Moravskoslezský

Obec: Statutární město Ostrava, Městský obvod Slezská Ostrava

Katastrální území: Slezská Ostrava 714828

Zájmová lokalita – komplex odvalu Ema se nachází v katastrálním území Slezské Ostravy. Na SV a V sousedí s městskou zástavbou, tj. s rodinnými domky v ulici Na Najmanské, Vozačské, Miloše Svobody a Obvodní, na S a SZ pak s areálem bývalého dolu Petr Bezruč a na JZ s údolím „Trojice“, kde se v minulosti nacházely důl a koksovna Trojice. Na Z sousedí s další obydlenou oblastí, tj. rodinnými domky a bytovými domy v ulici Na Burni, cca 250 m po směru proudění podzemní vody. Terén, který byl původně svažité k JZ, je vyrovnaný mocnými vrstvami navážek, tvořící těleso celého komplexu odvalu. Začlenění zájmové lokality do širšího okolí je patrné z přílohy č. 1 a 2.

Zájmová lokalita je zobrazena na mapových listech:

| Mapový list | Název listu | Měřítko |
|-------------|-------------|------------|
| 15-43 | Ostrava | 1 : 50 000 |
| 15-432 | Ostrava | 1 : 25 000 |
| 7-0 | Ostrava | 1 : 5 000 |

Ema je svahový odval opticky připomínající odval kuželový. Svah odvalu je vyvinut jen částečně, neboť k jeho sypání docházelo postupně, po dílčích terénních úpravách původního podloží. Původní konfigurace povrchu terénu je dnes již nezjistitelná. Vzhledem k původně především ručnímu způsobu dobývání kvalitních uhelných slojí, bylo množství ukládané hlušiny v minulosti malé. S postupnou mechanizací, a tím i vyšší intenzitou těžby, vzrůstalo také množství materiálu deponovaného na odval.

Základní úprava vytěženého surového uhlí spočívala v první fázi ve třídění na roštu o průměru ok 80 mm. Nadroštné přecházelo přes ruční přebírací pás a následně spolu s podroštným (< 80 mm) do lanovkového výtahu do úpravny koksovny Karolina. Kámen vybraný z přebíracího pásu byl uskladňován do zásobníku a pak vozy dopravován úzkorozchodnou drážkou k vozíkovému výtahu na odval. Následně byl tankovým výklopníkem THV 15 sypán na odval (Hájovský 2002).

Základní charakteristika odvalu:

| | |
|-------------------------------|--|
| Rozloha: | 22 ha |
| Objem: | 2,6 mil. m ³ (celý komplex přes 8 mil. m ³) |
| Doba provozu: | 1920 – 1995 |
| Průměrná sypná výška: | 12 m |
| Maximální sypná výška: | 80 m |

| | |
|-----------------------------|--|
| Technologie dopravy: | úzkorozchodná kolej, prstenec kolem Emy auta a tahače. Ema skipovým výtahem po svážné, lanovkou z dolu Trojice |
| Tvar: | kuželový s nepravidelnou tabulovou plochou u paty kužele |

1.1.2 Stávající a plánované využití území

Odval Ema byl založen v Trojickém údolí na potoce Burňa, který je nyní zatrubněn. V současné době je tvořen komplexem odvalů dolů Ema, Trojice a Petr Bezruč (Terezie), resp. historicky ještě starších důlních děl. Jedná se o jeden z nejstarších odvalů na Ostravsku. Byl využíván v letech 1920 až 1995 k ukládání hlušiny z provozů dolů. Po ukončení využívání odvalu bylo území z části rekultivováno s tím, že další etapa rekultivace proběhne po realizaci sanace termických procesů (Latová 2000, 2002).

Zájmová lokalita se nachází v hornicky dlouhodobě exploatované oblasti. V jejím podloží se nachází řada starých důlních děl, což připouští možnost komunikace mezi nimi a odvalem.

Odval Ema, který je volně přístupný, je součástí městské památkové zóny. Za nemovitou kulturní památku byl prohlášen 15. 5. 1995 pod rejstříkovým číslem ÚSKP 10593/8-3928. Na centrální kužel vede značená turistická cesta.

Ochrana přírody a krajiny, ochrana vodních zdrojů

Zájmové území se podle Územního plánu města Ostravy (viz příloha č. 3) nachází na pozemku určeném k plnění funkcí lesa. Les je zařazen ve smyslu § 8 Zákona č. 289/1995 Sb. do kategorie lesa zvláštního určení.

Zájmové území plní funkci lokálního biocentra ÚSES (č. 535) a lokálního biokoridoru ÚSES (č. 534) s určenou funkcí – botanická zahrada, arboretum (viz příloha č. 4).

Zvláštní režim ochrany vod, ochrana přírody:

V prostoru zájmové lokality a v jejím okolí se nenachází žádné území se zvláštním režimem ochrany vod a nejsou zde rovněž žádné podzemní či povrchové zdroje sloužící hromadnému či individuálnímu zásobování obyvatelstva vodou.

Ochrana přírody a krajiny v okolí lokality:

V okolí zájmové lokality se rovněž nenacházejí žádná maloplošná území, chráněná podle zák. 114/92 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

Dle územního plánu města Ostravy je předpokládáné využití zájmového území pro botanickou zahradu, resp. arboretum. Zájem města Ostravy je vytvořit zde zónu odpočinku a rekreace pro obyvatelstvo a v plánu je i sedačková lanovka. Dle územního plánu je Trojické údolí jednou z hlavních rekreačních lokalit města Ostravy.

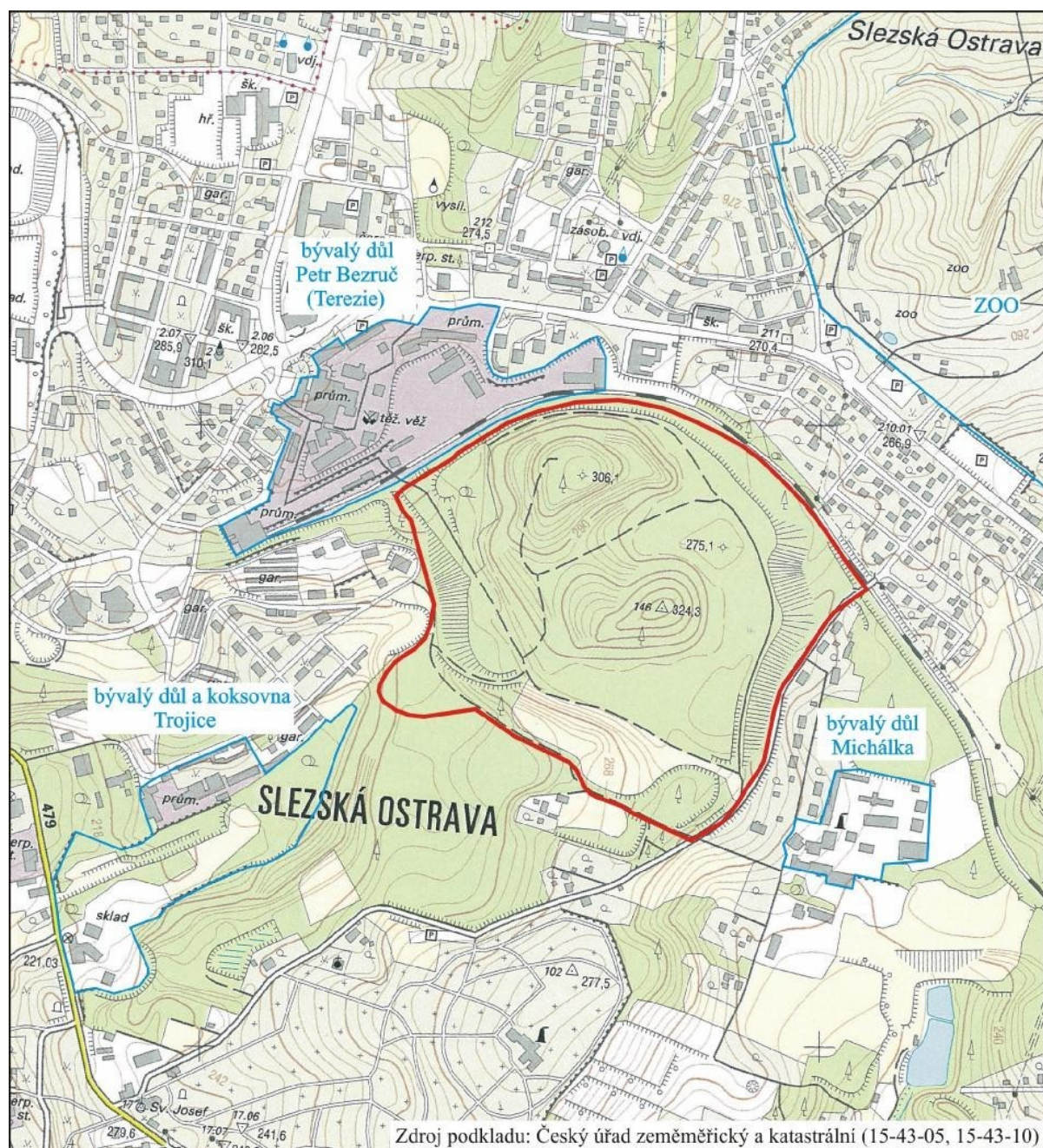
Využití širšího okolí lokality (viz následující obrázek):

- na SZ od odvalu Ema se nachází areál bývalého Dolu Petr Bezruč,
- na JZ se nachází bývalý Důl a Koksovna Trojice,

- na Z, SV a V od lokality se nachází zástavba určená k hromadnému a individuálnímu bydlení,
- SV od odvalu se za obytnou zástavbou nachází ZOO (cca 350 m od okraje odvalu, resp. 500 m od vrcholu).

Využití širšího okolí lokality

Obrázek č. 1



Základní charakterizace obydlenosti území

Odval Ema na SV a V sousedí s městskou zástavbou, tj. s rodinnými domky v ulici Na Najmanské, Vozačské, Miloše Svobody a Obvodní, na S a SZ pak s areálem bývalého dolu a na JZ s údolím Trojice s bývalým Dolem a Koksovnou Trojice. Další obydlená oblast se nachází na Z od lokality v ulici Na Burni, cca 250 m po směru proudění podzemní vody. Jedná se především o rodinné domky a bytové domy.

Zásobování obyvatelstva pitnou vodou je zde realizováno centrálním rozvodem. U některých domů se nacházejí domovní studny využívané k zálivce.

Vlastní odval sice není obydlen, je však volně přístupný, protože byl v roce 1995 vyhlášen za nemovitou kulturní památku. Na centrální kužel, tvořící viditelnou dominantu města, vede podél plochy zasažené endogenním hořením značená turistická cesta, takže se zde pohybují návštěvníci, kteří by mohli být potenciálními příjemci plyných kontaminantů uvolňujících se z haldy v místě postiženém termickými procesy.

Podle počtu obyvatel městského obvodu Slezská Ostrava, jejich skladby a věkového rozložení (viz následující tabulka) je možné odhadovat, že okolí odvalu může žít až 1/15 obyvatel celého městského obvodu, tj. cca 1 400 obyvatel. Skladba a věkové zastoupení obyvatel bude poměrné k uvedenému počtu.

Věkové rozložení obyvatel Slezské Ostravy

Tabulka č. 1

| Počet obyvatel s trvalým pobytem ke dni 30.6.2010 | | Muži | Muži 15+ | Ženy | Ženy 15+ | Celkem | 15+ |
|---|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Občané ČR | 9 996 | 8 300 | 10 952 | 8 902 | 20 588 | 17 202 |
| | Občané EU (mimo ČR) | 174 | 167 | 91 | 82 | 265 | 249 |
| | Cizinci (včetně EU i ne EU) | 529 | 490 | 327 | 297 | 856 | 787 |
| Městský obvod Slezská Ostrava | Obyvatel celkem | 21 444 | | | | | |
| Věkové rozložení obyvatel ke dni 1.5.2010 | Městský obvod Slezská Ostrava | 0 - 4 | 5 - 9 | 10 - 14 | 15 - 19 | 20 - 24 | 25 - 29 |
| | | 1162 | 1178 | 1058 | 1293 | 1534 | 1481 |
| | | 30 - 34 | 35 - 39 | 40 - 44 | 45 - 49 | 50 - 54 | 55 - 59 |
| | | 1750 | 1792 | 1500 | 1572 | 1437 | 1531 |
| | | 60 - 64 | 65 - 69 | 70 - 74 | 75 - 79 | 80 - 84 | 85 - 89 |
| | | 1408 | 1086 | 720 | 492 | 482 | 314 |
| | | 90 - 94 | 95 - 99 | 100+ | | | |
| | | 72 | 20 | 6 | | | |

1.1.3 Majetkoprávní vztahy

Vlastníci dotčených pozemků k datu 31. 7. 2010 v prostoru odvalu Ema – viz katastrální mapa, příloha č. 5:

| Majitel: | číslo parcely |
|-------------------------------|--|
| ČR – DIAMO, s.p. | 2396/1 |
| RPG RE Land, s.r.o. | 509/2, 510/1, 510/4, 511, 515/1, 513, 515/2, 515/3, 515/4, 515/5, 533/1, 533/3, 540, 597, 598, 5649, 2413, |
| Městský obvod Slezská Ostrava | 509/1, 510/22, 510/23, 514, 533/2, 533/4 |
| ČR - Lesy ČR, s.p. | 512/2 |
| Statutární město Ostrava | 510/24, 515/1 |

1.2 Přírodní poměry zájmového území

1.2.1 Geomorfologické a klimatické poměry

Z hlediska regionálního geomorfologického členění (Czudek et al., 1991) patří zájmové území do geomorfologického celku Ostravská pánev, která je součástí podsoustavy Západní Vněkarpatské sníženiny.

Morfologie terénu hodnocené lokality a jejího nejbližšího okolí, je výrazně ovlivněna terénními úpravami, které zde byly v minulosti provedeny v souvislosti s těžbou černého uhlí. Výrazným geomorfologickým prvkem je Trojické údolí, které představuje cca 1 200 m dlouhou depresi přibližně severovýchod-jihozápadního směru, v jejímž centru je koryto potoka Burňa. Tento vodní tok je v prostoru zájmové lokality zatrubněn, na povrch terénu ústí až v severozápadním výběžku bývalého Dolu a koksovny Trojice, ve vzdálenosti cca 600 m od jihozápadního okraje odvalu EMA. Prakticky téměř celé Trojické údolí je zavezeno odvalovým materiálem. Samotný odval EMA představuje významnou dominantu města Ostravy, převyšující původně zarovnaný terén o více jak 60 m.

Klimatologicky se zájmové území řadí do okrsku MT10 (Quitt, et al., 1975), který se vyznačuje dlouhým, teplým a mírně suchým létem, krátkým a mírně teplým jarem a podzimem, s krátkou, mírně teplou a suchou zimou, s krátkým trváním sněhové pokrývky. Průměrná roční teplota vzduchu za období 1961 – 1990 (stanice Ostrava – Mošnov) je 8,2°C, nejméně teplejším měsícem je leden (-2°C), nejteplejším je červenec (18,7°C). Dlouhodobý srážkový průměr za roky 1961 – 1990 (stanice Ostrava – Mošnov) je 702 mm.

Klimatické charakteristiky

| | |
|--|-----------|
| Počet letních dnů | 40 – 50 |
| Počet dnů s průměrnou teplotou 10°C a více | 140 – 160 |
| Počet mrazových dnů | 110 – 130 |
| Počet ledových dnů | 30 – 40 |
| Průměrná teplota v lednu | -2 až -3 |

| | |
|--|-----------|
| Průměrná teplota v červenci | 17 – 18 |
| Průměrná teplota v dubnu | 7 – 8 |
| Průměrná teplota v říjnu | 7 – 8 |
| Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více | 100 – 120 |
| Srážkový úhrn ve vegetačním období | 400 – 450 |
| Srážkový úhrn v zimním období | 200 – 250 |
| Počet dnů se sněhovou pokrývkou | 50 – 60 |
| Počet dnů zamračených | 120 – 150 |
| Počet dnů jasných | 40 – 50 |

Četnost směru větrů (převzato z rozptylové studie, Výtisk, 2008)

Tabulka č. 2

| Směr | S | SV | V | JV | J | JZ | Z | SZ | Bezvětří | Celkem |
|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|----------|--------|
| % | 11,8 | 15,61 | 2,99 | 1,81 | 9,39 | 35,5 | 12,1 | 2,69 | 8,11 | 100 |

Z výše uvedené tabulky lze odvodit, že nejčastěji v roce se vyskytuje jihozápadní směr proudění větrů.

Průměrné měsíční úhrny srážek (mm) ve stanici Bohumín

Tabulka č. 3

| Měsíc/rok | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Σ |
|-------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|--------------|
| 1998 | 30,7 | 31,8 | 33,2 | 45,8 | 49,6 | 121,8 | 94,5 | 88,1 | 96,5 | 84,7 | 18,6 | 22,6 | 717,9 |
| 1999 | 28,3 | 37,4 | 35,3 | 52,8 | 45,4 | 187,9 | 65,7 | 33,0 | 30,6 | 58 | 73,1 | 17,9 | 665,4 |
| 2000 | 22,3 | 24,4 | 66,7 | 37,4 | 80,2 | 43,8 | 166,9 | 62,6 | 47,3 | 30,3 | 78,2 | 44,8 | 704,9 |
| 2001 | 49,1 | 37,9 | 46,5 | 78,7 | 36,3 | 70,8 | 172,7 | 75,9 | 75,9 | 26,4 | 23,5 | 37,9 | 731,6 |
| 2002 | 15,0 | 18,8 | 15,5 | 17,3 | 124,7 | 131,7 | 111,7 | 50,5 | 120,3 | 82,1 | 30,2 | 35,7 | 753,5 |
| 2003 | 27,8 | 5,3 | 20,8 | 58,3 | 72,7 | 29,4 | 58,7 | 36,4 | 41,0 | 70,4 | 22,9 | 37,5 | 476,2 |
| 2004 | 39,9 | 63,9 | 61,8 | 26,9 | 45,3 | 120,9 | 62,4 | 23,5 | 26,2 | 64,3 | 49,1 | 15,9 | 600,1 |
| 2005 | 55,7 | 53,4 | 17,7 | 26,7 | 67,7 | 62,5 | 128,0 | 118,9 | 33,5 | 5,0 | 43,7 | 86,4 | 699,2 |
| 2006 | 37,5 | 39,0 | 59,9 | 67,0 | 73,4 | 61,9 | 9,8 | 151,7 | 24,4 | 10,1 | 47,8 | 31,5 | 614,0 |
| 2007 | 45,8 | 32,8 | 57,0 | 9,8 | 49,1 | 76,5 | 103,3 | 37,0 | 156,5 | 43,9 | 65,3 | 24,6 | 701,6 |
| 2008 | 26,2 | 13,9 | 19,6 | 23,6 | 58,5 | 86,9 | 175,9 | 104,1 | 63,2 | 26,3 | 23,4 | 46,6 | 668,2 |
| 2009 | 19,5 | 34,0 | 83,4 | 9,4 | 79,0 | 150,6 | 126,6 | 44,2 | 16,7 | 77,8 | 66,4 | 47,5 | 755,1 |
| 2010 | 63,5 | 31,9 | 17,3 | 64,0 | 228,5 | 96,7 | 112,5 | 102,5 | 106,5 | 11,0 | 66,9 | 58,6 | 959,9 |

Průměrné měsíční úhrny teploty vzduchu (°C) ve stanici Bohumín

Tabulka č. 4

| Měsíc/rok | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | průměr |
|-------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-------------|
| 1998 | 2,1 | 4,4 | 4,4 | 12,1 | 15,4 | 18,5 | 19,4 | 19,5 | 14,4 | 9,7 | 1,0 | -1,9 | 9,9 |
| 1999 | 1,1 | 0,2 | 6,0 | 11,3 | 14,5 | 17,5 | 20,6 | 18,4 | 15,9 | 9,6 | 3,1 | 1,0 | 9,9 |
| 2000 | -1,2 | 3,9 | 5,1 | 13,1 | 16,3 | 18,8 | 17,5 | 20,4 | 13,9 | 13,8 | 7,9 | 2,1 | 11,0 |
| 2001 | -0,3 | 1,3 | 4,8 | 8,8 | 15,3 | 15,7 | 19,6 | 19,6 | 12,8 | 12,8 | 2,7 | -3,3 | 9,2 |
| 2002 | -0,2 | 4,8 | 6,1 | 9,2 | 17,8 | 18,7 | 20,8 | 20,4 | 13,8 | 8,1 | 6,0 | -3,5 | 10,2 |
| 2003 | -1,9 | -3,3 | 3,7 | 8,0 | 16,9 | 19,9 | 19,8 | 20,6 | 14,8 | 6,6 | 6,7 | 1,3 | 9,4 |
| 2004 | -3,4 | 1,0 | 4,3 | 10,4 | 13,5 | 17,0 | 18,5 | 19,5 | 14,6 | 11,2 | 4,9 | 1,6 | 9,4 |
| 2005 | 0,7 | -2,7 | 1,8 | 10,1 | 14,8 | 17,6 | 19,9 | 17,1 | 15,9 | 10,7 | 3,5 | -0,2 | 9,1 |
| 2006 | -5,5 | -2,4 | 1,3 | 10,1 | 14,7 | 18,8 | 23,5 | 17,5 | 16,8 | 11,7 | 7,3 | 4,2 | 9,8 |
| 2007 | 4,7 | 3,3 | 7,1 | 11,8 | 16,8 | 20,0 | 20,8 | 20,2 | 13,3 | 8,9 | 2,5 | 0,4 | 10,8 |
| 2008 | 2,6 | 3,9 | 4,8 | 9,7 | 14,5 | 19,5 | 19,4 | 19,1 | 13,6 | 10,7 | 6,3 | 1,8 | 10,5 |
| 2009 | -2,9 | -0,2 | 3,6 | 12,4 | 14,7 | 16,4 | 20,3 | 19,3 | 15,2 | 8,1 | 6,7 | -0,1 | 9,46 |
| 2010 | -5,5 | -0,4 | 4,1 | 9,4 | 12,7 | 17,9 | 20,6 | 18,8 | 12,7 | 6,7 | 6,8 | -3,8 | 8,33 |

1.2.2 Geologické poměry

Geologická stavba území hodnocené lokality a jejího nejbližšího okolí je poměrně složitá a v horizontálním směru vykazuje značnou proměnlivost. Geologickou stavbu hodnoceného území lze charakterizovat následovně:

Nejstarší geologickou jednotkou hodnoceného území jsou horniny uhlonosného karbonu (pískovce, prachovce, břidlice s polohami uhlí), které jsou v celém území uloženy velmi mělce pod povrchem. Vyskytují se v podobě zvětralého eluvia. Jižní a jihovýchodní svahy Trojického údolí budují převážně skalní výchozy karbonu. Mimo oblast těchto výchozů (především v severní části lokality) se nacházejí v nadloží svrchnokarbonských sedimentů denudační zbytky šedozelených vápnitých jílu, tzv. ostravských šlírů, které jsou spodnobadenského stáří.

Kvartérní pokryvný útvar je zde zastoupen řadou stratigraficky, geneticky i litologicky odlišných sedimentů. Stratigrafický sled začíná sedimenty sálského zalednění, které je prakticky rozšířeno na celém hodnoceném území. Jedná se o střídající se písky a hlíny se značnou faciální proměnlivostí. Další vrstevní jednotkou jsou sprašové hlíny, zachované pouze na severním a severovýchodním okraji hodnocené lokality. V nižších partiích svahů jsou zpravidla nahrazeny deluviálními hlínami. Náplavové (splachové) hlíny tvoří pokryv údolního dna a mladších erozních rýh, ústících do Trojického údolí.

Hlavním geologickým prvkem modelujícím původní přirozený tvar údolí v místě zájmové lokality do nynější podoby, je mocná vrstva navážkových formací, dosahující místy mocnosti několika desítek metrů (centrální kužel odvalu).

Výřez geologické mapy se zájmovou lokalitou tvoří přílohu č. 6.

1.2.3 Hydrogeologické poměry

Zájmové území patří do hydrogeologického rajónu 2261 Ostravská pánev – ostravská část. Nejvýznamnější hydrogeologickým kolektorem v hodnoceném území jsou kvartérní glacigenní sedimenty, které jsou vertikálně a horizontálně proměnlivé. Ve svrchních partiích souvrství glacigenních sedimentů výrazně převládají jílovité a prachovité sedimenty, hrubě písčité až jemně šterkovité uloženiny o mocnosti většinou do 1,0 m se zde vyskytují v plošně omezených polohách, ve kterých se vytvářejí vesměs nespojitě a závěšené zvodně. Pokud se tyto závěšené zvodně při vrtných pracích převrtají, projevuje se zde tendence k úniku podzemní vody do hlubších částí horninového prostředí směrem k podložním svrchnokarbonským pískovcům. Tento jev např. dokumentují poměry ve vrtu HP-209, kdy byla navrtána hladina podzemní vody v hloubce 5,6 m, po vystrojení vrtu byla změřena ustálená hladina podzemní vody v hloubce cca 10,5 m pod terénem. Obdobně ve vrtu HP-213 byly zastíženy 2 lokální závěšené zvodně s naraženou hladinou podzemní vody v hloubce 3,2 a 6,7 m na povrchu písčité polohy. Po vystrojení však došlo k úniku podzemní vody až do podložních karbonských navětralých pískovců a při režimním měření realizovaném cca 14 dní po vystrojení tohoto vrtu bylo zjištěno, že vrt HP-213 je bez podzemní vody. Obdobně proměnlivé hydrogeologické poměry byly zjištěny i při vrtných pracích realizovaných v roce 2009 v oblasti Trojického údolí v rámci zpracování analýzy rizik bývalých těžebních provozů. Byla vyhloubena řada hydrogeologických monitorovacích vrtů, ve kterých byla zjištěna proměnlivá úroveň ustálené hladiny podzemní vody, byť jednotlivé vrty jsou od sebe vzdáleny jen několik metrů, případně několik desítek metrů a terén je zde rovinatý. Např. ve vrtu PV-319 byla změřena hladina podzemní vody v hloubce 4,19 m od zárubnice, ve vrtu PV-26 v hloubce 9,19 m a ve vrtu PV – 27, hlubokém 10,0 m nebyla vůbec hladina podzemní vody zjištěna.

Jako celek lze glacigenní sedimenty na lokalitě charakterizovat jako komplex omezeně průlinově propustných hornin s koeficientem filtrace převážně v řádech 10^{-6} až 10^{-7} m/s. Ve smyslu Jetelovy klasifikace (1973) se jedná o horniny slabě až dosti slabě propustné v V a VI třídě propustnosti hornin.

Transmisivita horninového prostředí glacigenních sedimentů je dle Krásného (1970, 1976) velmi nízká, s předpoklady využití podzemní vody jednotlivými nepravidelně využívanými odběry pro místní zásobování s omezenou spotřebou.

Hydrogeologické poměry v neogenních a svrchnokarbonských sedimentech v širším zájmovém území nejsou příliš známy, z analogií z jiných lokalit můžeme odhadovat, že jíly a prachy spodnokarbonského lanzendorfské série jsou jen velmi omezeně průlinově propustné až nepropustné (koeficient filtrace nižší jak $1,0 \cdot 10^{-8}$ m/s) a vytvářejí téměř dokonalý hydrogeologický izolátor. Sedimenty uhlonosného karbonu (pískovce, prachovce a jílovité břidlice) jsou omezeně průlinovo-puklinově propustné s koeficientem filtrace převážně v řádech 10^{-5} až 10^{-6} m/s.

Zvláštní postavení mají v odvalu navážky. Jsou poměrně dobře průlinově propustné (koeficient filtrace v řádech 10^{-4} až 10^{-5} m/s – analogie z jiných lokalit na Ostravsku). Infiltrovaná srážková voda se akumuluje při bázi odvalu, neboť v jeho přímém podloží leží omezeně propustné hlíny, často silně jílovité, zabraňující průnikům vody do hlubších částí horninového prostředí. Bazální cca 6 m mocná poloha je zvodněná, přičemž podzemní voda zde obsahuje velké množství uhelného prachu.

Generelní směr odvodnění odvalu Ema je směrem k jihu a jihozápadu do Trojického údolí, k zatrubněnému potoku Burňa. V prostoru severovýchodně od garáží, v ulici Prokopská,

potok Burňa vyvěrá na povrch terénu a přibližně po 20 m je opět sveden do dešťové kanalizace.

V severovýchodní části lokality je směr proudění podzemní vody k severovýchodu až východu do dílčího údolí bezejmenného drobného toku, tekoucího zde ve směru od severu k jihu.

Výřez hydrogeologické mapy se zájmovou lokalitou tvoří přílohu č. 7.

1.2.4 Hydrologické poměry

Z hydrologického hlediska se hodnocená oblast řadí do povodí dolního toku Ostravice, s číslem hydrologického pořadí 2-03-01-083 v režimu II-B-4-b, tj. málo vodná oblast, s malou retenční schopností. Odtok je silně rozkolísaný, koeficient odtoku dosti vysoký. Plocha tohoto dílčího povodí je 9,253 km².

Odvodňovací bázi pro povrchový a podzemní odtok je řeka Ostravice. V jižní a jihozápadní částí lokality se nachází potok Burňa, který je jejím pravostranným přítokem a přitéká do zájmové lokality od severovýchodu. V prostoru zájmové lokality je zatrubněný.

Dle vyhlášky Mze č. 333/2003 Sb. je Ostravice významným vodním tokem.

Výřez vodohospodářské mapy se zájmovou lokalitou tvoří přílohu č. 8.

1.2.5 Geochemické a hydrochemické údaje o lokalitě

Celé území je značně ovlivněno důlní činností, která zde probíhá minimálně již od 19. století. Těžba uhlí a rozvinutý průmysl negativně ovlivnily životní prostředí, tzn. i horninové prostředí a podzemní vodu. Průvodním jevem těžby uhlí jsou mimo jiné odvaly, kterých je na území Ostravy více než 50. Z těchto důvodů je velmi problematické získat údaje o přirozeném chemismu vod (horninového prostředí), aby bylo možné posoudit příspěvek hodnoceného území, resp. hlušinových navážek.

Odval je nehomogenní těleso tvořené horninami doprovázející uhelné sloje, tj. horninami hrušovských a petřkovických vrstev ostravského souvrství, s průlinovou propustností, která umožňuje migraci infiltrovaných srážek (resp. výluhů odvalového materiálu) za vzniku prostorově omezené zvodně ve své bazální části. Migrace kontaminantů vertikálním směrem, tj. do podloží odvalu a zvodně zvětralinového pláště karbonských hornin je omezena, protože zvedení odvalu je od zvodně v bazálním souvrství údolní nivy Odry oddělena 2 až 3 m mocnou polohou povodňových hlín charakteru nedokonalého hydrogeologického izolátoru, tzn. že v místech s vyšším obsahem písčité složky nebo v místě s nižší mocností může ke komunikaci obou zvodní docházet.

Odval Ema patří k nejstarším odvalům na Ostravsku a tomu odpovídá i poměrně vysoký podíl uhelné složky ve starších vrstvách, vzhledem k ručnímu vybírání uhlí. Významnou složkou hlušinového materiálu i uhlí z hlediska možné kontaminace je sulfidická síra, jejíž zvětráváním dochází k výrazné lokální acidifikaci povrchové vrstvy odvalu. V místech termických projevů je množství vznikajících síranů podstatně vyšší. Infiltrací atmosférických srážek do tělesa odvalu pak dochází k jejich vyluhování. V okolí termicky postižených ploch tak výrazně vzrůstá mineralizace vod.

Základním podkladem pro geochemické údaje o lokalitě bývá mapa geochemické reaktivity hornin. Ta však pro zájmové území nebyla zpracována.

Reaktivita horninového prostředí je v prostoru odvalu značně ovlivněna právě karbonskou hlušinou deponovanou na odvalu. Hlušina může obsahovat značné množství spalitelných látek (uhelné substance), podle dosud provedených průzkumných prací v průměru 15 %, ve starších vrstvách se předpokládá až 50 %. Významný je však především obsah sulfidické síry (až 2 %) – viz výše.

Karbonská hlušina jako taková primárně kontaminanty neobsahuje, pouze se z nich za určitých podmínek mohou uvolňovat (sírany atd.). Hlavním rizikovým faktorem spojeným s deponovanou hlušinou je však možnost vzniku endogenního hoření, a s tím spojené všechny negativní důsledky z toho vyplývající jak pro zdraví osob, tak pro složky ŽP (emise škodlivin do ovzduší, zvýšení povrchové teploty odvalu a degradace rostlinného pokryvu včetně živočichů, zvýšení emisí prашného spadu a respirabilních prachových částic, vznik kavern ohrožujících osoby propadem).

Na kontaminaci horninového prostředí včetně podzemní vody se může podílet také fakt, že mimo běžné karbonské horniny zde bylo uloženo i blíže nezjistitelné množství neznámého odpadu.

Pro glacienní sedimenty tvořící přímé podloží odvalu, jsou charakteristické převážně vody hydrochemického typu (dle Kurllovovy klasifikace) Ca-Na-HCO₃, resp. Ca-HCO₃-SO₄. Jedná se o vody prosté, většinou slabě mineralizované.

Zájmová lokalita náleží k území, které je z hlediska vhodnosti podzemní vody pro zásobování pitnou vodou hodnoceno jako území s vodou II. a III. kategorie (voda málo vhodná nebo nevhodná - převzato: Soubor geologických a účelových map - Hydrogeologická mapa ČR, list 15-43 Ostrava, ČGÚ 1991). Hlavními kritérii pro začlenění vod v okolí odvalu do kategorie byly následující ukazatele:

Ca+Mg <1 mmol/l, Fe <0,3-30 mg/l, Mn 0,1-1 mg/l, NH₄ 0,1-1 mg/l,
NO₃ 15-50 mg/l, NO₂ 0,1-3, SO₄ 250-500 mg/l, celková mineralizace 0,1-6 g/l.

V nejbližším okolí odvalu se však nacházejí další významné zdroje kontaminace podzemní vody, a to areál bývalého dolu Petr Bezruč na SZ od odvalu a bývalý Důl a Koksovna Trojice na J a JZ.

2. PRŮZKUMNÉ PRÁCE

2.1 Dosavadní prozkoumanost území

Zkoumáním hodnoceného odvalu a jeho okolí se v minulosti zabývala řada autorů. V převážné většině se jednalo o práce související s hodnocením antropogenního znečištění a práce v rámci inženýrsko-geologických průzkumů pro dílčí stavby projektované v nejbližším okolí nebo na samotném komplexu odvalů, případně o orientační hydrochemický a hydrogeologický průzkum v Trojickém údolí. Další práce se týkaly ekologického auditu a AR lokality Petr Bezruč a AR koksovna Trojice. Geologické mapování ani monitorování termických procesů na komplexu odvalů ani na centrálním kuželu systematicky do roku 2003 prakticky nebylo prováděno.

2.1.1 Základní výsledky dřívějších průzkumných prací na lokalitě

Přehled použitých archivních materiálů

Tabulka č. 5

| Rok realizace | Řešitel | Cíl prací |
|---------------|--|---|
| 1978 | Kleinová R. | Geologický průzkum základové půdy pro zabezpečení prostoru paty haldy dolu P. Bezruč před možným zničením v důsledku sesuvu půdy |
| 1978 | Ondra K. | Inženýrsko-geologický průzkum na j. a jz. svahu slezsko-ostravského kopce v návaznosti na zastavovací plán území |
| 1983 | Ondra K. | Doplňující inženýrsko-geologický průzkum okrajových ploch pro územní plán zón Slezská Ostrava – Muglinov |
| 1993 | Sýkora L. | Orientační hydrochemický a hydrogeologický průzkum – Trojické údolí |
| 1993 | Sýkora L. | Hydrochemický a hydrogeologický průzkum – Ostrava - Trojické údolí – II. etapa |
| 1994 | Sýkora L. | Hydrochemický a hydrogeologický průzkum – Ostrava - Trojické údolí – II. etapa – dodatek |
| 1995 | Sýkora L. | Ekologický audit – Koksovna Trojice |
| 1997 | Brhel P. | OKD, a.s., Důl Odra, o.z., lokalita Petr Bezruč – analýza rizika |
| 1997 | Šmolka M. a kol. | Analýza rizika – koksovna Trojice |
| 2003 | Stoniš M. | Projekt průzkumu a monitoringu stavby: Sanace odvalu Ema |
| 2004 | OKD, DPB, a.s. (P. Koníček) | Studie vlivů odvalů a odkališť na složky životního prostředí – svazek č. 15 – odval Ema (průzkum antropogenního znečištění ovlivňujícího životní prostředí – etapa vyhledávací) |
| 2007 | Arcadis Geotechnika a.s. (J.Hájovský,): | Odval Ema – průzkum a monitoring termických procesů (dílčí zpráva) |
| 2009 | SG – Geotechnika (J. Hájovský,): | Odval Ema – průzkum a monitoring termických procesů - opakovaný letecký termovizní snímek (dílčí zpráva) |
| 2009 | Arcadis Geotechnika a.s. (J.Hájovský,): | Odval Ema – průzkum a monitoring termických procesů (závěrečná zpráva) |

Soustavnější sledování odvalu Ema bylo zahájeno až v roce 2007, přičemž sledování bylo soustředěno na centrální kužel. V rámci průzkumu realizovaného v roce 2007 byl proveden atmoscreening a termoscreening, ovzorkování karbonských hlušín na stanovení veškeré síry a obsahu spalitelných látek, ovzorkování zemin u paty odvalu na stanovení vybraných kovů a NEL, ovzorkování povrchové a podzemní vody na stanovení vybraných kovů, chloridů, síranů, amonných iontů, NEL, pH a konduktivity.

Na základě provedených prací byly autory formulovány následující závěry:

- Na celé ploše odvalu se vyskytují tepelně přeměněné odvalové karbonské horniny, pouze v některých částech, především na V straně kužele a podél přístupové cesty na vrchol a J od ní se při povrchu vyskytovaly silně zahliněné vrstvy s menším podílem tepelně přeměněných hornin.

- V minulosti došlo k endogenním požárům uložených karbonských hlušin na odvalu, které byly částečně lokalizovány a následně částečně likvidovány.
- Provedený orientační atmoscreening a termoscreening spolu s výsledkem terénního průzkumu indikoval dosud probíhající endogenní procesy v tělese odvalu.
- Výsledky laboratorních analýz podzemní vody odebrané z vrtu pod patou odvalu ve směru proudění podzemní vody neprokázaly významné znečištění zvodně, s výjimkou zvýšené koncentrace síranů. Vzhledem ke geologickým a hydrogeologickým podmínkám podmiňujících případné šíření kontaminace, byl vliv na podzemní vodu v okolí odvalu hodnocen jako za prokázaný.
- Vzorek vody odebraný z vývěru pravděpodobně podzemní vody vázané na navážky odvalové hlušiny (výluhy) vykazoval výrazně zvýšenou konduktivitu i obsah síranů, chloridů a NEL. Tento vývěr v závěru Trojického údolí je zaústěn do potoka Burňa před jeho zatrubněním, který je dále zaústěn do Ostravice. Řešitel v závěrech konstatuje, že recipient (řeka Ostravice) není z hlediska šířících se kontaminantů zatím prokazatelně ohrožen.
- Analýzy zemin z okolí odvalu sice nesignalizují antropogenní znečištění avšak k nepříznivému ovlivňování rostlinného krytu rekultivovaného odvalu dochází v důsledku jiných vlivů odvalu, především vysokou teplotou, což není v souladu s budoucím využitím území.
- Viditelné projevy termické činnosti v odvalu byly dlouhodobě pozorovány v JZ části svahu centrálního kužele v prostoru bývalé lanovky podél přístupové cesty na vrchol, v samotné vrcholové partii a částečně i na severním svahu kužele. Nacházejí se zde otevřené průduchy s výstupem horkých plyných zplodin hoření.
- Zplodiny termických procesů probíhajících na odvalu kontaminují ovzduší.

2.1.2 Přehled zdrojů znečištění

Historický vývoj zájmové lokality

V případě odvalu Ema se jedná o původně svahový odval, po navržení opticky připomínající odval kuželový. Svah odvalu je vyvinut jen částečně, neboť k jeho sypání docházelo postupně, po dílčích terénních úpravách původního podloží. Původní konfigurace povrchu terénu je dnes již nezjistitelná. S ohledem na původně především ruční způsob dobývání kvalitních uhelných slojí, bylo množství ukládané hlušiny v minulosti malé. S postupnou mechanizací, a tím i vyšší intenzitou těžby, vzrůstalo také množství materiálu deponovaného na odval.

Základní úprava vytěženého surového uhlí spočívala v první fázi ve třídění na roštu o průměru ok 80 mm. Nadroštné přecházelo přes ruční přebírací pás a následně spolu s podroštným (< 80 mm) do lanovkového výtahu do úpravny koksovy Karolina. Kámen vybraný z přebíracího pásu byl uskládán do zásobníku a pak vozy dopravován úzkorozchodnou drážkou k vozíkovému výtahu na odval. Poté byl tankovým výklopníkem THV 15 sypán na odval (Hájovský 2002).

Zájmová lokalita se nachází v hornicky dlouhodobě exploatované oblasti a existence stařin řady důlních děl v jejím podloží připouští možnost komunikace mezi nimi a odvalem.

Mimo běžné karbonské horniny bylo na odval uloženo i blíže nezjistitelné množství stavebního, komunálního a domovního odpadu. Těsně po válce byly v patě odvalu ukládány

sutě z vybombardovaných domů. Podle svědectví pamětníků se na odval sypaly i dřevěné piliny a ukládaly výpěrky z úpraven o zrnitosti do 200 mm, které místy mohou tvořit až 15 % objemu deponovaného materiálu (Stoniš 2003).

Z hlediska možnosti vzniku endogenního požáru je důležitý obsah spalitelných látek v hlušině. Při dříve používaných technologiích dobývání a následné úpravy rubaniny - ručního vybírání uhlí, zůstávalo v hlušině vyvážené na odval až 50 % uhlí. Tento fakt je jednoznačně obecnou příčinou záparu a následných požárů starých odvalů, stejně jako důvodem endogenního zahoření.

Termické procesy, včetně otevřených požárů, na odvale Ema s různou intenzitou probíhají již desítky let. Opakované pokusy o sanaci centrálního kužele nebyly účinné. V 60. letech byl realizován provozní pokus sanace existujících termických procesů spojený s prevencí vzniku nových ložisek termické aktivity, který spočíval ve společném sypání haldoviny a elektrárenského popílku (Stoniš 2003). Byla zde vytvořena technologická linka, kde byly oba materiály promíchávány. Její součástí byla i skládka popílku umístěná mimo korunu odvalu, která byla ohrazená hrází z důlní hlušiny o výšce 2,5 – 3 m. Popílek při vysychání bylo nutno kropit, přičemž se zkoušely i lihové výpalky z Vratimovských papíren. Po promíchání se směs v důlních vozech dopravovala na odval, kde se vyklápěla. Uvedený provozní pokus se měl řadu nevýhod. Docházelo k separaci hornin při vysypávání, kdy větší a těžší kusy se sesouvaly na úpatí kužele a popílek se dostával pouze do ¼ svahu. Vlivem srážkové činnosti byl následně splavován a docházelo k ujíždění svahu. Vzhledem k vlastnostem popílku v souvislosti s jeho přibývajícím množstvím v tělese odvalu, podstatně klesala stabilita odvalu.

Lokalitu Ema negativně ovlivnila i úzká spojitost s přilehlým odvalem dolu Trojice, na kterém došlo, zřejmě vzhledem k vysokému obsahu spalitelných látek v hlušině, k samovznícení a následnému požáru. Tento byl v roce 1977 asanován. Jako technologie byla zvolena metoda plošného rýhování povrchu haldy. Do vyhloubených rýh byla naplavována suspenze elektrárenského popílku a vody. Tím byla vytvořena těsnící bariéra proti přenesení požáru deponovaného materiálu na sousední odval Ema.

Významné bylo i řešení záparu na SZ svahu odvalu, kde hrozilo nebezpečí rozšíření na starý odval v areálu P. Bezruč (Stoniš 2003). Tento problém byl řešen v roce 1982 havarijní komisí OKD. Realizována byla metoda sypání izolačních pásů na svah odvalu. Technologicky se jednalo o pravidelné navážení elektrárenského popílku ve vrstvách následně překrývaných vrstvou úpravárenských výpěrků s kontrolovaným obsahem spalitelných látek (celkem 50 tis. m³). Takto byl vytvořen izolační předěl mezi starým odvalem a odvalem Ema, který byl následně rekultivován.

Soustavnější sledování odvalu Ema bylo zahájeno až v roce 2007, přičemž sledování je soustředěno na centrální kužel odvalu.

Na odval byly ukládány horniny, odpovídající hrušovským a petřkovickým vrstvám ostravského souvrství, se složením průvodních hornin (Stoniš, 2003):

- Pískovec arkózový, světle šedý, jemnozrnný, obsahuje hlavně křemen, živec a částečně slídu; tmel křemitý.
- Jílovec – jílovitá, tmavošedá, uhelná břidlice s pelitickou strukturou a menším obsahem prachovitých částic. Obsahuje jílovitou základní hmotu s uhelnou příměsí a menším množstvím slídy.
- Prachovec – uhelná tmavošedá prachovitá břidlice se strukturou obsahující převážně jílovitou hmotu s uhelnou příměsí křemene a slídou.

- Hmotnostní zastoupení v průvodních horninách:

| | |
|-----------|------------|
| pískovec | 20 až 40 % |
| jílovec | 30 až 45 % |
| prachovec | 15 až 30 % |
- Zrnitostní rozbor hlušiny:

| |
|-----------------------|
| <0,5 mm – 3,7 %, |
| 0,5 – 10 mm – 14,5 %, |
| 10 – 30 mm – 13,7 %, |
| 30 – 80 mm – 22,6 %, |
| >80 mm – 42,6 % |
- Průměrná popelnatost: 77,3 %
- Mezerovitost: kámen z dolu na odvalu: 33,7% - 43,5 %
- Sypná hmotnost: 1,5 – 1,7 t/m³
- Kvalitativní vlastnosti:

| | |
|------------|---|
| pískovec: | měrná hmotnost 2,6 – 2,9 t/m ³ objemová hmotnost 2,1 – 2,6 t/m ³ nasákavost 1,0 – 4,5 % |
| prachovec: | měrná hmotnost 2,6 – 3,0 t/m ³ objemová hmotnost 2,4 – 2,7 t/m ³ nasákavost 1,0 – 3,5 % |
| jílovec: | měrná hmotnost 2,6 – 3,3 t/m ³ objemová hmotnost 2,3 – 2,9 t/m ³ nasákavost 2,0 – 6,5 % |

Velmi závažným a negativním faktorem u složení deponovaných horninových materiálů je obsah spalitelných látek. Z historicky známých skutečností lze konstatovat, že při dříve používaných technologiích dobývání a následné poměrně primitivní úpravě rubaniny docházelo k nahromadění uhelné hmoty v hlušině vyvážené na odval, což je obecně hlavní příčinou záparů, endogenního hoření a požárů na starých odvalech.

Z hlediska rekultivací byla na komplexu odvalu dosud provedena rekultivace obvodového prstence, zploštění svahů a zalesnění do překryvu souvkovými hlínami i na temeni (Rekultivace odvalu P. Bezruč a Rekultivace odvalu Terezie /Latová, 2000, 2002).

Dalším zdrojem znečištění vod v okolí odvalu Ema je již zmiňovaný Důl a Koksovna Petr Bezruč, která s odvalem sousedí na západě, případně Důl a Koksovna Trojice, nacházející se jihozápadním směrem od odvalu Ema. Tyto bývalé průmyslové areály jsou významnějším zdrojem kontaminace podzemních a povrchových vod než samotné výluhové vody z odvalu.

2.1.3 Vytýpování látek potenciálního zájmu a dalších rizikových faktorů

a) Seznam látek potenciálního zájmu

Seznam látek potenciálního zájmu vycházel jednak ze způsobu využívání lokality jako deponie karbonské hlušiny, ale i dalších faktorů, které mohly negativně ovlivnit kvalitu složek životního prostředí.

Odval Ema je nehomogenní těleso tvořené horninami doprovázející uhelné sloje, tj. horninami hrušovských a petřkovických vrstev ostravského souvrství. Vzhledem k jeho stáří obsahuje ve starších vrstvách poměrně vysoký podíl uhelné složky a významnou složkou je i sulfidická síra, jejímž zvětráváním dochází k acidifikaci a následném navýšení obsahu síranů v horninovém prostředí, které jsou pak atmosférickými srážkami vyluhovány a transportovány do podzemních nebo povrchových vod. V minulosti byly sírany a některé kovy prokázány v potoku Burňa, vyvěrajícího na JZ okraji odvalu.

Významným zdrojem celé řady kontaminantů (CH_4 , O_2 , CO , CO_2 , NO , NO_2 , NO_x , VOC, PAU, PCB a PCDD/F) jsou i vlastní termické procesy.

Látky potencionálního zájmu, jejichž obsah byl sledován ve vlastním odvalovém materiálu, podloží nebo podzemních a povrchových vodách vycházel jak z výše uvedených skutečností, tak z výsledků průzkumných prací realizovaných přímo v zájmové lokalitě nebo jiných lokalitách OKR obdobného charakteru, postižených důsledky dlouhodobé těžby černého uhlí a ukládání odvalené hlušiny.

Ve vzorcích horninového prostředí byly sledovány

v sušině:

- BTEX, $\text{C}_{10}\text{-C}_{40}$, NEL, PAU, PCB, TOC, spalitelné látky

ve vyluzích:

- DOC, fenolový index, chloridy, fluoridy, sírany, As, Ba, Cd, Cr celk., Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Mo, rozpuštěné látky, pH.

Ve vzorcích vod byly sledovány následující parametry:

- pH, vodivost, CHSK/Cr, chloridy, sírany, amonné ionty, NEL, Ca, Na, Cd, Cr, Hg, Pb, Zn, Ni, PAU, PCB, DOC a $\text{C}_{10}\text{-C}_{40}$.

Plynometrický průzkum byl zaměřen na sledování:

- CH_4 , O_2 , CO , CO_2 , NO , NO_2 , NO_x , VOC, PAU, PCB a PCDD/F.

Ze skupiny VOC (Volatile Organic Compounds) - těkavých organických sloučenin, (schopných tvořit fotochemické oxidanty reakcí s oxidy dusíku za přítomnosti slunečního záření) byly sledovány následující:

BTEX, styren, freony 11, 12, 113, 114, chlormethan, dichlormethan, trichlormethan, tetrachlormethan, 1,1-dichlorethan, 1,2-dichlorethan, 1,1,1-trichlorethan, vinylchlorid, methylbromid, ethylbromid, ethylchlorid, 1,1-DCE, c-1,2-DCE, TCE, 1,2-dichlorpropan, c-1,3-dichlorpropen, t-1,3-dichlorpropen, 1,1,2-trichlorethan, PCE, 1,2-dibromethan, 1,1,2,2-tetrachlorethan, trimethylbenzeny, CB, DCB, TCB, hexachlorbutadien.

b) Rizikové faktory

Termické procesy

Hlavním rizikovým faktorem na lokalitě jsou termické procesy, které zde s různou intenzitou probíhají již řadu let. Vznik požáru souvisí se složením odvalené hlušiny, resp. obsahem síry (sulfidů) a spalitelných látek (uhelné složky), ale i obsahu kyslíku v půdním vzduchu. Vznik požáru, jeho vývoj a směr šíření lze jen obtížně (pokud vůbec) predikovat.

V důsledku termických procesů se zvyšuje teplota přípovrchových vrstev a dochází k poškození až likvidaci vegetace na zrekultivovaných a již zapojených lesních plochách.

Hrozí tak riziko povrchového požáru se všemi negativními důsledky pro zdraví osob a složky ŽP. Vegetace zbavené plochy jsou pak zdrojem zvýšené prašnosti včetně polétavého prachu, přičemž přenos škodlivin je možný na větší vzdálenosti od ohniska. V prohořelých částech odvalu mohou vznikat kaverny, docházet k propadům, přičemž ohroženy mohou být jak osoby, tak stabilita odvalu.

Cizorodé materiály uložené na odvalu

Součástí tělesa odvalu jsou i černé skládky (odpad neznámého charakteru), které zde byly pravděpodobně v minulosti uloženy a jejichž složení je neznámé.

Ne všechny sledované parametry v horninovém prostředí nebo podzemních a povrchových vodách představují automaticky závadné látky, některé byly sledovány v souvislosti s průzkumem termických procesů. Riziko pro zdraví představují především organické polutanty, případně některé kovy.

Vytipované látky potenciálního zájmu jsou uvedeny v následujícím přehledu, jejich fyzikálně chemické a toxikologické charakteristiky tvoří přílohu č. 21.

CH₄, CO, CO₂, NO, NO₂

BTEX, uhlovodíky C₁₀-C₄₀, NEL, PAU, PCB, PCDD/F

NH₄⁺, As, Ba, Cd, Cr

Podzemní a povrchové vody v okolí odvalu Ema jsou ovlivněny především JZ směrem od odvalu, což je hlavní směr odtoku jak podzemní, tak povrchové vody. Tímto směrem se nachází i bývalý Důl Trojice, kde dochází k další kontaminaci jak podzemní tak povrchové vody. Podzemní voda není v této oblasti využívána k pitným účelům. Výtok z podpaty odvalu JZ směrem od odvalu (potok Burňa) obohacený o výluhové vody z odvalu, je dále zaústěn do Ostravice. Vzhledem k nesrovnatelným průtokům v potoce a v řece (ředění kontaminace), nebylo v minulosti zaznamenáno měřitelné zhoršení kvality vody v řece.

Podzemní voda v těsné blízkosti odvalu vykazuje vysokou konduktivitu. Ve směru odtoku z lokality pak vykazuje vysoký obsah síranů, případně zvýšený obsah chloridů, sodíku, kadmia a niklu. Předpoklad výskytu PAU nebo PCB se nepotvrdil.

2.1.4 Předběžný koncepční model

Predběžný koncepční model vychází z poznatků dříve provedených průzkumných prací. Obsahuje předpokládané expoziční cesty reálnými transportními cestami od zdroje k potenciálním příjemcům.

Předpokládané expoziční cesty a potenciální příjemci rizik

Tabulka č. 6

| zdroj kontaminace (rizikových faktorů) | transportní cesta | příjemce rizik | expoziční scénář |
|--|--|---|---|
| 1. hlušina uložená na odvalu | intenzifikace a migrace podzemního požáru do nezasažených, resp. zrekultivovaných ploch → možnost vzniku povrchového lesního požáru | lesní ekosystémy, návštěvníci odvalu, obyvatelé rezidenčních čtvrtí, ZOO | tepelná expozice až destrukce lesního ekosystému, ohrožení blízké zástavby, následně zvýšená prašnost v důsledku větrné eroze ploch bez vegetačního krytu |
| 2. teplo a produkty endogenní hoření v prostoru odvalu | infiltrace atmosférických srážek, vymývání produktů sulfidického zvětrávání → acidifikace výluhových vod → zasažení podzemních a povrchových vod | Ostravice | podzemní a povrchová voda odtéká do kontaminované oblasti, kde dochází k obohacení o další kontaminanty |
| | kontaminace ovzduší plynnými produkty hoření | místní ekosystémy, návštěvníci odvalu, obyvatelé rezidenčních čtvrtí, ZOO | inhalace plynů a par |

Zdrojem kontaminace na lokalitě je vlastní odvalová hlušina, obsahující sulfidy. Jejich oxidací vzniká kyselina sírová, která okyseluje prostředí a srážkovými vodami je vymývána, proniká až do kvartérní zvodně a migruje ve směru jejího odtoku, tj. k JZ částečně i k SZ. Ve směru odtoku podzemní i povrchové vody z prostoru odvalu se nachází průmyslová oblast s významně kontaminovaným horninovým prostředím včetně podzemní vody, nenacházejí se zde žádné zdroje pitné vody, nebyli nalezeni příjemci rizik z této transportní cesty.

Největší rizika plynou z endogenního požáru, probíhajícího v tělese odvalu. Odval Ema je z pohledu termických procesů dlouhodobě stabilní, avšak predikce vývoje termických procesů je velmi obtížná, zvláště u starých odvalů jako je Ema.

V případě že by došlo k intenzifikaci termických procesů v JZ části svahu centrálního kuželu v prostoru bývalé lanovky podél přístupové cesty na vrchol, hrozilo by riziko:

1. rozšíření postižené plochy, tj. migrace na dosud nezasažené již zrekultivované a zapojené lesní plochy, s možností vzniku povrchového lesního požáru. Příjemci takového rizika by v tomto případě byly:
 - a. lesní ekosystémy, prakticky by došlo k jejich likvidaci,
 - b. návštěvníci odvalu, který je součástí městské památkové zóny a od roku 1995 také technickou památkou (na vrchol vede značená turistická stezka),
 - c. zaměstnanci firem sídlících v prostoru bývalé Koksovy Trojice,
 - d. obyvatelé blízké zástavby,
 - e. ostravská zoologická zahrada, nacházející se SV směrem od odvalu,
2. z inhalace produktů hoření (resp. poléťavého prachu) a prašného spadu,
3. vzniku rozsáhlých majetkových škod a ohrožení vlastnických zájmů a práv.

Výluhy odvalového materiálu obsahující produkty sulfidického zvětrávání migrují z prostoru odvalu k JZ, kde (jak prokázaly dříve realizované průzkumné práce) ovlivňují kvalitu

podzemních i povrchových vod minimálně navyšováním obsahu síranů. Nejvýrazněji se to projevuje na výtoku zatrubněného potoka Burňa na JZ okraji haldy, kde obsah síranů a kadmia překračoval limit nařízení vlády č. 229/2007 Sb. pro povrchovou vodu. Ve směru hlavního odtoku podzemní vody z lokality se nachází areál bývalého Dolu a Koksovny Trojice, kde je podzemní voda již významně kontaminována látkami zdraví škodlivějšími než jsou výluhy z hlusiny. Podzemní voda zde ani v okolí lokality není využívána k zásobování pitnou vodou, tzn. že nebyli nalezeni příjemci případných rizik z této transportní cesty. Navíc by bylo velmi obtížné určit podíl odvalu a bývalých provozů na případném riziku.

2.2 Aktuální průzkumné práce

Rozsah průzkumných prací vycházel ze závazné zadávací dokumentace a schváleného realizačního projektu:

- přípravné práce
- terénní průzkumné práce
 - průzkum endogenních procesů
 - letecká termometrie
 - termometrická měření
 - průzkum kontaminace ovzduší
 - atmogeochemická měření škodlivin a měření hmotnostních toků v sondách
 - měření škodlivin a hmotnostních toků v ploše
 - stanovení rychlosti proudění z plochy
 - průzkum kontaminace povrchových vod, vzorkovací práce
 - průzkum kontaminace podzemních vod, vrtné práce, vzorkovací práce
 - průzkum kontaminace horninového prostředí, vzorkovací práce
 - biologický průzkum
- laboratorní práce
- inženýrská činnost
 - pasportizace objektů
 - vytyčení vrtných prací
 - geodetický záměr vrtných prací a měřicích míst
 - vstupy na pozemky a ohlášení prací
- vyhodnocovací práce
- zpracování analýzy rizik.

2.2.1 Metodika a rozsah průzkumných a analytických prací

2.2.1.1 Přípravné práce

V rámci přípravných prací byl po podpisu smlouvy o dílo zpracován v souladu s nabídkovým projektem realizační projekt.

Cílem přípravných prací bylo vymezení zájmového území tak, aby prováděným průzkumem byly zastiženy plochy odvalu, na kterých probíhají procesy mající negativní vliv (dopad) na životní prostředí, možný vznik rozsáhlých škod na majetku, ohrožení zdraví občanů, omezení

vlastnických zájmů a podobně.

Při vymezení zájmového území se vycházelo z několika hledisek:

- jakým způsobem odval v minulosti vznikal (většinou byly odvaly zakládány v blízkosti šachet),
- historických fotografií a map,
- historii ukládání či následnou redeponizaci haldoviny,
- porovnání původní morfologie území se současným stavem,
- podklady a dokumentace již dříve provedených sanačně rekultivačních zásahů v plochách odvalů,
- pamětníků a podobně.

V rámci kamerálních prací byla provedena podrobná rešerše dosavadních poznatků včetně výsledků realizovaných průzkumných prací.

Kamerální práce byly zaměřeny především na studium historie odvalu, a to jak technologie jejich vzniku, tak všech dosavadních sanačních zásahů a opatření, které na lokalitě byly v minulosti realizovány. Zvláštní pozornost byla věnována studiu v minulosti probíhajících endogenních požárů, včetně způsobu jejich likvidace.

Byly prostudovány průzkumy týkající se kvalitativního a semikvantitativního složení hald jak původního odvaleného materiálu, tak materiálu prohořelého, ale i vlastního podloží haldy. Byly prostudovány práce věnující se plochám zasaženým endogenním hořením a výsledkům termometrických a plynometrických měření, monitoringu kvality podzemní a povrchové vody atd.

Po vlastní rekognoskaci lokality (podrobném geologickém mapování), pasportizaci objektů, verifikaci vstupních údajů a na základě vyhodnocení historických podkladů byly následně vytyčeny nové termometrické sondy, hydrogeologické vrty pro odběr vzorků podzemní vody, které měly doplnit stávající monitorovací síť objektů.

V rámci přípravných prací byly dodavatelem prací také vyřízeny vstupy na dotčené pozemky a provedeno ohlášení prací na příslušných správních úradech.

2.2.1.2 Terénní průzkumné práce

2.2.1.2.1 Průzkum endogenních procesů

2.2.1.2.1.1 Obnova a revize stávajících sond

Dle archivních podkladů byly na odvalu Ema v minulosti prováděny průzkumné práce pouze v omezeném rozsahu. Termická aktivita byla sledována měřením podpovrchových teplot v síti 10 × 10 m a v hloubce cca 30 m p.t. a měřením teplot v síti 30 × 30 m v hloubce 3 m p.t. V hloubce 3 m p.t. bylo měření prováděno v zarážených ocelových sondách o vnitřním průměru 20 mm uzavřených hroty s otvory pro odběr vzdušin. Těchto sond bylo dle získané dokumentace v březnu 2007 instalováno celkem 36 ks. Obnova a revize těchto sond spočívala v jejich vyhledání v terénu a zpřístupnění odstraněním vegetace kolem ústí sondy; v případě jejich zasypání jejich zprůchodnění, ověření hloubky a zaměření.

Termometrické sondy byly vyhloubeny subdodavatelsky firmou DRILLING TRADE, s.r.o. na základě specifikace zadavatele v souladu se zákonem č. 62/1988 Sb. o geologických

pracích ve znění pozdějších předpisů, včetně naplnění nezbytných ohlašovacích a evidenčních povinností plynoucích z tohoto zákona.

Průzkumné a termometrické sondy byly provedeny jako trvalé a byly ukončeny v podloží (pokud tomu nezabránilo vysoké teploty) monitorovaného odvalu, tj. v glacigenních uloženinách jílovito-písčitého charakteru. Situace termometrických sond je patrná z přílohy č. 10.

Vrty byly označeny jako EMA-1 až EMA-3 a dosahují hloubky v intervalu cca 28,0 - 63,0 m. Výstroj sond tvoří ocelové zárubnice v části profilu s perforovanými úseky. Průměr zárubnice je 63 mm s tloušťkou stěny 3,6 mm. Ústí zárubnice - sondy bylo provedeno jako plynotěsné s uzamykatelným - šroubovacím zhlavím.

Vrtné práce byly prováděny mobilní vrtnou soupravou WIRTH B1A a B2 na podvozcích Praga V3S a TATRA. Vrtáno bylo průměrem v intervalu 220 - 108 mm za použití ocelových pažnic 219 – 140 mm. Sondy byly jádrovány bez použití výplachu a v zónách s nesoudržnými polohami zemin byl použit spirál.

Po provedení prvotní geologické dokumentace bylo vrtné jádro skartováno dle platných legislativních norem. Celkem byly provedeny 3 ks sond o celkové metráži cca 128,0 bm.

Geologický průzkum byl prováděn prvotní geologickou dokumentací sestávající z popisu vrtného jádra, měření teploty v sondě a odběru vzorků vrtného jádra pro laboratorní analýzy. Geologický dozor dále vyhodnocoval vývoj teploty v jednotlivých úrovních prováděných termometrických sond a zaznamenával prohořené a neprohořené polohy v tělese odvalu a v návaznosti na tyto práce stanovoval konečné vystrojení sond.

V rámci provádění vrtných prací byly měřeny teploty v hloubených sondách. Měření bylo provedeno vždy po ukončení vrtání a vystrojení sond.

Všechny nalezené sondy, včetně nově zřízených byly přesně geodeticky zaměřeny firmou Control Systém International, s.r.o. (příloha č. 16). Tyto vybrané a zaměřené sondy byly určeny k dalšímu monitoringu termických procesů.

2.2.1.2.1.2 Letecká termometrie

Letecké snímkování bylo v souladu se schváleným realizačním projektem provedeno ve 2 etapách.

Plán leteckého snímkování byl sestaven tak, aby minimální podélný překryv snímkování byl 60 % a příčný překryt byl 40 % a aby snímkování pokrylo celé zájmové území. Snímací a navigační technika byla zajištěna v souladu s realizačním projektem. Výstupem je termovizní mapa provedená v teplotní barevné škále IRON.

Letecké snímkování lokality provedla subdodávkou společnost Argus Geo Systém s. r. o. Základní informace o použité metodě, snímací a navigační technice, zpracování snímků a termovizní mapa v barevném provedení škála IRON jsou uvedeny v Technických zprávách „Letecká termovize pro analýzu rizik odvalů zasažených endogenním hořením“ z 24. 3. 2010 a 9. 6. 2010, které tvoří přílohu č. 18.

2.2.1.2.1.3 Termometrická měření

Termometrická měření byla prováděna odbornými pracovníky ve všech nalezených 17 revidovaných a obnovených starých sondách a ve 3 nově zhotovených. Měření byla provedena ve 3 kolech v měsíčních odstupech (únor, březen, duben 2010).

K měření byl použit digitální teploměr HH804 s platinovým čidlem RTD – 830 firmy Omega Engineering, Inc a izolovaným vodičem NICKEL – Cp. Tato měřicí souprava je s ohledem na vlastnosti izolace vodiče vhodná pro měření v sondách do max. teploty cca 150°C, i když čidlo a digitální teploměr umožňují měření teplot až do 800°C.

2.2.1.2.2 Průzkum kontaminace ovzduší

2.2.1.2.2.1 Atmogeochemická měření škodlivin a měření hmotnostních toků v sondách

Měření kyslíku, oxidu uhličitého, oxidu uhelnatého a metanu bylo provedeno ve všech nalezených i nově zřízených sondách zaškoleným pracovníkem přenosným multidetektorem plynů typu Oldham MX 2100 s čerpadlem typu BP 2100. Jedná se o výrobek firmy Oldham S.A., Z.I. Est – rue Orfila B.P. 417 – 62027 ARRAS Cedex, France, dovozce OLDHAM CS, s.r.o., Prokopova 148/15, 130 00 Praha 3.

Vlastní měření bylo prováděno, v souladu s platnou metodikou v sondách v hloubce 1 m pod okolním terénem. Naměřené hodnoty byly odečítány po ustálení koncentrace.

Pro vyloučení možnosti zkreslení výsledků měření atmosférickým kyslíkem bylo měření na každé sondě zahájeno až po zjištění (pomocí kouřové trubičky), že vzdušiny vystupují z vrtu. Naměřené hodnoty odečtené po ustálení koncentrace byly zapsány do „Záznamu o měření“. Do tohoto záznamu byl uveden rovněž aktuální barometrický tlak.

Na této lokalitě nepřesahovaly teploty v sondách limitní teplotu pro použití přístroje a proto zde nemusel být odebírány vzorky plynů pro laboratorní rozbor.

2.2.1.2.2.2 Atmogeochemická měření škodlivin a měření hmotnostních toků v ploše

Další průzkum kontaminace ovzduší plyny CO, SO₂, NO, NO₂, NO_x, VOC, PAU, PCB a PCDD/F, především stanovení koncentračního a hmotnostního toku provedl na lokalitě ve dnech 10. 5. 2010 subdodávkou Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě, Centrum hygienických laboratorí, oddělení faktorů prostředí.

Průzkumné práce byly zaměřeny na měření koncentrací CO, SO₂, NO, NO₂, NO_x, suma VOC a to jak ve volném ovzduší jako pozadí, tak přímo v povrchové vrstvě ovzduší na odvalu. V souladu s realizačním projektem byla v rámci měření odebírána také vzdušnina z plochy pro stanovení a prováděny odběry půdního vzduchu z vrtů.

Během měření byla sledována rychlost a směr větru, teplota, relativní vlhkost a barometrický tlak.

K měření pozadových koncentrací volného ovzduší bylo využíváno mobilního měřícího vozu HORIBA vybaveného kontinuálními analyzátory. Součástí měřícího systému je kontinuální měření meteoparametrů. Paralelně s měřením probíhal odběr na sorbent s aktivním uhlím (trubička SUPELCO-SKC) na následná laboratorní stanovení.

Při odběru ovzduší z plochy na lokalitě byl na určených odběrových místech z plochy odebrán vzorek ovzduší do Nalophanového vaku a následně proměřeny koncentrace chemických látek. Před odběrem, bylo pomocí odběrového zvonu změřeno spontánní proudění vzdušniny na konkrétním odběrovém místě. K měření proudění vzdušniny bylo použito termického anemometru fy Testo. Koncentrace chemických látek byly měřeny analyzátory Horiba a MultiRAE.

Odběr půdního vzduchu byl prováděn z utěsněného hrdla vrtu teflonovou hadicí na jednotlivá odběrová média. Pro odběr na stanovení PAU, PCB, PCDD/F bylo použito standardní hlavice s křemenným filtrem a molitanovou náplní. Pomocí čerpadla Gast bylo z každého vrtu odebráno cca 1 m³ vzduchu. K odběrům na stanovení TOC bylo využito evakuovaných kanystrů typu Summa. Vzhledem k členitosti terénu byly vzorky ovzduší odebírány do Nalophanových vaků a následně měřeny na analyzátoch Horiba a MultiRae.

Podrobnější údaje o metodice, měřící technice a vlastním měření jsou uvedeny v závěrečné zprávě „Průzkum kontaminace ovzduší – odval Ema, Zdravotní ústav Ostrava“, která tvoří přílohu č. 19.

2.2.1.2.3 Průzkum kontaminace horninového prostředí

2.2.1.2.3.1 Vrtné práce

Pro aktualizaci a doplnění míry kontaminace horninového prostředí a podzemní vody byly na lokalitě vyhloubeny celkem 4 nové hydrogeologické pozorovací vrtu, které byly označeny HP-207, HP-208, HP-209 a HP-213. Jejich situování vycházelo z rešerše archivních materiálů, podrobného geologického mapování lokality a vyjádření příslušných institucí o ochranných pásmech vedení podzemních inženýrských sítí v místě vytyčení vrtů. Situace nově vyhloubených vrtů na lokalitě je patrná z mapových příloh č. 13 a 14.

Vrtu byly hloubeny subdodavatelsky firmou Ostravská vrtná s.r.o., technologií jádrového vrtání, u vrtu HP-207 byl z důvodu silného přítoku podzemní vody do oblasti budovaného vrtu použit i jílový výplach za průběžného pažení manipulačními pažnicemi. Přehled základních údajů o nově vyhloubených vrtech poskytuje následující tabulka.

Základní údaje o nově vyhloubených vrtech

Tabulka č. 7

| Název vrtu | Hloubka vrtu [m] | Průměr výstroje [mm] | Interval perforace [m] | Naražená hladina podzemní vody [m p.t.] | Ustálená hladina podzemní vody [m p.t.] |
|------------|------------------|----------------------|------------------------|---|---|
| HP-207 | 12,5 | 140/125 | 3,0 – 12,5 | 3,5 | 3,2 |
| HP-208 | 12,5 | 140 | 3,0 – 12,5 | 7,8 | 7,3 |
| HP-209 | 13,5 | 125 | 7,0 – 13,5 | 5,6 | 10,5 |
| HP-213 | 13,0 | 125 | 4,0 – 13,0 | 3,2/6,7 | bez vody |

Celkem bylo v oblasti odvalu Ema odvrtáno 51,5 bm vrtů.

V průběhu vrtných prací, které byly řízeny dle pokynů dozorujícího geologa, byly při každé změně druhu, barvy a konzistence horniny průběžně odebírány dokumentační vzorky horninového prostředí a ukládány do normalizovaných vzorkovnic. Následně byla provedena prvotní geologická dokumentace – petrografické popisy vrtného jádra.

Po vyhloubení vrtů do konečné hloubky byly tyto vystrojeny PVC zárubnicemi (φ viz výše tabulka č. 7) a prostor mezi výstrojí a stěnou vrtů byl obsypán filtračním obsypem zrnitostní frakce 4 – 8 mm. Po ukončení vystrojovacích prací byly vrtu vyčištěny a zhlaví vrtů byla osazena ochrannými PVC zárubnicemi s uzamykatelným uzávěry o délce cca 1 m, které byly cca 0,5 m pod terénem zabetonovány.

Podrobnější informace o vrtných pracích a geologických profilech vrtů jsou uvedeny v příloze č. 15.

2.2.1.2.3.2 Geodetické práce

Všechny nově vyhloubené hydrogeologické pozorovací vrty a stávající vrty využité pro monitoring podzemní vody byly rovněž výškově a polohově zaměřeny. Zaměření subdodavatelsky provedla dne 29. 3. 2010 firma Bezecný s.r.o., Pražákova 8, Ostrava – Mar. Hory (viz příloha č. 16).

Zaměření bylo provedeno přístrojem Leica smart rover GPS systém 900. Souřadnice měřených objektů jsou uvedeny v následující tabulce.

Souřadnice nově vyhloubených a monitorovaných objektů

Tabulka č. 8

| Označení vrtu | Y | X | Z hlaví | Z terén |
|---------------|-----------|------------|---------|---------|
| HP-207 | 468050,18 | 1101111,14 | 258,42 | 257,78 |
| HP-208 | 468509,54 | 1100947,67 | 266,12 | 265,79 |
| HP-209 | 468506,06 | 1101475,46 | 262,29 | 261,56 |
| HP-213 | 468130,76 | 1101596,47 | 271,85 | 271,36 |
| PV-21 | 469248,80 | 1101808,74 | 219,65 | 219,22 |
| PV-307 | 468800,87 | 1101567,48 | 226,86 | 226,56 |

2.2.1.2.3.3 Odběr vzorků horninového prostředí

Vzorky původního a vyhořelého odvalového materiálu byly odebírány z vrtných jader vybraných termometrických sond jako směsné během jejich realizace podle pokynů dozorujícího odborného geologa a po předchozím petrografickém popisu. V případě, že sondami nebyla zastížena vyhořelá haldovina, byly vzorky odebrány kopanou sondou.

Vzorky horninového prostředí tvořícího podloží odvalu byly odebrány v průběhu realizace nových hydrogeologických vrtů pro průzkum saturevané zóny. Tyto vzorky byly odebírány jako směsné ze zóny režimního kolísání hladiny podzemní vody, kde lze předpokládat sorpci organických polutantů transportovaných z odvaleného materiálu podzemní vodou obohacenou o výluhy z odvalu.

Celkem bylo na lokalitě Ema odebráno 5 vzorků haldoviny nevyhořelé, 5 vzorků haldoviny vyhořelé a 4 vzorky podloží odvalu.

Vzorky horninového prostředí byly odebírány vzorkařskou skupinou řízenou osobou s potřebnou akreditací průběžně s realizací vrtných prací, a to na základě plánu vzorkování a v souladu s SOP, který respektuje platné normy.

Vzorky byly odebírány a ukládány do označených vzorkovnic dodaných laboratoři provádějící analytické práce. Byly uchovávány v přenosných termoboxech a neprodleně po odběru dopraveny ke zpracování do laboratoře. Odběrové zařízení bylo po každém odběru dekontaminováno, aby nedošlo k ovlivnění dalšího odebíraného vzorku.

Místa odběru vzorků horninového prostředí jsou znázorněna v příloze č. 11.

2.2.1.2.4 Průzkum kontaminace vod

2.2.1.2.4.1 Odběr vzorků vod

Vzorky podzemních a povrchových vod byly vzhledem ke klimatickým podmínkám v zimním období odebrány postupně ve třech termínech – 25. 2., 9.-10. 3. a 27. 4. 2010 na základě zpracovaného plánu vzorkování akreditovanou vzorkařskou skupinou, řízenou osobou s potřebnou akreditací. Celkem bylo na lokalitě Ema odebráno 14 vzorků podzemních vod a 6 vzorků povrchových vod.

Reprezentativní vzorky podzemních vod byly odebírány v dynamickém stavu na konci krátkodobého začerpání po ustálení základních fyzikálně chemických parametrů, v souladu s SOP, který vychází z ISO ČSN 5667. Pouze v případě malého vodního sloupce vody ve vrtu byl proveden statický odběr pomocí odběrného anticorro válce, nebo odběr peristaltickým čerpadlem.

K čerpání vrtů byla použita ponorná čerpadla typu Malyš a Grundfos s mobilní elektrocentrálou HONDA i 20.

Ke vzorkování domovních studní bylo rovněž použito peristaltické čerpadlo.

Vzorky povrchové vody byly odebírány přímým náběrem do vzorkovnic nebo odběrným anticorro válcem.

Odběrové zařízení bylo po každém odběru dekontaminováno destilovanou vodou, aby nedošlo k ovlivnění dalšího vzorkovaného objektu. Vzorky byly odebírány do vzorkovnic dodaných laboratoří provádějící analytické práce.

Vzorkovací práce byly prováděny pověřenou osobou s potřebnou akreditací. Odebrané vzorky byly po odběru uloženy do termoboxu a přepraveny do laboratoří ke zpracování.

Během odběru vzorků podzemní vody v rámci monitoringu bylo u každého objektu provedeno změření hloubky objektu a změření stavu hladiny v monitorovaných hydrogeologických objektech (viz tabulka č. 9). Výsledky měření byly využity pro upřesnění směru proudění podzemní vody a vztahu podzemní vody k povrchovým vodotečím.

V průběhu vzorkování byly rovněž měřeny základní fyzikálně-chemické parametry vody: pH, konduktivita a teplota vody a vzduchu.

Přehled naměřených hladin ve vrtech

Tabulka č. 9

| Objekt | Výška OB | Hloubka | | Stav hladiny od OB | | Úroveň hladiny od OB | |
|---------------|-------------|---------|----------|--------------------|-----------|----------------------|-----------|
| | | od OB | dno | [m] | | [m n.m.] | |
| | [m n.m.] | [m] | [m n.m.] | 24.2./9.3.10 | 27.4.2010 | 24.2./9.3.10 | 27.4.2010 |
| HP-207 | 258,42 | 12,01 | 246,41 | 2,82 | 2,79 | 255,60 | 255,63 |
| HP-208 | 266,12 | 12,10 | 254,02 | 7,42 | 7,40 | 258,70 | 258,72 |
| HP-209 | 262,29 | 12,70 | 249,59 | 10,59 | 10,38 | 251,70 | 251,91 |
| PV-307 | 226,86 | 9,33 | 217,53 | 7,38 | 7,49 | 219,48 | 219,37 |
| PV-21 | 219,65 | 7,57 | 212,08 | 3,74 | 3,87 | 215,91 | 215,78 |
| St-7 | | 5,20 | | 2,18 | 2,16 | | |
| St-8 | | 1,95 | | 0,95 | 1,06 | | |

2.2.1.2.5 Laboratorní práce

Laboratorní stanovení vzorků vzduchu provedl Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě, Centrum hygienických laboratoří, oddělení faktorů prostředí (Zkušební laboratoř akreditovaná ČIA č. 1393). Jednalo se o kvantitativní stanovení VOC a stanovení PAU, PCB a PCDD/F.

Analytická stanovení vzorků horninového prostředí a vzorků vod provedla Hydrochemická laboratoř fy GEOTest, a.s. (Zkušební laboratoř akreditovaná ČIA č. 1271).

V souladu se zadávací dokumentací byly ve vzorcích horninového prostředí sledovány kontaminanty v sušině a ve výluhu ve smyslu vyhlášky č. 294/2005 Sb. - přílohy č. 2, tabulky č. 2.1 (nejvyšší přípustné hodnoty ukazatelů pro jednotlivé třídy vyluhovatelnosti) a dle přílohy č. 4, tabulky 4.1. (nejvyšší přípustné koncentrace škodlivin pro odpady, které nesmějí být ukládány na skládky skupiny S – inertní odpad) téže vyhlášky. Navíc byl v sušině zjišťován také obsah spalitelných látek a ve 2 kontrolních vzorcích také NEL.

Ve vzorcích vod byla provedena rovněž v souladu s nabídkovým projektem laboratorní stanovení pH, vodivost, CHSK/Cr, chloridy, sírany, amonné ionty, NEL, Ca, Na, Cd, Cr, Hg, Pb, Zn, Ni, PAU, PCB, DOC a C₁₀-C₄₀.

V souladu s projektovou dokumentací a na požadavek supervize bylo sledováno 16 kongenerů PAU a 7 kongenerů PCB (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180).

2.2.1.2.6 Biologický průzkum

Biologický průzkum, který provedl subdodávkou Ing. Jan Hartl, CSc. (viz příloha č. 20), byl proveden pro účel zpracování Analýzy rizik odvalů zasažených endogenním hořením ve vztahu k biotě dané lokality. Důraz byl kladen na případný výskyt zvláště chráněných druhů podle platné legislativy (Zákon 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, a prováděcí vyhlášky 395/1992 Sb. k tomuto zákonu). Vzhledem k časovému omezení se jednalo o orientační průzkum zaměřený na zjištění výskytu jednotlivých druhů rostlin a živočichů. Pro vyhodnocení pravděpodobných migrací živočichů byl průzkum realizován na ploše postižené endogenním hořením, v její okrajové části a širším okolí. Plocha postižená termickými procesy byla hodnocena i z pohledu poskytnutí vhodných podmínek pro trvalý nebo dočasný pobyt živočichů.

Údaje o výskytu jednotlivých rostlinných a živočišných druhů byly získány na základě přímého pozorování při pochůzkách v terénu. Identifikace byla ve většině případů prováděna přímo na místě. Pokud určení nebylo možné přímo na místě, byly odebrány vzorky k dodatečné identifikaci. V případě živočichů bylo často využíváno k identifikaci také pobytoových stop.

S ohledem na bezpečnost nebyly prováděny přímo na plochách postižených termickými procesy a v jejich bezprostředním okolí noční průzkumy, tzn. že nemohly být podchyceny případné výskyty netopýrů v jarních měsících. Výskyt sov byl zjišťován na základě reakce na přehrávání teritoriálních hlasů puštíka obecného, kalouse ušatého, sýčka obecného a sovy pálené.

K určování některých rostlinných druhů bylo využíváno odborné literatury. U rostlin pak v některých případech bylo možné zařazení pouze k rodům.

Zaznamenané rostlinné i živočišné druhy pak byly hodnoceny i z hlediska ochrany podle Zákona 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny - § 48 Zvláště chráněné druhy rostlin a živočichů, a Vyhlášky 395/1995 Sb. – dle stupně ohrožení:

- **ohrožený (O),**
- **silně ohrožený (SO),**
- **kriticky ohrožený (KO).**

Dalším kritériem pro posuzování bylo zařazení zjištěných druhů na základě aktuálních Červených seznamů ČR a porovnání získaných výsledků s literárními údaji z minulosti.

Posuzována byla vlastní lokalita ovlivněná endogenním hořením, její okrajové části a širší okolí, což umožnilo vyhodnocení i pravděpodobných migrací živočichů. Hodnocení ploch postižených termickými procesy bylo provedeno i z pohledu poskytnutí vhodných podmínek pro trvalý nebo dočasný pobyt živočichů.

Prvotní šetření na lokalitě bylo provedeno během měsíců listopad a prosinec. S ohledem na roční období byl jen orientačně ve vymezeném území proveden zejména dendrologický průzkum (druhovité složení a kvalita dřevin). Sledování ostatních druhů rostlin a živočichů bylo provedeno pouze doplňkově. Návštěvou lokality bylo zjištěno, že v tomto ročním období nejsou patrné rozdíly v druhovém složení v závislosti na termickém poškození. Nebylo ani zjištěno výraznější vyhledávání lokalit ovlivněných endogenním hořením některými živočišnými druhy, a to ani ptačími.

V měsících leden a únor byl průzkum zaměřen na výskyt živočišných druhů, především možný výskyt zvláště chráněných druhů, a to na základě pozorování a pobytových stop ve sněhu (trus apod.). Byl sledován výskyt ptačích druhů z hlediska získávání potravy, odpočinku apod. v místech postižených termickými procesy v porovnání s okolím. V měsíci březnu průzkum pokračoval a byl rozšířen o přímé pozorování ptáků na základě hlasových projevů. Průzkum byl zaměřen i na výskyt obojživelníků a plazů. Jejich výskyt nebyl zaznamenán, a to přes skutečnost, že v regionu již byly zaznamenány migrace obojživelníků i výskyt plazů po hibernaci.

Stěžejní část terénních průzkumů zaměřených na výskyt rostlinných a živočišných druhů probíhala v měsíci dubnu a zejména pak v první polovině května. Poslední terénní šetření bylo provedeno 15. 5. 2010. S ohledem na průběh počasí a termín provádění průzkumů je nutné zdůraznit, že výčet druhů, které se na sledovaném území mohou vyskytovat, nemůže být úplný.

2.2.2 Výsledky průzkumných prací

Jedním z úkolů doprůzkumu bylo ověřit případně revidovat vyznačené hranice zájmového území. Jedná se o prostor, kam až zasahuje odvalený materiál a jsou nějakým způsobem patrné jeho negativní projevy ať už na životní prostředí, zdraví občanů, případně způsobující omezení vlastnických zájmů nebo možný vznik rozsáhlých škod na majetku apod.

Při stanovení hranic odvalu se vycházelo jak z rekognoskace lokality a podrobného geologického mapování, historických podkladů a z dostupných leteckých snímků. Na snímku z roku 1994 (příloha č. 9.1), jsou jasně patrné hranice odvalu, vzhledem k tomu, že vegetace ještě není vzrostlá jako v současnosti.

Další upřesnění hranic odvalu bylo provedeno na základě vyhodnocení vrtných prací, resp. na základě vyhodnocení petrografického složení vrtných jader především hydrogeologických vrtů, které byly situovány převážně v okrajových partiích odvalu. Tyto revidované hranice jsou patrné z mapové přílohy č. 9.2.

Na základě uvedených prací byly původní hranice odvalu uvedené v zadávací dokumentaci rozšířeny na JZ okraji odvalu. Jedná se o parcely (533/1, 537/1, 540) v majetku fy RPG RE Land, s.r.o.

2.2.2.1 Obnova a revize stávajících sond

Z důvodů velmi nepříznivých klimatických podmínek a těžce přístupného terénu byla obnova a revize sond dokončena koncem ledna 2010. Z celkového počtu 36 v minulosti instalovaných sond bylo v terénu fyzicky dohledáno pouze 17 sond. Kontrolou hloubkoměrem bylo zjištěno, že ocelové trubky sond sahají do hloubky 3m a vyčnívají cca 200 mm nad okolní terén.

Sondy nebyly nijak uzavřeny a po jejich vyčištění a zprůchodnění byly připraveny pro termická měření. Jejich označení již bylo nezřetelné, proto byly nově zaměřeny přístrojem Garmin 300 v systému WGS-84 s přepočtem do souřadnicového systému JTSK a označeny tak, aby jejich nové označení korespondovalo s dosavadním značením.

Seznam nalezených sond, včetně souřadnic JTSK je uveden v následující tabulce č. 10. Situace dohledaných sond je patrná z obrázku č. 2.

Soupis nalezených sond na odvalu Ema

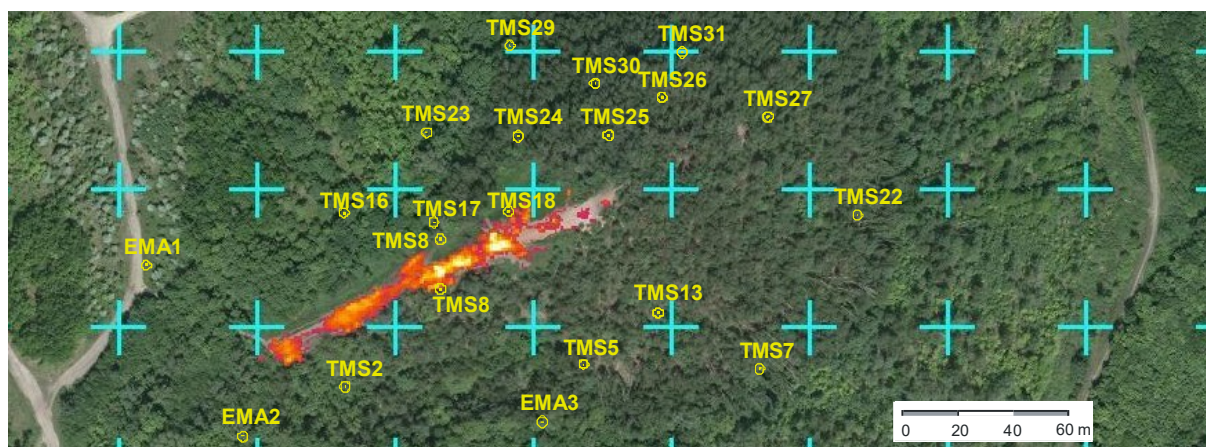
Tabulka č. 10

| Označení sondy | Souřadnice JTSK | |
|----------------|-----------------|------------|
| | X | Y |
| TMS16 | 468367,75 | 1101309,25 |
| TMS2 | 468367,34 | 1101372,42 |
| TMS23 | 468337,75 | 1101280,23 |
| TMS17 | 468335,40 | 1101312,72 |
| TMS8 | 468332,87 | 1101336,95 |
| TMS18 | 468308,24 | 1101308,76 |
| TMS29 | 468307,82 | 1101248,67 |
| TMS24 | 468304,82 | 1101281,63 |
| TMS5 | 468281,15 | 1101364,27 |
| TMS30 | 468276,95 | 1101262,40 |
| TMS25 | 468272,06 | 1101281,32 |
| TMS13 | 468254,29 | 1101345,59 |
| TMS26 | 468252,83 | 1101267,45 |
| TMS31 | 468245,49 | 1101251,18 |
| TMS7 | 468217,59 | 1101365,84 |
| TMS27 | 468214,50 | 1101274,59 |
| TMS22 | 468182,31 | 1101310,20 |

Celkem nebylo na odvalu Ema nalezeno 19 ks sond. Hlavním důvodem, pro které nebyly některé sondy nalezeny, bylo odcizení, ale mnohdy i velmi nepřístupný terén a bujná vegetace (zejména porosty ostružin a husté trávy), velmi nepříznivé počasí, zejména vysoká sněhová pokrývka. Proto se dohledávání sond provádělo ještě po částečném odtátí sněhové pokrývky a byly tak dohledány další 3 sondy.

Situace nalezených sond

Obrázek č. 2



Zdroj podkladu: termometrický snímek Geodis 2010

Soupis v minulosti instalovaných, ale nenalezených sond, včetně souřadnic převzatých z (SG Geotechnika a.s.- Dílčí zpráva I. čtvrtletí 2007) je uveden v tabulce č. 11.

Soupis nenalezených sond na odvalu Ema

Tabulka č. 11

| Označení sondy | Souřadnice JTSK | | Označení sondy | Souřadnice JTSK | |
|----------------|-----------------|------------|----------------|-----------------|------------|
| | x | y | | x | y |
| TMS1 | 468397,73 | 1101369,26 | TMS15 | 468187,73 | 1101339,26 |
| TMS3 | 468337,73 | 1101369,26 | TMS19 | 468277,73 | 1101309,26 |
| TMS4 | 468307,73 | 1101369,26 | TMS21 | 468217,73 | 1101309,26 |
| TMS6 | 468247,73 | 1101369,26 | TMS28 | 468187,73 | 1101249,26 |
| TMS9 | 468367,73 | 1101339,26 | TMS32 | 468217,73 | 1101249,26 |
| TMS10 | 468337,73 | 1101339,26 | TMS33 | 468187,73 | 1101249,26 |
| TMS11 | 468307,73 | 1101339,26 | TMS34 | 468277,73 | 1101219,26 |
| TMS12 | 468277,73 | 1101339,26 | TMS35 | 468247,73 | 1101219,26 |
| TMS14 | 468217,73 | 1101339,26 | TMS36 | 468217,73 | 1101219,26 |
| TMS20 | 468247,73 | 1101309,26 | | | |

převzato z (SG Geotechnika a.s.- Dílčí zpráva I. čtvrtletí 2007)

2.2.2.2 Instalace nových termometrických sond

Při rozhodování o umístění nových termometrických sond se vycházelo z potřeby získat údaje upřesňující jak hloubkový, tak i plošný rozsah termických procesů a ze skutečnosti, že v minulosti nebyly na odvalu Ema v rizikové oblasti projevy termických procesů, tj. na hlavním kuželu odvalu a v jeho bezprostředním okolí, provedeny žádné vrtý do podloží odvalu. Původně bylo uvažováno s realizací až sedmi vrtů po obvodu kuželu, přičemž prioritní byly vrtý na jižní a západní části odvalu.

Záměr realizovat vrt přímo z temene odvalu nebo z jiné části „výložníku“ nebylo možno uskutečnit pro nepřístupnost terénu. Odval Ema je součástí prohlášené nemovité kulturní památky (rejstříkové číslo ÚSKP 10593/8-3928), bylo nutné požádat Magistrát města Ostravy, jako příslušný orgán Státní památkové péče, o vydání závazného stanoviska k provedení průzkumných vrtů. Vrtné práce na odvalu byly povoleny 30. 12. 2009.

Situování nových termometrických sond na odvalu vycházelo z vyhodnocení informací z předchozích průzkumů, zejména leteckého termovizního snímkování.

V průběhu ledna 2010 byly realizovány 3 vrty v celkové délce 128 m, označené Ema1 (63 m), Ema2 (37 m) a Ema3 (28 m). Všemi vrty bylo ověřeno podloží odvalu, které je u vrtů Ema1 a Ema2 tvořeno jíly šedými až žlutošedými a u vrtu Ema3 střednězrnným pískem žlutým.

Realizací termometrických a průzkumných sond na odvale byly zjištěny následující skutečnosti:

- Geologický profil lokality byl realizovanými monitorovacími vrty ověřen do hloubky v intervalu 28,0 - 63,0 m p.t.
- Geologický profil sestává z antropogenního strukturního patra a rostlého geologického podloží kvartérní glacigenní sedimentace.
- Antropogenní strukturní patro na lokalitě je zastoupeno výhradně uloženinami důlních odvalů a tenkou povrchovou vrstvou nedeponovaných jílu (sprašové hlíny). Jedná se o hlušinu tvořenou jílovci a prachovci šedočerné barvy a proměnlivým obsahem spalitelných látek ve formě uhlénoho prachu. Zastoupení jílovců a prachovců je poměrně rovnoměrné.
- Antropogenní návozy hlušínového typu jsou v současnosti zastoupeny z pohledu termických procesů dvěma hlavními typy:
 1. Původní návoz odvalových zemin termicky nepostihnutých
 2. Původní návoz odvalových zemin termicky změněných
- Termicky změněné polohy byly ověřeny ve vrtech:

| | |
|------|-------------------------------------|
| EMA1 | ověřený interval 34,5 - 48,0 m p.t. |
| EMA2 | ověřený interval 23,0 - 35,0 m p.t. |
| EMA3 | ověřený interval 12,0 - 26,5 m p.t. |

horniny vykazují změnu barvy, (nejčastěji světle červené horniny), v místech probíhajících termických procesů i zvýšenou teplotu.
- Celková mocnost antropogenních návozů v jednotlivých monitorovacích vrtech je:

| | |
|------|--------|
| EMA1 | 62,5 m |
| EMA2 | 35,0 m |
| EMA3 | 26,5 m |

Báze antropogenního návozu důlního odvalu byla ověřena ve všech vrtech.
- Povrch terénu je lokálně překryt redeponovanými jíly, které mají původ převážně v eolických zeminách (sprašové hlíny). Dále se může jednat o povodňové jíly.

Jíl žlutohnědý, převážně tuhý s malým podílem písčité složky. Ověřené polohy jsou:

| | |
|------|------------------|
| EMA1 | 0,0 - 0,5 m p.t. |
| EMA2 | 0,0 - 0,8 m p.t. |
- Rostlé geologické podloží je na zájmové lokalitě budováno kvartérními uloženinami glacigenní sedimentace:

Jíl různě barevný (šedý, žlutošedý), měkký až tuhý v závislosti na výskytu podzemní vody a podílu písčité složky. Obecně se jedná o glacialakustrinní až glaci-fluviální uloženiny. Ověřené polohy bez zastižení báze:

EMA1 62,5 - 63,0 mp.t.

EMA2 35,0 - 37,0 mp.t.

EMA3 26,5 - 27,5 mp.t.

Písek žlutý, střednězrný, středně ulehlý. Geneze písku je glaci-fluviální. Ověřené polohy:

EMA3 27,5 - 28,0 m p.t.

V rámci provádění vrtných prací byly měřeny teploty v hloubených sondách. Měření bylo provedeno vždy po ukončení vrtání a vystrojení sond, a to v intervalu 1 m. V následujícím přehledu jsou uvedeny maximální zjištěné teploty v jednotlivých sondách, včetně hloubky, ve které jí bylo dosaženo.

| Sonda | datum měření | T po vystrojení [°C]/m pod terénem |
|-------|--------------|------------------------------------|
| EMA-1 | 14.1.2010 | 32,6 / 9 |
| EMA-2 | 14.1.2010 | 71,0 / 33 |
| EMA-3 | 14.1.2010 | 20,0 / 30 |

Na základě provedených geologických průzkumných prací lze konstatovat:

- z geologického hlediska je odval tvořen antropogenními návozy odvalových hornin s přítomností proměnlivého podílu spalitelných částic, které lokálně mohou a také podporují proces hoření odvalu Ema;
- v rámci instalace nových termometrických sond byla mírně zvýšená teplota zjištěna v sondách EMA1 a EMA3, zvýšená v sondě EMA2. Rovněž prohořelé polohy byly ověřeny ve všech třech vrtech.

Podrobná dokumentace vrtných a průzkumných prací v rámci budování termometrických sond, včetně geologického vyhodnocení, geodetického zaměření a znázornění situování sond v mapě, je uvedena v příloze č. 17 (Závěrečná zpráva „Analýza rizik odvalu zasažených endogenním hořením, průzkumné vrty, geologický profil – Odval Ema“ – DRILLING TRADE s. r. o. – únor 2010).

V rámci budování hydrogeologických pozorovacích vrtů, které byly situovány v okrajových partiích odvalu nebo mimo, byl odvalový materiál zastižen ve vrtu HP-207, a to v celkové mocnosti 9,0 m. Ve výrazně menší mocnosti - do 1,5 m, byly navážky částečně s příměsí odvalového materiálu zjištěny i ve vrtech HP-208 a HP-209.

2.2.2.3 Letecká termometrie

Ve fázi přípravných prací bylo leteckého snímkování využito zejména pro ověření rozsahu ploch zasažených termickými procesy s viditelnými projevy na povrchu tělesa odvalu.

Byly k tomu využity především snímky z dřívějších průzkumů a monitoringu termických procesů, především letecké termovizní snímky z února 2008 a března 2009, výsledky dlouhodobého měření teplot v sondách (Stavební geologie – Geotechnika a. s., březen 2009) a opakované pochůzky po odvalu a jeho okolí, kdy zejména po napadnutí sněhové pokrývky byl rozdíl mezi plochami ovlivněnými termickými procesy a neovlivněnými dobře zřetelný.

Vyhodnocením uvedených podkladů a vlastního šetření v terénu bylo konstatováno, že riziková plocha s vyšší povrchovou teplotou odpovídá snímkům z roku 2009, tj. ploše podél bývalého výložníku a jejímu bezprostřednímu okolí.

Termín zahájení leteckého snímkování byl ovlivněn termínem schválení realizačního projektu. Současně má letecké snímkování přísné nároky na povětrnostní podmínky. Z těchto důvodů bylo možné letecké snímkování realizovat až 2. 3. 2010, kdy nastaly vhodné povětrnostní podmínky. (Průběh počasí od prosince 2009 do února 2010 je zdokumentován v Technické zprávě zhotovitele z 24. 3. 2010 – příloha č. 18.1). Časový posun leteckého termovizního snímkování neměl vliv na vymezení či zpřesnění hranic zájmového území.

Následné letecké termovizní snímkování v rámci průzkumu endogenních procesů, zejména ověření jejich vývoje, bylo provedeno dne 4. 6. 2010 (Technická zpráva „Letecká termovize pro analýzy rizik odvalů zasažených endogenním hořením - 2. letecké termovizní snímkování“ - Argus Geo Systém s. r. o., 9. 6. 2010 – příloha č. 18.2). V této době již byly ukončeny průzkumné práce v terénu, byl však zachován minimální tříměsíční odstup od prvního snímkování, pro ověření vývoje termických procesů.

Vyhodnocení obou etap leteckého snímkování potvrdilo, že na odvalu Ema se nacházejí plochy, na kterých se projevují termické procesy mající negativní vliv na životní prostředí. Ze snímku je jasně patrný rozsah ploch, zasažených termickými procesy.

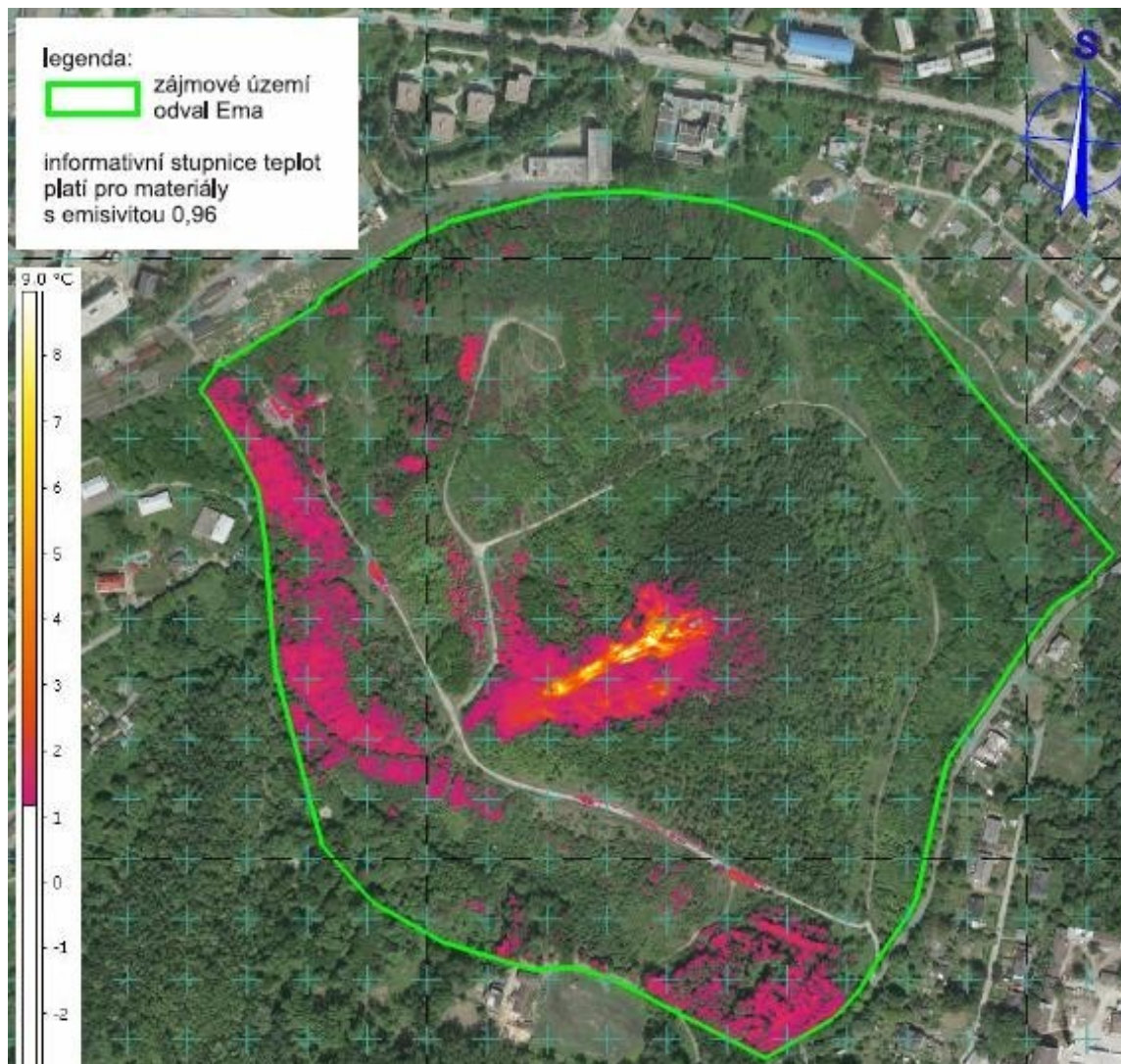
Tato termicky aktivní místa se nacházejí v oblasti bývalého výložníku a v jeho bezprostředním okolí. Jsou zobrazena odstíny od oranžové přes žlutou až k bílé barvě. Červeně zabarvené plochy na snímku zobrazují místa s relativní teplotou mezi 1°C a 2°C a nezobrazují plochy termicky aktivní (snímek z března 2010). Na snímku z června jsou zobrazeny i rozehřáté plochy mimo vlastní odval (především cesty a stavby), v tomto případě se nejedná o projev endogenního hoření.

Ze snímků je patrné, že opakované snímkování pouze potvrdilo výsledky předchozího snímkování, neboť odstup obou snímků je pro zhodnocení skutečného vývoje termických procesů na lokalitě příliš krátký. Proto bylo provedeno srovnání s leteckými termovizními snímky z let 2008 a 2009.

Na základě důkladného posouzení všech snímků je možno konstatovat, že rozloha termicky aktivní plochy se za poslední dva roky v podstatě nezměnila, tzn., že zasažena je stále plocha podél bývalého výložníku, přičemž na snímku z roku 2010 je patrný náznak šíření termické aktivity jižním směrem.

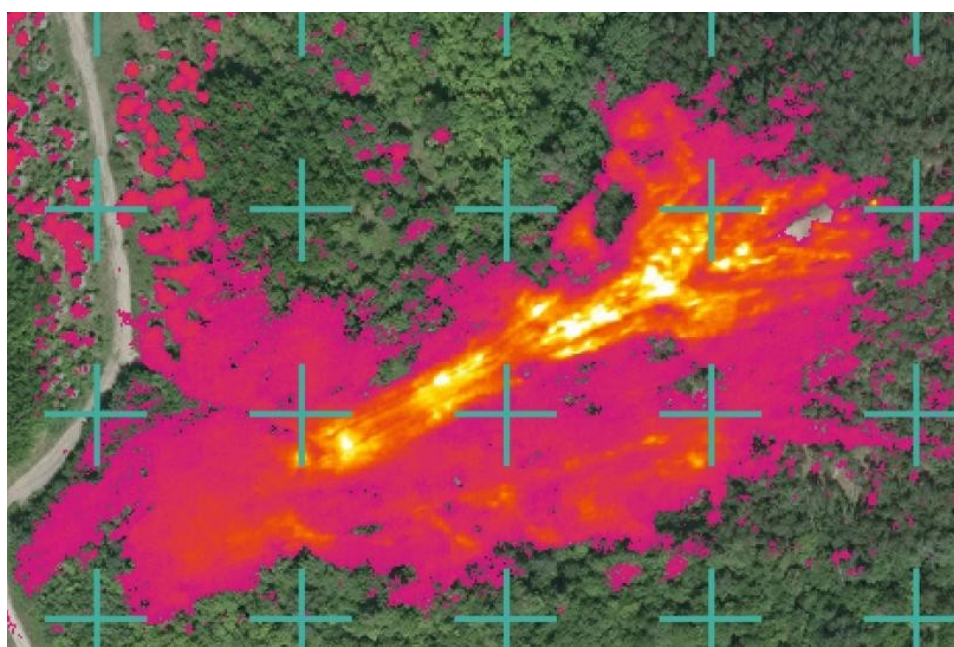
Termovizní snímek odvalu Ema – březen 2010

Obrázek č. 3



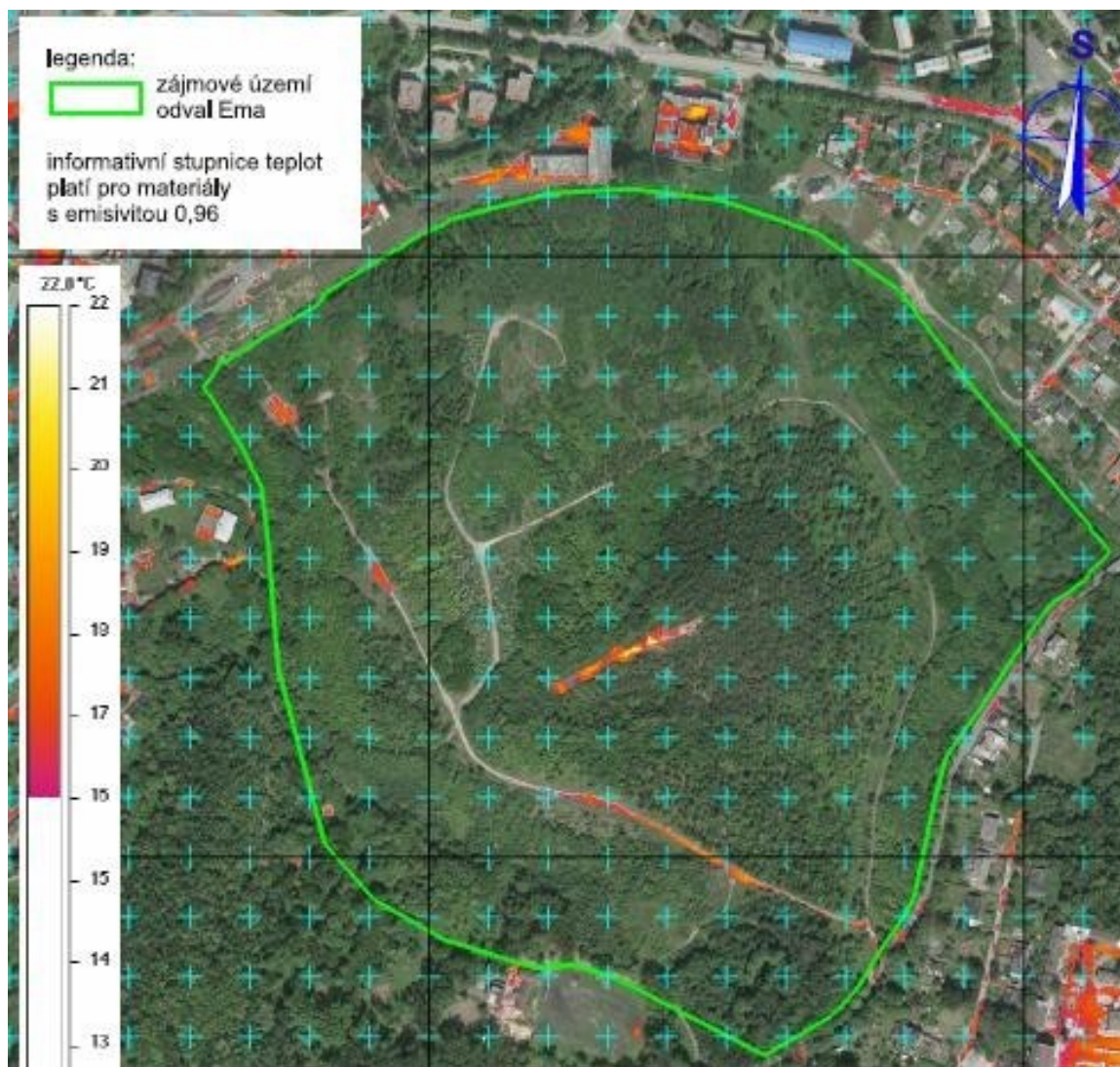
Detail oblasti s termickou aktivitou na odvalu Ema – březen 2010

Obrázek č. 4



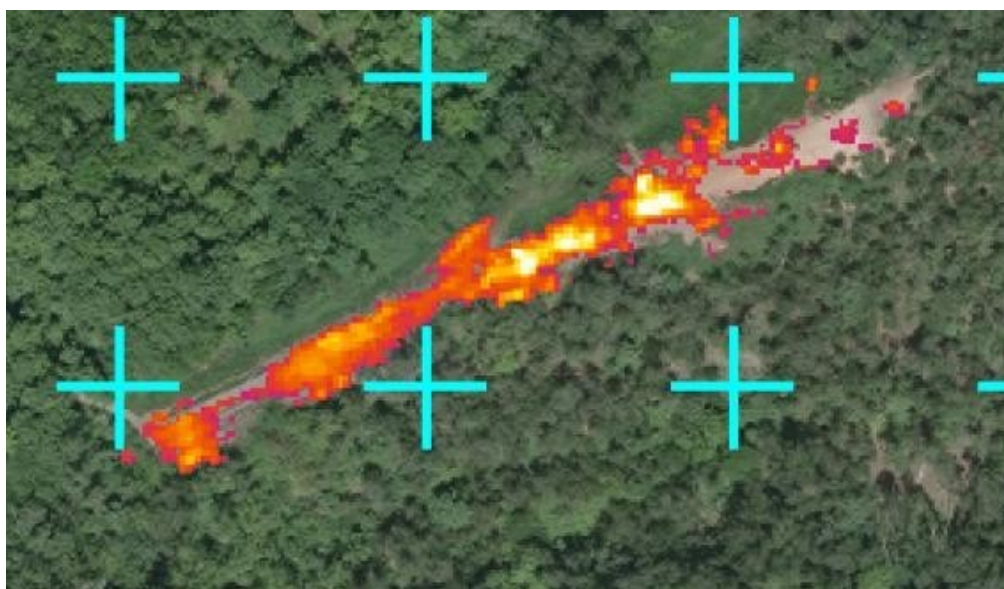
Termovizní snímek odvalu Ema – červen 2010

Obrázek č. 5



Detail oblasti s termickou aktivitou na odvalu Ema - červen 2010

Obrázek č. 6



2.2.2.4 Termometrická měření

Cílem této části prací bylo mimo jiné i vymezení zájmového území tak, aby prováděným průzkumem byly zastíženy plochy odvalů, na kterých probíhají procesy, mající negativní dopad na životní prostředí, možný vznik rozsáhlých škod na majetku, ohrožení zdraví občanů, případně omezení vlastnických zájmů a podobně.

V následující tabulce jsou uvedeny naměřené údaje o teplotách v termometrických sondách. Nové termometrické sondy sloužily i jako průzkumné a byly prováděny do větších hloubek než stávající vrty. Průběh teplot v nových termometrických sondách v závislosti na hloubce měření je patrný z grafů č.1 až 3. V tabulce jsou vyznačeny polohy s teplotou nad 30 °C, která již charakterizuje počínající zápar a polohy s teplotou nad 40 °C, která již charakterizuje probíhající termické pochody.

Termometrická měření v sondách - únor až duben 2010

Tabulka č. 12

| Sonda číslo | Datum | Vzduch °C | Teplota °C v hloubce pod povrchem (m) | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---------|-----------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|------|------|---------|------|------|
| | | | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30 | 33 | 36 | 39 | 42 | 45 | 48 |
| TMS8 | 2.2.10 | -3 | 32,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9.4.10 | 11 | 36,8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 27.4.10 | 11 | 35,0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| TMS24 | 2.2.10 | -3 | 31,3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9.4.10 | 8 | 34,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 27.4.10 | 11 | 32,9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| TMS30 | 2.2.10 | -3 | 8,4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9.4.10 | 8 | 10,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 27.4.10 | 11 | 10,9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| TMS31 | 2.2.10 | -3 | 5,7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9.4.10 | 8 | 7,9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 27.4.10 | 12 | 8,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| TMS27 | 2.2.10 | -3 | 4,9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9.4.10 | 9 | 6,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 27.4.10 | 13 | 6,8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| TMS13 | 2.2.10 | -3 | 6,3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9.4.10 | 11 | 8,9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 27.4.10 | 13 | 10,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| TMS26 | 2.2.10 | -3 | 6,3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9.4.10 | 11 | 8,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 27.4.10 | 12 | 11,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| TMS25 | 2.2.10 | -3 | 9,8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9.4.10 | 12 | 13,4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 27.4.10 | 14 | 14,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| TMS5 | 2.2.10 | -3 | 9,4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9.4.10 | 12 | 11,6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 27.4.10 | 14 | 11,9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| EMA1 | 2.2.10 | -3 | 30,8 | 31,7 | 33,2 | 33,4 | 32,5 | 30,1 | 27,4 | 25,8 | 24,9 | 24,6 | 26,1 | 26,3 | 27,8 | 29,9 | 30,2 | 31,1 |
| | 14.4.10 | 9 | 33,2 | 34,0 | 33,8 | 31,9 | 30,8 | 29,1 | 25,9 | 25,3 | 24,2 | 24,8 | 27,1 | 28,3 | 28,9 | 30,1 | 31,4 | 32,2 |
| | 27.4.10 | 14 | 31,7 | 32,9 | 33,1 | 32,5 | 32,3 | 30,4 | 26,3 | 25,1 | 24,8 | 25,6 | 27,0 | 27,8 | 29,3 | 30,1 | 30,9 | 31,3 |
| EMA2 | 1.2.10 | -3 | 22,4 | 31,3 | 41,2 | 42,8 | 44,1 | 45,9 | 47,8 | 49,9 | 53,1 | 56,9 | 57,2 | 56,3 | 54,1 | dno=38m | | |
| | 14.4.10 | 9 | 11,5 | 21,8 | 31,2 | 37,6 | 42,3 | 44,9 | 48,8 | 51,8 | 54,3 | 59,2 | 59,9 | 54,4 | 53,2 | | | |
| | 27.4.10 | 16 | 16,2 | 19,7 | 25,3 | 29,7 | 36,9 | 41,3 | 44,5 | 48,2 | 49,7 | 55,3 | 55,6 | 54,5 | 53,2 | | | |
| EMA3 | 1.2.10 | -3 | 4,3 | 9,2 | 12,9 | 13,1 | 12,1 | 12,9 | 14,1 | 15,8 | 16,2 | 17,3 | dno=28m | | | | | |
| | 14.4.10 | 9 | 9,8 | 10,9 | 11,4 | 12,3 | 12,6 | 12,8 | 13,2 | 13,3 | 16,8 | 17,2 | | | | | | |
| | 27.4.10 | 14 | 17,9 | 18,3 | 17,9 | 18,9 | 18,2 | 17,9 | 18,3 | 18,3 | 18,2 | 18,4 | | | | | | |

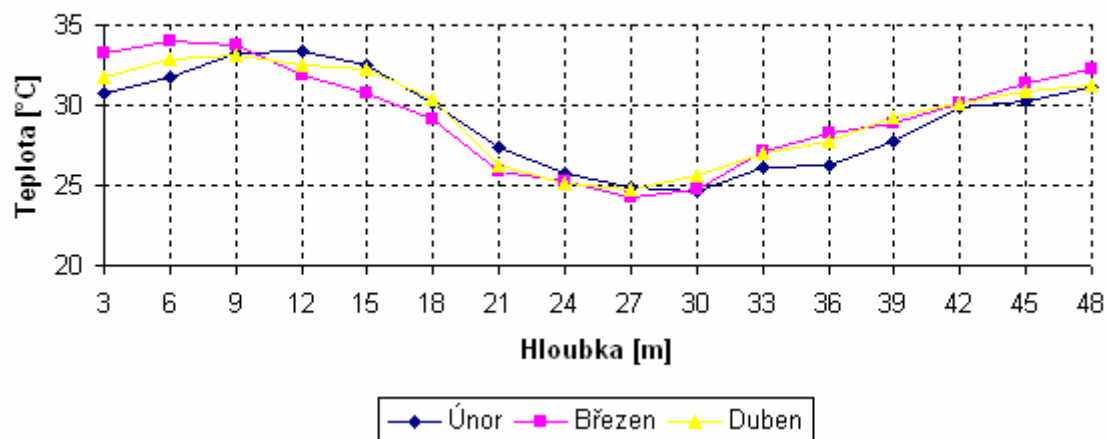
Vysvětlivky:

| | |
|------------------|------------------------------|
| Počínající zápar | Probíhající termické procesy |
|------------------|------------------------------|

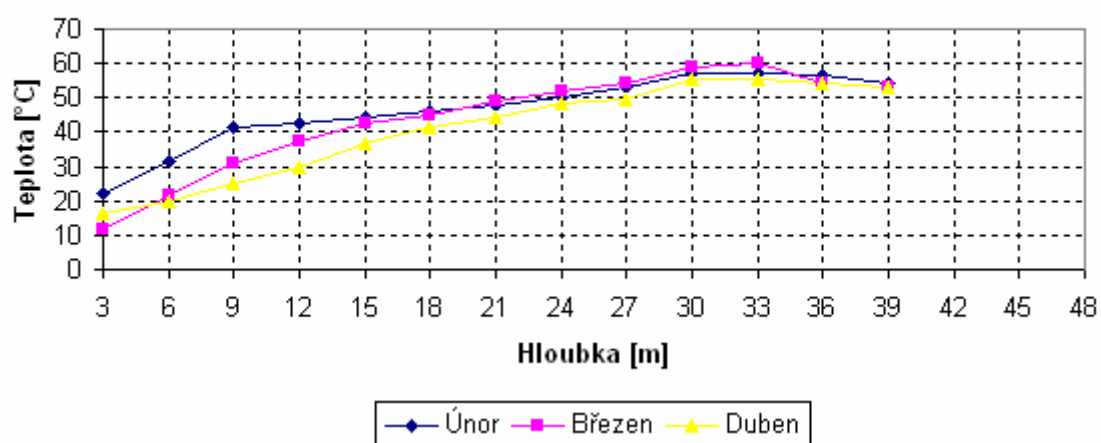
Průběh teplot v jednotlivých měsících v závislosti na hloubce vrtu

Graf č. 1 až 3

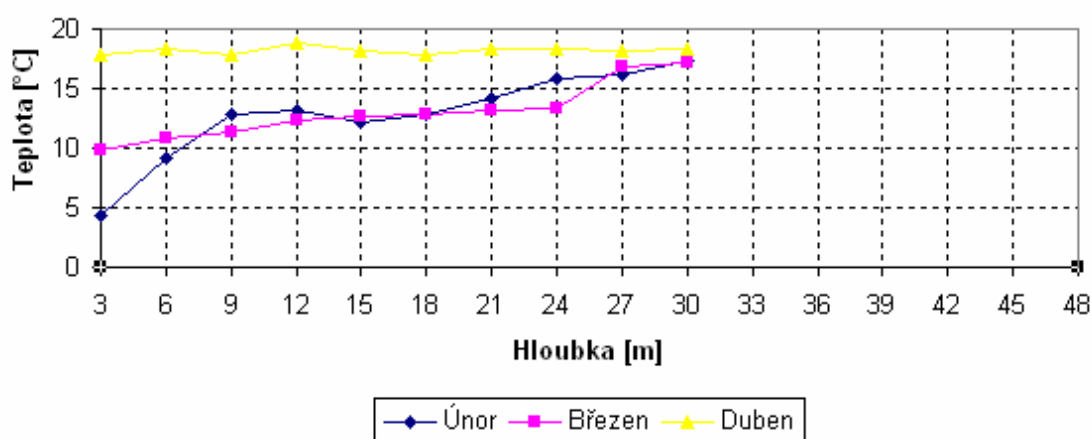
Teploty ve vrtu Ema 1



Teploty ve vrtu Ema 2

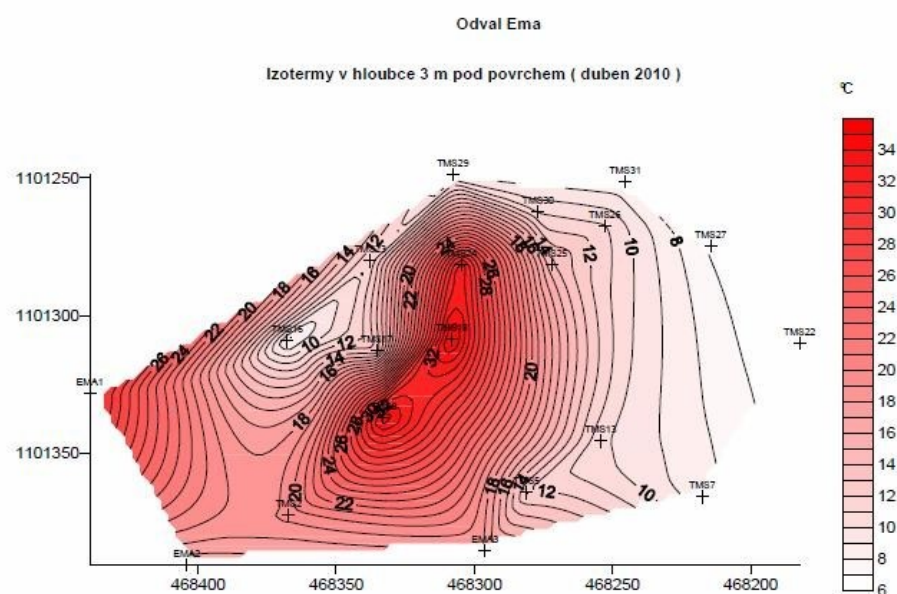
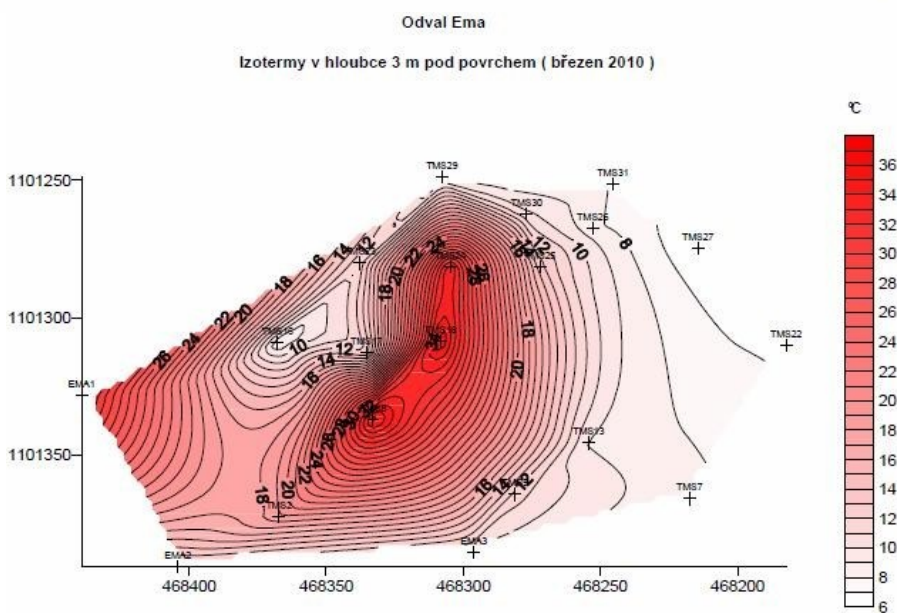
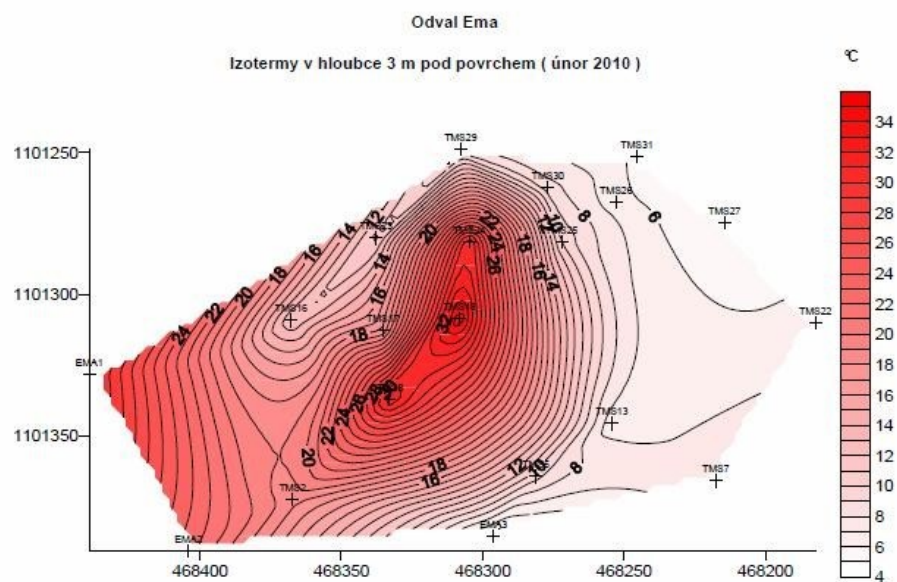


Teploty ve vrtu Ema 3



Izotermy v hloubce 3 m pod povrchem v jednotlivých měsících

Obrázky č. 7-9

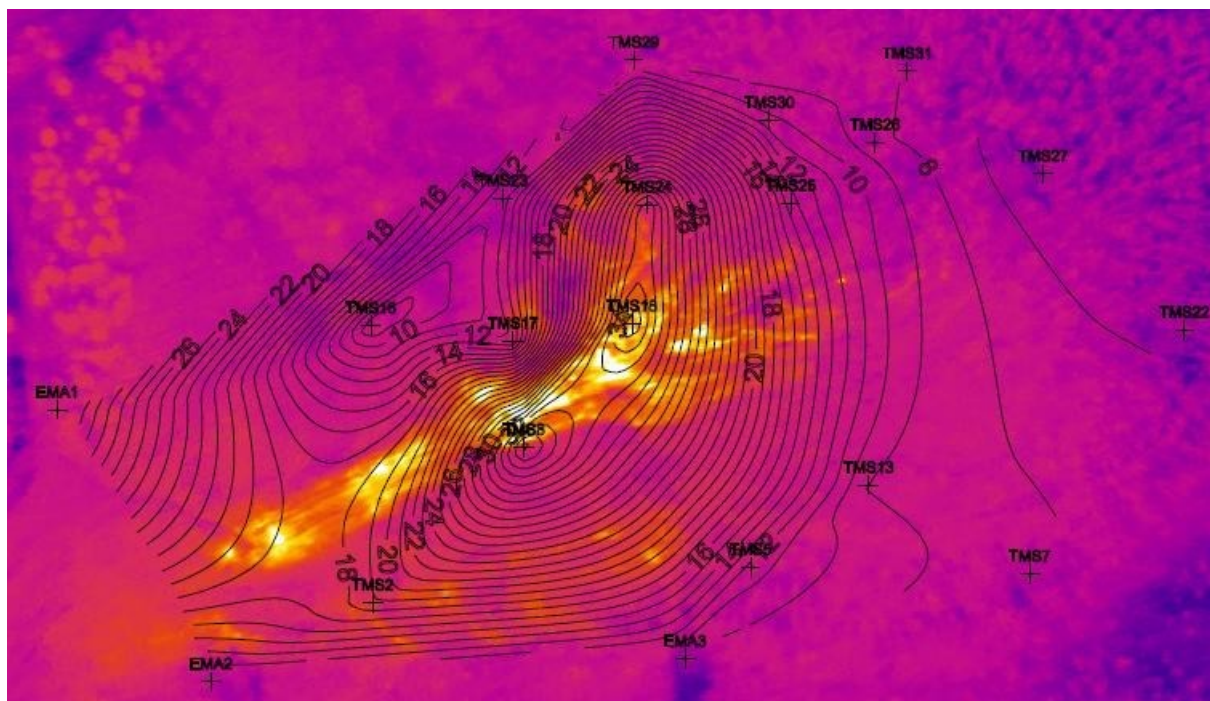


Z projekce leteckého termovizního snímku, zachycujícího povrchovou teplotu zájmové lokality ze dne 2. 3. 2010 a průběhu izoterm v hloubce 3 m pod povrchem je patrný soulad obou metod pokud se jedná o vymezení plošného rozsahu intenzivně termicky zasaženého prostoru a že se metody doplňují, a to i přesto, že se nejedná o identická místa měření (povrch versus hloubka 3 m pod povrchem) a měření neproběhla v naprosto stejném čase.

Realizace 3 nových sond jižně a západně od známého, termicky zasaženého prostoru a následné geologické a termometrické hodnocení výrazně přispěly k poznání složení materiálu haldy, rozsahu prohoření, posouzení časoprostorové migrace termicky zasaženého prostoru apod.

Porovnání izoterm s termovizním snímkem

Obrázek č. 10

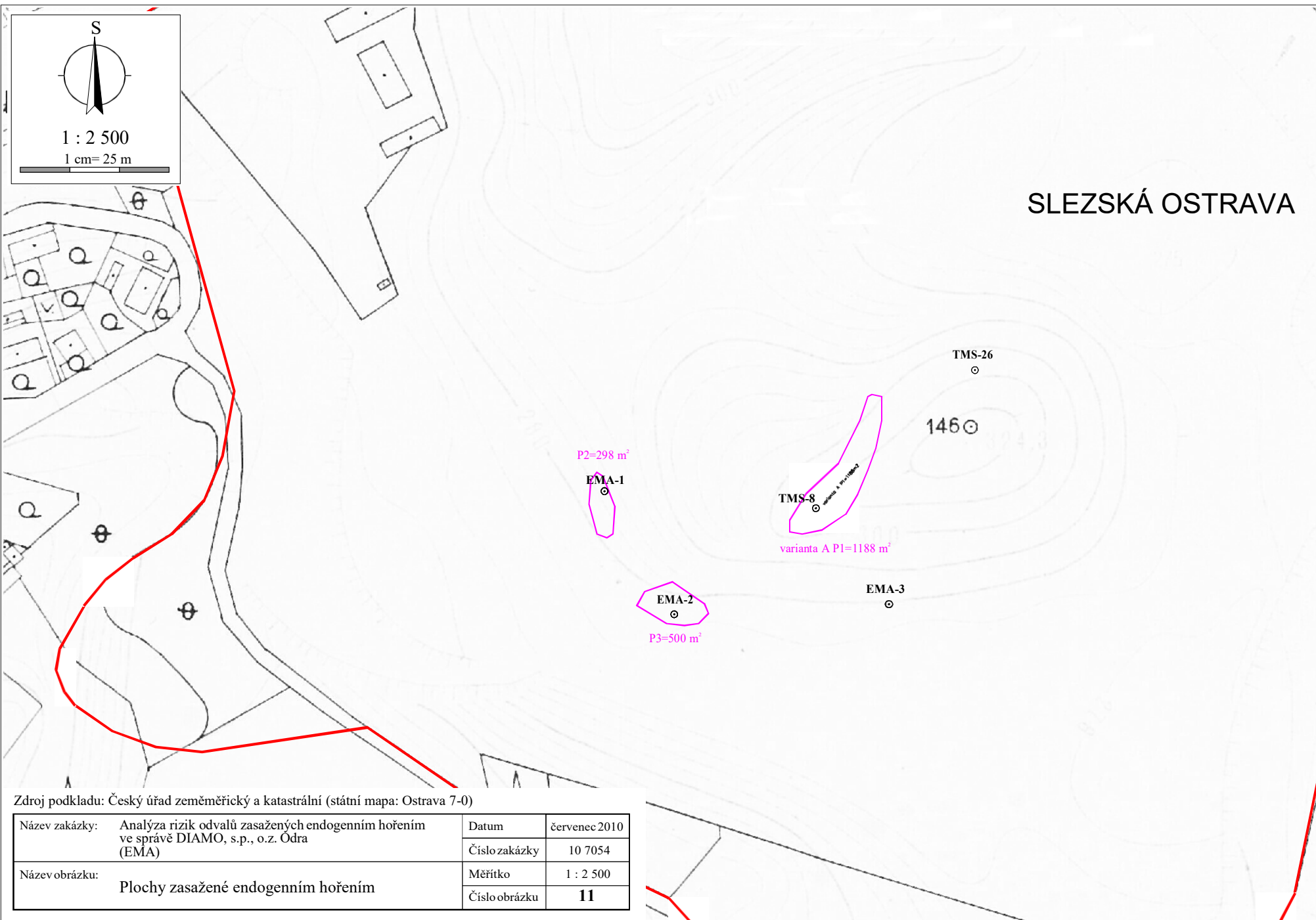


Z průběhu izoterm a vyhodnocení naměřených hodnot, po porovnání s termometrickými měřeními provedenými v letech 2007 až 2009 a s přihlédnutím k výsledkům letecké termovize lze konstatovat:

- v porovnání s předcházejícím obdobím došlo k výraznému snížení maximálních teplot uvnitř odvalu v termicky postižené oblasti v oblasti sondy TMS18 z téměř 100°C na teplotu nepřesahující 40°C v hloubce 3 m pod povrchem,
- maximální teplota na povrchu dle termovizního snímkování provedeného 2. 3. 2010 nepřesahuje 25°C,
- teplota v nově zřízené sondě EMA2 dosahuje v hloubce větší než 21 m maximální teploty mezi 50 až 60°C,
- plocha zasažená intenzivními termickými procesy stále v zásadě kopíruje trasu bývalého výložníku, avšak nově realizovanými průzkumnými pracemi byly odhaleny další 2 plochy (viz plocha P2 u sondy EMA1 a plocha P3 u sondy EMA2) se zvýšenou teplotou uvnitř odvalu. Dřívějšími průzkumy byla stanovena plocha postižená termickými procesy na cca 2 000 m², nově provedenými pracemi bylo ověřeno, že se ve skutečnosti jedná o 3 nespojitě plochy nacházející se nedaleko od sebe (viz obrázek

č. 11). Plocha P1 podél trasy bývalého výložníku zaujímá cca 1 200 m². V prostoru nově realizované sondy EMA1 se jedná o plochu cca 300 m² a v prostoru sondy EMA2 o cca 500 m².

- nově realizované práce prokázaly ohniska termických procesů v prostoru sond EMA1 a EMA2. Průběh těchto procesů, jak dokládají geologické profily sond EMA1 až EMA3, je značně nepravidelný zejména ve větších hloubkách. Provedený termometrický monitoring naznačuje migraci termických procesů na jihozápad.



2.2.2.5 Průzkum kontaminace ovzduší

Průzkum kontaminace ovzduší v prostoru odvalu byl mimo jiné založen na měření koncentrací základních plynů souvisejících s termickými procesy, tj. kyslíku, oxidu uhličitého, oxidu uhelnatého a metanu. Terénní měření bylo provedeno v souladu s platnou metodikou a požadavky realizačního projektu zaškoleným pracovníkem dne 10. 5. 2010.

Měření kyslíku, oxidu uhličitého, oxidu uhelnatého a metanu bylo provedeno ve všech nalezených i nově zřízených. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce č. 13.

Koncentrace CO, CO₂, CH₄ a O₂ v sondách

Tabulka č. 13

| Číslo sondy | Souřadnice | | Datum měření | Barometrický tlak [hPa] | O ₂ [%] | CO [ppm] | CO ₂ [%] | CH ₄ [%] |
|-------------|------------|------------|--------------|-------------------------|--------------------|----------|---------------------|---------------------|
| | x | y | | | | | | |
| EMA1 | 468439,24 | 1101328,41 | 10.5.2010 | 1005 | 16,5 | 0 | 2,8 | 0 |
| EMA2 | 468404,16 | 1101390,37 | 10.5.2010 | 1005 | 13,5 | 0 | 6 | 0 |
| TMS16 | 468367,75 | 1101309,25 | 10.5.2010 | 1005 | 20,9 | 0 | 0 | 0 |
| TMS2 | 468367,34 | 1101372,42 | 10.5.2010 | 1005 | 16,4 | 0 | 3 | 0 |
| TMS23 | 468337,75 | 1101280,23 | 10.5.2010 | 1005 | 20,9 | 0 | 0 | 0 |
| TMS17 | 468335,40 | 1101312,72 | 10.5.2010 | 1005 | 20,8 | 0 | 0,1 | 0 |
| TMS8 | 468332,87 | 1101336,95 | 10.5.2010 | 1005 | 20,9 | 0 | 0,1 | 0 |
| TMS18 | 468308,24 | 1101308,76 | 10.5.2010 | 1005 | 18,6 | 0 | 0,7 | 0 |
| TMS29 | 468307,82 | 1101248,67 | 10.5.2010 | 1005 | 20,9 | 0 | 0 | 0 |
| TMS24 | 468304,82 | 1101281,63 | 10.5.2010 | 1005 | 20,9 | 0 | 0 | 0 |
| EMA3 | 468296,12 | 1101385,22 | 10.5.2010 | 1005 | 20,9 | 0 | 0 | 0 |
| TMS5 | 468281,15 | 1101364,27 | 10.5.2010 | 1005 | 20,9 | 0 | 0 | 0 |
| TMS30 | 468276,95 | 1101262,40 | 10.5.2010 | 1005 | 20,9 | 0 | 0 | 0 |
| TMS25 | 468272,06 | 1101281,32 | 10.5.2010 | 1005 | 20,9 | 0 | 0,1 | 0 |
| TMS13 | 468254,29 | 1101345,59 | 10.5.2010 | 1005 | 20,9 | 0 | 0 | 0 |
| TMS26 | 468252,83 | 1101267,45 | 10.5.2010 | 1005 | 20,9 | 0 | 0 | 0 |
| TMS31 | 468245,49 | 1101251,18 | 10.5.2010 | 1005 | 20,9 | 0 | 0 | 0 |
| TMS7 | 468217,59 | 1101365,84 | 10.5.2010 | 1005 | 20,9 | 0 | 0 | 0 |
| TMS27 | 468214,50 | 1101274,59 | 10.5.2010 | 1005 | 20,9 | 0 | 0 | 0 |
| TMS22 | 468182,31 | 1101310,20 | 10.5.2010 | 1005 | 20,9 | 0 | 0 | 0 |

Vlastní měření bylo prováděno v sondách v hloubce 1 m pod okolním terénem. Pro vyloučení možnosti zkreslení výsledků měření atmosférickým kyslíkem bylo měření na každé sondě zahájeno až po zjištění, že vzdušiny vystupují z vrtu (pomocí kouřové trubičky). Naměřené hodnoty odečtené po ustálení koncentrace byly zapsány do „Záznamu o měření“. Do tohoto záznamu byl uveden rovněž aktuální barometrický tlak.

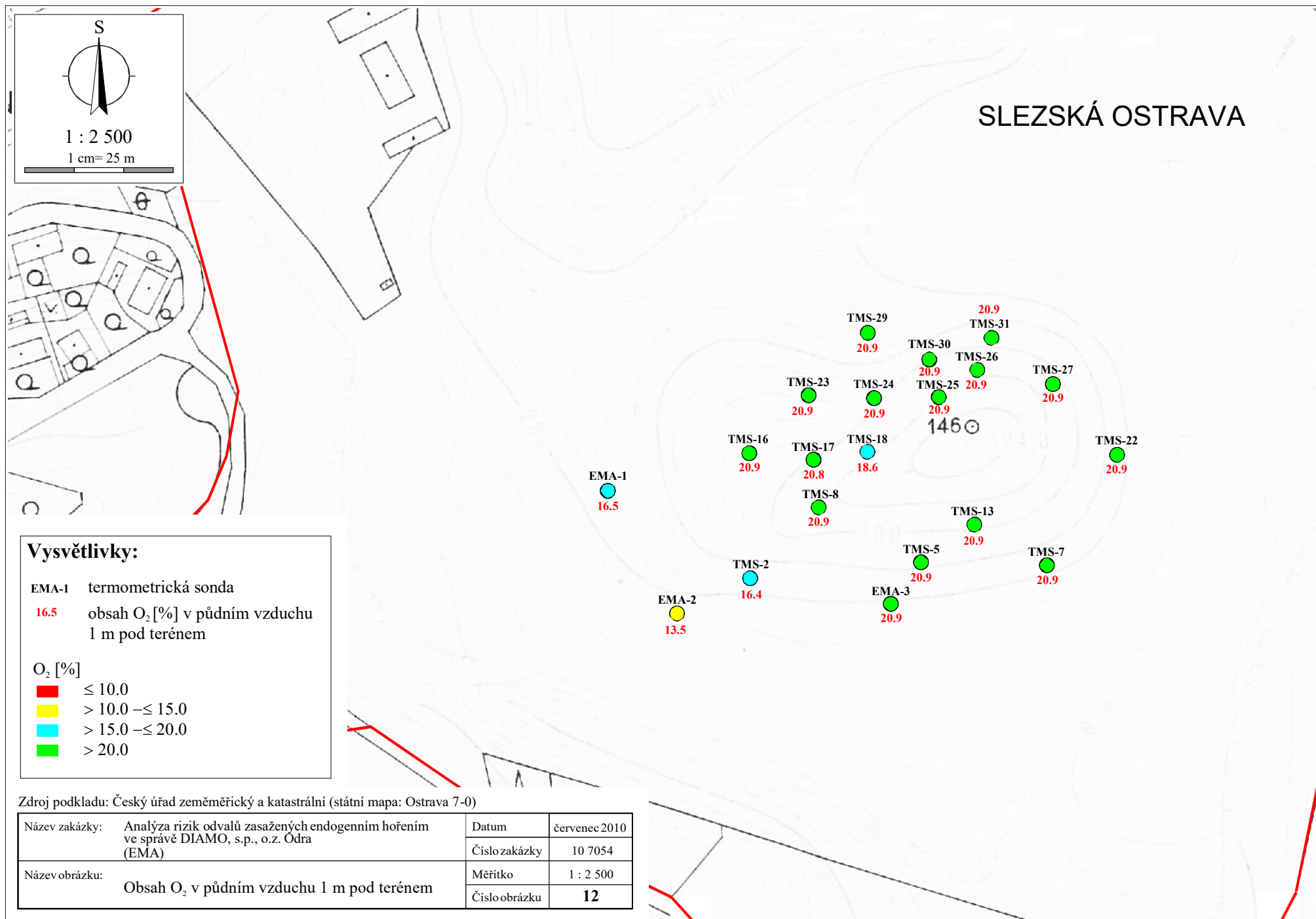
Vzhledem k tomu, že na této lokalitě nepřesahovaly teploty v sondách limitní teplotu pro použití přístroje, nebylo nutné odebírat vzorky plynů pro laboratorní rozbor.

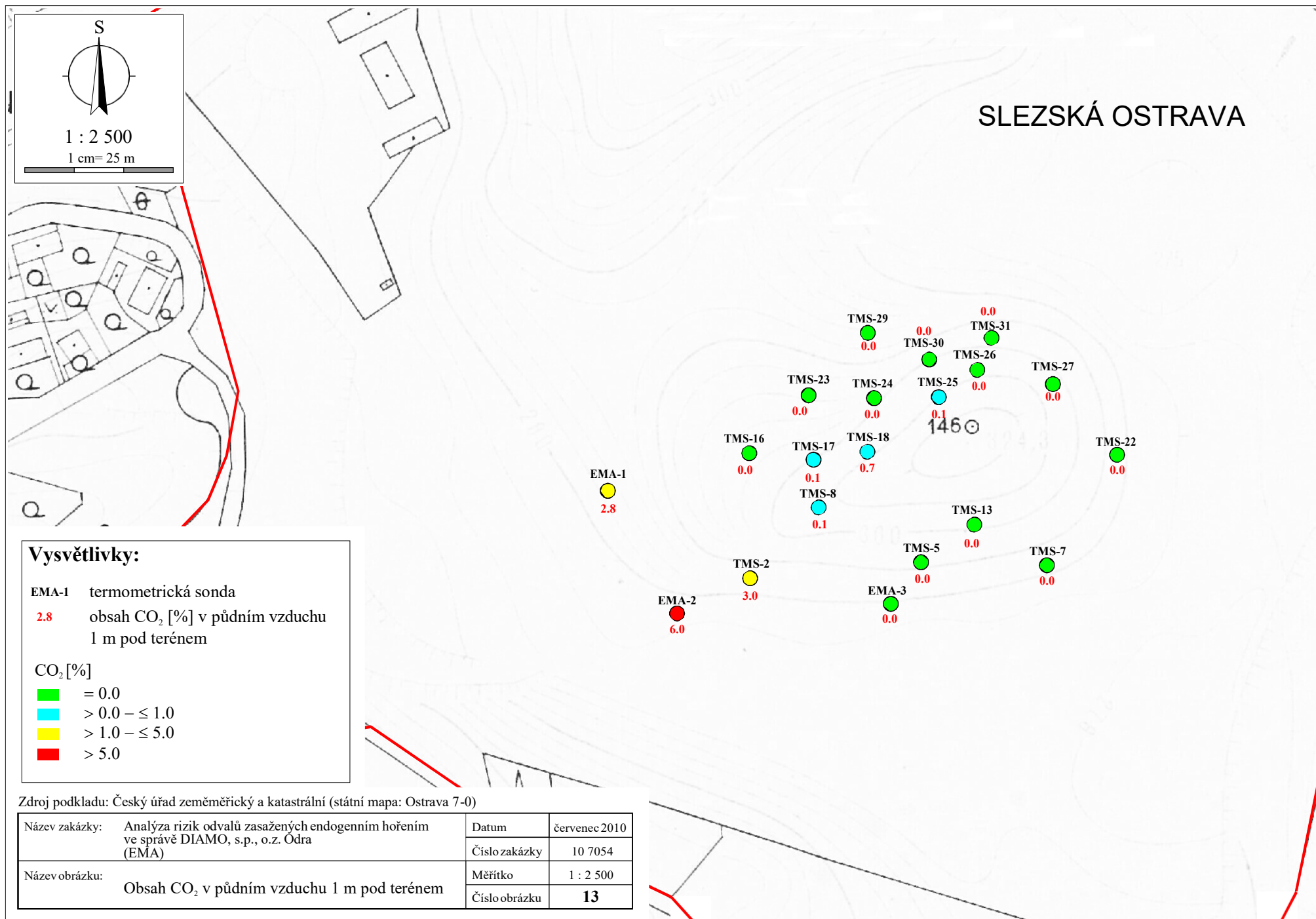
Jak je z tabulky č. 10 patrné, v sondách nebyla zjištěna přítomnost CO ani CH₄. Pouze v sedmi sondách z dvaceti (EMA1, EMA2, TMS2, TMS17, TMS8, TMS18 a TMS25) byl přítomen CO₂, a to v koncentracích 0,1 až 6 %, s maximem v sondě EMA2.

Důležitým faktorem v případě termicky aktivních ploch je přítomnost kyslíku uvnitř odvalu. Ten byl zjištěn ve všech měřených objektech v koncentracích od 13,5 do 20,9 %, v průměru 19,97 %. Maximální koncentrace 20,9 % byla zjištěna v 15ti sondách z 20ti měřených. Pouze ve čtyřech sondách (EMA1, EMA2, TMS2 a TMS18) byla zjištěna koncentrace O₂ nižší než 20%. Jedná se o sondy z oblastí P1, P2 a P3 postižených endogenním hořením a kyslík je spotřebován termickými procesy, což dokazuje také skutečnost, že v těchto sondách byly zjištěny také nejvyšší koncentrace CO₂ (0,7 až 6 %), tj. produktu hoření.

Přítomnost kyslíku ve všech monitorovaných sondách naznačuje, že nelze předpokládat v dohledné době utlumení endogenního hoření uvnitř odvalu. Vzhledem k absenci plynů CO, CH₄ a pouze minimálního výskytu CO₂ v nízkých koncentracích, lze označit lokalitu pro návštěvníky odvalu Ema, který byl vyhlášen za technickou památku a vede na něj i značená turistická stezka, za bezpečnou.

Plošně jsou výsledky terénního měření vyjádřeny na obrázcích č. 12 a 13.





Další průzkumné práce týkající se kontaminace ovzduší (resp. půdního vzduchu) provedl na odvalu dne 10. 5. 2010 Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě (dále ZUOVA), Centrum hygienických laboratoří, oddělení faktorů prostředí.

Průzkum ovzduší provedený ZUOVA byl zaměřen na přípovrchovou vrstvu ovzduší na odvalu a na půdní vzduch. Míra kontaminace vrstvy ovzduší na povrchu odvalu byla vzhledem k rozloze lokality a časovému omezení zjišťována přímým měřením terénními analyzátory vozem Horiba, kontaminace půdního vzduchu byla stanovena laboratorně ze vzorků vzdušnin odebraných z vybraných sond na termicky postižené ploše.

Sít' měřených bodů je patrná z následujícího obrázku č. 14.

Pro možnost porovnání naměřených hodnot s okolním ovzduším bylo současně provedeno i měření pozadí v bezprostřední blízkosti odvalu, avšak mimo dosah vlivu endogenního hoření.

Terénní měření na lokalitě zahrnovalo plyny SO_2 , CO , NO_x a VOC jako sumární parametr. Podle Zákona o ochraně ovzduší 86/2002 jsou VOC (těkavé organické látky) definovány jako jakákoli organická sloučenina nebo také směs organických sloučenin, s výjimkou methanu, jejíž počáteční bod varu je menší nebo roven 250°C při normálním atmosférickém tlaku 101,3 kPa. Obecně VOC představují ty organické sloučeniny, jejichž tlak sytých par při 20°C je roven nebo větší než 1,3 kPa. Patří mezi ně některé alkany, aromáty, alkoholy, aldehydy, ketony, monokarboxylové kyseliny, estery, etery, aminy, heterocyklické N sloučeniny, aromatické N-sloučeniny.

V půdním vzduchu byly rovněž sledovány plyny SO_2 , CO , NO_x a jednotlivé kontaminanty ze skupiny VOC, PCDD/F, PAU a PCB.

Jak je popsáno výše, koncentrace VOC byly na lokalitě zjišťovány dvěma způsoby, a to jako sumární parametr terénním analyzátozem kalibrovaným na izobutylem v povrchové vrstvě ovzduší a laboratorně, jako jednotlivé sloučeniny obsažené v půdním vzduchu. Tyto metody jsou sice neporovnatelné, ale umožňují stanovit plošný rozsah kontaminace ovzduší na odvalu a současně stanovit složení plynů vystupujících na povrch odvalu.

Vzhledem k absenci jiných legislativních limitů pro půdní vzduch, byla míra kontaminace půdního vzduchu v důsledku probíhajícího endogenního hoření orientačně zjišťována porovnáním s doporučenými kritérii znečištění půdního vzduchu A a C uvedenými v Metodickém pokynu MŽP ČR. Ten se však u půdního vzduchu omezuje pouze na sledování NEL, základních monocyklických aromatických a chlorovaných alifatických uhlovodíků.

Příspěvek produktů endogenního hoření ke kontaminaci vnějšího ovzduší únikem např. trhlínami v povrchu apod., byl zjišťován především porovnáním naměřených hodnot na odvalu s hodnotami naměřenými na pozadí.

Z důvodu pohybu osob (odval je volně přístupnou technickou památkou) a z důvodu, že termicky postižená část odvalu se nachází v místě trasy bývalého výložníku kudy také vede turisticky značená trasa na vrchol, byly hodnoty naměřené na povrchu odvalu orientačně porovnávány také s imisními limity pro vnější ovzduší z NV č. 597/2006 Sb., popřípadě s limity pro pracovní prostředí z Nař. vlády 361/2007 Sb. v platném znění NV č. 68/2010 Sb. (např. v případě prací prováděných v zahloubení). Imisní limity základních sledovaných látek uvádí následující tabulka č. 14, limity pro pracovní prostředí pak uvádí tabulka č. 15.

Imisní limity základních sledovaných látek - (Podle Nařízení vlády č. 597/2006 Sb. - o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší - příloha č. 1.)

Tabulka č. 14

| Znečišťující látka | Časový interval | Hodnota IL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Poznámka/další kritéria plnění ročního imisního limitu |
|--|-----------------|---|--|
| oxid siřičitý SO_2 | 24 hod | 125 | nesmí být překročena více jak 3krát/rok |
| | 1 hod | 350 | nesmí být překročena více jak 24krát/rok |
| suspendované částice frakce PM_{10} | rok | 40 | - |
| | 24 hod | 50 | nesmí být překročena více jak 35krát/rok |
| oxid dusičitý NO_2 | rok | 40 | - |
| | 1 hod | 200 | nesmí být překročena více jak 18krát/rok |
| oxid uhelnatý CO | 8 hodin | 10 000 | maximální 8hod. klouzavý průměr |
| benzen C_6H_6 | rok | 5 | - |
| ozón O_3 | 8 hodin | 120 | Maximální 8hod. klouzavý průměr, nesmí být |
| olovo Pb | rok | 0,5 | - |
| Pro další látky jsou hodnoty stanovené formou cílového imisního limitu | | | |
| kadmium Cd | rok | 0,005 | Ve frakci PM_{10} |
| arsen As | rok | 0,006 | |
| nikl Ni | rok | 0,020 | |
| Benzo[a]pyren | rok | 0,001 | |

Limity základních sledovaných látek pro pracovní ovzduší - (Podle Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci - příloha č. 2.)

Limity základních sledovaných látek pro pracovní prostředí

Tabulka č. 15

| Znečišťující látka | PEL (mg/m^3) | NPK-P (mg/m^3) |
|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Oxid siřičitý SO_2 | 5 | 10 |
| Nitrosní plyny NO_x | 10 | 20 |
| Oxid uhelnatý | 30 | 150 |
| Benzen | 3 | 10 |
| Toluen | 200 | 500 |
| Ethylbenzen | 200 | 500 |
| Xylen(technická směs isomerů) | 200 | 400 |
| Styren | 100 | 400 |
| Chlormethan | 100 | 200 |
| Chlorbenzen | 25 | 75 |
| 1,3,5 - trimethylbenzen | 100 | 250 |
| 1,2,4 - trimethylbenzen | 100 | 250 |
| Benzo(a)pyren | 0,005 | 0,025 |
| Polychlorované bifenylly | 0,5 | 1 |

1. Vyhodnocení kontaminace pozadí

Naměřené hodnoty SO₂, NO, NO₂, NO_x, CO v bezprostředním okolí odvalu byly v době měření srovnatelné s hodnotami pozadí ostravského ovzduší bez vlivu dopravy, průmyslu a lokálních topenišť a vyhovovaly imisním limitům pro ovzduší podle NV č. 597/2006 Sb.




Tyto hodnoty také sloužily jako základní srovnávací etalon pro posouzení vlivu (příspěvku) endogenních procesů uvnitř odvalu na vnější ovzduší.

Koncentrace znečišťujících látek – pozadí

Tabulka č. 16

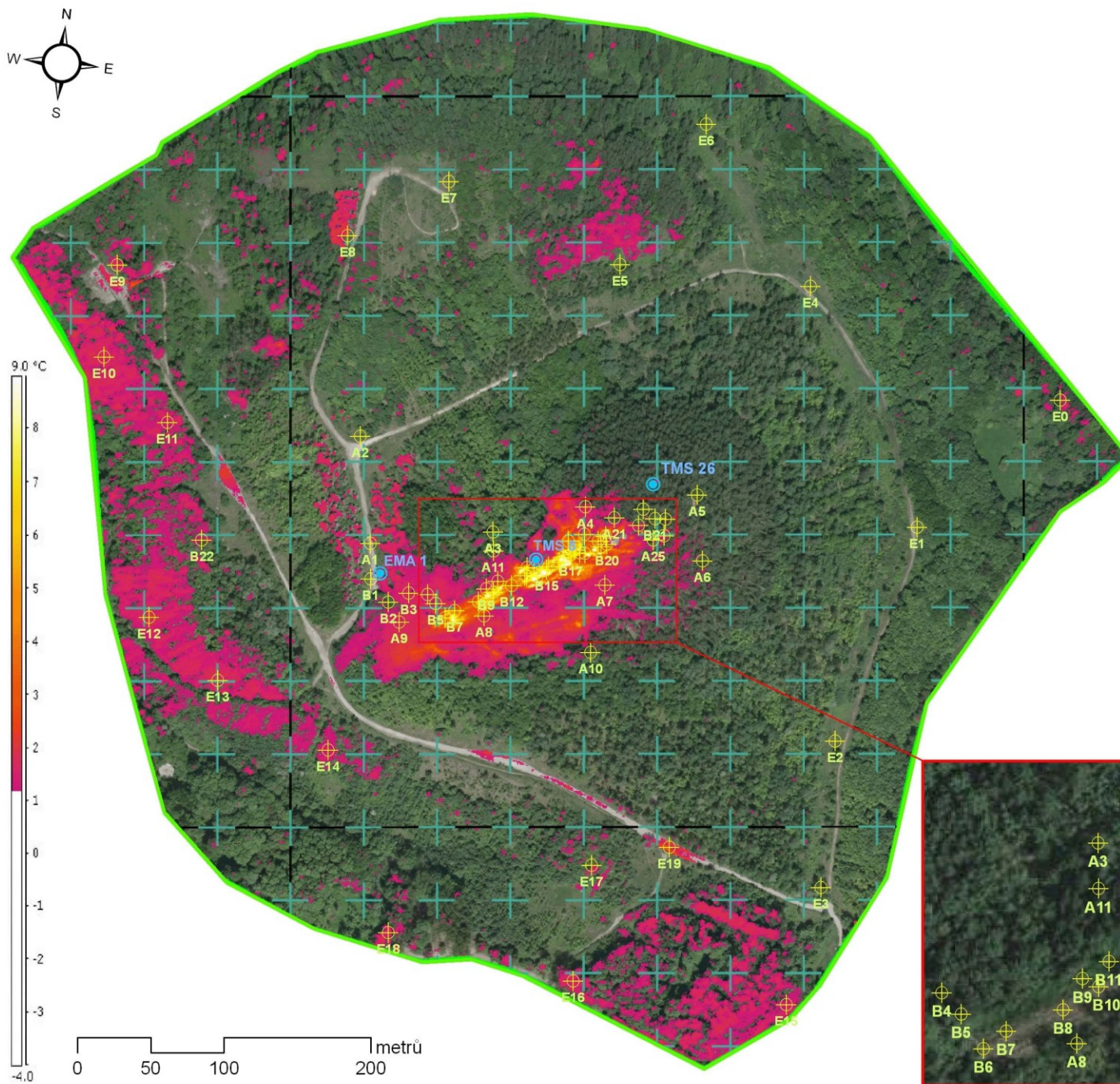
| Měřená látka | jednotka | 25. 5. 2010 |
|-------------------|-------------------|-------------|
| SO ₂ | µg/m ³ | 17 |
| NO | µg/m ³ | <5 |
| NO ₂ | µg/m ³ | 16 |
| NO _x | µg/m ³ | 25 |
| CO | µg/m ³ | 550 |
| Σ VOC | mg/m ³ | 0,37 |
| Směr větru | deg | |
| Rychlost větru | m/s | 0,4 |
| Teplota | °C | 16,5 |
| Relativní vlhkost | % | 76,0 |
| Barometrický tlak | hPa | 965,0 |

Měření emisí - odval EMA

-  sondy s měřenými emisemi
-  povrchové měření emisí
-  Odval Ema

Jako podklad byl použit termovizní snímek z výkresu
Termovizní snímkování 2.3.2010 - zvýraznění
(podklad ortofotomapa 2008)
od firmy ARGUS GEO SYSTÉM s.r.o.

Zpracoval: Mgr. Jiří Křesina
21.6.2010
E-expert, spol. s r.o.



2. Vyhodnocení kontaminace ovzduší v povrchové vrstvě nad odvalem

Na ploše odvalu byla změřena koncentrace plynů CO, NO, NO₂, NO_x, SO₂ a VOC celkem v 70 bodech. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce č. 14. Míra ovlivnění vzduší na odvalu, produkty endogenního hoření byla zjišťována porovnáním naměřených hodnot s pozadovými hodnotami. Provedená měření prokázala, že koncentrace škodlivin těsně nad povrchem odvalu byly velice nízké, s výjimkou několika vzorků.

Vzhledem k tomu, že odval je volně přístupný pro návštěvníky a produkty hoření mohou mít negativní vliv na zdraví lidí, byly naměřené hodnoty informativně porovnány také s imisními limity pro ovzduší uvedenými v Nař. vlády č. 597/2006 Sb., a to i přes skutečnost, že měření probíhalo v povrchové vrstvě odvalu, ne v dýchací zóně člověka. Ze stejného důvodu bylo pouze orientačně provedeno také srovnání s Nař. vl. č. 361/2007 Sb., který limituje škodliviny v pracovním prostředí.

Naměřené hodnoty byly vyneseny do map (obrázky č. 15 až 18), ze kterých je vidět, že k významnějším únikům dochází pouze na trase bývalého výložníku, kde jsou dlouhodobě pozorovány projevy endogenního hoření. V porovnání s hodnotami pozadí je patrné, že na odvalu byly zjištěny hodnoty mírně vyšší, a to i v místech vzdálenějších od trasy bývalého výložníku.

Výrazně vyšších hodnot oproti pozadí dosahovaly některé plyny v měřených bodech A 16, B 11, A 15, B 17, A 12 a B 12, které se všechny nacházely v trase výložníku.

Oxidy dusíku (NO_x) byly ve vyšších koncentracích oproti pozadí zjištěny v pěti vzorcích ovzduší odebraných v bodech A 12, A 15, A 16, B 11, B 17. Endogenní hoření probíhá za malého přístupu kyslíku, tzn., že se jedná o nedokonalé hoření, při kterém vzniká především NO_x, zatím co NO₂ je v ovzduší na odvalu minoritní složkou. Vznikající NO pak řádově v hodinách konvertuje na NO₂. Tento proces, v závislosti na povětrnostních podmínkách, již většinou probíhá mimo oblast odvalu a ve vyšších místech atmosféry, tzn., že postihuje širší okolí lokality. Nař. vlády č. 597/2006 Sb. - o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší hodnotí zdravotní účinky NO₂, nikoliv NO_x. Při porovnání naměřených koncentrací s imisními limity jmenovaného NV bylo překročení imisních limitů pro NO₂ zjištěno pouze u tří vzorků, a to A 16, kde koncentrace překročila hodinový imisní limit cca 2×, dále B 11, kde byl tento limit překročen cca 1,4× a vzorek B 17, kde byl mírně překročen roční imisní limit. Z části NO_x přítomných v ovzduší vzniká hydrolýzou za přispění ozónu kyselina dusičná, která je součástí kyselých dešťů. Jmenované NV č. 597/2006 Sb. uvádí pro oxidy dusíku roční imisní limit pro ochranu ekosystémů a vegetace ve výši 30 µg/m³. Tuto hodnotu na lokalitě překročilo celkem 10 vzorků, u nichž byl zjištěn obsah NO_x v rozsahu 30,611 až 3 087,9 µg/m³. Tzn., že emise NO_x z odvalu mohou mít negativní vliv na vegetaci v okolí lokality. Pokud bychom orientačně porovnali obsah nitrózních plynů v povrchové vrstvě ovzduší na odvalu s Nař. vl. č. 361/2007 Sb., který limituje škodliviny v pracovním prostředí (např. pro případ sanačních prací), nebylo zjištěno překročení přípustného expozičního limitu (PEL) ani nejvyšší přípustné koncentrace (NPK-P).

Koncentrace oxidu siřičitého v povrchové vrstvě ovzduší na odvalu odpovídaly pozadové koncentraci, s výjimkou 4 vzorků, které byly odebrány v prostoru bývalého výložníku. Zatímco ve vzorcích A 15, A 16 a B 11 se jednalo o mírné zvýšení oproti pozadí aniž by došlo k překročení imisních limitů, ve vzorku B 12 koncentrace SO₂ již překročila hodinový imisní limit z NV č. 597/2006 Sb.

Koncentrace CO v povrchové vrstvě ovzduší na odvalu byly oproti pozadí zvýšené, pouze ve vzorku z měřeného bodu A 15 však koncentrace CO překračovala 8-hodinový imisní limit z NV č. 597/2006 Sb., rep. PEL a NPK-P z NV č. 361/2007 Sb.

Koncentrace VOC byly v mírně zvýšených koncentracích oproti pozadí naměřeny pouze v oblasti postižené endogenním hořením. Z toho cca dvojnásobné hodnoty byly zjištěny v bodech A 12, A 13, A 14, B 7, B 11 a B 12. Nejvyšší koncentrace byly zjištěny v bodech A 11, A 15, A 16, A 17 a A 21. NV č. 597/2006 Sb. VOC jako sumární parametr nelimituje. Z analýz vzorků půdního vzduchu (viz tab. č. 18) vyplývá, že nejvíce zastoupenými těkavými látkami v půdním vzduchu, který vystupuje na povrch odvalu jsou toluen, xyleny, benzen a ethylbenzen. Poměr kontaminantů je však v různých místech odvalu rozdílný a závisí na mnoha faktorech, především pak na teplotě uvnitř odvalu. Z uvedených kontaminantů je ve volném ovzduší limitován pouze benzen. Vzhledem k tomu, že v půdním vzduchu obsah benzenu pouze v 1 sondě překračoval limit pro ovzduší cca 3,2×, je velmi pravděpodobné, že po výstupu na povrch a naředění ve volném ovzduší je obsah benzenu již vyhovující.

Jak bylo již uvedeno, průzkum ovzduší na odvalu, resp. vlastní měření probíhalo přímo na povrchu odvalu, tzn., že v dýhací zóně budou koncentrace dosahovat výrazně nižších hodnot. Pokud bychom použili ředící faktor 1 000, všechny koncentrace plynů na termicky aktivní ploše by imisním limitům uvedeným v NV č. 597/2006 Sb. vyhovovaly.

Z provedeného měření na povrchu vyplývá, že k největším únikům kontaminantů dochází v místech se zvýšenou teplotou uvnitř odvalu a v okolí těchto ploch, v závislosti na propustnosti prostředí. V tabulce č. 18 jsou uvedeny koncentrace sledovaných plynů na termicky aktivních plochách a v tabulce č. 19 koncentrace v těsném okolí těchto ploch. Při výpočtu hmotnostních toků byly do výpočtu použity průměrné koncentrace na dané ploše a průměrná rychlost proudění. Pro plochy v okolí termicky aktivních ploch, kde byla rychlost proudění velmi nízká (pod mezí citlivosti přístroje) byla použita rychlost 0,1 meze citlivosti.

Výpočet hmotnostního toku byl proveden podle vztahu:

$$\text{Hmotnostní tok} = P \times c \times v \times \text{koef}$$

kde P je plocha [m^2]

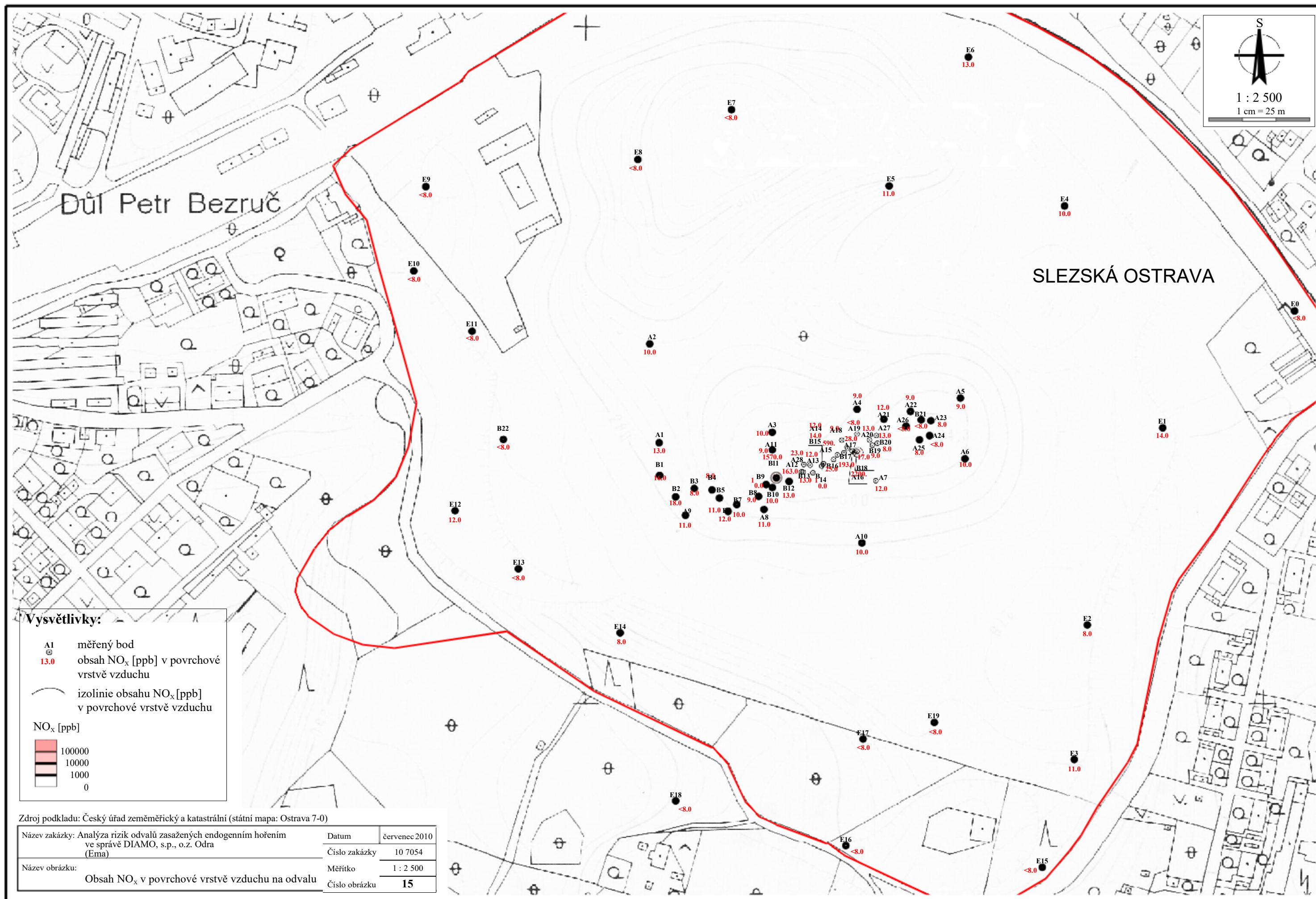
c je průměrná koncentrace [$\mu\text{g}/\text{m}^3$, resp. mg/m^3]

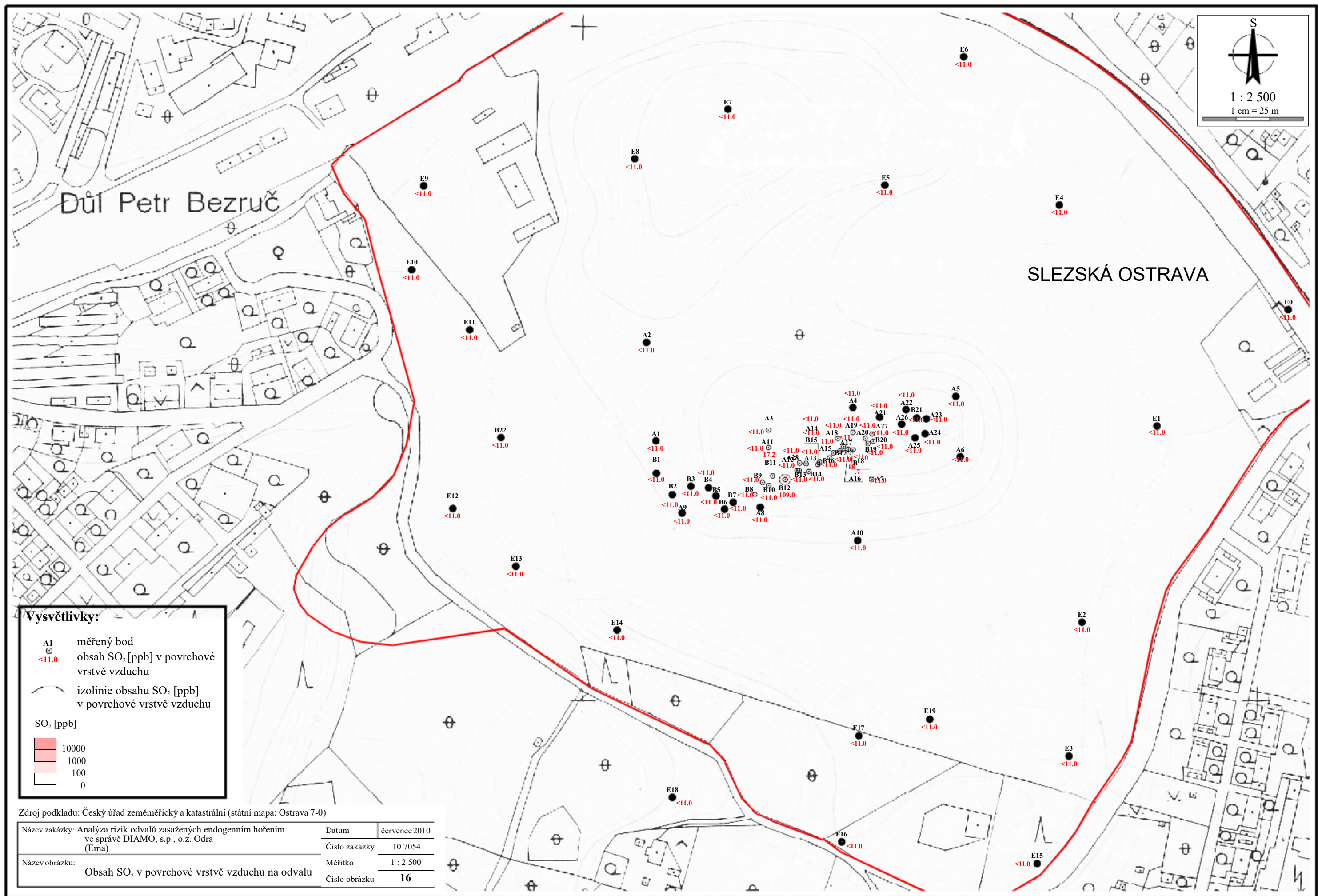
v je průměrná rychlost proudění [m/s]

koef je přepočet na t/rok, tj. $3,1536 \cdot 10^{-5}$, resp. $3,1536 \cdot 10^{-2}$

Vypočtené hmotnostní toky z obou plochy jsou uvedeny v tabulce č. 20. Je vidět, že příspěvek ploch v těsném sousedství termicky aktivních ploch je zanedbatelný. Celkem může z odvalu ročně uniknout cca 2,32 t NO, cca 0,41 t NO₂, cca 2,73 t NO_x, 0,25 t SO₂, cca 55,8 t CO a cca 10,6 t VOC.

Naměřené koncentrace NO_x, SO₂, CO a VOC v povrchové vrstvě vzduchu na odvalu znázorňují obrázky č. 15 až 18.



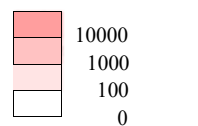


Vysvětlivky:

A1 měřený bod
obsah SO₂ [ppb] v povrchové
vrstvě vzduchu

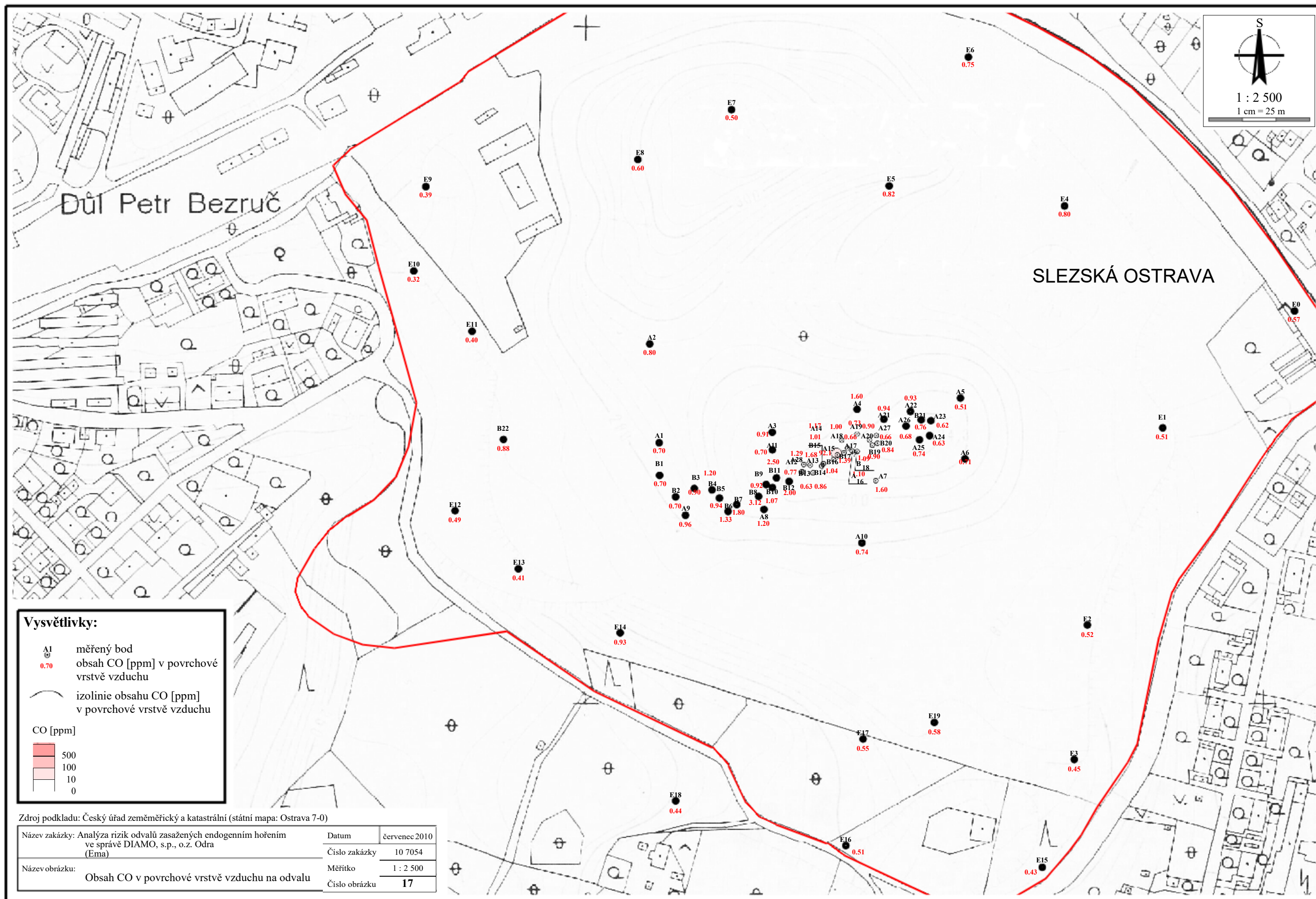
izolinie obsahu SO₂ [ppb]
v povrchové vrstvě vzduchu

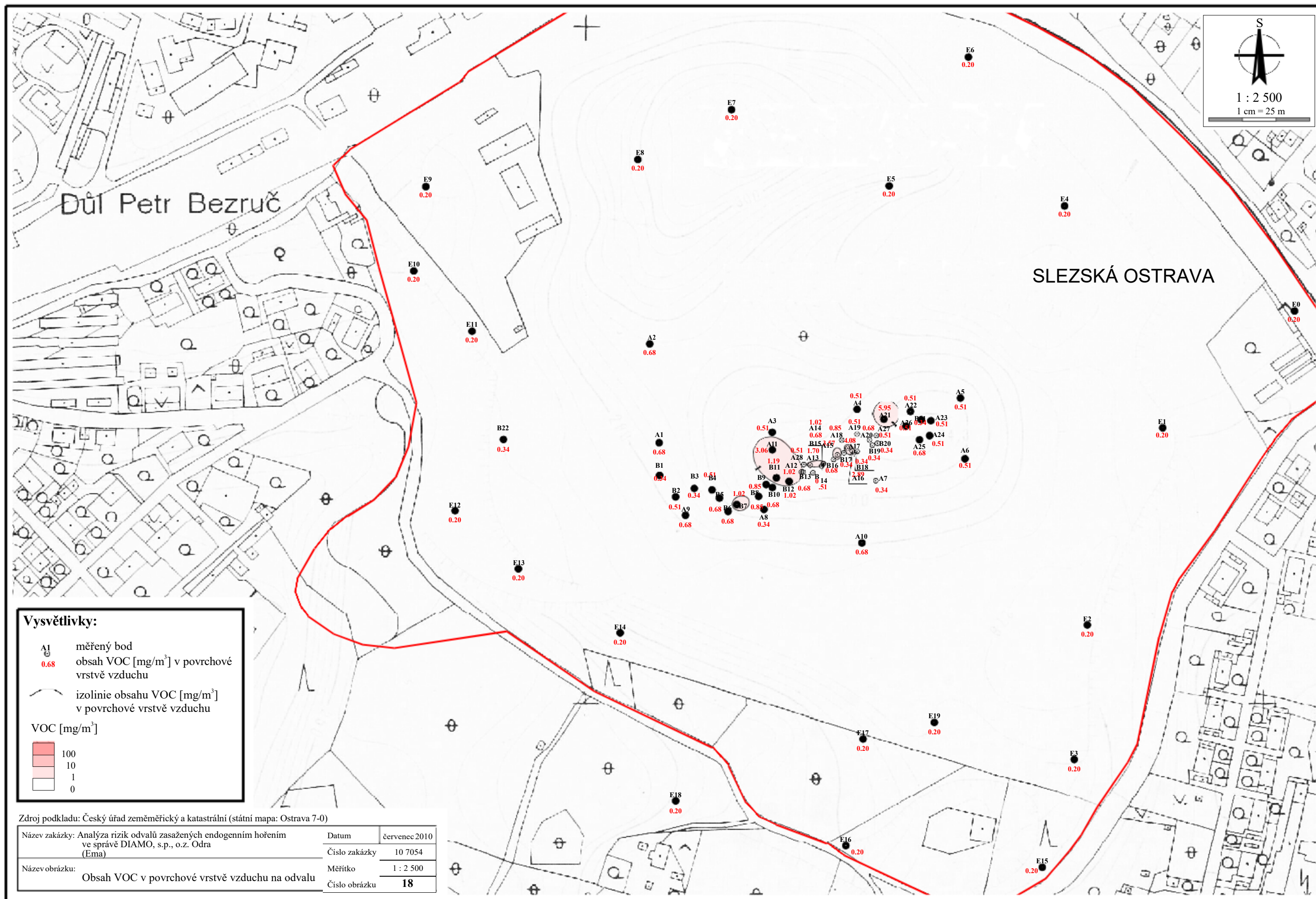
SO₂ [ppb]



Zdroj podkladu: Český úřad zeměměřický a katastrální (státní mapa: Ostrava 7-0)

| | | |
|--|---------------|---------------|
| Název zakázky: Analýza rizik odvalů zasažených endogenním hořením ve správě DIAMO, s.p., o.z. Odra (Ema) | Datum | červenec 2010 |
| | Číslo zakázky | 10 7054 |
| Název obrázku: | Měřítko | 1 : 2 500 |
| Obsah SO ₂ v povrchové vrstvě vzduchu na odvalu | Číslo obrázku | 16 |





Koncentrace kontaminantů v povrchové vrstvě ovzduší na odvalu

Tabulka č. 17

| Vrt | Datum měření | proudění | NO | NO ₂ | NO _x | SO ₂ | CO | Σ VOC |
|--------------------|--------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | m/s | µg/m ³ | µg/m ³ | µg/m ³ | µg/m ³ | mg/m ³ | mg/m ³ |
| A1 | 10.5.10 | 0,10 | 3,347 | 20,527 | 23,873 | 15,707 | 0,875 | 0,680 |
| A2 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 1,000 | 0,680 |
| A3 | 10.5.10 | <0,1 | 6,693 | 8,211 | 14,904 | 15,707 | 1,137 | 0,510 |
| A4 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 1,999 | 0,510 |
| A5 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,637 | 0,510 |
| A6 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,887 | 0,510 |
| A7 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 18,474 | 21,821 | 15,707 | 1,999 | 0,340 |
| A8 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 1,499 | 0,340 |
| A9 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 16,421 | 19,768 | 15,707 | 1,199 | 0,680 |
| A10 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 18,474 | 21,821 | 15,707 | 0,925 | 0,680 |
| A11 | 10.5.10 | 0,10 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,875 | 3,060 |
| A12 | 10.5.10 | 0,20 | 198,126 | 30,790 | 228,916 | 15,707 | 0,962 | 1,020 |
| A13 | 10.5.10 | 0,12 | 3,347 | 16,421 | 19,768 | 15,707 | 2,099 | 1,700 |
| A14 | 10.5.10 | 0,10 | 3,347 | 18,474 | 21,821 | 15,707 | 1,462 | 1,020 |
| A15 | 10.5.10 | 0,25 | 749,665 | 61,580 | 811,245 | 31,415 | 115,074 | 3,570 |
| A16 | 10.5.10 | 0,35 | 2677,376 | 410,531 | 3087,907 | 53,405 | 1,374 | 2,890 |
| A17 | 10.5.10 | 0,17 | 17,403 | 30,790 | 48,193 | 15,707 | 0,825 | 4,080 |
| A18 | 10.5.10 | <0,1 | 9,371 | 8,211 | 17,581 | 15,707 | 1,249 | 0,850 |
| A19 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,912 | 0,510 |
| A20 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 18,474 | 21,821 | 15,707 | 1,124 | 0,680 |
| A21 | 10.5.10 | 0,25 | 3,347 | 16,421 | 19,768 | 15,707 | 1,174 | 5,950 |
| A22 | 10.5.10 | <0,1 | 6,693 | 8,211 | 14,904 | 15,707 | 1,162 | 0,510 |
| A23 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,775 | 0,510 |
| A24 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,787 | 0,510 |
| A25 | 10.5.10 | <0,1 | 6,693 | 8,211 | 14,904 | 15,707 | 0,925 | 0,680 |
| A26 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,850 | 0,510 |
| A27 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 18,474 | 21,821 | 15,707 | 0,825 | 0,510 |
| A28 | 10.5.10 | 0,15 | 12,048 | 28,737 | 40,785 | 15,707 | 1,612 | 0,510 |
| B1 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 24,632 | 27,979 | 15,707 | 0,875 | 0,340 |
| B2 | 10.5.10 | <0,1 | 8,032 | 24,632 | 32,664 | 15,707 | 0,875 | 0,510 |
| B3 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 1,124 | 0,340 |
| B4 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 1,499 | 0,510 |
| B5 | 10.5.10 | <0,1 | 6,693 | 8,211 | 14,904 | 15,707 | 1,174 | 0,680 |
| B6 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 18,474 | 21,821 | 15,707 | 1,662 | 0,680 |
| B7 | 10.5.10 | 0,10 | 3,347 | 16,421 | 19,768 | 15,707 | 2,249 | 1,020 |
| B8 | 10.5.10 | 0,13 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 3,898 | 0,850 |
| B9 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 1,149 | 0,850 |
| B10 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 1,337 | 0,680 |
| B11 | 10.5.10 | 0,33 | 1914,324 | 287,372 | 2201,696 | 49,121 | 3,124 | 1,190 |
| B12 | 10.5.10 | 0,30 | 8,032 | 8,211 | 16,243 | 311,290 | 2,499 | 1,020 |
| B13 | 10.5.10 | <0,1 | 6,693 | 16,421 | 23,115 | 15,707 | 0,787 | 0,680 |
| B14 | 10.5.10 | <0,1 | 6,693 | 8,211 | 14,904 | 15,707 | 1,075 | 0,510 |
| B15 | 10.5.10 | <0,1 | 8,032 | 16,421 | 24,453 | 15,707 | 1,262 | 0,680 |
| B16 | 10.5.10 | <0,1 | 14,726 | 28,737 | 43,463 | 15,707 | 1,299 | 0,680 |
| B17 | 10.5.10 | 0,28 | 227,577 | 47,211 | 274,788 | 15,707 | 1,737 | 0,340 |
| B18 | 10.5.10 | <0,1 | 8,032 | 22,579 | 30,611 | 15,707 | 1,362 | 0,340 |
| B19 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 1,124 | 0,340 |
| B20 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 1,050 | 0,340 |
| B21 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,950 | 0,340 |
| B22 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 1,100 | 0,340 |
| E0 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,712 | 0,200 |
| E1 | 10.5.10 | <0,1 | 6,693 | 18,474 | 25,167 | 15,707 | 0,637 | 0,200 |
| E2 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,650 | 0,200 |
| E3 | 10.5.10 | <0,1 | 6,693 | 8,211 | 14,904 | 15,707 | 0,562 | 0,200 |
| E4 | 10.5.10 | <0,1 | 6,693 | 8,211 | 14,904 | 15,707 | 1,000 | 0,200 |
| E5 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 1,025 | 0,200 |
| E6 | 10.5.10 | <0,1 | 8,032 | 8,211 | 16,243 | 15,707 | 0,937 | 0,200 |
| E7 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,625 | 0,200 |
| E8 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,750 | 0,200 |
| E9 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,487 | 0,200 |
| E10 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,400 | 0,200 |
| E11 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,500 | 0,200 |
| E12 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 18,474 | 21,821 | 15,707 | 0,612 | 0,200 |
| E13 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,512 | 0,200 |
| E14 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 1,162 | 0,200 |
| E15 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,537 | 0,200 |
| E16 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,637 | 0,200 |
| E17 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,687 | 0,200 |
| E18 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,550 | 0,200 |
| E19 | 10.5.10 | <0,1 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,725 | 0,200 |
| NV č. 597/2006 Sb. | | | | 40/rok | | 125/24h | 10/8h | |
| | | | | 200/1h | | 350/1h | | |
| NV č. 361/2007 Sb. | PEL | | | | 10000 | 5000 | 30 | |
| | NPK-P | | | | 20000 | 10000 | 150 | |

Koncentrace sledovaných parametrů na termicky aktivní ploše

Tabulka č. 18

| označení vzorků | proudění | NO | NO ₂ | NO _x | SO ₂ | CO | suma VOC |
|-----------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | m/s | µg/m ³ | µg/m ³ | µg/m ³ | µg/m ³ | mg/m ³ | mg/m ³ |
| A1 | 0,10 | 3,347 | 20,527 | 23,873 | 15,707 | 0,875 | 0,680 |
| A12 | 0,20 | 198,126 | 30,790 | 228,916 | 15,707 | 0,962 | 1,020 |
| A13 | 0,12 | 3,347 | 16,421 | 19,768 | 15,707 | 2,099 | 1,700 |
| A14 | 0,10 | 3,347 | 18,474 | 21,821 | 15,707 | 1,462 | 1,020 |
| A15 | 0,25 | 749,665 | 61,580 | 811,245 | 31,415 | 115,074 | 3,570 |
| A16 | 0,35 | 2677,376 | 410,531 | 3087,907 | 53,405 | 1,374 | 2,890 |
| A17 | 0,17 | 17,403 | 30,790 | 48,193 | 15,707 | 0,825 | 4,080 |
| A21 | 0,25 | 3,347 | 16,421 | 19,768 | 15,707 | 1,174 | 5,950 |
| A28 | 0,15 | 12,048 | 28,737 | 40,785 | 15,707 | 1,612 | 0,510 |
| B7 | 0,10 | 3,347 | 16,421 | 19,768 | 15,707 | 2,249 | 1,020 |
| B8 | 0,13 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 3,898 | 0,850 |
| B11 | 0,33 | 1914,324 | 287,372 | 2201,696 | 49,121 | 3,124 | 1,190 |
| B12 | 0,30 | 8,032 | 8,211 | 16,243 | 311,290 | 2,499 | 1,020 |
| B16 | 0,00 | 14,726 | 28,737 | 43,463 | 15,707 | 1,299 | 0,680 |
| B17 | 0,28 | 227,577 | 47,211 | 274,788 | 15,707 | 1,737 | 0,340 |

Koncentrace sledovaných parametrů na termicky neaktivní ploše

Tabulka č. 19

| označení vzorků | proudění | NO | NO ₂ | NO _x | SO ₂ | CO | suma VOC |
|-----------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | m/s | µg/m ³ | µg/m ³ | µg/m ³ | µg/m ³ | mg/m ³ | mg/m ³ |
| A9 | 0,001 | 3,347 | 16,421 | 19,768 | 15,707 | 1,199 | 0,680 |
| A18 | 0,001 | 9,371 | 8,211 | 17,581 | 15,707 | 1,249 | 0,850 |
| A19 | 0,001 | 3,347 | 8,211 | 11,557 | 15,707 | 0,912 | 0,510 |
| A20 | 0,001 | 3,347 | 18,474 | 21,821 | 15,707 | 1,124 | 0,680 |
| B1 | 0,001 | 3,347 | 24,632 | 27,979 | 15,707 | 0,875 | 0,340 |
| B2 | 0,001 | 8,032 | 24,632 | 32,664 | 15,707 | 0,875 | 0,510 |
| B6 | 0,001 | 3,347 | 18,474 | 21,821 | 15,707 | 1,662 | 0,680 |
| B13 | 0,001 | 6,693 | 16,421 | 23,115 | 15,707 | 0,787 | 0,680 |
| B15 | 0,001 | 8,032 | 16,421 | 24,453 | 15,707 | 1,262 | 0,680 |
| B18 | 0,001 | 8,032 | 22,579 | 30,611 | 15,707 | 1,362 | 0,340 |

Roční bilance emisí z odvalu

Tabulka č. 20

| | plocha | rychlost proudění | NO | | NO ₂ | | NO _x | | SO ₂ | | CO | | suma VOC | |
|----------------|--------|-------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|
| | | | ∑ konc. | hm. tok | ∑ konc. | hm. tok | ∑ konc. | hm. tok | ∑ konc. | hm. tok | ∑ konc. | hm. tok | ∑ konc. | hm. tok |
| | | | µg/m ³ | t/rok | µg/m ³ | t/rok | µg/m ³ | t/rok | µg/m ³ | t/rok | mg/m ³ | t/rok | mg/m ³ | t/rok |
| plocha okolní | 1000 | 0,001 | 5,69 | 0,0002 | 17,45 | 0,0006 | 23,14 | 0,0007 | 15,71 | 0,0005 | 1,13 | 0,0357 | 0,595 | 0,019 |
| plocha aktivní | 1000 | 0,189 | 389,29 | 2,32 | 68,696 | 0,41 | 457,986 | 2,73 | 41,201 | 0,25 | 9,351 | 55,73 | 1,768 | 10,54 |
| celkové emise | | | | 2,32 | | 0,41 | | 2,73 | | 0,25 | | 55,77 | | 10,56 |

3. Vyhodnocení kontaminace půdního vzduchu

Plynné škodliviny (SO₂, CO, NO, NO₂, NO_x, VOC)

Míra kontaminace půdního vzduchu produkty endogenního hoření byla ověřována odběrem vzdušnin z vybraných termometrických sond, nacházejících se na plochách postižených endogenním hořením - TMS8, TMS26 a EMA1. Obsah jednotlivých kontaminantů v půdním vzduchu je závislý na teplotě v daném místě uvnitř odvalu, na vzdálenosti od míst postižených záparem nebo endogenním hořením, na pórovitosti prostředí a dalších faktorech. Termometrickým monitoringem bylo zjištěno, že teplota v sondách nacházejících se na ploše s termickými projevy, dosahovala do 35°C, v prostoru sondy TMS26 jen okolo 9°C. Obsah jednotlivých kontaminantů se v sondách lišil. Ve všech třech sondách byly zjištěny PAU (především fenanthren), PCB (především 180 a 170), PCDD i PCDF, CO, NO, NO₂, a NO_x. VOC byly zjištěny v sondě TMS8 a EMA 1 (zde pouze benzen a chlorbenzen).

Obsah kontaminantů v půdním vzduchu není legislativou limitován, proto byla pro orientační hodnocení míry kontaminace použita doporučující kritéria MŽP ČR z Metodického pokynu, který však uvádí kritéria pouze pro některé aromatické uhlovodíky, chlorované alifatické uhlovodíky a NEL. Vzhledem k tomu, že půdní vzduch obsahující produkty endogenního hoření vystupuje na povrch v místech turisticky značené cesty, kde může kontaminovat ovzduší, byly výsledky analýz orientačně porovnávány i s limity pro ovzduší, resp. pracovní prostředí.

Při orientačním porovnání naměřených hodnot s imisními limity pro vnější ovzduší (NV č. 597/2006 Sb.), byly koncentrace SO₂, NO₂, CO v půdních vzduchu měřených sond nižší než jsou stanoveny imisní limity. Tzn., že by ani po výstupu na povrch a nařazení v ovzduší neměly tyto limity překračovat. Také hodnoty VOC byly nízké, na úrovni běžně se vyskytující ve vnějším ovzduší v Ostravě.

Velmi nízké byly také hodnoty jednotlivých těkavých organických látek (VOC), které pokud by se jednalo o volné ovzduší by byly na úrovni běžně se vyskytujících koncentrací. Karcinogenní benzen, který je významným produktem endogenního hoření, byl v nejvyšší koncentrace 16,2 µg/m³ zjištěn v nově instalované sondě EMA1. Tato hodnota vyhovuje kritériu A pro benzen (100 µg/m³) z MP MŽP ČR, které obecně charakterizuje přirozené pozadí. Při orientačním srovnání s imisními limity pro vnější ovzduší by tato hodnota překračovala 3,2×. Po výstupu plynů na povrch odvalu však dochází k okamžitému ředění kontaminantů. V sondě TMS8 došlo k mírnému překročení kritéria A (100 µg/m³) z MŽP ČR u toluenu, jehož koncentrace zde dosahovala 123 µg/m³.

Obsah polyaromatických uhlovodíků v půdním vzduchu byl nízký, řádově dosahovaly naměřené koncentrace jednotek, ojediněle prvních desítek ng/m³ a v porovnání s vnějším ovzduším by odpovídaly složení ovzduší v netopné sezóně (ve venkovním ovzduší Ostravy se roční koncentrace PAU pohybují v rozmezí 2 - 10 ng/m³).

Půdní vzduch v monitorovaných vrtech obsahoval také nízké koncentrace PCB, které se pohybovaly řádově v desítkách až stovkách pg/m³, v sumě pak od cca 1500 do 2200 pg/m³. Celkově byly nejvyšší koncentrace PCB zjištěny v nově vyhloubené sondě EMA1. Pokud bychom naměřené koncentrace informativně porovnali s hodnotami běžnými ve venkovním ovzduší, tak se jedná o koncentrace vyšší, protože běžně se venkovním ovzduší vyskytuje PCB v hodnotách 100 - 300 pg/m³.

Obsah dioxinů (PCDD/F) v půdním vzduchu se ve vzorkovaných sondách pohyboval v rozsahu cca 0,99 až 1,6 pg TEQ/m³. Pro tuto skupinu látek neexistuje závazný limit, pouze doporučená hodnota WHO a ta je 20 fg TEQ/m³. Průměrná koncentrace dioxinů se ve venkovním ovzduší pohybuje od desítek do stovek fg TEQ/m³, v průmyslových oblastech

jsou zjišťovány hodnoty vyšší, a nejhorší situace je v zimě. V ostravském ovzduší se (pro srovnání) koncentrace PCDD/F pohybují od 20 do 1000 fg TEQ/m³.

Obsah kontaminantů v půdním vzduchu

Tabulka č. 21

| Měřená látka | jednotka | TMS8 | TMS26 | EMA1 |
|-----------------------|----------------------|----------|----------|---------|
| fenanthren | ng/m ³ | 66 | 75 | 56 |
| anthracen | ng/m ³ | <4,0 | <4,0 | <4,0 |
| fluoranten | ng/m ³ | 13 | 32 | 32 |
| pyren | ng/m ³ | <6,0 | 19 | 18 |
| benzo(a)anthracen | ng/m ³ | <4,0 | <4,0 | 5,2 |
| chrysen | ng/m ³ | <4,0 | 6 | 10 |
| benzo(b)fluoranten | ng/m ³ | <4,0 | <4,0 | <4,0 |
| benzo(k)fluoranten | ng/m ³ | <4,0 | <4,0 | <4,0 |
| benzo(a)pyren | ng/m ³ | <4,0 | <4,0 | <4,0 |
| benzo(ghi)perylene | ng/m ³ | <4,0 | <4,0 | <4,0 |
| dibenzo(ah)anthracen | ng/m ³ | <6,0 | <6,0 | <6,0 |
| indeno(1,2,3-cd)pyren | ng/m ³ | <6,0 | <6,0 | <6,0 |
| PCB 77 | pg/m ³ | 7,05 | 12,8 | 14,2 |
| PCB 126 | pg/m ³ | 0,368 | 0,244 | 0,58 |
| PCB 169 | pg/m ³ | < 0,96 | < 0,47 | < 0,77 |
| PCB 123 | pg/m ³ | 12,2 | 10,7 | 10 |
| PCB 118 | pg/m ³ | 200 | 326 | 420 |
| PCB 114 | pg/m ³ | < 3,9 | < 3,1 | < 5,2 |
| PCB 105 | pg/m ³ | 20,7 | 25,2 | 29,5 |
| PCB 167 | pg/m ³ | 30,2 | 33,6 | 63,5 |
| PCB 156 | pg/m ³ | 70,9 | 69,6 | 53,9 |
| PCB 157 | pg/m ³ | 5,166 | < 3,6 | < 5,9 |
| PCB 189 | pg/m ³ | < 7,9 | < 6,1 | < 11 |
| PCB 180 | pg/m ³ | 852 | 786 | 1118 |
| PCB 170 | pg/m ³ | 356 | 326 | 451 |
| suma PCB | pg/m ³ | 1554,584 | 1590,144 | 2160,68 |
| suma PCB | pgTEQ/m ³ | 0,16 | 0,15 | 0,21 |
| 2378TCDD | pg/m ³ | < 0,30 | < 0,21 | < 0,30 |
| 12378PeCDD | pg/m ³ | 0,906 | <0,54 | < 0,42 |
| 123478HxCDD | pg/m ³ | < 0,58 | < 0,45 | < 0,62 |
| 123678HxCDD | pg/m ³ | < 0,61 | < 0,39 | < 0,60 |
| 123789HxCDD | pg/m ³ | < 0,71 | < 0,45 | < 0,69 |
| 1234678HpCDD | pg/m ³ | 2,15 | 1,27 | < 1,5 |
| OCDD | pg/m ³ | 4,72 | 4,75 | 4,1 |
| TCDD | pg/m ³ | < 1,5 | < 1,0 | < 1,5 |
| PeCDD | pg/m ³ | < 2,0 | < 1,4 | < 2,1 |
| HxCDD | pg/m ³ | < 2,1 | < 1,5 | < 2,1 |
| HpCDD | pg/m ³ | < 4,6 | 1,27 | < 5,3 |
| Suma PCDD | pg/m ³ | 4,72 | 6,02 | 4,1 |
| Suma PCDD | pgTEQ/m ³ | 0,969 | 0,626 | 0,72 |
| 2378TCDF | pg/m ³ | 0,885 | 0,45 | 0,396 |
| 12378PeCDF | pg/m ³ | < 0,24 | 0,196 | 0,286 |
| 23478PeCDF | pg/m ³ | 0,325 | < 0,17 | 0,396 |
| 123478HxCDF | pg/m ³ | 1,12 | < 0,33 | 0,522 |
| 123678HxCDF | pg/m ³ | 0,48 | < 0,31 | < 0,41 |
| 234678HxCDF | pg/m ³ | 0,904 | < 0,34 | < 0,46 |
| 123789HxCDF | pg/m ³ | < 0,73 | 1,01 | < 0,77 |
| 1234678HpCDF | pg/m ³ | 7,72 | 0,601 | 1,84 |
| 1234789HpCDF | pg/m ³ | < 1,4 | < 1,4 | < 1,2 |
| OCDF | pg/m ³ | 2,18 | 0,782 | < 1,1 |
| TCDF | pg/m ³ | 0,885 | 8,15 | 9,1 |
| PeCDF | pg/m ³ | 0,325 | 0,196 | 0,682 |
| HxCDF | pg/m ³ | 2,829 | 1,01 | 0,522 |
| HpCDF | pg/m ³ | 8,3 | 0,601 | 1,84 |
| Suma PCDF | pg/m ³ | 14,519 | 10,739 | 12,144 |
| Suma PCDD/F | pg/m ³ | 19,239 | 16,759 | 16,244 |
| Suma PCDD/F | pgTEQ/m ³ | 1,6 | 0,986 | 1,2 |

Obsah kontaminantů v půdním vzduchu

Tabulka č. 21- pokrač.

| Měřená látka | jednotka | TMS8 | TMS26 | EMA1 |
|-----------------------------|-------------------|------|-------|-------|
| CO | µg/m ³ | 2890 | 1980 | 1220 |
| NO | µg/m ³ | 16,3 | <5 | 5 |
| NO ₂ | µg/m ³ | 26,7 | <8 | 13,4 |
| NO _x | µg/m ³ | 51,6 | 9,6 | 21 |
| SO ₂ | µg/m ³ | <11 | <11 | <11 |
| suma VOC | mg/m ³ | 0,74 | <0,70 | <0,70 |
| benzen | µg/m ³ | 5,1 | <3,0 | 16,2 |
| toluen | µg/m ³ | 123 | 67,1 | <3,0 |
| ethylbenzen | µg/m ³ | 8,5 | <3,0 | <3,0 |
| m,p-xylen | µg/m ³ | 32,2 | 7,2 | <3,0 |
| o-xylen | µg/m ³ | 11,1 | <3,0 | <3,0 |
| styren | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| freon 12 | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| freon 114 | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| chlormethan | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| chlorethen (vinylchlorid) | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| methylobromid | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| ethylchlorid | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| freon 11 | µg/m ³ | <3 | <3 | <3 |
| freon 113 | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| 1,1-dichlorethen | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| dichlormethan | µg/m ³ | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| 1,1-dichlorethan | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| cis-1,2-dichlorethen | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| trichlormethan (chloroform) | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| 1,1,1-trichlorethan | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| tetrachlormethan | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| 1,2-dichlorethan | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| trichlorethen | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| 1,2-dichlorpropan | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| cis-1,3-dichlorpropen | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| trans-1,3-dichlorpropen | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| 1,1,2-trichlorethan | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| tetrachlorethen | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| 1,2-dibromethan | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| chlorbenzen | µg/m ³ | 3,8 | <3,0 | 10,2 |
| 1,1,2,2-tetrachlorethan | µg/m ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| 1,3,5-trimethylbenzen | µg/m ³ | 5,2 | <3,0 | <3,0 |
| 1,2,4-trimethylbenzen | µg/m ³ | 31,8 | 3,7 | <3,0 |
| m-dichlorbenzen | µg/m ³ | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| p-dichlorbenzen | µg/m ³ | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| o-dichlorbenzen | µg/m ³ | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| 1,2,4-trichlorbenzen | µg/m ³ | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| hexachlorbutadien | µg/m ³ | <5,0 | <5,0 | <5,0 |

Jak prokázaly výsledky průzkumu kontaminace ovzduší, vyšší koncentrace sledovaných kontaminantů byly zjištěny pouze v místech postižených endogenním hořením, kde také půdní vzduch vystupuje na povrch odvalu. Zde však okamžitě dochází k promíchávání s vnějším ovzduším a naředění kontaminace (předpoklad cca 1 000×). Je velmi pravděpodobné, že v dýchací zóně takto naředěné již nepřekračují imisní limity. Z těchto důvodů nepředstavují oblasti postižené termickými procesy nebezpečí pro osoby pohybující se na odvalu, resp. nezatěžují ovzduší imisemi (za předpokladu, že nedojde k intenzifikaci a migraci endogenního hoření nebo vzniku nového ohniska).

Odhadem bylo stanoveno, že ročně může z odvalu, resp. z termicky postižené plochy, unikat cca 42,3 kg benzenu, což představuje cca 0,4 % z celkového množství VOC. Tento odhad

vychází z odhadované plochy postižené termickými procesy (1 000 m²), průměrné rychlosti výstupu půdního vzduchu na povrch (0,189 m/s) – viz tabulka č. 20 a průměrné koncentrace benzenu v půdním vzduchu (7,1 µg/l).

Součástí prováděného průzkumu nebylo měření prašnosti (PM₁₀ a prašného spadu), které může zvláště v místech bez vegetačního krytu představovat významný negativní faktor ovlivňující ovzduší na odvalu v trase bývalého výložníku, tj. i na turistické trase.

2.2.2.6 Průzkum kontaminace horninového prostředí

V minulosti byl odvalový materiál považován za neškodný a z pohledu možné kontaminace horninového prostředí a podzemní vody jako inertní. Byl hromaděn na odvalech a využíván k různým terénním úpravám, případně ke stavebním účelům. Průzkumné práce realizované v nedávné minulosti však prokázaly, že k jistému ovlivnění složek životního prostředí odvalovým materiálem dochází.

Průzkum míry kontaminace horninového prostředí byl zaměřen na ověření obsahu škodlivin v odvalovém materiálu, a to jak původním, tak vyhořelém, ale také na ověření obsahu škodlivin v podloží odvalu a jeho bezprostředním okolí. Výsledky tohoto průzkumu slouží k doplnění informací o vlivu odvalů na okolní prostředí a jako podklad pro vypracování analýzy rizika.

Hodnocení míry kontaminace horninového prostředí bylo orientačně provedeno na základě požadavku zadávací dokumentace dle Vyhlášky č. 294/2005 Sb., tabulky č. 4.1 a 2.1, přestože odvalový materiál (hlušina) není odpadem ve smyslu jmenované vyhlášky (ale spadá pod Zákon č. 157/2009 Sb. o nakládání s těžebním odpadem). Vzhledem k absenci jiné legislativy platné pro hodnocení míry kontaminace horninového prostředí, bylo provedeno také orientační hodnocení podle kritérií A, B, C uvedených v Metodickém pokynu MŽP ČR.

Jak prokázaly výsledky stanovení v sušině (tabulka č. 22), obsah sledovaných kontaminantů v zeminách byl na velmi nízké úrovni, a to ať už se jednalo o odvalový materiál (vyhořelý, nevyhořelý), tak o podloží odvalu. Při prostém srovnání s tabulkou č. 4.1 Vyhl. č. 294/2005 Sb. by pouze 1 vzorek nevyhořelé haldoviny nevyhovoval obsahem uhlovodíků C₁₀-C₄₀ a dále 4 vzorky nevyhořelé haldoviny a 1 vzorek podloží by nevyhovoval obsahem TOC (platí při ukládání na skládku).

Monocyklické aromatické uhlovodíky (BTEX) a PCB vzorky horninového prostředí obsahovaly ojediněle. BTEX byly zjištěny ve 2 vzorcích: EMA1/32 - 35,0 m p.t. (0,066 mg/kg suš.) a EMA4/0,0 - 0,5 m p.t. (0,0938 mg/kg suš.). Jedná se o velmi nízké koncentrace na úrovni přirozeného pozadí těchto polutantů. PCB byly prokázány rovněž ve velmi nízkých koncentracích celkem ve 3 vzorcích (EMA4/0,0 - 0,5 m p.t., EMA6/0,0-0,5 m p.t. a HP-213/3,0-4,0 m p.t.), kde se jejich koncentrace pohybovala od 0,0508 až 0,0877 mg/kg suš. Nejvyšší koncentrace PCB byla zjištěna ve vzorku podloží v nově vyhloubeném vrtu HP-213, který je situován na JV okraji odvalu.

Častěji než BTEX a PCB byly ve vzorcích zastoupeny PAU. Jejich koncentrace však jen mírně překračovaly hodnotu kritéria A považovanou za přirozené pozadí. Vůbec nebyly zjištěny v profilu vrtu EMA2, ve vzorcích nevyhořelé haldoviny a podloží odvalu. Ve vzorcích, kde byly PAU prokázány, se jejich koncentrace pohybovaly od 0,522 do 6,0 mg/kg suš., tj. v průměru 2,744 mg/kg suš. Nejvyšší obsah PAU byl přitom zjištěn ve vzorku podloží z vrtu HP-213/3 - 4 m p.t.

Všechny vzorky obsahovaly uhlovodíky C₁₀-C₄₀, vyjma tří vzorků odebraných ze sondy EMA2. Ve vzorcích, kde byly tyto uhlovodíky prokázány se jejich koncentrace pohybovala od 46 do 2 600 mg/kg suš., v průměru tak dosahovaly 363,5 mg/kg suš. Nejvyšší koncentrace

2 600 mg/kg suš. byla zjištěna v sondě EMA4, která byla situována v JZ kvadrantu odvalu a kde byla rovněž prokázána nejvyšší koncentrace BTEX. Jedná se o koncentraci, která je řádově vyšší než v ostatních vzorcích a která překračuje limitní koncentraci pro uložení odpadu na skládku skupiny S – inertní odpad a velmi pravděpodobně by překročila i hodnotu kritéria C pro NEL dle Metodického pokynu. Pro stanovení korelace mezi ukazatelem $C_{10-C_{40}}$ a NEL byly na lokalitě odebrány 2 kontrolní vzorky (EMA3/24,0-26,0 m p.t., HP-208/7,8-8,5 m p.t.) na stanovení NEL, jejichž výsledky jsou rovněž uvedeny v tabulce. Výsledky ukazují, že na lokalitě Ema je velmi dobrá shoda mezi oběma metodami, tj. GC a IR. Vzhledem k faktu, že odval Ema je technickou památkou a je volně přístupný veřejnosti, že sonda byla realizována u stezky na vrchol a že se jednalo o vzorek z povrchové vrstvy, velmi pravděpodobně se jedná o kontaminaci zavlečenou a lokální, která nepředstavuje významnější riziko pro okolní ekosystémy a podzemní nebo povrchovou vodu.

Celkový obsah organického uhlíku se ve vzorcích pohyboval od 0,231 do 17,1 %, v průměru 3,407 %. Nejvyšší obsah organického uhlíku byl zjištěn v sondě EMA1/10,0 - 12,0 m p.t., která byla situována do JZ části odvalu. Obsah organického uhlíku vyšší než 3 % byl zjištěn prakticky vždy v nevyhořelé haldovině, výjimkou byl vrt HP-213/3,0 - 4,0 m p.t. zastihující podloží odvalu, který je situován v JV části lokality a kde byla zjištěna také nejvyšší koncentrace PAU. Také v tomto případě se jedná o kontaminaci nesouvisející s odvalovými horninami.

Významným ukazatelem pro odvalový materiál je obsah spalitelných látek, který byl zjištěn v rozmezí 0,81 až 12,27 %, v průměru 5,327 %. Nejvyšší hodnoty odpovídaly nejvyšším obsahům TOC, tzn. vzorkům nevyhořelé haldoviny a vrtu HP-213 zastihující podloží odvalu.

Míra vyluhovatelnosti škodlivin z odvalového materiálu, resp. zasažení podloží odvalu výluhy z odvalů je patrná z tabulky č. 23.

Provedené laboratorní rozbory výluhů prokázaly, že hlušina může případné zasakující srážky obohatit především o sírany a ojediněle fluoridy. Obsah rozpuštěných látek by řadil tyto výluhy při posuzování dle Vyhlášky č. 294/2005 Sb. - tabulka č. 2.1 do třídy I až IIb.

Ze stopových kovů bylo ve všech vzorcích horninového prostředí zjištěno baryum, jehož koncentrace však byly nízké. Ostatní sledované kovy buď nebyly ve výluzích prokázány vůbec nebo jen ve velmi nízkých koncentracích (Cd, Cu, Ni, Pb). Žádný z výluhů neobsahoval fenoly a nízký byl také obsah chloridů (<1 až 31 mg/l).

Obsah rozpuštěných látek ve výluzích činil 44 až 3 058 mg/l a pH výluhů se pohybovalo převážně ve slabě kyselé až neutrální oblasti (5,55 až 7,01; v průměru 6,59). Na vysokém obsahu rozpuštěných látek v některých vzorcích se velkou měrou podílely sírany, jejichž koncentrace ve výluzích byly zjištěny od 4,8 do 2 065 mg/l. Nejvyšší koncentrace síranů vykazovaly výluhy vzorků ze sondy EMA2, EMA1 a EMA3, které jsou situovány v JZ a J části odvalu. Z tabulky je patrné, že v prostoru sondy EMA2, kde teplota při odvrtání vrtu dosahovala v hloubce 33 m p.t. až 71°C, byla zvýšená koncentrace síranů zjištěna také ve výluhu vzorku podloží odvalu, tzn. že lokálně může docházet k pronikání síranů ze sulfidického zvětrávání až do podloží a dále do podzemní vody. Rozbory výluhů rovněž prokázaly přítomnost fluoridů, jejichž koncentrace se pohybovaly od 0,2 do 1,4 mg/l, v průměru 0,6 mg/l. Obsah rozpuštěného organického uhlíku DOC se ve výluzích vzorků pohyboval od 4,1 do 30,6 mg/l, v průměru 14,5 mg/l.

Z tabulky č. 23 je patrné, že ve smyslu Vyhlášky č. 294/2005 Sb. – tabulka č. 2.1 spadaly výluhy vzorků převážně do třídy vyluhovatelnosti IIb, především z důvodu vysokého obsahu síranů a rozpuštěných látek. méně často do třídy I. Pouze výluhy 4 vzorků spadaly do třídy vyluhovatelnosti I, jak je patrné z následujícího přehledu.

Jak již bylo uvedeno výše, hodnocení míry kontaminace horninového prostředí dle Vyhlášky č. 294/2005 Sb. je pouze orientační, neboť odvalový materiál (hlušina) není odpadem ve smyslu jmenované vyhlášky (ale spadá pod Zákon č. 157/2009 Sb. o nakládání s těžebním odpadem).

| Třída vyluhovatelnosti | vyhořelá haldovina | nevyhořelá haldovina | podloží odvalu | Celkem |
|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------|
| I | 1 vzorek | 2 vzorky | 1 vzorek | 4 vzorky |
| IIb | 4 vzorky | 3 vzorky | 3 vzorky | 10 vzorků |

Nevyhořelá haldovina na odvalu Ema je charakterizována zvýšeným obsahem TOC, který v průměru činil 7,5 % (max. 17,1 %), průměrným obsahem spalitelných látek 9,8 % (max. 11,3 %). Z pohledu Metodického pokynu MŽP ČR (1996) se jedná o materiál nekontaminovaný, s výjimkou lokální povrchové kontaminace nepříliš starého data (C₁₀-C₄₀, resp. NEL) v blízkosti přístupové cesty na vrchol. V případě hodnocení podle Vyhl. č. 294/2005 Sb. – tab. č. 4.1 by nevyhovovala především vysokým obsahem celkového organického uhlíku.

Pro výluhy nevyhořelé haldoviny bylo charakteristické neutrální pH a pouze zvýšený obsah rozpuštěných látek v průměru cca 1 050 mg/l, což bylo způsobeno především vysokým obsahem síranů, který v průměru činil 705 mg/l (max. 2 065 mg/l).

Vyhořelá haldovina obsahovala v průměru pouze 0,65 % TOC a 1,5 % spalitelných látek. Výskyt sledovaných kontaminantů byl spíše ojedinělý ve velmi nízkých koncentracích. Podle Metodického pokynu MŽP ČR (1996) se jedná o materiál nekontaminovaný, s výjimkou lokálního výskytu uhlovodíků C₁₀-C₄₀ (resp. NEL). Vzorky vyhořelé haldoviny vyhovovaly také Vyhl. č. 294/2005 Sb. – tab. č. 4.1.

Výluhy vyhořelé haldoviny měly převážně slabě kyselé až neutrální pH, občas obsahovaly vysoké koncentrace rozpuštěných látek (v průměru 653 mg/l, max. 2 105 mg/l), způsobené vysokými koncentracemi síranů (v průměru 420 mg/l, max. 1 407 mg/l).

Vzorky podloží odvalu nevykazovaly žádnou kontaminaci. Obsah spalitelných látek i TOC byl velmi nízký, s výjimkou oblasti vrtu HP-213 situovaného již mimo těleso odvalu, kde horninové prostředí v úrovni kolísání hladiny podzemní vody vykazovalo vyšší obsah TOC (5,7 %). Z pohledu Metodického pokynu MŽP ČR (1996) se jedná o nekontaminované horninové prostředí.

Výluhy vzorků podloží i mimo těleso odvalu vykazovaly zvýšený obsah rozpuštěných látek (v průměru 436 mg/l) a výluh podloží pod odvalem obsahoval ve vyšší koncentraci sírany (263 mg/l).

Obsah škodlivin v sušině - horninové prostředí

Tabulka č. 22

| Vrt | hloubka | datum odběru | BTEX | C ₁₀ -C ₄₀ | NEL | PAU | PCB | TOC | spalitelné látky |
|----------------------------------|-----------|--------------|--------------|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------|------------------|
| | [m p.t.] | | [mg/kg suš.] | [mg/kg suš.] | [mg/kg suš.] | [mg/kg suš.] | [mg/kg suš.] | [%] | [%] |
| EMA-1 | 10,0-12,0 | 20.1.2010 | <0,05 | 175 | | 3,340 | <0,050 | 17,100 | 11,06 |
| | 32,0-35,0 | 20.1.2010 | 0,066 | 120 | | <0,500 | <0,050 | 0,825 | 2,65 |
| EMA-2 | 8,0-12,0 | 20.1.2010 | <0,05 | <20 | | <0,300 | <0,050 | 5,770 | 10,79 |
| | 24,0-28,0 | 20.1.2010 | <0,05 | <20 | | <0,300 | <0,050 | 1,260 | 6,59 |
| | 35,0-37,0 | 20.1.2010 | <0,05 | <20 | | <0,300 | <0,050 | 0,700 | 2,6 |
| | | | | | | | | | |
| EMA-3 | 4,0-8,0 | 1.2.2010 | <0,05 | 170 | | 3,610 | <0,050 | 6,980 | 11,3 |
| | 16,0-20,0 | 1.2.2010 | <0,05 | 110 | | <0,300 | <0,050 | 0,313 | 0,81 |
| | 24,0-26,0 | 1.2.2010 | <0,05 | 430 | 480 | 1,200 | <0,050 | 1,010 | 1,43 |
| EMA-4 | 0,0-0,50 | 9.3.2010 | 0,0938 | 2600 | | 4,070 | 0,055 | 6,330 | 9,19 |
| EMA-5 | 0,0-0,50 | 9.3.2010 | <0,05 | 53 | | 0,522 | <0,050 | 0,860 | 1,21 |
| EMA-6 | 0,0-0,50 | 9.3.2010 | <0,05 | 85 | | 1,170 | 0,0508 | 0,260 | 1,627 |
| HP-208 | 7,8-8,5 | 15.1.2010 | <0,05 | 46 | <50 | 2,820 | <0,050 | 0,231 | 1,63 |
| HP-209 | 4,4-5,6 | 20.1.2010 | <0,05 | 120 | | 1,960 | <0,050 | 0,321 | 1,42 |
| HP-213 | 3,0 - 4,0 | 18.2.2010 | <0,05 | 89 | | 6,000 | 0,0877 | 5,740 | 12,27 |
| Metodický pokyn MŽP | | A | | | 100 | 1 | 0,02 | | |
| | | B | | | 400 | 190 | 2,5 | | |
| | | C | | | 1 000 | 640 | 30 | | |
| Vyhl. 294/2005 Sb. - tab. č. 4.1 | | | 6 | 500 | | 80 | 1 | 3 | |

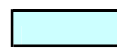
Legenda:



halodovina vyhořelá



halodovina nevyhořelá



podloží odvalu

Výluhy vzorků horninového prostředí

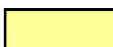
Tabulka č. 23

| Vrt | hloubka | datum odběru | podíl částic >10 mm | podíl sušiny | DOC | fenol. index | Cl ⁻ | F ⁻ | SO ₄ ²⁻ | As | Ba | Cd | Cr celk. | Cu | Hg | Ni | Pb | Sb | Se | Zn | Mo | rozpuš. látky | pH | zařazení |
|--|-----------|--------------|---------------------|--------------|--------|--------------|-----------------|----------------|-------------------------------|--------|---------|---------|----------|---------|----------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|---------------|------|----------|
| | [m p.t.] | | [%] | [%] | [mg/l] | [mg/l] | [mg/l] | [mg/l] | [mg/l] | [mg/l] | [mg/l] | [mg/l] | [mg/l] | [mg/l] | [mg/l] | [mg/l] | [mg/l] | [mg/l] | [mg/l] | [mg/l] | [mg/l] | [mg/l] | | |
| EMA-1 | 10,0-12,0 | 20.1.2010 | <5 | 92,3 | 14,3 | <0,05 | 3 | 0,55 | 113 | <0,005 | 0,0383 | <0,0005 | <0,001 | 0,00225 | <0,00025 | <0,001 | <0,001 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,01 | 211 | 6,78 | IIb |
| | 32,0-35,0 | 20.1.2010 | <5 | 87,1 | 4,8 | <0,05 | 15 | 0,91 | 1407 | <0,005 | 0,0275 | 0,00114 | <0,001 | 0,00455 | <0,00025 | 0,00115 | 0,00250 | <0,005 | <0,005 | 0,00900 | 0,01 | 2 105 | 6,82 | IIb |
| EMA-2 | 8,0-12,0 | 20.1.2010 | <5 | 91,1 | 5,8 | <0,05 | 3 | 0,33 | 1209 | <0,005 | 0,0216 | 0,00113 | <0,001 | 0,00209 | <0,00025 | 0,00390 | 0,00294 | <0,005 | <0,005 | 0,00630 | <0,005 | 1 762 | 6,81 | IIb |
| | 24,0-28,0 | 20.1.2010 | <5 | 89,6 | 4,7 | <0,05 | 4 | 0,31 | 2065 | <0,005 | 0,00946 | 0,00105 | <0,001 | <0,001 | <0,00025 | 0,00122 | <0,001 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 3 058 | 6,83 | IIb |
| | 35,0-37,0 | 20.1.2010 | <5 | 90,9 | 10,5 | <0,05 | 31 | <0,20 | 263 | <0,005 | 0,0297 | 0,00057 | <0,001 | 0,01010 | <0,00025 | 0,00305 | <0,001 | <0,005 | <0,005 | 0,00700 | <0,005 | 441 | 6,47 | IIb |
| EMA-3 | 4,0-8,0 | 1.2.2010 | 40 | 92 | 14,0 | <0,05 | 2 | 0,37 | 61 | <0,005 | 0,0494 | 0,00294 | <0,001 | 0,00420 | <0,00025 | 0,00135 | 0,00180 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 144 | 6,78 | I |
| | 16,0-20,0 | 1.2.2010 | <5 | 93,5 | 6,5 | <0,05 | 1,1 | 1,40 | 243 | <0,005 | 0,0368 | 0,00075 | <0,001 | 0,00178 | <0,00025 | <0,001 | 0,00181 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,01 | 390 | 6,95 | IIb |
| | 24,0-26,0 | 1.2.2010 | <5 | 88,2 | 4,1 | <0,05 | 2 | 1,00 | 419 | <0,005 | 0,032 | 0,00188 | <0,001 | 0,00371 | <0,00025 | <0,001 | <0,001 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,01 | 655 | 7,00 | IIb |
| EMA-4 | 0,0-0,50 | 9.3.2010 | | | 12,4 | <0,05 | <1 | 0,62 | 78 | <0,005 | 0,0502 | <0,0005 | <0,001 | <0,001 | <0,0005 | <0,001 | <0,003 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 69 | 7,01 | I |
| EMA-5 | 0,0-0,50 | 9.3.2010 | | | 30,6 | <0,05 | <1 | 0,29 | 25 | <0,005 | 0,0115 | <0,0005 | <0,001 | 0,00446 | <0,0005 | <0,001 | <0,003 | <0,005 | <0,005 | 0,00570 | <0,005 | 44 | 5,55 | IIb |
| EMA-6 | 0,0-0,50 | 9.3.2010 | | | 30,1 | <0,05 | 2,3 | <0,20 | 5 | <0,005 | 0,0077 | <0,0005 | <0,001 | 0,00537 | <0,0005 | 0,00428 | <0,003 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 69 | 6,26 | I |
| HP-208 | 7,8-8,5 | 15.1.2010 | 0 | 80,6 | 27,6 | <0,05 | 5 | 0,40 | 12 | <0,005 | 0,057 | <0,0005 | 0,004 | 0,06040 | <0,00025 | 0,00695 | 0,00760 | <0,005 | <0,005 | 0,02960 | <0,005 | 704 | 6,15 | IIb |
| HP-209 | 4,4-5,6 | 20.1.2010 | <5 | 87,8 | 24,7 | <0,05 | 1,3 | 0,24 | 12 | <0,005 | 0,0151 | <0,0005 | <0,001 | 0,00361 | <0,00025 | 0,00164 | 0,00194 | <0,005 | <0,005 | 0,00792 | <0,005 | 540 | 6,18 | IIb |
| HP-213 | 3,0 - 4,0 | 18.2.2010 | | | 13,0 | <0,05 | 1,1 | 0,74 | 17 | <0,005 | 0,0199 | <0,0005 | <0,001 | <0,001 | <0,0005 | <0,001 | 0,00245 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 58 | 6,67 | I |
| Vyh. 294/2005 Sb. - tab. č. 2.1 - třídy vyluhovatelnosti | I | | | | | 0,1 | 80 | 1 | 100 | 0,05 | 2 | 0,004 | 0,05 | 0,2 | 0,001 | 0,04 | 0,05 | 0,006 | 0,01 | 0,4 | 0,05 | 400 | | |
| | IIa | | | | | | 1 500 | 30 | 3 000 | 2,5 | 30 | 0,5 | 7 | 10 | 0,2 | 4 | 5 | 0,5 | 0,7 | 20 | 3 | 8 000 | ≥6 | |
| | IIb | | | | | | 1 500 | 15 | 2 000 | 0,2 | 10 | 0,1 | 1 | 5 | 0,02 | 1 | 1 | 0,07 | 0,05 | 5 | 1 | 6 000 | ≥6 | |
| | III | | | | | | 2 500 | 50 | 5 000 | 2,5 | 30 | 0,5 | 7 | 10 | 0,2 | 4 | 5 | 0,5 | 0,7 | 20 | 3 | 10 000 | | |

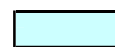
Legenda:



halodovina vyhořelá



halodovina nevyhořelá



podloží odvalu

2.2.2.7 Průzkum kontaminace vod

Odval Ema byl založen v Trojickém údolí na potoce Burna. Původní koryto potoka se nachází pod patou odvalu – pod jeho jižním okrajem. Přestože je potok pod odvalem zatrubněn, zatrubnění je již poškozeno a koryto potoka působí jako přirozený drén infiltrovaných atmosférických srážek. Proto je velmi pravděpodobné, že na lokalitě dochází ke kontaktu výluhových kontaminovaných vod z odvalu s vodami povrchovými, což je patrné především v místě vývěru na JZ okraji odvalu, který byl i v rámci dřívějších průzkumů zahrnut do monitoringu. Potok je v současnosti za odvalem opět zatrubněn a je přítokem řeky Ostravice. Ve vzorcích povrchových vod v okolí odvalu se očekávala přítomnost zvýšených koncentrací síranů, chloridů a NEL, které byly na lokalitě zjištěny v povrchových vodách již v minulosti, případně i jiných škodlivin (PAU, PCB, některých stopových kovů), které lze očekávat v souvislosti s probíhajícími termickými procesy uvnitř odvalu.

V jaké míře k negativnímu ovlivnění podzemních vod na lokalitě dochází bylo ověřováno odběrem vzorků podzemní vody z nově vyhloubených vrtů (HP-207, HP-208, HP-209), stávajících vrtů (HP-307, PV-21) a studní (St-7, St-8) v okolí odvalu. Kromě již uvedených vrtů byl na lokalitě Ema vyhlouben ještě vrt HP-213, který však byl při obou odběrech suchý. Celkem bylo v prostoru odvalu Ema a v jeho okolí odebráno 14 vzorků podzemní vody.

Situace lokality s monitorovanými objekty tvoří přílohu č. 12. Vybrané výsledky laboratorních rozborů podzemních vod uvádí tabulka č. 24.

Podle Metodického pokynu MŽP č. 12 z roku 2005 pro analýzu rizik kontaminovaného území je při vyhodnocování míry kontaminace postupováno přednostně podle platné legislativy. Pro podzemní vodu lze využít např. Vyhlášky MZ č. 428/2001 Sb., která v příloze č. 13, tabulce č. 1a uvádí požadavky na jakost surové vody a jejich mezní hodnoty pro jednotlivé kategorie standardních metod úpravy surové vody na pitnou. Proto by se kvalita takovéto surové vody v přirozeném stavu svými fyzikálně chemickými a biologickými vlastnostmi měla co nejvíce přibližovat požadavkům na vodu pitnou. Kvalitu vod (povrchových, podzemních a upravených) řeší také ČSN 75 7143 – jakost vody pro závlahu, která v příloze – tab. 1 uvádí nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů jakosti pro jednotlivé třídy (I, II a III), na základě kterých je voda posuzována jako voda vhodná, podmíněně vhodná a nevhodná pro zavlažování, z důvodu ochrany zdrojů pitné vody a neovlivnění zdraví lidí, zvířat a výnosů plodin. Vzhledem k tomu, že zájmová lokalita náleží do území, které je z hlediska vhodnosti podzemní vody pro zásobování pitnou vodou hodnoceno jako málo vhodné až nevhodné (viz kapitola 1.2.5) a vzhledem ke skutečnosti, že v prostoru zájmové lokality a v jejím okolí se nenachází žádné území se zvláštním režimem ochrany vod a nejsou zde rovněž žádné podzemní či povrchové zdroje sloužící hromadnému či individuálnímu zásobování obyvatelstva vodou (viz kapitola 1.1.2) ani žádné zemědělsky využívané plochy (lokalita se nachází uvnitř města a je obklopena průmyslově využívanými plochami), nebylo možné tuto legislativu použít a hodnocení míry kontaminace bylo provedeno porovnáním s vodou na přítoku do zájmové lokality, resp. orientačně podle kritérií uvedených v Metodickém pokynu MŽP ČR/1996.

Podzemní voda v prostoru odvalu Ema i ve větší vzdálenosti měla slabě kyselé až neutrální pH (6,45 – 7,00). Všechny vzorky z vrtů vykazovaly vysokou konduktivitu (1 088 až 2 860 $\mu\text{S/cm}$), s výjimkou dubnového odběru z vrtu HP-207. Naopak konduktivita vzorků ze studní na vstupu podzemní vody do lokality odpovídala vodám se střední až zvýšenou mineralizací (517 až 642 $\mu\text{S/cm}$). Velmi rozdílný byl i obsah sodíku, který byl opět ve studnách řádově nižší (9,7 až 13,6 mg/l) než ve vrtech (38,1 až 238 mg/l). Dva z pěti

vzorkovaných vrtů vykazovaly vyšší obsah chloridů, a to vrt HP-208 situovaný SSZ od odvalu v areálu bývalého Dolu Petr Bezruč, kde jejich obsah (108 až 141 mg/l) překračoval hodnotu kritéria B a vrt PV-21, situovaný JZ od odvalu pod Dolem Trojice, kde obsah chloridů (310 až 390 mg/l) překračoval hodnotu kritéria C. Vyšší obsah chloridů v těchto vrtech velmi pravděpodobně souvisí spíše s důlní činností (brakické vody) než s odvalovými horninami deponovanými na odvalu Ema. Velmi rozdílný obsah síranů vykazovala podzemní voda na vstupu do zájmové lokality v monitorovaných studnách St-7 a St-8 a na odtoku podzemní vody JZ směrem (monitorováno vrty HP-209 a PV-307) nebo SSZ směrem (monitorováno vrtem HP-208). Na vstupu do zájmové lokality (St-7, St-8) obsah síranů činil cca 80 až 108 mg/l, v těsné blízkosti odvalu ve vrtu HP-207 až 163 mg/l, zatím co ve vrtu HP-209 nebo HP-307 a PV-21 několikanásobně více (362 až 1871 mg/l). Nejvíce kontaminované vrty HP-307 a PV-21 jsou sice situovány v místě hlavního odtoku podzemní vody od odvalu, tzn. i ve směru šíření kontaminačního mraku, současně je to však prostor bývalého Dolu Trojice, takže k vysoké kontaminaci podzemní vody v této oblasti pravděpodobně významnou měrou v minulosti přispěl i provoz Dolu a Koksovy Trojice. Ve vrtu HP-208 situovaném SSZ od odvalu se obsah síranů pohyboval od 197 do 222 mg/l. Voda ze studní na vstupu podzemní vody do zájmové lokality obsahovala v nízkých koncentracích stopové kovy. Další sledované kontaminanty jako NEL, uhlovodíky C₁₀-C₄₀, PAU nebo PCB nebyly ve studnách zjištěny vůbec. Ve vrtech situovaných na odtoku podzemní vody z lokality JZ směrem (HP-307) bylo zjištěno kadmium a nikl v koncentracích překračujících hodnotu kritéria B. Na odtoku SZ směrem, ve vrtu HP-208, obsahovala podzemní voda při prvním odběru NEL v koncentraci překračující kritérium B. V následujícím odběru však již NEL neobsahoval. Podobně tomu bylo i u vzorků z vrtu HP-207, kde obsah NEL v prvním odběru překračoval kritérium C, avšak v následujícím odběru jejich obsah klesl pod hodnotu kritéria B. V ostatních monitorovaných vrtech pokud byly NEL prokázány, jednalo se vždy o první vzorkovací kolo a nízké koncentrace.

PCB a PAU nebyly prakticky prokázány na přítoku ani na odtoku podzemní vody z lokality. Pokud byl některý z PAU zjištěn, jednalo se o ojedinělý výskyt ve velmi nízké koncentraci, odpovídající přirozenému pozadí.

Obsah oxidovatelných látek (CHSK/Cr) byl ve studnách jen mírně zvýšený (10 a 29 mg/l), ve vrtech se pohyboval od 27 do 168 mg/l. Nejvyšší obsah vykazoval vrt HP-307. Uhlovodíky C₁₀-C₄₀ byly prokázány pouze ve vzorcích z vrtu HP-207 a zjištěné koncentrace přibližně odpovídaly hodnotám NEL.

Provedený monitoring podzemních vod prokázal ovlivnění kvality především JZ směrem od odvalu, tj. ve směru hlavního odtoku podzemní vody ze zájmové lokality, v prostoru bývalého dolu a koksovy Petr Bezruč. Podzemní voda zde vykazovala o řád vyšší vodivost v důsledku vysokých koncentrací síranů, chloridů a sodíku oproti podzemní vodě na vstupu do tohoto prostoru.

Vzhledem ke tvaru odvalu Ema (pseudokuželový) dochází při větších srážkových úhrnech k odtoku vod, které byly v kontaktu s odvalem, všemi směry, a to už celá desetiletí. Odval je navíc situován v poměrně hustě zastavěné části města, na SZ sousedí s bývalým Dolem Petr Bezruč a SV od odvalu se nachází areál ostravské ZOO. Z těchto důvodů bylo značně obtížné vytipování projektovaného počtu dokumentačních bodů na povrchových vodách v blízkosti odvalu. Dokumentační bod OB-7 se nachází S od ZOO, ve vzdálenosti cca 1,6 km SSV od odvalu Ema a jedná se o vývěr podzemní vody. Poměrně vzdálený od odvalu S směrem (cca 990 m) je také OB-8, který rovněž představuje vývěr podzemní vody na povrch. Nejbližší odvalu se nachází OB-9, situovaný JZ od odvalu ve vzdálenosti cca 55 m, který je totožný s vývěrem vzorkovaným již v minulosti. Jedná se o vývěr potoka Burna, jehož koryto se

nachází pod jižním okrajem odvalu a který původně drénoval Trojické údolí. Nyní odvádí infiltrované srážky z jižního svahu odvalu, vyvěrá napovrch JZ od odvalu, posléze je opět zatrubněn a ústícího do Ostravice.

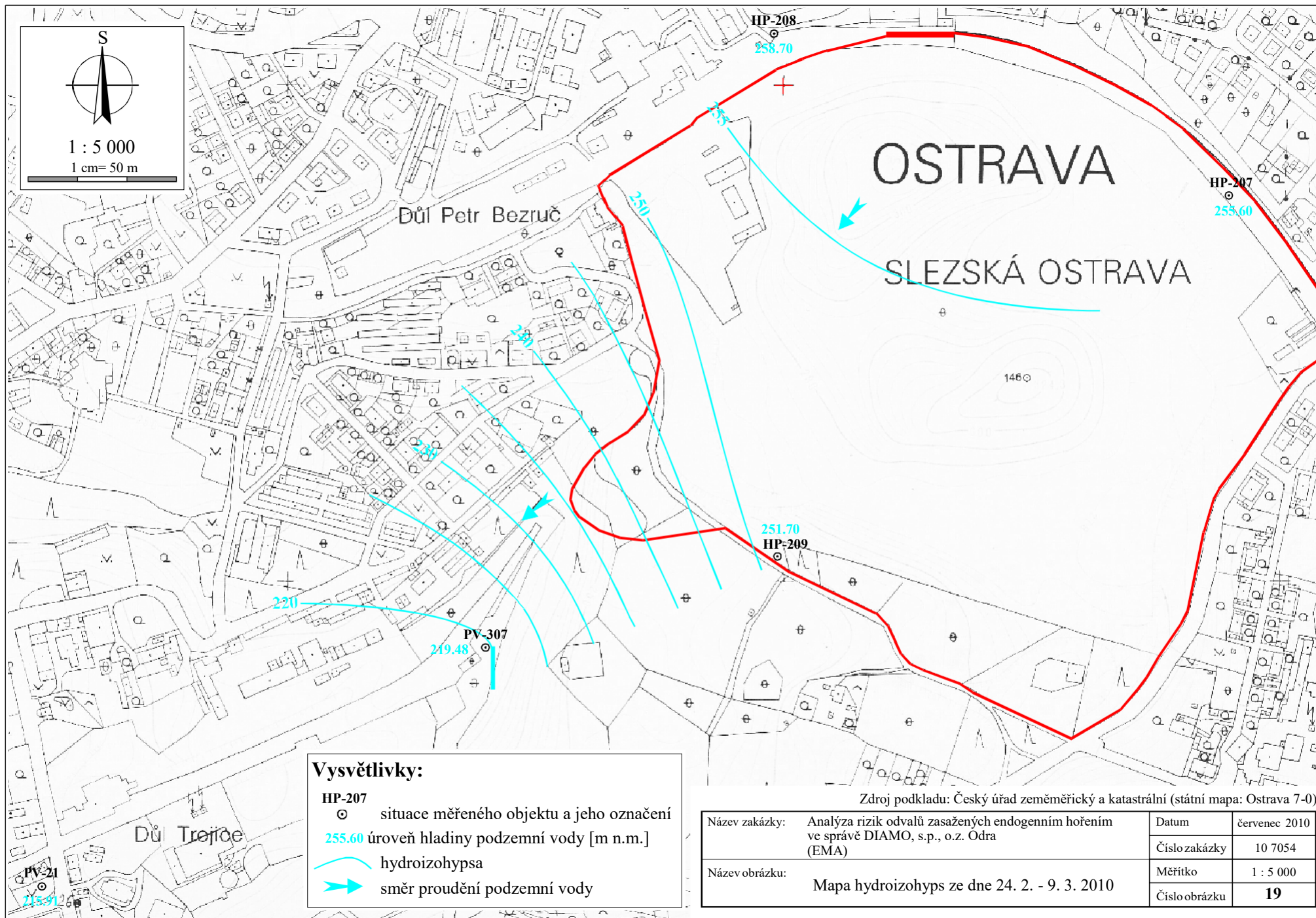
Vybrané výsledky laboratorních rozborů povrchových vod uvádí tabulka č. 25. Vzorky povrchových vod byly porovnávány s limity uvedenými v příloze č. 3 Nař. vl. č. 61/2003 Sb. ve znění Nař. vl. č. 229/2007 Sb.

Již v průběhu odběru vzorků bylo patrné ovlivnění povrchové vody ve vývěru potoka Burňa označeném OB-9, který je dotován výluhy z odvalu drénovanými původním korytem potoka pod J okrajem odvalu. Voda zde měla teplotu 21°C (při venkovní teplotě -9°C) a 25°C, což je velmi pravděpodobně v důsledku termických procesů probíhajících v nitru odvalu pod bývalou lanovkou. Laboratorně pak byla zjištěna konduktivita 3 590 a 3 820 $\mu\text{S}/\text{cm}$, obsah Na^+ (560 a 584 mg/l), obsah chloridů (112 a 128 mg/l) a obsah síranů (1 751 a 1 920 mg/l). Byl zjištěn i zvýšený obsah kadmia (0,81 a 0,83 $\mu\text{g}/\text{l}$). Další sledované stopové kovy ve vzorku prokázány nebyly. Voda z OB-9 nevykazovala kontaminaci NEL nebo uhlovodíky $\text{C}_{10}\text{-C}_{40}$, PAU, PCB, resp. oxidovatelnými látkami CHSK/Cr). Rovněž obsah rozpuštěného organického uhlíku DOC byl nízký. Nař. vl. 229/2007 Sb., přílohy č. 3 nesplňovaly vzorky z OB-9 především vysokým obsahem síranů a kadmia. Zvýšeným obsahem chloridů nevyhovovaly pro vodárenské účely, ale obecným požadavkům obsah chloridů vyhovoval.

Vzorky z OB-8 Nař. vl. 229/2007 Sb. vyhovovaly v obou vzorkovacích kolech. Povrchová voda z OB-7 nevyhověla Nař. vl. 229/2007 Sb. ve druhém vzorkovacím kole pouze vyšším obsahem kadmia. Chemismus v povrchovém toku OB-7 je patrně závislý na srážkách a svůj vliv hraje i poddolovanost území. Vzorky z OB-8 kromě mírně zvýšených koncentrací síranů obsahoval stopy PAU (naftalen, acenaften, fenantren, fluoranten) v 1. odběru. Vývěry OB-7 a OB-8 jsou poměrně vzdálené od odvalu a mimo hlavní směry odtoku vod od něj, proto nelze jednoznačně vyskyt zvýšených koncentrací síranů, chloridů, kadmia a PAU přisoudit vlivu odvalu Ema. Stejně parametry však byly ve zvýšených koncentracích zjištěny i v prokazatelně ovlivněných objektech (OB-9, HP-307). Zjištěné koncentrace však nepředstavují měřitelné riziko pro obyvatele nebo složky životního prostředí.

Podzemní a povrchové vody v okolí odvalu Ema jsou ovlivněny především JZ směrem, což je hlavní směr odtoku jak podzemní, tak povrchové vody (viz následující obrázek č. 19 – mapa hydroizohyps). Tímto směrem se nachází i bývalý Důl Trojice, kde může docházet k další kontaminaci jak podzemní tak povrchové vody. Podzemní voda není v této oblasti využívána k pitným účelům. Monitorovaný výtok výluhových vod z pod paty odvalu JZ směrem od odvalu (OB-9) - potok Burňa, je za odvalem zatrubněn a dále zaústěn do Ostravice.

Kontaminace podzemních a povrchových vod v prostoru odvalu a jeho okolí je patrná z přílohy č. 13.



Laboratorní rozborů podzemních vod

Tabulka č. 24

| parametr | jednotka | metodický pokyn MŽP | | | HP-207 | | HP-208 | | HP-209 | | PV-307 | | PV-21 | | St-7 | | St-8 | |
|----------------------------------|----------|---------------------|------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| | | A | B | C | 24.2.2010 | 27.4.2010 | 24.2.2010 | 27.4.2010 | 24.2.2010 | 27.4.2010 | 9.3.2010 | 27.4.2010 | 9.3.2010 | 27.4.2010 | 9.3.2010 | 27.4.2010 | 9.3.2010 | 27.4.2010 |
| pH | | | | | 6,8 | 6,78 | 6,97 | 6,58 | 6,91 | 6,45 | 6,74 | 6,75 | 6,96 | 6,69 | 7,00 | 6,49 | 6,95 | 6,65 |
| vodivost | μS/cm | | | | 1103 | 760 | 1164 | 1140 | 1088 | 1214 | 2860 | 2790 | 2070 | 2560 | 530 | 517 | 642 | 671 |
| Na | mg/l | | | | 38,1 | 40,7 | 195 | 151 | 166 | 221 | 238 | 202 | 81,1 | 89,3 | 10,4 | 9,7 | 12,5 | 13,6 |
| NH ₄ ⁺ | mg/l | 0,12 | 1,2 | 2,4 | 0,25 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,16 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Ca | mg/l | | | | 193 | 101 | 57,8 | 84,7 | 75,3 | 60,6 | 482 | 423 | 357 | 471 | 73,7 | 80 | 102 | 107 |
| Cl ⁻ | mg/l | 25 | 100 | 150 | 55 | 30 | 108 | 141 | 21 | 23 | 72 | 70 | 310 | 390 | 23 | 18 | 13 | 12 |
| SO ₄ ²⁻ | mg/l | | | | 163 | 147 | 222 | 197 | 362 | 379 | 1871 | 1726 | 530 | 819 | 79,3 | 89 | 90 | 108 |
| Cd | μg/l | 1,5 | 5 | 20 | 0,78 | 0,78 | 0,88 | 0,64 | 1,26 | 0,92 | 9,48 | 6,77 | 0,78 | 0,99 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Pb | μg/l | 20 | 100 | 200 | 3,27 | 11,4 | 15,2 | 10,7 | 24,1 | 21,3 | 92,1 | 18,3 | 10,2 | 17,9 | 4,21 | 7,16 | 7,65 | 5,76 |
| Hg | μg/l | 0,1 | 2 | 5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,6 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Zn | μg/l | 150 | 1500 | 5000 | 33,4 | 75,2 | 107 | 70,1 | 130 | 114 | 482 | 282 | 122 | 139 | 151 | 53,8 | 119 | 17,9 |
| Cr | μg/l | 3 | 150 | 300 | <1 | 1,61 | 1,56 | 1,81 | 14,2 | 8,55 | 5,48 | 6,7 | 1,57 | 2,66 | 1,41 | <1 | 1,49 | 1,81 |
| Ni | μg/l | 20 | 100 | 200 | 8,04 | 20,3 | 11,5 | 8,23 | 31,8 | 14,6 | 110 | 116 | 13,8 | 19,1 | 1,73 | 1,71 | 2,18 | 1,89 |
| CHSK/Cr | mg/l | | | | 45 | 48 | 52 | 39 | 48 | 34 | 168 | 27 | 37 | 31 | 24 | 10 | 29 | 19 |
| DOC | mg/l | | | | 15,2 | 13,1 | 4,28 | 2,13 | 5,06 | 3,62 | 7,31 | 6,36 | 4,88 | 6,46 | 5,86 | 4,13 | 6,62 | 5,51 |
| C ₁₀ -C ₄₀ | mg/l | | | | 1,9 | 0,13 | <0,2 | <0,10 | <0,2 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,20 | <0,20 |
| NEL | mg/l | 0,05 | 0,50 | 1,00 | 1,20 | 0,12 | 0,53 | <0,05 | 0,13 | <0,05 | 0,05 | <0,05 | 0,1 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

Laboratorní rozborů podzemních vod

pokrač. tabulky č. 24

| parametr | jednotka | metodický pokyn MŽP | | | HP-207 | | HP-208 | | HP-209 | | PV-307 | | PV-21 | | St-7 | | St-8 | |
|-----------------------|----------|---------------------|------|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| | | A | B | C | 24.2.2010 | 27.4.2010 | 24.2.2010 | 27.4.2010 | 24.2.2010 | 27.4.2010 | 9.3.2010 | 27.4.2010 | 9.3.2010 | 27.4.2010 | 9.3.2010 | 27.4.2010 | 9.3.2010 | 27.4.2010 |
| naftalen | µg/l | 0,1 | 25 | 50 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| acenaftylen | µg/l | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| acenaften | µg/l | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| fluoren | µg/l | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| fenantren | µg/l | 0,005 | 5 | 10 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| anthracen | µg/l | 0,005 | 5 | 10 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| fluoranthén | µg/l | 0,03 | 25 | 50 | <0,01 | 0,011 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,018 | <0,01 | 0,017 | <0,01 | 0,040 | <0,01 | 0,023 | <0,01 |
| pyren | µg/l | 0,1 | 25 | 50 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| benzo(a)anthracen | µg/l | 0,005 | 0,5 | 1 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,008 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,016 | <0,005 | 0,011 | <0,005 |
| chrysen | µg/l | 0,005 | 0,1 | 0,2 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,010 | <0,005 | 0,006 | <0,005 |
| benzo(b)fluoranthén | µg/l | 0,002 | 0,25 | 0,5 | <0,002 | 0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | 0,008 | <0,002 | 0,004 | <0,002 | 0,020 | <0,002 | 0,010 | <0,002 |
| benzo(k)fluoranthén | µg/l | 0,001 | 0,1 | 0,2 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | 0,004 | <0,002 | 0,002 | <0,002 | 0,009 | <0,002 | 0,005 | <0,002 |
| benzo(a)pyren | µg/l | 0,005 | 0,1 | 0,2 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | 0,004 | <0,002 | 0,002 | <0,002 | 0,008 | <0,002 | 0,006 | <0,002 |
| dibenzo(a,h)anthracen | µg/l | | | | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 |
| benzo(ghi)perylene | µg/l | 0,001 | 0,1 | 0,2 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,007 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,018 | <0,005 | 0,008 | <0,005 |
| indeno(1,2,3-cd)pyren | µg/l | 0,001 | 0,1 | 0,2 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Σ PAU * | µg/l | 0,15 | 60 | 120 | <0,200 | <0,200 | <0,200 | <0,200 | <0,200 | <0,200 | <0,200 | <0,200 | <0,200 | <0,200 | <0,200 | <0,200 | <0,200 | <0,200 |
| Σ PCB** | µg/l | 0,01 | 0,25 | 1 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 |

* Σ PAU nezahrnuje: naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, anthracen, benzo(b)fluoranthén, dibenzo(a,h)anthracen

** Σ PCB zahrnuje kongenery 28, 52, 101, 118, 153, 138, 180

Laboratorní rozborů povrchových vod

Tabulka č. 25

| parametr | jednotka | NV č.229/2007 Sb., příloha č. 3 | | Ob-7 | | Ob-8 | | Ob-9 | |
|----------------------------------|----------|------------------------------------|--------------------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|
| | | vodáren. účely | obecné požadavky | 9.3.2010 | 27.-28.4. 2010 | 9.3.2010 | 27.-28.4. 2010 | 9.3.2010 | 27.-28.4. 2010 |
| pH | | | 6 - 8 | 7,38 | 6,00 | 7,50 | 6,96 | 7,85 | 7,42 |
| vodivost | µS/cm | | | 771 | 419 | 796 | 732 | 3590 | 3820 |
| Na ⁺ | mg/l | | | 47,3 | 11,6 | 31,4 | 29,2 | 560 | 584 |
| NH ₄ ⁺ | mg/l | | 0,5 (N-NH ₄) | <0,1 | <0,1 | 0,62 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Ca | mg/l | | 250 | 87,1 | 67,7 | 122 | 112 | 135 | 143 |
| Cl ⁻ | mg/l | 50 | 250 | 64 | 8 | 33 | 32 | 128 | 112 |
| SO ₄ ²⁻ | mg/l | 120 | 300 | 184 | 163 | 209 | 199 | 1751 | 1920 |
| Cd | µg/l | | 0,7 | <0,5 | 1,65 | 0,52 | 0,51 | 0,83 | 0,81 |
| Pb | µg/l | | 14,4 | <3 | 9,77 | <3 | 3,45 | <3 | <3 |
| Hg | µg/l | | 0,1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Zn | µg/l | | 160 | 10 | 109 | 27,5 | 14,7 | <5 | 38,5 |
| Cr | µg/l | | 35 | <1 | 2,14 | <1 | <1 | <1 | <1 |
| Ni | µg/l | | 40 | 3,72 | 9,29 | 7,92 | 6,5 | <1 | <1 |
| CHSK/Cr | mg/l | | 35 | 27 | <10 | 31 | 11 | <10 | <10 |
| DOC | mg/l | | | 4,83 | 2,33 | 4,5 | 3,57 | 2,82 | 2,28 |
| C ₁₀ -C ₄₀ | mg/l | 0,025 | 0,1 | <0,20 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| NEL | mg/l | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| naftalen | µg/l | | 2 | <0,1 | <0,1 | 0,109 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| acenaftylen | µg/l | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| acenaften | µg/l | | | <0,1 | <0,1 | 0,408 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| fluoren | µg/l | | | <0,1 | <0,1 | 0,105 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| fenantren | µg/l | | | <0,02 | <0,02 | 0,041 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| anthracen | µg/l | | | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| fluoranthén | µg/l | | 0,2 | <0,01 | <0,01 | 0,069 | 0,029 | <0,01 | <0,01 |
| pyren | µg/l | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| benzo(a)anthracen | µg/l | | | <0,005 | <0,005 | 0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| chrysen | µg/l | | | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| benzo(b)fluoranthén | µg/l | | 0,06 | 0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | 0,010 | <0,002 |
| benzo(k)fluoranthén | µg/l | | 0,06 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | 0,004 | <0,002 |
| benzo(a)pyren | µg/l | | 0,1 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 |
| dibenzo(a,h)anthracen | µg/l | | | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 |
| benzo(ghi)perylene | µg/l | | 0,03 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,011 | <0,005 |
| indeno(1,2,3-cd)pyren | µg/l | | 0,03 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Σ PAU* | µg/l | 0,03 | 0,2 | <0,03 | <0,03 | <0,08 | <0,05 | <0,05 | <0,03 |
| Σ PCB** | µg/l | | 0,012 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 |

*Σ PAU zahrnuje fluoranthén, benzo(b)fluoranthén, benzo(k)fluoranthén, benzo(a)pyren, benzo(ghi)perylene, indeno(1,2,3-cd)pyren

**Σ PCB zahrnuje kongenery 28, 52, 101, 118, 153, 138, 180

2.2.2.8 Biologický průzkum

Vlivem probíhajících termických procesů v tělese odvalu či na jeho povrchu, projevujícím se zvýšenou teplotou půdního pokryvu, dochází k bezprostřednímu ohrožení flóry a fauny přímo na odvalech nebo v jejich okolí. Kromě teploty zde negativně působí vlivy škodlivých emisí plynů, jako produktu termických projevů.

Negativní projevy těchto procesů na povrchu jsou různého rozsahu, počínaje postupným odumíráním vegetace, až po totální destrukci vegetačního pokryvu a mohou dosáhnout až stádia nevratného poškození místních ekosystémů a okolní krajiny.

Biologický průzkum byl proveden pro účel zpracování Analýzy rizik odvalů zasažených endogenním hořením ve vztahu k biotě dané lokality. Důraz byl kladen na případný výskyt zvláště chráněných druhů podle platné legislativy (Zákon 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, a prováděcí vyhlášky 395/1992 Sb. k tomuto zákonu). Vzhledem k časovému omezení se jednalo o orientační průzkum zaměřený na zjištění výskytu jednotlivých druhů rostlin a živočichů. Průzkum byl zaměřen zejména na specifická místa ovlivněná endogenním hořením.

Flora

Zaznamenané druhy a rody rostlin na lokalitách tohoto odvalu jsou uvedeny v závěrečné zprávě o biologickém průzkumu, která tvoří přílohu č. 20.

Tato složka přírody je na lokalitě zřejmě nejvíce ovlivněna lidskou činností. Zejména okrajové části mají místy charakter městské zeleně, což se také projevuje v druhovém složení (např. pámelník bílý). Na tomto odvalu jsou lokality endogenního hoření umístěny ve svažitém terénu. Netvoří rozsáhlejší souvislé plochy. Přímo v místech výstupu plynů je vegetace velmi chudá nebo zcela chybí. Z dřevin se zde vyskytuje zejména bříza, lípa, jasan aj. Jejich růst je často ovlivněn právě panujícími podmínkami – částečné odumírání, zmlazování apod. Ve větší míře se vyskytovaly pouze mechorosty.

V těsné blízkosti těchto lokalit byl zaznamenán výskyt dvou rostlinných druhů uvedených v Červeném seznamu ohrožených druhů rostlin ČR – hruštičky okrouhlolisté a jestřábníku skvrnitého. Oba tyto druhy tvoří poměrně početné porosty na více místech. Ani jeden z těchto druhů není uveden jako zvláště chráněný druh podle platné legislativy – Vyhláška 395/1992 Sb. Ani jiné zvláště chráněné druhy rostlin nebyly zjištěny.

Fauna

Veškeré zjištěné druhy a rody živočichů na lokalitách tohoto odvalu jsou uvedeny v závěrečné zprávě o biologickém průzkumu, která tvoří přílohu č. 20. I v případě této složky bioty se projevila skutečnost, že se jedná o lokalitu s přímou vazbou na městskou aglomeraci. Početnost druhů nebyla tak vysoká a ve většině případů se jednalo pouze o druhy migrující. Přímo na lokality postižené endogenním hořením jsou vázány (a to zřejmě pouze částečně) jen některé druhy hmyzu – ruměnice pospolná, motýli, mravenci, slunéčka aj. V okrajových částech těchto lokalit byl rovněž zaznamenán výskyt ještěrky obecné. S ohledem na pohyb lidí se do blízkosti lokalit endogenního hoření nedostávaly ani při migraci větší druhy savců (srnec, zajíc, jezek apod.).

V širším okolí pak byl výskyt živočišných druhů bohatší. Jednalo se však ve všech případech o druhy v regionu běžné a často i s hojným výskytem.

Zvláště chráněné druhy živočichů (ZCHDŽ)

Ze zjištěných ZCHDŽ z třídy ptáci hnízdí přímo na lokalitě odvalu pravděpodobně pouze slavík obecný. Pravděpodobné je v tomto případě i hnízdění krahujce obecného, lejska šedého a žluvy hajní. Z ostatních ZCHDŽ lze přímou vazbu na sledované území předpokládat také u všech tří druhů čmeláků a ještěrky obecné. I když nebyl výskyt veverky obecné zjištěn, nelze ho vyloučit.

Vzhledem k časovému omezení realizace zakázky se jednalo pouze o orientační biologický průzkum, ne inventarizační, který by popsal všechny přítomné druhy. Termín realizace biologického průzkumu (podzim až jaro) neumožnil zahrnout tzv. letní a podzimní aspekt. Nepříznivě byly získané výsledky ovlivněny i netypickým průběhem počasí v jarních měsících.

S ohledem na zjištěné výsledky a získané poznatky lze konstatovat následující. Posuzované území odvalu vykazovalo jistou rozdílnost oproti jiným stejně postiženým lokalitám, která je dána zejména umístěním v rámci regionu a stavem území.

Plochy postižené endogenním hořením

Z pohledu ploch přímo zasažených endogenním hořením lze konstatovat, že plochy zasažené endogenním hořením neposkytují vhodné životní podmínky pro rostliny a živočichy. Předpoklad, že vyšší teploty na povrchu poskytnou zejména v zimních měsících a brzy na jaře vhodné podmínky pro biotu, se nepotvrdily. Důvodem jsou zřejmě tyto skutečnosti:

1. Spolu s teplem dochází k úniku plynů jedovatých pro tuto biotu.
2. Plochy vykazují nestabilitu – optimální podmínky se mění na vysoce nepříznivé (vysoká teplota – způsobující odumření, v lepším případě pouze nadzemních částí rostlin, nebo odumírání celých jedinců). Tato hypotéza vychází z poznatků zaznamenaných na všech odvalech v regionu.
3. Plochy mají velmi malou úživnou hodnotu – výrazná absence půd na převažující ploše – povrch je tvořen většinou pouze hlušinou.
4. Pokud se přímo na plochách endogenního hoření vyskytují živé organizmy, jedná se často pouze o krátkověké či nižší organizmy. V případě dřevin pak rostliny vykazují narušení – zakrslý růst, odumírání jednotlivých částí (větví), či celých nadzemních částí. Poškozené dřeviny často zmlazují, a to i od kořenových částí. U některých rostlin (zejména u mechů) dochází k opakovanému odumírání a opětovné obnově. Popsaná situace se odráží i v přítomnosti živočichů, kdy byl zaznamenán pouze hmyz, v případě obratlovců byla zaznamenána pouze migrace přes tyto lokality.

Bezprostřední okolí ploch endogenního hoření

Podle provedených průzkumů lze plochy navazující bezprostředně na plochy ovlivněné endogenním hořením přirovnat k typickým plochám hald a výsypek v Ostravsko–karvinském regionu – bez zásahu člověka (rekultivace). Vyskytují se zde rostliny typické pro ruderalní porosty, toto koresponduje se zjištěními např. Banaše (2008), Havlanta (1967), Stalmachové (1992) aj.

V tomto případě lze rovněž kromě přirozených sukcesních procesů zaregistrovat i vliv lidské činnosti. Typickým projevem zásahu člověka je například přítomnost křídlatky bezprostředně na okraji ploch hoření. Tato invazní rostlina zde byla zřejmě dovezena spolu se zeminou (oddenky) odněkud z blízkosti vodních toků. Skutečnost, že se tato rostlina nerozšiřuje blíže k plochám ovlivněným endogenním hořením (jinak je známa poměrně rychlým šířením

pomocí oddenků), podporuje hypotézu o nevhodných podmínkách pro růst rostlin na těchto plochách.

Podobně jako v níže uvedených lokalitách v širším okolí jsou často na plochách nalezeny černé skládky s velmi různorodým složením (stavební odpady, starý papír, domovní odpad apod.). Tyto skutečnosti se pak také odrážejí často v druhovém složení flory, např. významný výskyt kopřivy dvoudomé na skládkách stavebních sutí apod.

Širší okolí ploch s endogenním hořením

Širší okolí ploch postižených endogenním hořením vykazuje nejvýraznější rozdíly mezi jednotlivými odvaly. Je to dáno několika skutečnostmi, z nichž nejvýraznější je zda v okolí odvalu stále probíhá činnost (příklad odvalu Heřmanice), nebo je okolí odvalu téměř v přírodním stavu (příklad odvalu Hedvika), případně je rekreačně využíván jako odval Ema. Dá se říci, že na těchto plochách dochází k postupné sukcesi a právě stupeň této sukcese je příčinou rozdílů v biodiverzitě. U odvalů Heřmanice a Ema je tato sukcese (jak již bylo zmíněno výše) v současnosti výrazně ovlivněna člověkem. Pokud by tyto lokality přešly do určitého klidového režimu, postupná sukcese by pak vedla k určitému „srovnání“ a dá se předpokládat, že by situace byla podobná stavu na odvalu Hedvika.

Předpokládaný výskyt dalších druhů, včetně ZCHDŽ

S ohledem na termín a rozsah posuzování nebylo možné postihnout veškeré rostlinné a živočišné druhy. Jedná se zejména o druhy, které se vyskytují pouze v letních či podzimních měsících. U rostlin by posouzení v pozdějším období přineslo zejména možnost druhového určení u některých rodů na základě květenství nebo plodů. Nejvíce se termín pozorování projevil u živočichů, a to zejména u bezobratlých – hmyzu. Bohatší druhovou skladbu na odvalech se dá předpokládat u denních motýlů, a to včetně druhů zvláště chráněných - batolci, ohniváček černočerný apod. Rovněž se dá předpokládat výskyt některých druhů netopýrů (všechny druhy jsou chráněné Vyhláškou 395/1992 Sb.), které mohou lokality v blízkosti endogenního hoření využívat zejména k lovu potravy. Také se dá předpokládat výskyt některých nezaznamenaných ptáčích druhů během podzimního tahu.

Závěrem lze konstatovat, že v současné době se na odvalu vyskytují druhy rostlin a živočichů běžné v rámci regionu i celé ČR. I když přímo na plochách postižených termickými procesy je biodiverzita velmi nízká či blížící se nule, nemá to výrazný vliv na biotu v blízkém i širším okolí. Vliv termicky postižených míst na okolní biotu lze označit za velmi nízký až nulový. I když může docházet k odumírání či usmrcování jedinců nemá to žádný vliv na populace druhů. To se týká všech druhů rostlin a živočichů, a to i druhů zvláště chráněných podle současně platných právních předpisů.

2.2.3 Shrnutí plošného a prostorového rozsahu a míry kontaminace

Horninové prostředí

Jak prokázaly výsledky stanovení v sušině, obsah sledovaných kontaminantů v zeminách byl na velmi nízké úrovni, a to ať už se jednalo o odvalový materiál (vyhořelý, nevyhořelý), tak o podloží odvalu. Při orientačním srovnání s tabulkou č. 4.1 Vyhl. č. 294/2005 Sb. pouze 1 vzorek nevyhořelé haldoviny nevyhovoval obsahem uhlovodíků C₁₀-C₄₀ (jednalo se o lokální povrchovou kontaminaci v blízkosti přístupové cesty na vrchol bez potenciálu migrace, vzhledem k fyzikálně chemickým vlastnostem kontaminantu). Z pohledu Metodického pokynu MŽP ČR (1996) se jedná o materiál nekontaminovaný, avšak vzhledem k dobré korelaci stanovení C₁₀-C₄₀ a NEL by jmenovaný vzorek velmi pravděpodobně nevyhovoval ani kritériu C pro NEL.

Karbonská hlušina uložená na odvalu (především termicky přeměněná) je zdrojem síranů, které pronikají do povrchových vod. Průniku do podzemních vod brání glacigenní sedimenty tvořící podloží odvalu, které jsou často silně jílovité s $k_f 10^{-6}$ až 10^{-7} m/s, tj. velmi omezeně propustné. Výluhy karbonské hlušiny pronikající tělesem odvalu odtékají především po povrchu podloží ve směru sklonu, tj. k JZ a odtékají drenážní bází, představovanou potokem Burňa. Pro výluhy odvalové hlušiny je charakteristický vysoký obsah síranů, který v průměru činil 562 mg/l, maximálně 2 065 mg/l.

Podle dřívějších průzkumů obsahuje haldovina na Emě v průměru okolo 0,3 % celkové síry. Vzhledem k množství uložené haldoviny (2,6 mil. m³) může být na odvalu přítomno cca 13 260 t síry ve formě sulfidů, ze které může postupně vzniknout až 39 780 t síranů. Ty mohou trvale zatěžovat (v důsledku vyluhování srážkovými vodami zasakujícími do odvalu) okolní podzemní a povrchové vody. Tento proces je velmi závislý na vývoji endogenního hoření uvnitř tělesa odvalu.

Nevyhořelý materiál na odvalu je především nositelem rizikových vlastností. Pro nevyhořelou haldovinu na odvalu je charakteristický zvýšený obsah TOC, který v průměru činil 7,5 % (max. 17,1 %). Obsah spalitelných látek ve vzorcích v průměru činil 9,8 % (max. 11,3 %).

Hlavní rizikovým faktorem vázaným na horninové prostředí je možnost vzniku záparu a endogenního požáru. Termické procesy v současnosti probíhají pouze na trase bývalého výložníku. Byl zaznamenán výrazný pokles teploty v oblasti sondy TMS8 z téměř 100°C na méně než 40°C v hloubce 3 m pod povrchem. Nově bylo ověřeno ohnisko záparu v prostoru sondy EMA2 s teplotou mezi 50 až 60°C, v hloubce více než 21 m.

V současnosti jsou ověřeny 3 nespojitě plochy postižené endogenním hořením, které se nacházejí podél trasy bývalého výložníku (cca 1 200 m²), v prostoru sondy EMA1 (cca 300 m² v hloubce cca 48 m p.t. již teplota indikuje počínající zápar) a v prostoru sondy EMA2 (cca 500 m², po vystrojení až 71°C v hloubce cca 33 m p.t.). Nelze zcela vyloučit existenci i dalších míst s vyšší teplotou.

Průběh termických procesů je značně nepravidelný zejména ve větších hloubkách. Provedený termometrický monitoring naznačuje migraci termických procesů k JZ.

Podzemní a povrchová voda

Provedený monitoring podzemních a povrchových vod prokázal ovlivnění kvality podzemní a povrchové vody v okolí odvalu Ema především JZ směrem, což je hlavní směr odtoku jak podzemní, tak povrchové vody. Podíl výluhových vod z odvalu na kontaminaci podzemní vody nelze jednoznačně stanovit, vzhledem ke skutečnosti, že se tímto směrem nachází i bývalý Důl a Koksovna Trojice, kde může rovněž docházet ke kontaminaci jak podzemní, tak povrchové vody (jak dokládají výsledky dřívějších průzkumných prací a analýzy rizik zpracované pro toto území). Jak je popsáno výše, průniku výluhů do podzemních vod brání v prostoru odvalu velmi omezeně propustné glacigenní sedimenty s $k_f 10^{-6}$ až 10^{-7} m/s, tvořící podloží odvalu. Negativní vliv na šíření kontaminace vertikálním směrem může mít poddolovanost území.

Monitorovaný výtok výluhových vod z pod paty odvalu JZ směrem od odvalu (OB-9), původní koryto potoka Burňa) vykazuje zvýšenou teplotu (21°C). Cca 70 m za vývěrem je potok zatrubněn a za čerpací stanicí PHM sveden do dešťové kanalizace a dále zaústěn do Ostravice. Z pohledu NV č. 229/2007 Sb. nevyhovuje povrchová voda vysokým obsahem síranů (až 1 920 mg/l) a kadmia (0,83 µg/l).

Skutečnost, že v oblasti JZ od odvalu je kvalita podzemní vody spíše než výluhy z hlušiny ovlivňována činností Dolu a Koksovný Trojice, dokládají vzorky z vrtu PV-21, které vykazují vyšší koncentrace chloridů typických pro brakické důlní vody (až 390 mg/l oproti 128 mg/l ve výtoku OB-9), vápníku (471 mg/l oproti 143 mg/l v OB-9) a nižší obsah síranů (819 mg/l oproti 1 920 mg/l v OB-9), které jsou typické právě pro výluhy z hlušiny.

Podzemní voda není v této oblasti využívána k pitným účelům.

Ovzduší

Půdní vzduch

Provedený průzkum ovzduší prokázal, že půdní vzduch obsahoval SO₂, NO_x, CO a VOC v koncentracích nižších než jsou imisní limity pro vnější ovzduší, tzn., že by těmito limitům měly vyhovovat i po výstupu na povrch a naředění v ovzduší.

Karcinogenní benzen byl v půdním vzduchu zjištěn max. v koncentraci 16,2 µg/m³ (EMA1). Přestože se jedná o hodnotu 3,2× vyšší než je imisní limit pro ovzduší, měl by obsah benzenu v dýchací zóně imisnímu limitu vyhovovat, vzhledem k naředění ve vnějším ovzduší (předpokládá se ředící faktor 1000). Totéž platí např. i pro toluen, jehož koncentrace v sondě TMS8 byla také mírně zvýšená oproti okolí.

Koncentrace PAU v půdním vzduchu dosahovaly řádově jednotek, ojediněle prvních desítek ng/m³ a v porovnání s vnějším ovzduším by odpovídaly složení ovzduší v netopné sezóně, tzn., že byly vyhovující.

PCB byly v půdním vzduchu v nejvyšší koncentraci zjištěny v sondě EMA1 (2 161 pg/m³). Běžné koncentrace PCB ve venkovním ovzduší dosahují 100 - 300 pg/m³. Po výstupu na povrch dochází k okamžitému naředění v ovzduší.

Obsah dioxinů (PCDD/F) v půdním vzduchu se pohyboval od 0,99 až 1,6 pg TEQ/m³. WHO doporučuje 20 fg TEQ/m³, v ostravském ovzduší se pohybují od 20 do 1000 fg TEQ/m³.

Ovzduší na povrchu odvalu

Při orientačním porovnání koncentrací škodlivin naměřených v povrchové vrstvě ovzduší s imisními limity NV č. 597/2006 Sb. bylo zjištěno cca dvojnásobné překročení 1hod. imisního limitu pro NO₂ v bodě A 16 a v bodě B 11 cca o 45%. Dále bylo zjištěno cca desetinásobné překročení 8hod. imisního limitu pro CO v bodě A 15. Vlivem naředění v ovzduší (předpoklad cca 1000×) je velmi pravděpodobné, že v dýchací zóně budou koncentrace vyhovující.

Příspěvek ploch v těsném sousedství termicky aktivních ploch je zanedbatelný. Celkem může z ploch postižených endogenním hořením ročně uniknout cca 2,32 t NO, cca 0,41 t NO₂, cca 2,73 t NO_x, 0,25 t SO₂, cca 55,8 t CO a cca 10,6 t VOC.

Vyšší koncentrace sledovaných kontaminantů byly zjištěny pouze na povrchu ploch postižených endogenním hořením, kde také půdní vzduch vystupuje na povrch odvalu. Zde však okamžitě dochází k promíchávání s vnějším ovzduším a naředění. Je velmi pravděpodobné, že v dýchací zóně imisní limity nepřekračují.

2.2.4 Posouzení šíření znečištění

2.2.4.1 Šíření znečištění (termických procesů) v nesaturované zóně

Navážky karbonské hlušiny, které tvoří na lokalitě nesaturovanou zónu, jsou zdrojem síranů, které mohou kontaminovat povrchové nebo podzemní vody v okolí odvalu. Tyto navážky vykazují značnou horizontální i vertikální proměnlivost. Střídají se zde polohy s dobrými předpoklady pro vytváření zvodní s polohami s izolátorskými vlastnostmi, což řadí toto prostředí mezi hydrogeologicky velmi složitá.

Výluhy vzniklé infiltrací srážkových vod do tělesa odvalu zde vytvářejí časově a prostorově omezenou zvodně. Odtok výluhů se děje především ve směru sklonu původního terénu, tzn. JZ směrem. Pod jižním okrajem odvalu ve směru VSV - ZJZ prochází původní koryto potoka Burňa, které se prakticky celé nachází pod navážkami a představuje odvodňovací drenáž celého Trojického údolí.

Podle posledních průzkumů obsahuje hlšina na Emě v průměru cca 0,3 % síry ve formě sulfidů, což vzhledem k celkovému objemu hlušiny na odvalu (cca 2,6 mil. m³) představuje cca 13 260 t síry ve formě sulfidů, z nichž může vzniknout cca 39 780 t síranů.

K oxidaci sulfidů a vzniku síranů dochází postupně. Bilance množství síranů uvolňujících se ročně z hlušiny do výluhů vychází z následujících skutečností:

| | |
|--|-----------------------------|
| plocha odvalu: | cca 22 ha |
| objem hlušiny: | cca 2,6 mil. m ³ |
| srážky: | cca 702 mm |
| výpar: | cca 70 % |
| množství zasakujících srážek na 1 m ² (srážky – výpar): | cca 210,6 mm |
| celkový objem infiltrovaných srážek (plocha × zasak. srážky): | cca 46 420 m ³ |
| φ koncentrace SO ₄ ²⁻ ve výluzích hlušiny: | cca 562 mg/l |
| Množství síranů, které se mohou uvolnit za rok | |
| (objem infiltr. srážek × φ konc SO ₄ ²⁻): 26 088 kg, tj. cca 26 t | |

Teoreticky se tedy ročně může z hlušiny deponované na odvalu vyluhovat až cca 26 t síranů. To znamená, že sírany mohou zatěžovat okolní horninové prostředí včetně podzemních a povrchových vod ještě po dobu cca 1 500 let.

Migrace síranů z odvalu do okolí se děje především prostřednictvím zatrubněného potoka Burňa. Průniku vertikálním směrem do kvartérních sedimentů je bráněno velmi omezeně průlinově propustné hlínami s výrazným podílem jílovité složky, které tvoří podloží odvalu. Z tohoto pohledu je transport kontaminantů do podloží odvalu omezený, negativně se zde však může projevit poddolovanost území celého území s přilehlým Dolem a Koksovnou Trojice.

2.2.4.2 Šíření znečištění v saturované zóně

Výluhy vzniklé infiltrací srážkových vod do tělesa odvalu vytvářejí časově a prostorově omezenou zvodně vázanou na poměrně dobře průlinově propustné navážky karbonské hlušiny. Infiltrované srážky migrují tělesem odvalu vertikálním směrem a postupně se při průchodu termicky přeměněnými polohami obohacují o sírany.

Odtok výluhů mimo lokalitu se děje především ve směru konfigurace původního terénu, tzn. JZ směrem. Zde jsou výluhy drénovány potokem Burňa, jehož koryto probíhá pod jižním okrajem odvalu a představuje odvodňovací drenáž celého Trojického údolí. Vzorek odebraný ze zatrubněného výtoku potoka Burni v patě odvalu obsahoval až 1 920 mg/l síranů, 128 mg/l chloridů, 584 g/l sodíku, 143 mg/l vápníku a 0,83 µg/l kadmia. Teplota vody na výtoku dosahovala v zimním období 21 až 25°C, což dokumentuje jednak probíhající endogenní hoření, ale i skutečnost, že se opravdu jedná o výluhy z hlušiny.

Průzkumnými pracemi zastižená kvartérní zvodně (HP-209 situovaný na jižním okraji odvalu) se nachází v hloubce cca 10 m p.t. (naražena 5,6 m p.t.). Podzemní voda zde obsahovala až 379 mg/l síranů, 23 mg/l chloridů, 221 g/l sodíku, 75,3 mg/l vápníku a 1,26 µg/l kadmia. Což jsou hodnoty výrazně nižší než ve výtoku Burni na povrch, s výjimkou kadmia, které dosahuje vyšší koncentrace.

Stanovit bilanci množství kontaminantů odtékajících z prostoru odvalu je, vzhledem k velmi komplikovaným hydrogeologickým poměrům a poddolovanosti území, velmi obtížné. Ve svrchních partiích souvrství glacigenních sedimentů výrazně převládají jílovité a prachovité sedimenty. Hrubě písčité až jemně štěrkovité uloženiny o mocnosti většinou do 1,0 m se zde vyskytují v plošně omezených polohách, ve kterých se vytvářejí vesměs nespojitě a závěšené zvodně. Pokud se tyto závěšené zvodně při vrtných pracích provrtají, dochází k úniku podzemní vody do hlubších částí horninového prostředí směrem do podložních svrchnokarbonských pískovců (viz HP-209, HP-213).

Obdobně proměnlivé hydrogeologické poměry byly zjištěny i při vrtných pracích realizovaných v roce 2009 v rámci zpracování analýzy rizik pro Důl Trojice, kde byla vyvrtána řada hg vrtů, ve kterých byla zjištěna proměnlivá úroveň ustálené hladiny podzemní vody, byť jsou od sebe vzdáleny jen několik metrů, případně několik desítek metrů a terén je zde rovinatý. K podobným závěrům dospěli i autoři dříve realizovaných průzkumných prací v Trojickém údolí (Šmolka 1997).

Podle dostupné hydrogeologické dokumentace lze saturovanou zónu glacigenních sedimentů v podloží odvalu charakterizovat převládajícím koeficientem filtrace v řádu 10^{-6} m/s. Jedná se o prostředí s relativně nízkou propustností a relativně nízkou rychlostí proudění podzemní vody, která je odhadována na desítky metrů za rok.

Pokud bychom měli stanovit bilanční tok kontaminantů touto transportní cestou, jednalo by se o odhad zatížený značnou chybou, vzhledem k velmi obtížnému vymezení průtočného profilu. Z tohoto pohledu se jedná spíše o odborný odhad množství kontaminantů odtékajících z lokality, který vychází z následujících předpokladů:

| | |
|-------------------------------|------------|
| šířka průtočného profilu | max. 200 m |
| průměrná mocnost zvodně | 0,5 m |
| φ koncentrace síranů (HP-209) | 379 mg/l |

| | |
|-------------------------|--|
| rychlost proudění podle | $v_s = k_F \cdot i/n_e$, kde |
| v_s | skutečná rychlost proudění podzemní vody [m/s] |
| k_F | koeficient filtrace [m/s] ($5 \cdot 10^{-6}$ m/s) |
| i | hydraulický gradient (bezrozměrný) (0,05) |
| n_e | efektivní pórovitost (bezrozměrná) (0,05) |

Takto stanovená skutečná rychlost proudění podzemní vody by odpovídala hodnotě cca $5 \cdot 10^{-6}$ m/s, což by představovalo 0,4 m/den, resp. 158 m/rok. Tuto rychlost je zároveň možno považovat za rychlost šíření dobře rozpustných síranů a chloridů, které se nesorbují na horninové prostředí, nepodléhají biodegradaci, jsou chemicky stálé a nejsou zabudovávány do biomasy. Pro kadmium to platí omezeně.

Na základě uvedených předpokladů by maximální hmotnostní tok síranů z lokality odpovídal cca 6 t ročně. Tento výpočet nezahrnuje skutečnost, že na glacigenní sedimenty (čočky s obsahem písčité složky) jsou vázány spíše prostorově omezené zavěšené zvodně a nezahrnuje ani případné tektonické poruchy v důsledku poddolování, resp. zatížení podloží až 70 m vysokým tělesem odvalu.

2.2.4.3 Šíření znečištění povrchovými vodami

K šíření kontaminace od zdroje (tj. od odvalu) povrchovými vodami dochází prakticky pouze prostřednictvím potoku Burňa, který drénuje nejen oblast odvalu Ema, ale i celé Trojické údolí.

Hlavními kontaminanty ve výtoku Burni z odvalu (Ob-9) jsou sírany ($1\,920$ mg/l) a kadmium ($0,83$ µg/l), jejichž obsah nevyhovoval obecným požadavkům kladeným na povrchovou vodu dle Nař. vl. č. 229/2007 Sb. – přílohy č. 3. Povrchová voda vykazovala také vysoký obsah sodíku (584 mg/l) a zvýšený obsah chloridů (128 mg/l).

Cca 70 m za vývěrem je potok zatrubněn a za čerpací stanicí PHM sveden do dešťové kanalizace a dále zaústěn do Ostravice.

Výpočet hmotnostního toku kontaminantů v Burni vychází z následujících skutečností:

| | |
|-----------------------------|--------------|
| průměrná koncentrace síranů | 1 835,5 mg/l |
| průměrná koncentrace kadmia | 0,82 µg/l |
| průměrný průtok v Burni | 2 l/s |

Hmotnostní tok kontaminantů:

| |
|--|
| 3 671 mg/s síranů, což představuje cca 116 t/rok |
| 1,64 µg/s kadmia, což představuje cca 52 g/rok. |

Imisní příspěvek Burni řece Ostravici:

Nakolik významně ovlivňuje potok Burňa kvalitu v Ostravici bylo vypočteno na základě směšovací rovnice:

$$Q_1 \times W_1 + Q_2 \times W_2 = Q_3 \times W_3$$

kde:

- Q_1 minimální průtok v Ostravici ($Q_{355} = 1,9 \text{ m}^3/\text{s}$)
- W_1 koncentrace kontaminantů v Ostravici ($W_1 = 0 \text{ mg/l}$)
- Q_2 průměrný průtok v Burni ($Q = 0,002 \text{ m}^3/\text{s}$)
- W_2 průměrná koncentrace kontaminantů v Burni (mg/l)
- Q_3 celkový průtok v Ostravici za soutokem s Burňou (m^3/s)
- W_3 imisní příspěvek Burni ke stávajícím koncentracím kontaminantů v Ostravici (mg/l)

Imisní příspěvek Burni do Ostravice

Tabulka č. 26

| ukazatel | Q1 | W1 | Q2 | W2 | Q3 | W3 |
|----------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|--|
| | m^3/s | mg/l | m^3/s | mg/l | m^3/s | mg/l |
| sírany | 1,9 | 0 | 0,002 | 1836 | 1,902 | 1,9 |
| kadmium | 1,9 | 0 | 0,002 | 0,00082 | 1,902 | $8,62 \cdot 10^{-7}$ |

Z výpočtu vyplývá, že výluhy z odvalu transportované bezejmenným potokem Burňa mohou navyšovat koncentrace síranů v Ostravici o cca 2 mg/l. V případě kadmia je navýšení zanedbatelné ($8,62 \cdot 10^{-4} \mu\text{g/l}$). To by nemělo znamenat u Ostravice překročení NV č. 229/2007 Sb.

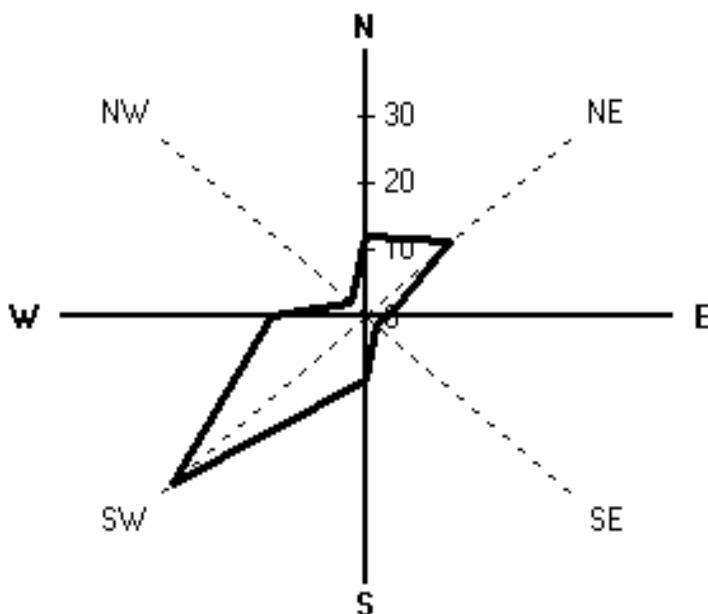
2.2.4.4 Šíření znečištění ovzduším

Případný transport kontaminantů od zdroje (míst postižených termickými procesy) do okolí je možný především ve směru převažujícího proudění větrů.

Odborný odhad stabilitní větrné růžice vypracoval Český hydrometeorologický ústav Praha - útvar ochrany čistoty ovzduší - oddělení modelování a expertiz.

Grafické znázornění celkové větrné růžice

Obrázek č. 20



Celková průměrná větrná růžice lokality

Tabulka č. 27

| m.s ⁻¹ | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Calm | Součet |
|-------------------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|--------|
| 1,7 | 6,61 | 9,1 | 2,48 | 1,4 | 3,73 | 9,99 | 5,47 | 1,24 | 8,11 | 48,13 |
| 5,0 | 4,57 | 5,51 | 0,39 | 0,38 | 4,46 | 16,99 | 4,96 | 0,99 | 0 | 38,25 |
| 11,0 | 0,62 | 1 | 0,12 | 0,03 | 1,2 | 8,52 | 1,67 | 0,46 | 0 | 13,62 |
| Součet | 11,8 | 15,61 | 2,99 | 1,81 | 9,39 | 35,5 | 12,1 | 2,69 | 8,11 | 100 |

Z výše uvedené tabulky lze odvodit, že nejčastěji v roce se vyskytuje jihozápadní směr proudění větrů, a to ve 36% roku, tj. 130 dní ročně. Rychlosti proudění větrů se nejčastěji pohybují v rozmezí rychlostí 0 m/s až 2,5 m/s.

Z podrobné stabilitní růžice lze dále odvodit, že nejčastěji se vyskytující stabilitní vrstvou atmosféry je IV. třída stability (normální) s četností 39%, což je přibližně 141 dnů v roce. Při tomto stavu jsou dobré rozptylové podmínky.

Z hlediska rozptylu škodlivin je nejméně příznivá I. třída stability atmosféry, charakterizovaná častou tvorbou inverzních stavů. I. třída stability se v posuzované oblasti vyskytuje průměrně 24 dnů ročně.

Na odvale probíhají termické procesy, které jsou doprovázeny úniky plynů do volného ovzduší. Měření na ploše v přípoверхové vrstvě odvalu prokázalo, že vyšší koncentrace SO₂, NO_x, CO a ΣVOC, které však odpovídaly koncentracím ve vnějším ovzduší, byly lokalizovány pouze v oblasti postižené endogenním hořením.

V půdním vzduchu ve vrtech byly plyny SO₂, NO_x, CO i VOC naměřeny v koncentracích na úrovni běžně se vyskytující ve vnějším ovzduší, tj. v podlimitních koncentracích. V případě, že bychom porovnávaly míru kontaminace půdního vzduchu s imisními limity, byl by roční imisní limit cca 3× překročen pouze benzenem v nové termometrické sondě EMA1. Vyšších koncentrací než běžně měřené ve venkovním ovzduší dosahují v půdním vzduchu v termicky postižených místech také PCB a dioxiny (PCDD/F) - až 20×. Po výstupu na povrch a naředění v ovzduší (předpokládáme cca tisícinásobné ředění) by však koncentrace kontaminantů v dýchací zóně člověka velmi pravděpodobně odpovídaly hodnotám v ostravském ovzduší.

Na základě proudění větrů v Ostravě lze usuzovat, že škodliviny se z lokality šíří prakticky všemi směry, jak je patrné z následujících rozptylových map – obrázky č. 21 až 24.

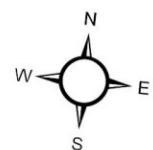
Na obrázcích jsou prezentovány odborné odhady průměrných ročních koncentrací (AVG) pro oblast do vzdálenosti cca 1 km od hranice odvalu a nejvyšší hodnoty (MAX) vypočtené v jednotlivých třídách stability a třídních rychlostech v rozsahu stabilitní větrné růžice.

Z obrázků vyplývá, že koncentrace kontaminantů (s výjimkou VOC) již v místech výstupu na povrch nedosahují imisních limitů (viz předchozí text). Výjimkou jsou VOC, z nichž je většinově zastoupen benzen, které v přípoверхové vrstvě překračovaly imisní limit pro benzen. Při předpokládaném cca tisícinásobném ředění v dýchací zóně člověka, v žádném případě imisní limit překročen nebyl. Pro srovnání byl záměrně vybrán benzen, pro který platí přísný imisní limit 5 µg/m³, vzhledem k jeho karcinogenním účinkům.

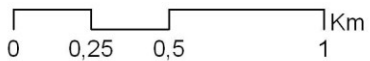
Na základě provedeného měření bylo na základě bilančního výpočtu odhadnuto, že z ploch postižených endogenním hořením může ročně uniknout až cca 2,32 t NO, cca 0,41 t NO₂, cca 2,73 t NO_x, 0,25 t SO₂, cca 55,8 t CO a cca 10,6 t VOC.



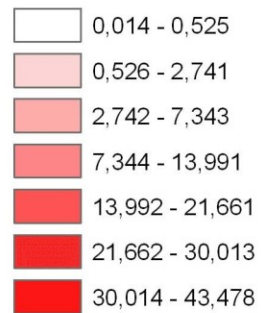
Roční průměrné koncentrace



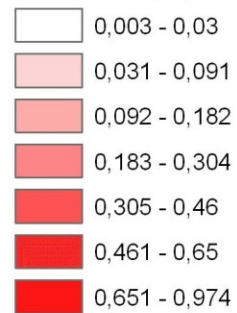
Odval Ema



AVG SO2 (ng/m3)



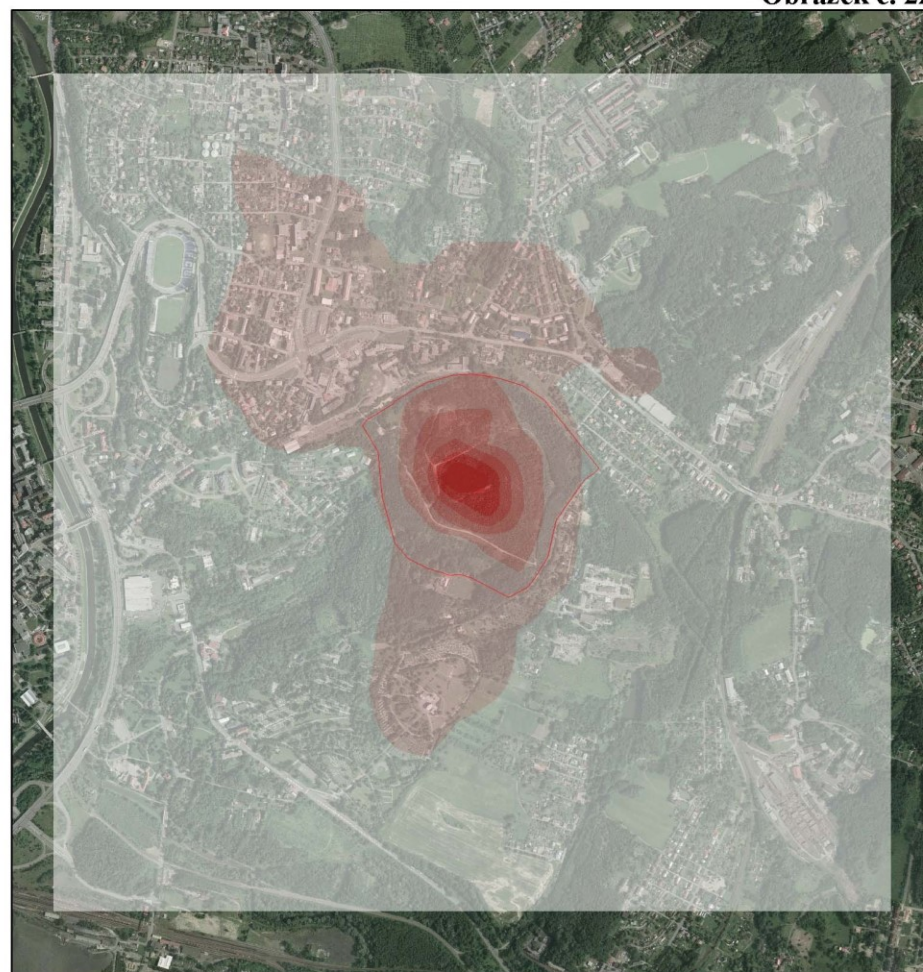
MAX SO2 (ug/m3)



Maximální koncentrace

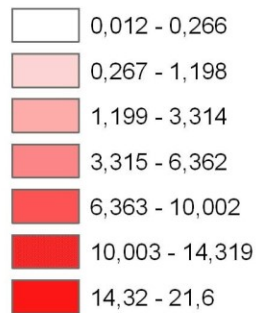


Zpracoval: Mgr. Jiří Křesina
21.6.2010
E-expert, spol. s r.o.

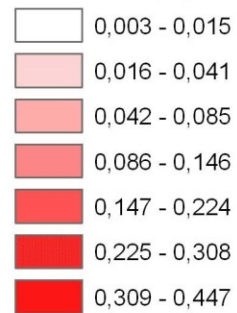


Roční průměrné koncentrace

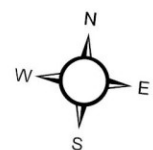
AVG NO2 (ng/m3)



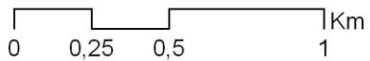
MAX NO2 (ug/m3)



Maximální koncentrace



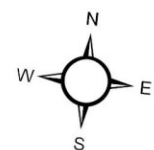
Odval Ema



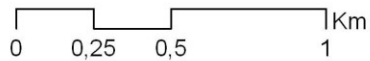
Zpracoval: Mgr. Jiří Křesina
21.6.2010
E-expert, spol. s r.o.



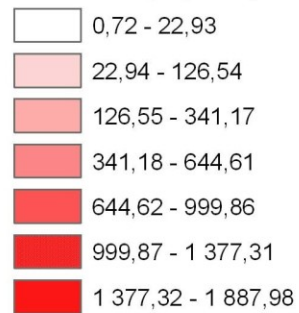
Roční průměrné koncentrace



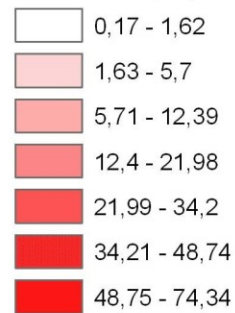
Odval Ema



AVG CO (ng/m³)



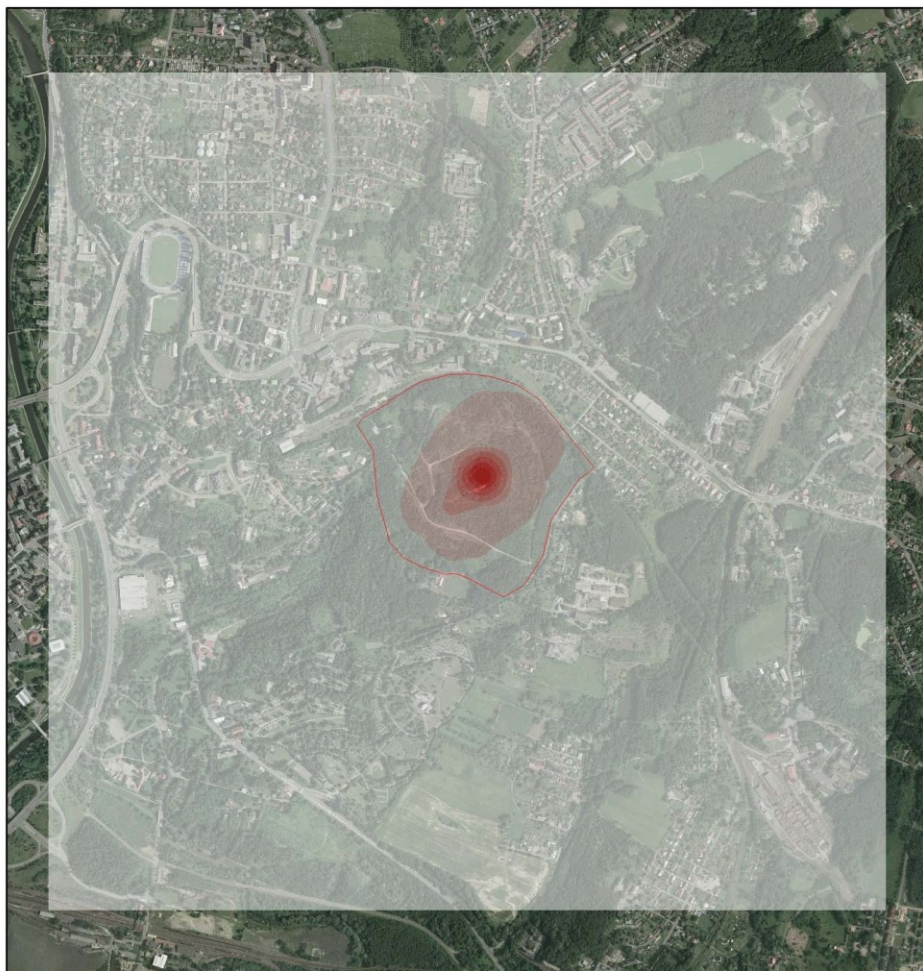
MAX CO (ug/m³)



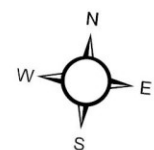
Maximální koncentrace



Zpracoval: Mgr. Jiří Křesina
21.6.2010
E-expert, spol. s r.o.



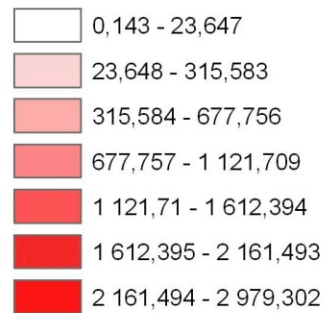
Roční průměrné koncentrace



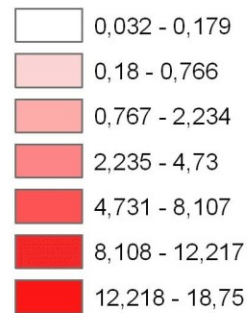
Odval Ema

0 0,25 0,5 1 Km

AVG VOC (ng/m3)



MAX VOC (ug/m3)



Maximální koncentrace



Zpracoval: Mgr. Jiří Křesina
21.6.2010
E-expert, spol. s r.o.

2.2.4.5 Šíření endogenního hoření

Hlavní rizikovým faktorem vázaným na horninové prostředí je možnost vzniku záparu a endogenního požáru. Dlouhodobě jsou projevy termických procesů uvnitř odvalu pozorovány v trase bývalého výložníku, nově také v prostoru termometrických sond EMA1 a EMA2, kde jsou zasaženy hlubší partie odvalu, které nebylo možné odhalit leteckou termovizí. Přestože se plošný rozsah termicky zasaženého prostoru od roku 2009 výrazněji nezměnil, nově zjištěná ohniska termických procesů signalizují značně nepravidelný průběh termických procesů, zejména ve větších hloubkách, s tendencí migrace jihozápadním směrem.

Predikce vývoje endogenního hoření je však velmi obtížná až nemožná a vždy hrozí v tělese odvalu možnost vzniku záparu a zahoření, a to i v místech dříve postižených pouze v jiné hloubkové úrovni.

2.2.4.6 Charakteristika vývoje znečištění z hlediska procesů přirozené atenuace

Procesy přirozené atenuace mají vliv na chování znečištění v životním prostředí bez ohledu na skutečnost, zda byl realizován nějaký sanační zásah. Účinnost těchto procesů se však značně liší v závislosti na typu kontaminace, její koncentraci a také na hydrologických, hydrogeologických a geologických poměrech na lokalitě.

Procesy přirozené atenuace ovlivňují kontaminaci prakticky dvěma způsoby:

- snižováním jeho koncentrace, aniž by docházelo k úbytku celkového množství kontaminantů v podzemní vodě vlivem disperzně difúzních procesů a ředěním, případně sorpcí na horninové prostředí,
- snižováním jeho celkového množství v prostředí biochemickou, resp. fyzikálně chemickou degradací.

Jak prokázaly aktuálně provedené průzkumné práce, horninové prostředí je kontaminováno prakticky pouze kontaminanty anorganickými (sírany, sodík, chloridy, kadmium), u kterých se z atenuačních procesů uplatňuje především ředění, biodegradační procesy se prakticky neuplatňují.

Obecně k přirozené atenuaci dochází nejvíce na okrajích kontaminačního mraku při kontaktu s nekontaminovanou podzemní vodou, kde se výrazněji uplatňují disperzně difúzní procesy a dochází zde k ředění.

Významný vliv na průběh procesů přirozené atenuace má litologická stavba horninového prostředí, a to jak saturované, tak nesaturované zóny. V málo propustném prostředí s obsahem prachovitých částic, resp. jílových minerálů, se uplatňuje především sorpce, méně pak ředění a biodegradační procesy, které jsou závislé na rychlosti proudění a přísunu kyslíku. Průniku výluhů do kvartérní zvodně je v prostoru odvalu Ema bráněno přítomností hornin se značně omezenou propustností v podloží, kde se uplatňuje především sorpce a ta na lokalitě připadá v úvahu pouze u stopových kovů. (K transportu kontaminace dochází spíše odtokem výluhů původní erozní bázi – potokem Burňou).

2.2.5 Shrnutí šíření a vývoje znečištění

Výsledky aktuálně provedených průzkumných prací potvrdily, že endogenním hořením je postižena plocha podél trasy bývalého výložníku, nově také v prostoru termometrických sond

EMA1 a EMA2, kde jsou zasaženy hlubší partie odvalu. Plošný rozsah termicky zasaženého prostoru se od roku 2009 výrazněji nezměnil, nově zjištěná ohniska termických procesů signalizují značně nepravidelný průběh termických procesů a jejich migraci do větších hloubek a k jihozápadu. Mimo tuto plochu nejsou projevy termických procesů patrné. Predikce vývoje endogenního hoření je však velmi obtížná až nemožná a vždy hrozí možnost vzniku záparu a zahoření, a to i v místech dříve postižených v jiné hloubkové úrovni.

K úniku zplodin termických procesů do ovzduší dochází pouze na plochách postižených termickými procesy. V půdním vzduchu byly zjištěny vyšší koncentrace benzenu, PCB a PCDD/F. Po výstupu na povrch odvalu však dochází k okamžitému naředění vnějším ovzduším a při předpokladu cca tisícinásobné ředění v dýchací zóně by neměly koncentrace škodlivin již překračovat imisní limity dle NV č. 597/2006 Sb.

Zemina na odvalu není kontaminována s výjimkou lokální povrchové kontaminace způsobené uhlovodíky C₁₀-C₄₀ v blízkosti přístupové cesty vedoucí na vrchol bez tendence k migraci. Termicky přeměněná hlušina je však zdrojem síranů, které se z ní uvolňují zasakujícími srážkami. Výluhy vytvářejí zavěšenou zvěď na povrchu podloží odvalu. Tvorbě výluhů na lokalitě prakticky nelze zabránit.

Hlavní odtok kontaminovaných výluhů z prostoru odvalu se děje po povrchu podloží ve směru jeho konfigurace k JZ a následně prostřednictvím potoka Burňa, jehož původní koryto prochází pod jižním okrajem odvalu ve směru VSV - ZJZ a představuje odvodňovací drenáž celého Trojického údolí.

Potok Burňa vyvěrá na povrch na JZ okraji lokality, následně je zatrubněn a sveden do dešťové kanalizace, která je zaústěna do Ostravice, kde je kontaminace značně naředěna. Imisní příspěvek Burni je u síranů cca 2 mg/l, což by v Ostravici nemělo představovat překročení NV č. 229/2007 Sb.

Při průniku kontaminace do podzemní vody vázané na glacigenní sedimenty v podloží odvalu odtéká kontaminace (především sírany) do Trojického údolí. Hrubým odhadem, vzhledem k velmi komplikovaným hydrogeologickým podmínkám, může do této oblasti odtékat ročně cca 6 t síranů. Velký vliv na šíření kontaminace touto cestou mají případné tektonické poruchy v důsledku poddolování, resp. zatížení podloží až 70 m vysokým tělesem odvalu. V Trojickém údolí se však nacházejí podstatně významnější zdroje kontaminace podzemních vod (bývalý Důl a koksovna Trojice).

2.2.6 Omezení a nejistoty

Rozsah průzkumných prací měl omezení vyplývající z následujících skutečností:

- realizace průzkumných prací byla časově omezena,
- odval Ema patří k nejstarším a nejvyšším v Ostravě a je s výjimkou plochy postižené termickými procesy zalesněn, a tím i špatně přístupný pro techniku,
- od roku 1995 je odval technickou památkou a je součástí městské památkové zóny, což také částečně omezuje rozsah průzkumných prací,

Výsledky průzkumných prací jsou zatíženy nejistotami spojenými s následujícími skutečnostmi:

- neznalost všech diskontinuit tělesa odvalu, které nemusely být průzkumnými pracemi odhaleny. Výsledky pak mohou být zatíženy nejistotami, vyplývajícími z interpolace bodových informací o stavu kontaminace na plošný resp. prostorový rozsah,

- obsah plyných kontaminantů byl sledován v půdním vzduchu a v přípovrchové zóně, ne v dýchací zóně člověka a měření bylo krátkodobé a mohlo být klimaticky ovlivněno,
- není znám poměr ředění vystupujících plynů na povrch odvalu ovzduším, resp. koncentrace škodlivin v dýchací zóně člověka,
- kontaminace podzemních vod v hlavním směru odtoku podzemních i výluhových vod dále od lokality může pocházet i z jiného zdroje (Důl a Koksovna Trojice),
- výsledky každého analytického stanovení jsou zatíženy nejistotou, která je pro jednotlivé typy rozborů vyjádřena na laboratorních protokolech a pohybuje se od 5 do 35 %, vyšší nejistota je spojena se stopovými analýzami. Tyto nejistoty byly minimalizovány tím, že veškeré chemické analýzy byly prováděny akreditovanými laboratořemi, které se účastní i pravidelných okružních testů ASLAB. Ovlivnění výsledků chemických analýz při odběrech bylo eliminováno akreditovanými odběry,

Přes všechny uvedené nejistoty je možné výsledky průzkumných prací použít pro hodnocení rizik v prostoru odvalu a jeho nejbližším okolí.

3. HODNOCENÍ RIZIKA

Analýza rizika byla vypracována podle Metodického pokynu MŽP (září 2005, ročník XV, částka 9) pro analýzu rizik kontaminovaného území. Postupy hodnocení zdravotních rizik z kontaminovaného území pro potřeby sanací, uvedené ve zmíněném metodickém pokynu, vychází z metodiky US EPA, tj. výpočtu jednotlivých expozičních dávek pro různé typy expozice a následném stanovení individuálního případně populačního rizika. Metoda hodnocení zdravotních rizik je rozdělena do 4 postupných kroků:

- určení nebezpečnosti
- vyhodnocení vztahu dávky a biologického účinku
- hodnocení expozice
- charakterizace rizika

3.1 Identifikace rizik

3.1.1 Určení a zdůvodnění prioritních škodlivin a dalších rizikových faktorů

Výsledky terénních měření a laboratorních stanovení poskytly informace o míře kontaminace horninového prostředí, podzemní a povrchové vody v prostoru odvalu a jeho nejbližším okolí, dále o kontaminaci půdního vzduchu uvnitř odvalu, resp. ovzduší při povrchu odvalu a rizikových faktorech spojených s existencí odvalu na lokalitě.

Na lokalitě byla v rámci průzkumných prací zjištěna přítomnost následujícího znečištění:

Horninové prostředí

Hlavním rizikovým faktorem spojenými s tělesem odvalu je endogenní hoření, jehož vznik je podmíněn samotnou existencí odvalového materiálu a s tím související přítomností zbytkového uhlí a síry, resp. sulfidů:

obsah síry cca 0,3 % ,

obsah TOC max. 17,1 % (EMA1),

obsah spalitelných látek max. 11,3 % (EMA3)

V navážkách karbonské hlušiny patří mezi hlavní prioritní kontaminanty sírany, které vznikají postupně sulfidickým zvětráváním a uvolňují se zasakujícími srážkami. Laboratorní výluhy hlušiny provedené v rámci průzkumných prací prokázaly až 2 065 mg/l síranů ve výluhu (EMA2). Vzhledem k tomu, že se ročně může uvolňovat z odvalu cca 26 t síranů, a to po dobu až 1 500 let, představují sírany pro okolní horninové prostředí dlouhodobou zátěž. Příjemcem kontaminace je okolní horninové prostředí včetně podzemní a povrchové vody (viz dále). Pro návštěvníky odvalu nepředstavují sírany žádné riziko.

Na odvalu byla zjištěna lokální povrchová kontaminace ropnými uhlovodíky (bez tendence migrace) v oblasti sondy EMA4. Tato kontaminace, vzhledem k rozsahu a možnosti migrace, není prioritní škodlivinou a nepředstavuje riziko ani pro návštěvníky odvalu.

Podzemní voda

Hlavními kontaminanty v podzemní vodě jsou sírany (viz výše), jejichž koncentrace v podzemní vodě na odtoku z lokality dosahovaly následujících hodnot:

- HP-209: max 379 mg/l SO₄
- PV-307: max 1 871 mg/l SO₄

Vzhledem ke skutečnosti, že podzemní vodou může z lokality ročně odtékat až 6 t síranů a zatěžovat široké okolí lokality, jedná se o prioritní kontaminant. Podzemní voda však není v širším okolí využívána jako zdroj pitné vody ani k závlaze zemědělských plodin, tzn. že pro obyvatele v širším okolí lokality nehrozí žádné riziko z této transportní cesty.

Jižně od lokality byl prokázán také zvýšený obsah chloridů 390 mg/l ve vrtu PV-21 je důsledkem vlivu důlních vod a nevztahuje se k hlušině uložené na odvalu. Tento vrt se nachází pod areálem Dolu Trojice, z tohoto důvodu chloridy nejsou prioritními kontaminanty v prostoru odvalu.

Povrchová voda

Povrchová voda účastní se transportu kontaminantů z odvalu je kontaminována sírany a kadmii. Tyto kontaminanty byly prokázány v potoku Burňa, jehož koryto prochází pod jižní patou odvalu a vyvěrá na povrch na jeho JZ okraji. Potok je cca po 70 m opět zatrubněn a dále zaústěn do řeky Ostravice, která je příjemcem kontaminace.

V potoku Burňa jsou překročeny limity NV č. 229/2007 Sb. u síranů a kadmia:

- sírany 1 920 mg/l (Ob-9) – překročení kritéria NV (obecné požadavky)
- kadmium 0,83 µg/l (Ob-9) – překročení kritéria NV (obecné požadavky)

Ročně odtéká potokem Burňa z prostoru odvalu cca 116 t síranů a 52 g kadmia, což může v Ostravici navýšit obsah síranů cca o 2 mg/l. V případě kadmia je příspěvek Burni do

Ostravice $8,62 \cdot 10^{-4} \mu\text{g/l}$, tj. prakticky nulový, nejedná se tedy o prioritní kontaminant. Přestože imisní příspěvek síranů do Ostravice je nízký a nezhoršuje významným způsobem kvalitu vody v řece, jedná se o zdroj prakticky trvalý. Nedochází však k překročení legislativy, tj. NV č. 229/2007 Sb., riziko tedy nehrozí.

Půdní vzduch a ovzduší na odvalu

Půdní vzduch uvnitř odvalu je v termicky aktivní části i v jejích okrajových zónách kontaminován produkty endogenního hoření, z nichž byly ve významnějších koncentracích prokázány SO_2 , NO, NO_x , CO, VOC, PAU, PCB, CPDD/F. Koncentrace většiny kontaminantů v povrchové vrstvě ovzduší na odvalu v oblasti postižené endogenním hořením však odpovídaly pozadíovým koncentracím nebo je jen málo překračovaly. Vyšší koncentrace oproti pozadí vykazovaly pouze ΣVOC , a to až $5\times$ vyšší.

- $\Sigma\text{VOC} - 5,95 \text{ mg/m}^3$

V půdním vzduchu překračovaly imisními limity NV č. 597/2006 Sb. nebo hodnoty naměřené na pozadí následující kontaminanty:

- benzen – $16,2 \mu\text{g/m}^3$ (ve vrtu EMA1) - roční imisní limit je $5 \mu\text{g/m}^3$
- PCB – 1 500 až 2 200 pg/m^3 cca $7\times$ vyšší oproti volnému ovzduší v Ostravě
- dioxiny – 1 až $1,6 \text{ pg TEQ/m}^3$ cca $20\times$ vyšší oproti běžným hodnotám v ovzduší

Vzhledem k přístupnosti odvalu veřejnosti (postižená plocha s viditelnými výstupy plynů do ovzduší se nachází přímo na turistické trase na vrchol odvalu) a toxikologickým vlastnostem uvedených kontaminantů (viz příloha č. 21), se jedná o prioritní škodliviny, jejichž příjemci jsou návštěvníci této technické památky.

Po výstupu půdního vzduchu na povrch odvalu však dochází k okamžitému ředění kontaminantů ve vnějším ovzduší (předpokládáme ředící faktor 1000), takže v dýchací zóně by již měly koncentrace odpovídat okolnímu ovzduší (viz následující tabulka).

Hlavní kontaminanty v půdním vzduchu

Tabulka č. 28

| Škodliviny | jednotky | max koncentrace v půdním vzduchu | Přepočtená koncentrace pro dýchací zónu ($1\,000\times$) | Limity pro volné ovzduší a pracovní prostředí, doporučení WHO | | | |
|---------------|--------------------|----------------------------------|--|---|-------|--------|------------------------|
| | | | | 597/2006 Sb. | PEL | NPK-P | doporučená hodnota WHO |
| Benzen | $\mu\text{g/m}^3$ | 16,2 | 0,0162 | 5 | 3 000 | 10 000 | |
| PCB | $\mu\text{g/m}^3$ | 2200 | 2,2 | | 500 | 1 000 | |
| TCDD- | fgTEQ/m^3 | 1 600 | 1,6 | | | | 20 |

Mezi další rizikové faktory na odvalu Ema patří:

- zvýšená teplota v hlubších partiích odvalu až 70°C ,
- možnost intenzifikace endogenního hoření a vznik lesního požáru (ohrožení ekosystémů a vegetačního krytu), riziko rozšíření požáru zejména do obydlených částí,
- možnost ohrožení technické památky, kterou byl odval Ema vyhlášen v roce 1995 a která je součástí městské památkové zóny.

3.1.2 Základní charakteristika příjemců rizik

Z předchozího textu vyplývá, že prioritními kontaminanty na lokalitě jsou sírany, které se uvolňují z termicky přeměněné hlušiny uložené na odvalu zasakujícími srážkami a prakticky trvale zatěžují podzemní i povrchové vody v okolí odvalu. Podzemní voda v širší oblasti odvalu však není využívána k zásobování pitnou vodou ani k závlahám zemědělských plodin, tzn. že tato kontaminace z pohledu zdravotních rizik nemá příjemce. Příjemcem kontaminované povrchové vody je řeka Ostravice. Vzhledem ke značně rozdílným průtokům v řece Ostravici a potoku Burni, nedochází v Ostravici, v důsledku kontaminace přinášené Burnou, k překročení limitů pro ostatní toky (NV č. 229/2007 Sb.), tzn. že riziko nehrozí.

Dalšími prioritními kontaminanty na lokalitě jsou plynné produkty endogenního hoření, které na postižené ploše a v jejím nejbližším okolí vystupují na povrch průduchy. Především se jedná o kontaminanty benzen, PCB a PCDD (z toxikologického hlediska významné), jejichž koncentrace v půdním vzduchu překračovaly imisní limit pro ovzduší, resp. limity pro pracovní prostředí nebo doporučení WHO. Příjemci rizik vyplývajících z této expozice by byly především návštěvníci odvalu, neboť termicky postižená plocha se nachází na turisticky značené trase. Přestože koncentrace kontaminantů v půdním vzduchu na postižené ploše překračovaly imisní limity, vlivem naředění v ovzduší by koncentrace měly v dýchací zóně výrazně podlimitní hodnoty.

Z uvedeného vyplývá, že riziko plynoucí z inhalace škodlivin obsažených v ovzduší na postižené ploše neexistuje, resp. není větší než v jiných částech Ostravy a odpovídá společenskému požadavku vyjádřenému legislativou.

Vzhledem k tomu, že riziko vyplývající z prioritních kontaminantů na lokalitě nepřekračuje legislativní rámec, nebyli nalezeni příjemci rizika.

3.1.3 Shrnutí transportních cest a přehled reálných scénářů expozice

Aktualizovaný koncepční model představuje souhrn hlavních mechanismů migrace kontaminantů ve vztahu k příjemcům rizik, včetně prognózy dalšího šíření kontaminace.

Uvažované expoziční scénáře v souvislosti s kontaminací na skládce jsou následující:

Aktualizovaný koncepční model

Tabulka č. 29

| Ohnisko | Transportní cesta | Příjemce rizik | Poznámka |
|------------------------------------|---|--|--|
| Karbonská hlušina na odvalu | infiltrace atmosférických srážek → tvorba výluhů → odtok zatrubněným potokem Burňa | nenalezeni | Imisní příspěvek přinášený potokem Burňa do Ostravice je zanedbatelný a nemůže způsobit překročení limitů NV č. 597/2006 Sb. |
| Karbonská hlušina na odvalu | infiltrace atmosférických srážek → tvorba výluhů → průnik do podloží odvalu a podzemní vody | nenalezeni | odtok do oblasti s rizikovější kontaminací, podzemní voda nevyužívána pro pitné účely ne závlahy zemědělských plodin |
| Plocha zasažená endogenním hořením | emise produktů hoření do ovzduší | nenalezeni | „podlimitní“ koncentrace v dýchací zóně člověka |
| | zvýšená teplota na termicky postižené ploše → intenzifikace a přenos podzem. požáru na nezasažené již zapojené lesní plochy → lesní požár | vegetace a místní ekosystém, obyvatelé okolní zástavby, návštěvníci odvalu | dlouhodobě stabilní rozsah a intenzita endogenního hoření, obtížná predikce vývoje → riziko |

V současnosti je nejrizikovějším faktorem na odvalu Ema endogenní hoření postihující plochu podél trasy bývalého výložníku vedoucí na vrchol odvalu, kde dochází k únikům zplodin hoření do ovzduší a zvýšená teplota povrchu poškozuje vegetaci. Vzhledem k tomu, že nebylo prokázáno překročení imisních limitů (resp. limitů pro pracovní prostředí nebo doporučení WHO), nebyl sestaven ani reálný expoziční scénář a nebyli nalezeni ani příjemci rizik z inhalační expozice.

Další rizika vyplývají z nízké schopnosti predikce vývoje endogenního hoření. V případě intenzifikace a migrace mimo dosud zasaženou část odvalu hrozí riziko vzniku povrchového lesního požáru. Ohrožení by pak byli obyvatelé v okolní zástavbě jak vlastním požárem, tak emisemi škodlivin a polévatého prachu do ovzduší (tzn. ohrožení zdraví a soukromého majetku). Dále by byli ohroženi pracovníci firem nacházejících se v bývalém areálu Dolu a Koksovny Trojice.

3.2 Hodnocení zdravotních rizik

3.2.1 Hodnocení expozice

Kvantifikace rizik nebyla provedena vzhledem k obecně nízkým koncentracím kontaminantů na lokalitě a z důvodu, že nebyli nalezeni příjemci případných rizik a nebylo tak možné sestavit reálné expoziční scénáře.

3.2.2 Odhad zdravotních rizik

3.2.2.1 Nekarcinogenní účinky

U látek s nekarcinogenním účinkem se vychází z představy, že škodlivý účinek se projeví teprve po překročení určitého prahu úrovně expozice. Charakterizujícími parametry pro prahové účinky jsou referenční dávka (RfD – reference dose), což je maximální denní dávka chemické látky, která v průběhu celoživotní expozice pravděpodobně nezpůsobí poškození zdraví a referenční koncentrace (RfC – reference concentration), což je odhad maximální koncentrace dané látky v ovzduší, která při inhalační expozici velmi pravděpodobně nepředstavuje žádné zdravotní riziko.

Teoretické riziko nekarcinogenních účinků je charakterizováno použitím indexu nebezpečnosti (HI), který je sumou jednotlivých koeficientů nebezpečnosti. Koeficient nebezpečnosti (HQ) je vypočten jako poměr průměrné denní dávky k referenční dávce:

$$HQ = ADD / RfD$$

Pokud je $HI \leq 1$ je úroveň expozice přijatelná a nehrozí významnější riziko. Reálné riziko nekarcinogenního účinku hrozí při $HI > 1$. Existuje možnost poškození zdraví, ale nemusí se jednat o indikaci závažných zdravotních rizik, protože RfD a výpočet ADD jsou účelově nadhodnocené.

Vzhledem k tomu, že přepočtené koncentrace prioritních kontaminantů pro dýchací zónu člověka na termicky postižené ploše vyhovovaly „legislativnímu rámci“ (viz výše), měla by být splněna i podmínka $HI \leq 1$.

3.2.2.2 Karcinogenní účinky

U látek s karcinogenním účinkem (benzen, PCB, PCDD) se vychází z představy, že škodlivý účinek se může projevit již v nejmenších dávkách a se zvyšující dávkou roste také pravděpodobnost jeho vzniku. Nadměrné celoživotní karcinogenní riziko ($ELCR$), spojené s expozicí látek identifikovaných jako karcinogeny, je vypočteno jako součin konzervativní hodnoty průměrné celoživotní expozice ($LADD$) a faktoru směrnice karcinogenity (SF):

$$ELCR = LADD \times SF;$$

respektive jako součin chronického denního příjmu (CDI), vztaženého na celoživotní expozici v délce 70 let, a faktoru směrnice karcinogenity (SF), tedy:

$$ELCR = CDI \times SF$$

Vzhledem k uvažované 95% pravděpodobnosti účinků je vypočtená hodnota $ELCR$ většinou horní hranicí rizika a skutečné riziko by nemělo být větší. Za přijatelnou míru rizika jsou považovány tyto hodnoty $ELCR$:

- $1 \cdot 10^{-6}$ (pravděpodobnost vzniku rakoviny u 1 člověka z 1 000 000) při hodnocení regionálních vlivů – obvykle nad 100 ohrožených osob,
- $1 \cdot 10^{-5}$ (pravděpodobnost vzniku rakoviny u 1 člověka ze 100 000) při hodnocení lokálních vlivů – řádově mezi 10 a 100 ohroženými osobami,
- $1 \cdot 10^{-4}$ (pravděpodobnost vzniku rakoviny u 1 člověka z 10 000) při hodnocení jednotlivců do 10 osob.

Vzhledem k důvodům zmíněným výše, nebylo v rámci předkládané AR přistoupeno k odhadu zdravotních rizik, ať už karcinogenních či nekarcinogenních.

3.3 Hodnocení ekologických rizik

Při hodnocení rizik pro ekosystémy je cílem charakterizovat vzniklá rizika (negativní důsledky působení znečištění na ekosystémy) a stanovit limity znečištění, při jejichž dosažení budou negativní důsledky odstraněny, resp. minimalizovány.

Nejbližším povrchovým tokem je Burňa, který je téměř v celé části odvalu zatrubněn. Potok Burňa drénuje nejen oblast odvalu Ema, ale i celé Trojické údolí.

Výluhy karbonských hlušín obohacují povrchovou vodu v Burni především o sírany a kadmium. V místech, kde Burňa vytéká z pod paty odvalu, obsahuje proti okolí o řád vyšší koncentrace síranů (cca 1 900 mg/l). Povrchový tok Burňa je otevřen jen v krátkém úseku (cca 70 m), jinak je zatrubněn (areál Dolu Trojice) a vlévá se do řeky Ostravice. Imisní příspěvek přinášený Burňou do Ostravice je cca 2 mg/l síranů, tzn. že nedochází k významnému zhoršení kvality vody v Ostravici.

V důsledku termických procesů probíhajících v odvalu pod trasou bývalého výložníku dochází k oteplování povrchu odvalu a výstupu par a plynů. Především vyšší teplota povrchu má za následek odumření vegetačního krytu na postižené ploše. V důsledku termických procesů dochází také k ohřívání vody v Burni. Vývěr v patě odvalu měl teplotu cca 21°C až 25°C, a to i při nízké venkovní teplotě -9°C.

Bylo prokázáno, že plochy zasažených endogenním hořením neposkytují vhodné životní podmínky pro rostliny a živočichy. Plochy mají velmi malou úživnou hodnotu, projevuje se absence půd – povrch je tvořen většinou pouze hlušinou. Pokud se zde vyskytují živé organizmy, jedná se často pouze o krátkověké či nižší organizmy. V případě dřevin pak rostliny vykazují narušení – zakrslý růst, odumírání jednotlivých částí (větví), či celých nadzemních částí.

V současné době se na odvalu vyskytují druhy rostlin a živočichů běžné v rámci regionu i celé ČR. Přímě na plochách postižených termickými procesy je však biodiverzita velmi nízká či blízká nule. Vliv termicky postižených míst na okolní biotu lze označit za velmi nízký až nulový. I když může docházet k odumírání či usmrcování jedinců nemá to žádný vliv na populace druhů. To se týká všech druhů rostlin a živočichů, a to i druhů zvláště chráněných podle současně platných právních předpisů.

I když se v okolí odvalu nenacházejí žádná chráněná území ani žádné území se zvláštním režimem ochrany vod a nejsou zde rovněž žádné podzemní či povrchové zdroje sloužící hromadnému či individuálnímu zásobování obyvatelstva vodou, nachází se zájmové území dle Územního plánu Statutárního města Ostrava na pozemku určeném k plnění funkce lesa. Ve smyslu § 8 Zákona č. 289/1995 Sb. se jedná o kategorii lesa zvláštního určení. Podle ÚSES plní odval také funkci lokálního biocentra (č. 535) a lokálního biokoridoru (č. 534) s určenou funkcí – botanická zahrada, arboretum.

Odval Ema je volně přístupný a je součástí městské památkové zóny. Za nemovitou kulturní památku byl prohlášen 15. 5. 1995 pod rejstříkovým číslem ÚSKP 10593/8-3928. Na centrální kužel vede značená turistická cesta.

Zájmové území plní funkci lokálního biocentra ÚSES (č. 535) a lokálního biokoridoru ÚSES (č. 534) s určenou funkcí – botanická zahrada, arboretum. Podle Územního plánu města Ostravy se odval nachází na pozemku určeném k plnění funkcí lesa. Les je zařazen ve smyslu § 8 Zákona č. 289/1995 Sb. do kategorie lesa zvláštního určení.

3.4 Shrnutí celkového rizika

Provedené průzkumné práce a následně provedená hodnocení neprokázaly významnější kontaminaci tělesa odvalu ani povrchové či podzemní vody. Podzemní a povrchové vody v okolí lokality jsou obohacovány o sírany, kadmium, sodík a chloridy vyluhované z karbonské hlusiny, avšak odtékají do prostoru bývalého Dolu a Koksovy Trojice, kde dochází k další dotaci škodlivin. Výluhy jsou následně naředěny v Ostravici, která se vlévá do Odry. Imisní příspěvek výluhů do Ostravice je však zanedbatelný.

Významným rizikovým faktorem na lokalitě je endogenní hoření, v jehož důsledku unikají na povrch odvalu i zplodiny hoření. Koncentrace některých z nich (benzen, PCB, PCDD) překračovaly v půdním vzduchu imisní limity pro volné ovzduší nebo pracovní prostředí (případně doporučení WHO apod.), proto byly označeny za prioritní kontaminanty. Pro simulaci koncentrací těchto kontaminantů v dýchací zóně člověka po naředění v ovzduší, byly naměřené hodnoty poníženy o tři řády. Takto upravené koncentrace prioritních kontaminantů se nacházely hluboko pod imisním limitem pro vnější ovzduší (benzen), resp. pomocně použitými limity pro pracovní prostředí (benzen, PCB) nebo doporučenou hodnotou WHO (PCDD). Z těchto důvodů nebyly nalezeny reálné scénáře ani případní příjemci rizik, neboť riziko vyplývající z vystavení koncentracím škodlivin v dýchací zóně na postižené ploše není vyšší než v neznečištěných částech Ostravy.

Z hlediska ekologických rizik je nejvýznamnější riziko vyplývající z vlastních endogenních procesů uvnitř tělesa odvalu, a to především z důvodu nemožnosti jejich predikce. Při intenzifikaci nebo migraci endogenního hoření mimo již zasaženou část např. na plochy již zalesněné, hrozí odumírání porostu a při vzniku podpovrchového požáru až vznik povrchového lesního požáru s možností rozšíření na zalesněné plochy i mimo lokalitu odvalu. Ohroženo by pak bylo jak soukromé vlastnictví (odval se nachází mezi obytnou zástavbou a v sousedství ploch využívaných k podnikání), tak zdraví obyvatel nebo zaměstnanců okolní zástavby a firem, případně i areál ostravské zoo nacházející se SSZ od lokality. Při povrchovém požáru by došlo k úplné degradaci lesního ekosystému, zvýšila by se prašnost (prašný spad, koncentrace polévatého prachu), které patří v Ostravě k dominantním škodlivinám v ovzduší.

Nelze opomenout ani fakt, že se jedná o technickou památku, která je součástí městské památkové zóny.

3.5 Omezení a nejistoty

Nejistoty při hodnocení rizik vyplývají především ze skutečnosti, že plynometrický průzkum byl zaměřen na kvalitativní a kvantitativní složení půdního vzduchu a ovzduší těsně nad povrchem odvalu. Zjištěné koncentrace pak bylo nutné přepočítat pro dýchací zónu člověka. Při tomto přepočtu se vycházelo z dlouhodobých zkušeností (konzultace se ZUOVA), skutečný poměr ředění však není znám.

Další nejistoty při hodnocení zdravotních rizik jsou dány následujícími skutečnostmi:

- jedná se o jeden z nejstarších odvalů v Ostravě, který je již konsolidován, tzn., je zalesněný vzrostlými stromy a špatně přístupný pro techniku, což limituje plošný rozsah průzkumných prací,
- odval byl prohlášen v roce 1995 za nemovitou kulturní památku, je součástí

městské památkové zóny, je volně přístupný a na centrální kužel vede značená turistická cesta, což rovněž limituje rozsah prováděných prací,

- těleso odvalu je značně nehomogenní, připouští možnost uložení odpadů, které průzkumnými pracemi nemusely být zastiženy, mohou však být nositeli nebezpečných vlastností,
- rozptylové mapy šíření plynných kontaminantů vycházejí z dlouhodobých koncentrací přepočítaných z okamžitých naměřených hodnot, ze stejného důvodu rovněž maximální koncentrace v rozptylových mapách nepostihují atmosférické vlivy v průběhu roku, pouze časový úsek, po který probíhalo měření,
- nebylo možné vyhodnotit rizika plynoucí z prашného spadu a z inhalace respirabilních částic, které jsou významným kontaminantem v ovzduší (měření PM₁₀ nebylo součástí zadání),
- zdrojem nejistot při stanovení ekologických i zdravotních rizik je obtížná predikce vývoje, migrace, dynamiky a směru šíření endogenního požáru,

Nejsou vyloučena drobná lokální ohniska kontaminace, která nemohla být z časových a finančních limitů beze zbytku odhalena. Pozornost byla věnována hlavním problémům a ohniskům zjištěným na základě letecké termometrie a prováděného termometrického monitoringu. Případné nové skutečnosti by zásadním způsobem neměly přehodnotit pohled na rizikovost odvalu.

4. DOPORUČENÍ NÁPRAVNÝCH OPATŘENÍ

Nositelem hlavních rizikových faktorů na lokalitě, které by mohly mít vliv na složky ŽP i zdraví jsou karbonské hlušiny uložené na odvalu, resp. termické procesy v něm probíhající. S jejich existencí je spojena většina rizik, ať už se jedná o:

- možnost vzniku lesního požáru na již zrekultivovaných plochách a jeho přenos na sousední zalesněné plochy mimo vlastní těleso odvalu a z toho vyplývající možné ohrožení zdraví obyvatel bytové zástavby resp. pracovníků firem podnikajících na sousedních plochách, a tím i možnost vzniku majetkové újmy, resp. poškození vlastnických práv,
- zvýšená prašnost v místech bez vegetačního krytu,
- ohrožení technické památky.

S ohledem na výše uvedené skutečnosti se jeví jako zásadní cíle nápravných opatření:

- ochrana zdraví a majetku,
- udržení lokality v souladu s územním plánem.

K naplnění těchto cílů by napomohla včasná identifikace vznikajících termicky aktivních ohnisek, v případě intenzifikace (prudkému zvýšení teploty uvnitř odvalu) nutnost izolace, resp. utlumení již termicky postižených ploch a znemožnění migrace požáru z termicky aktivních ohnisek.

4.1.1 Odvození cílových parametrů sanace

S ohledem na výše uvedené skutečnosti se jeví jako zásadní požadavek **zamezení vzniku záparu a následného endogenního požáru**.

Pro zápar, resp. již probíhající podzemní požár je charakteristické zvyšování teploty uvnitř odvalu. Na základě pravidelného sledování změn teploty lze lépe predikovat směr šíření a dynamiku vývoje endogenních procesů, což umožňuje včasný sanační zásah a likvidaci identifikovaných ohnisek vznikajících záparů.

Jak vyplývá z dlouhodobého termometrického monitoringu, běžně se teploty v termicky neaktivní části odvalu pohybují od 10 do 25°C, v závislosti na hloubce, teplotě okolí atd. Mezní teplota, kdy už lze jednoznačně hovořit o záparu je 40°C. Měření teploty se proto jeví jako vhodný způsob monitoringu endogenních procesů uvnitř odvalu, výsledky jsou rychle dostupné a umožňují operativnost, nutnou pro zamezení dalších škod.

Z tohoto hlediska se teplota jeví jako vhodná veličina pro monitoring endogenních procesů. To však vyžaduje stálý termometrický monitoring postižené části, doplněný o leteckou termovizi.

Termometrický průzkum a průzkum kontaminace půdního vzduchu a ovzduší na odvalu prokázaly, že půdní vzduch i ovzduší při povrchu odvalu jsou kontaminovány pouze na plochách termicky aktivních. Průzkumnými pracemi bylo ověřeno, že zvýšení teploty uvnitř odvalu nad 100°C (především v povrchových vrstvách do 10 m) představuje hranici, kdy je nutné provést opatření k zabránění jeho intenzifikace a migrace, případně vzniku povrchového požáru.

S ohledem na výsledky provedených průzkumných prací a skutečnosti, že nositelem hlavních rizikových faktorů na lokalitě, které by mohly mít vliv na složky ŽP i zdraví jsou karbonské hlušiny uložené na odvalu, resp. termické procesy, nebyly pro lokalitu stanoveny sanační limity, ale technické parametry, jejichž dodržení by mělo zamezit škodám na zdraví a majetku. Tyto technické parametry byly stanoveny pro teplotu v odvalu a produkt endogenního hoření benzen, a to vzhledem k jeho karcinogenitě a přístupnosti lokality veřejnosti, a rychlé dostupnosti výsledků, zvyšující operativnost – viz následující tabulka.

Návrh technických parametrů pro odval Ema

Tabulka č. 30

| Parametr | Jednotka | max. zjištěná koncentrace | požadované hodnoty | hodnota technického parametru |
|-----------------------|-------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------------|
| teplota v odvalu | °C | 70 | <20 | 100 |
| benzen v půd. vzduchu | µg/m ³ | 16,2 | <3 | 5000 |

Tyto technické parametry byly navrženy za podmínky stálého termometrického monitoringu ve všech stávajících termometrických sondách, doplněného o leteckou termovizi. Při dosažení teploty 100°C by byl na postižené ploše zahájen monitoring benzenu. Protože je odval součástí památkové zóny, tzn. volně přístupný, měla by koncentrace benzenu v dýchací zóně člověka vyhovovat imisnímu limitu pro vnější ovzduší, tj. 5 µg/m³. Toto je zaručeno v případě, že obsah benzenu v půdním vzduchu nepřekročí hodnotu 5 000 µg/m³ (při ředícím faktoru pro vnějším ovzduším 1 000).

Při překročení teploty 100°C v termometrických sondách by v daném místě byla zahájena opatření, vedoucí k zamezení další intenzifikace a migrace endogenního hoření.

4.2 Doporučení postupu nápravných opatření

Sledování termické aktivity měřením teplot v sondách

Jedná se o starý již konsolidovaný důlní odval, který je zařazen mezi technické památky a z tohoto důvodu je zde omezena možnost terénních prací. Lokalita je značně navštěvována turisty, přes odval vede turisticky značená trasa.

Při dosavadním termickém sledování byla zjištěna dvě blízká ohniska termických procesů, jejichž intenzita v současnosti není příliš výrazná a nebyl zaznamenán výraznější nárůst teplot.

Vzhledem k návštěvnosti lokality a blízkosti zástavby se doporučuje pravidelné sledování termické aktivity, který umožní operativní zásah a v případě prudkého nárůstu teplot by bylo nutné z důvodu bezpečnosti okamžitě uzavřít sledovaný prostor.

Pro sledování vývoje termické aktivity na postižených plochách a zvýšení ochrany zdraví a bezpečnosti návštěvníků, je vhodné instalovat ve dvou zjištěných ohniscích termického procesu dálkový monitoring s denním měřením.

a) Návrh termického monitoringu

- Instalovat ve dvou ohniscích současných termických procesů dálkový termický monitoring se snímáním teplot v 2×5 sondách s frekvencí měření $1 \times$ denně a denním vyhodnocením. Při stabilizovaném stavu vyhodnocovat $1 \times$ pololetně formou stručné zprávy. Při výrazném nárůstu teplot upozornit zadavatele na nutnost okamžitého uzavření lokality.

Finanční náročnost

- Instalace 2 ks telemetrických vysílacích stanic + 10 čidel + spojovací vedení
 $2 \times 37\,000 \text{ Kč (stanice)} + 10 \times 1\,100 \text{ Kč (čidla)} + 3\,000 \text{ Kč (sp.mat.)} + 25\,000 \text{ Kč (práce)} = 113\,000 \text{ Kč} + 10 \% \text{ rezerva } \mathbf{124\,300,-Kč \text{ jednorázově}}$
- Údržba instalovaného zařízení, denní sledování, zpracování zpráv.
Souhrnně $70\,000 \text{ Kč/rok} + 10 \% \text{ rezerva, tj. } \mathbf{77\,000,-Kč/rok}$

b) Letecká termovize

Pro sledování a hodnocení vývoje termických procesů (jejich projevu na povrchu odvalu) bude použita metoda bezkontaktního měření povrchové teploty na odvalu.

Tato metoda bude realizována pomocí leteckého termovizního snímkování $1 \times$ ročně při vhodných povětrnostních podmínkách v době vegetačního klidu, tj. v zimních či jarních měsících. Výstupem bude termovizní záznam prezentovaný v mapovém polohopisném podkladu doplněný o ortofotomapu.

Zhodnocení a porovnání vývoje bude provedeno a zdokumentováno v závěrečné zprávě.

Finanční náročnost

- Letecké termovizní snímkování včetně grafických podkladů a zprávy
Souhrnně $130\,000,-Kč + 10 \% \text{ rezerva, tj. } \mathbf{143\,000 \text{ Kč/rok.}}$

c) Monitoring ovzduší na postižených plochách

Bude prováděn dlouhodobý monitoring v osmi rovnoměrně rozložených týdnech v roce (tzv. indikativní měření), což odpovídá i podmínce uvedené v legislativě. Takto získané hodnoty lze prezentovat jako roční průměr.

Na základě zkušeností z předchozího měření budou sledovány následující parametry: PM₁₀, benzen, PCB, NO_x a CO a to na jednom místě na odvalu.

Vzhledem k tomu, že již několik let je monitorován stav ovzduší v Ostravě, bude doplněno roční vyhodnocení i o tyto informace, čímž lze získat mnohem širší rozhled o působení hald jako zdroje znečištění v rámci Ostravy.

Finanční náročnost

- Celková cena monitoringu ve výše uvedeném rozsahu: 500 000,-Kč + 10 % rezerva, tj. **550 000 Kč/rok.**

5. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

Realizované průzkumné práce na lokalitě prokázaly:

- Kontaminace horninového prostředí uhlovodíky C₁₀-C₄₀ je nevýznamná, lokálního povrchového charakteru bez tendence migrovat. Karbonské hlušiny uložené na odvalu jsou zdrojem síranů, které jsou vymývány zasakujícími srážkami.
- Výluhy odtékají z odvalu JZ směrem, kde jsou drénovány potokem Burňa a odváděny do Ostravice. V případě průniku do podloží odvalu a zvodně vázané na glacigenní sedimenty odtéká kontaminace JZ směrem do Trojického údolí, ale může pronikat, vzhledem k velmi komplikovaným hydrogeologickým podmínkám (poddolovanosti území a možné tektonice v podloží), i vertikálním směrem do svrchnokarbonských sedimentů.
- Povrchová voda je prokazatelně kontaminována ve směru odtoku výluhů z prostoru odvalu JZ v potoku Burňa, který představuje erozní bázi území a protéká územím od SV k JZ pod jižní patou odvalu. Ten je cca po 70 m opět zatrubněn a dále odtéká do Ostravice, kde dochází k významnému ředění kontaminace. Hlavními kontaminanty v povrchové vodě jsou sírany a kadmium, jejichž koncentrace v potoce Burňa nevyhovovaly obecným požadavkům kladeným na povrchovou vodu dle Nař. vl. č. 229/2007 Sb.
- Byla prokázána kontaminace půdního vzduchu a ovzduší v přípovrchové vrstvě termicky postižené plochy odvalu. Mimo tyto plochy nebyl půdní vzduch v odvalu ani přípovrchová vrstva ovzduší kontaminována, imisní limity NV č. 597/2006 Sb. nebyly překročeny. Dominantními kontaminanty v půdním vzduchu a ovzduší těsně nad povrchem odvalu termicky postižené plochy byly benzen, PCB, PCDD/F, mající původ v termických procesech probíhajících uvnitř odvalu. Koncentrace benzenu v půdním vzduchu překračovala imisní limit pro vnější ovzduší. Po výstupu na povrch je však okamžitě naředěna vnějším ovzduším. Za předpokladu ředícího faktoru 1 000 by v dýchací zóně neměla překračovat imisní limit NV č. 597/2006 Sb. pro volné ovzduší.
- Kvantifikace zdravotních rizik nebyla provedena vzhledem k obecně nízkým koncentracím kontaminantů na lokalitě a z důvodu, že nebyli nalezeni příjemci případných rizik a nebylo tak možné sestavit reálné expoziční scénáře.

- Případná rizika pro pracovníky vykonávající sanační práce na odvalu (např. při sanačním zásahu) lze eliminovat použitím adekvátních ochranných pracovních pomůcek (respirátory, ochranné obleky a rukavice).
- Vyhodnocení všech zdravotních rizik plynoucích z endogenních procesů na lokalitě a v jejím okolí, včetně rezidenčních zón, by bylo možné pouze na základě rozptylové studie zahrnující také prašný spad a respirabilní částice PM₁₀, které patří mezi hlavní rizikové faktory jak na lokalitě (v termicky postižené oblasti), tak v celé Ostravě. Vzhledem k malé rozloze plochy bez vegetačního krytu však předpokládáme, že příspěvek prašného spadu i PM₁₀ bude zanedbatelný.
- Největší rizika na lokalitě plynou z karbonské hlušiny uložené na odvalu, resp. z endogenního hoření. Odval je zdrojem jak kontaminace vod, tak nositelem dalších rizik. Především se jedná o riziko vyplývající z možnosti migrace termických procesů. Postiženy by mohly být zrekultivované a již zapojené lesní plochy s možností vzniku lesního požáru a možností přenosu na zalesněné plochy mimo vlastní odval.
- Termicky aktivní plochy se v současnosti nacházejí na JZ okraji bývalého výložníku, s tendencí migrace na JZ .
- Vznik, vývoj a směr migrace termickým procesů lze jen obtížně predikovat, proto je nutné pro včasné podchycení vznikajícího záparu a zahoření stálý termometrický monitoring doplněný o leteckou termovizi.
- Vzhledem ke skutečnosti, že nositelem hlavních rizikových faktorů mající vliv na složky ŽP i zdraví jsou termické procesy probíhající v odvalu, nebyly pro lokalitu stanoveny sanační limit, ale technické parametry, při jejichž dodržení by neměly vzniknout škody na zdraví nebo majetku. Hlavním technickým parametrem je teplota v tělese odvalu, která by neměla přesahovat hodnotou 100°C. Vzhledem k tomu, že termicky postižená plocha se nachází v trase bývalého výložníku kudy vede turisticky značená cesta na vrchol a že vystupující plyny obsahují také zdraví škodlivé látky, byl jako další technický parametr stanovena koncentrace benzenu, která by v půdním vzduchu neměla překročit 5 000 µg/m³. Tato koncentrace zaručí, že nedojde k překročení imisního limitu pro vnější ovzduší dle NV č. 597/2006 Sb. Zahájení monitoringu benzenu v půdním vzduchu je podmíněno dosažením teploty 100°C v tělese odvalu.

6. Použitá literatura

- Czudek T. a kol. (1972): Geomorfologické členění ČSR. Studia Geographica 11, Brno
- Hájovský J. (2007): Odval Ema – průzkum a monitoring termických procesů. SG Geotechnika
- Hájovský J., Sojka R. (2009): Odval Ema – průzkum a monitoring termických procesů. Opakovaný letecký termovizní snímek odvalu Ema. SG Geotechnika
- Hájovský J. (2009): Odval Ema – průzkum a monitoring termických procesů, závěrečná zpráva. ARCADIS Geotechnika
- Hodný V., Šišková Š. (2009): Ostrava – Trojice. Komplexní řešení sanace kontaminovaného území lokality Trojice – Fáze I: Aktualizace analýzy rizik kontaminovaného území. TOP GEO Group CZ, spol. s r.o.
- Jetel J. (1973) Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami. ÚÚG Praha
- Kašparová G. (2006) Provozní řád uzavřené skládky chemických odpadů
- Kleinová R. (1978) Geologický průzkum základové půdy pro zabezpečení prostoru paty haldy dolu P. Bezruč před možným zničením v důsledku sesuvu půdy
- Koniček P. (2004) Studie vlivů odvalů a odkališť na složky životního prostředí – svazek č. 15 – odval Ema (průzkum antropogenního znečištění ovlivňujícího životní prostředí – etapa vyhledávací). OKD, DPB, a.s.
- Krásný J. (1970, 1976) Klasifikace transmisivity a její použití. ÚÚG Praha
- Ondra K.(1978) Inženýrsko-geologický průzkum na j. a jz. svahu slezsko-ostravského kopce v návaznosti na zastavovací plán území
- Ondra K.(1983) Doplnující inženýrsko-geologický průzkum okrajových ploch pro územní plán zón Slezská Ostrava – Muglínov
- Olmer M., Herrmann Z., Kadlecová R., Prchalová H. et al., (2006) Hydrogeologická rajonizace ČR. Sborník geologických věd 23. Česká geologická služba, Praha
- Quitt E. (1971) : Klimatické poměry ČSSR, ČSAV, Geografický ústav, Brno
- Sýkora L. (1983) Orientační hydrochemický a hydrogeologický průzkum – Trojické údolí
- Sýkora L. (1983) Hydrochemický a hydrogeologický průzkum – Ostrava - Trojické údolí – II. etapa
- Sýkora L. (1994) Hydrochemický a hydrogeologický průzkum – Ostrava - Trojické údolí – II. etapa – dodatek
- Sýkora L. (1995) Ekologický audit – Koksovna Trojice
- Brhel P. (1997) OKD, a.s., Důl Odra, o.z., lokalita Petr Bezruč – analýza rizika
- Šmolka M. a kol. (1997) Analýza rizika – koksovna Trojice
- Stoniš M. (2003) Projekt průzkumu a monitoringu stavby: Sanace odvalu Ema
- Nař. vl. č. 229/2007 Sb. O ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod

| | |
|--------------------------|--|
| Vyhláška č. 294/2005 Sb. | O podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady |
| Nař. vl. č. 361/2007 Sb. | Podmínky ochrany zdraví při práci ve znění nařízení vlády č. 68/2010 Sb. |
| Nař. vl. č. 597/2006 Sb. | O sledování a vyhodnocování kvality ovzduší |
| Vyhláška č. 428/2001 Sb. | Kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích) ve znění vyhlášek č. 146/2004 Sb. a č. 515/2006 Sb. |
| ČSN 75 7143 | Jakost vody pro závlahu |
| 472/2005 Sb. | Úplné znění zákona č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší), jak vyplývá z pozdějších změn |
| MP MŽPČR/1996 | K zajištění procesu nápravy starých ekologických zátěží |
| MP MŽP . 12 | Pro analýzu rizik kontaminovaného území |
| MP MŽP . 14 | Hodnocení priorit - kategorizace ... |
| Databáze ČHMÚ | |