

Praha – Motolská skládka

Analýza rizik kontaminovaného území

Závěrečná zpráva



Brno, září 2017

GEOTest, a.s. tel.: **548 125 111**
Šmahova 1244/112, 627 00 Brno
IČ: 46344942 DIČ: CZ46344942

fax: **545 217 979**
e-mail: **trade@geotest.cz**

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

Číslo a název zakázky: **16 7341 – Praha – Motolská skládka, AR**
Objednatel: Městská část Praha 5
IČ: 000 63 631
Adresa: Náměstí 14. října 1381/4, 150 22 Praha 5
Zástupce: Bc. Jan Zeman, odbor správy veřejného prostranství a zeleně
Tel.: 257 000 465
e-mail: jan.zeman2@praha5.cz
Evidenční číslo ČGS: 1795/2017

Praha – Motolská skládka

Analýza rizik kontaminovaného území

Závěrečná zpráva

Odpovědný řešitel: **Mgr. Jan Bartoň**, oborový manažer
Zpracoval: **Mgr. Jan Bartoň, RNDr. Jindra Oberhelová & kolektiv autorů**
Schválil: **Ing. Tomáš Ebermann, PhD**, vedoucí pobočky

RNDr. Lubomír Klímek, MBA
ředitel společnosti a člen představenstva

ROZDĚLOVNÍK

- Výtisk č. 1 – 4: Městská část Praha 5
5: MŽP OEREŠ
6: ČIŽP OI Praha
7: Česká geologická služba
8: GEOTest, a.s.

OBSAH

Úvod.....	9
1. Údaje o území.....	9
1.1 Všeobecné.....	9
1.1.1 Geografické vymezení území	9
1.1.2 Stávající a plánované využití území.....	11
1.1.3 Základní charakterizace o obydljenosti území.....	13
1.1.4 Majetková vztahy	13
1.2 Přírodní poměry zájmového území	14
1.2.1 Geomorfologické a klimatické poměry	14
1.2.2 Geologické poměry	15
1.2.3 Hydrogeologické poměry	16
1.2.4 Hydrologické poměry	16
1.2.5 Geochemické a hydrochemické údaje o lokalitě.....	17
2. Průzkumné práce.....	17
2.1 Dosavadní prozkoumanost území	17
2.1.1 Přehled zdrojů znečištění.....	25
2.1.2 Vytipování látok potenciálního zájmu a dalších rizikových faktorů.....	26
2.1.3 Předběžný koncepční model znečištění.....	26
2.2 Aktuální průzkumné práce	28
2.2.1 Metodika a rozsah průzkumných a analytických prací	28
2.2.1.1 Přípravné práce (rešerše, rekognoskace).....	29
2.2.1.2 Geofyzikální průzkum.....	29
2.2.1.3 Vrtné práce	30
2.2.1.4 Měření stavu hladiny vody a základních fyzikálně-chemických parametrů ..	31
2.2.1.5 Karotážní práce	32
2.2.1.6 Hydrodynamické zkoušky	32
2.2.1.7 Model proudění podzemní vody a transportu částic	34
2.2.1.8 Zpracování výškopisných dat digitálního modelu terénu	35
2.2.1.9 Analýza vývoje území na základě leteckých měřických snímků	36

2.2.1.10 Atmogeochemický průzkum	36
2.2.1.11 Měření ručním rentgenovým analyzátorem	37
2.2.1.12 Geodetické práce.....	37
2.2.1.13 Vzorkovací práce	38
2.2.1.14 Analytické práce	39
2.2.2 Výsledky průzkumných prací	41
2.2.2.1 Přípravné práce (rešerše, rekognoskace).....	41
2.2.2.2 Geofyzikální průzkum.....	41
2.2.2.3 Vrtné práce	42
2.2.2.4 Měření stavu hladiny vody a základních fyzikálně-chemických parametrů ...	43
2.2.2.5 Karotážní měření ve vrtech	44
2.2.2.6 Hydrodynamické zkoušky	45
2.2.2.7 Model proudění podzemní vody a transportu částic	47
2.2.2.8 Zpracování vyškopisných dat digitálního modelu terénu	50
2.2.2.9 Analýza vývoje území na základě leteckých měřických snímků	50
2.2.2.10 Atmogeochemický průzkum	53
2.2.2.11 Měření ručním rentgenovým analyzátorem	54
2.2.2.12 Geodetické práce.....	55
2.2.2.13 Vzorkovací práce	55
2.2.2.14 Analytické práce	56
Rozbory odpadů (zemín) dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. v platném znění	61
2.2.3 Shrnutí plošného a prostorového rozsahu a míry znečištění	61
2.2.4 Posouzení šíření znečištění	62
2.2.4.1 Šíření znečištění v nesaturované zóně	62
2.2.4.2 Šíření znečištění v saturované zóně	62
2.2.4.3 Šíření znečištění povrchovými vodami	63
2.2.4.4 Charakteristika vývoje znečištění z hlediska procesů přirozené attenuace.....	64
2.2.5 Shrnutí šíření a vývoje znečištění	64
2.2.6 Omezení a nejistoty	65
3. Hodnocení rizika	65
3.1 Identifikace rizik	65
3.1.1 Určení a zdůvodnění prioritních škodlivin a dalších rizikových faktorů	65
3.1.2 Základní charakteristika příjemců rizik	67
3.1.3 Shrnutí transportních cest a přehled reálných scénářů expozice	68
3.2 Hodnocení zdravotních rizik	69
3.2.1 Hodnocení expozice	69
3.2.2 Odhad zdravotních rizik	72
3.3 Hodnocení ekologických rizik	80
3.4 Shrnutí celkového rizika.....	81
3.5 Omezení a nejistoty.....	82
4. Doporučení nápravných opatření.....	83

4.1 Doporučení cílových limitů parametrů nápravných opatření	83
4.1.1 Stanovení a zdůvodnění cílů nápravných opatření.....	83
4.1.2 Odvození cílových parametrů	83
4.1.3 Způsob vyhodnocení prokázání cílů nápravných opatření	84
4.2 Doporučení postupu nápravných opatření.....	85
4.2.1 Variantní řešení nápravných opatření.....	85
4.2.2 Posouzení variant nápravných opatření.....	87
4.2.3 Odhad finančních nákladů	88
4.2.4 Způsob principu sanačního monitoringu	89
5. Závěr.....	89
Použitá literatura.....	93

SEZNAM PŘÍLOH

1. Kopie evidenčního listu geologických prací
2. Situace zájmového území
 - 2.1 Situace lokality
 - 2.2 Situace zájmového území se zakreslením vrtů
 - 2.3 Seznam pozemků a vlastníků ve vztahu k územnímu plánu
3. Účelové a speciální mapy
 - 3.1 Mapa ekvipotenciálních linií
 - 3.2 Geologické řezy
 - 3.3 Obsah stopových kovů v podzemní vodě
 - 3.4 Obsah ropných látek, BTEX a PAU v podzemní vodě
 - 3.5 Obsah ropných látek a PAU v zeminách a odpadech
 - 3.6 Obsah stopových kovů v zeminách a odpadech
 - 3.7 Územní plán
 - 3.8 Chráněná území, ÚSES, NATURA 2000
 - 3.9 Rozsah biocentra a biokoridoru ve výřezu katastrální mapy
 - 3.10 Výřez geologické mapy
 - 3.11 Výřez hydrogeologické mapy
 - 3.12 Výřez vodohospodářské mapy
4. Tabulkový přehled výsledků měření, zkoušek a rozborů
 - 4.1 Výsledky laboratorních rozborů podzemní vody
 - 4.2 Výsledky laboratorních rozborů povrchové vody
 - 4.3 Výsledky laboratorních rozborů zemin a odpadů
 - 4.4 Výsledky stanovení vyluhovatelnosti zemin a odpadů
 - 4.5 Výsledky ekotoxikologických parametrů
 - 4.6 Výsledky měření přístrojem DELTA
5. Geologická dokumentace průzkumných děl

- 6.** Zpráva o geodetickém zaměření průzkumných vrtů a geofyzikálních profilů
- 7.** Technická zpráva vrtných prací
- 8.** Zpráva o průběhu hydrodynamických zkoušek
- 9.** Zpráva o geofyzikálním průzkumu a karotážních pracích
- 10.** Zpráva o analýze vývoji území na základě leteckých snímků
- 11.** Hydraulický model
- 12.** Geochemické a hydrochemické údaje o lokalitě
- 13.** Zpracování výskopisných dat digitálního modelu terénu
- 14.** Protokoly pozorování, měření, zkoušek a rozborů
 - 14.1 Laboratorní protokoly rozborů zemin a odpadů
 - 14.2 Laboratorní protokoly rozboru odpadů
 - 14.3 Laboratorní protokoly výluhů odpadů
 - 14.4 Laboratorní protokoly rozborů vod
- 15.** Skartační protokoly
- 16.** Vyhádření
 - 16.1 Vyhádření OOP MHMP k AR
 - 16.2 Souhlas se svstupy na pozemky
 - 16.3 Vyhádření k plánovanému umístění sond a vrtů a možným kolizím s podzemními sítěmi
 - 16.4 Stanovisko MŽP
- 17.** Fotodokumentace

Přehled použitých zkratek

ABS _{GI}	Frakce kontaminantu absorbovaní v gastrointestinálním traktu
ADD	Average Daily Dose (průměrná denní dávka)
AR	Analýza rizik
BSK	Biologická spotřeba kyslíku
BTEX	Benzen, toluen, ethylbenzen, xyleny (těkavé aromatické uhlovodíky)
CDI	Chronic Daily Intake (chronický denní příjem)
GF	Geochemický fón
ČGS	Česká geologická služba
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČIŽP OI	Česká inspekce životního prostředí, oblastní inspektorát
CIU	Chlorované uhlovodíky
ČSN	Česká státní norma
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DCE	Dichloretylen
EL	Extrahovatelné látky
ELCR	Excess Lifetime Cancer Risk (celoživotní riziko vzniku rakoviny)
ERT	Elektrická odporová tomografie
EVL	Evropsky významná lokalita
FN	Fenoly jednosytné

HQ	Hazard Quotient (kvocient nebezpečnosti)
CHOPAV	Chráněná oblast přirozené akumulace vod
CHSK	Chemická spotřeba kyslíku
CHÚ	Chráněné území
IARC	Mezinárodní organizace pro výzkum rakoviny
IZ	Indikátory znečištění
LADD	Lifetime Average Daily Dose (celoživotní průměrná denní dávka)
MHMP	Magistrát hlavního města Prahy
MP	Metodický pokyn
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NEL	Nepolární extrahovatelné látky
NL	Nerozpuštěné látky
OEREŠ	Odbor environmentálních rizik a ekologických škod
OOP	Odbor ochrany prostředí
OP	Odporové profilování
OPŽP	Operační program Životní prostředí
ORP	Oxidačně-redukční potenciál
PAU	Polycyklické aromatické uhlovodíky
PCB	Polychlorované bifenyl
PCE	Tetrachloretylen
PUPFL	Pozemek určený k plnění funkcí lesa
RAIS	Risc Assessment Information System
RfD	Reference Dose (referenční dávka)
RfH	Referenční hodnota
RL	Rozpuštěné látky
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SEKM	Systém evidence kontaminovaných míst
SEZ	Stará ekologická zátěž
SF	Slope Factor (faktor směrnice karcinogenity)
SOP	Standardní operační postup
TCE	Trichloretylen
TKO	Tuhý komunální odpad
TOC	Celkový organický uhlík
ÚP	Územní plán
ÚSES	Územní systém ekologické stability
U.S. EPA	U.S. Environmental Protection Agency
VES	Vertikální elektrické sondování
VGHMÚř	Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad se sídlem v Dobrušce
VKP	Významný krajinný prvek
WHO	World Health Organization (Světová zdravotnická organizace)
ZFCHR	Základní fyzikálně-chemický rozbor

Úvod

Předložená zpráva byla vypracovaná na základě Smlouvy o dílo na vypracování analýzy rizik, studie proveditelnosti, monitoring a projektového manažera pro Motolskou skládku ze dne 12. 4. 2017 v rozsahu Projektové dokumentace, vypracované společností GEOTest, a.s.

Cílem analýzy rizik je komplexně popsat existující a reálná potenciální rizika plynoucí z přítomnosti znečištění, které je způsobeno existencí území Motolské skládky, tj. skládky převážně stavebních a demoličních odpadů v k. ú. Motol (č. 728 951), obec Praha (dále jen „zájmové území“). Těmito riziky může být ohrožení zdraví lidí nebo jednotlivých složek životního prostředí či možné ohrožení v budoucnu (např. při změně funkčního využívání území či dalšího rozšiřování znečištění). Na základě posouzení závažnosti rizik byla stanovena nápravná opatření, resp. strategie řízení rizika.

Při zpracování analýzy rizik bylo postupováno dle norem a právních předpisů, které jsou platné a závazné pro dané činnosti:

- Zákon č. 62/1988 Sb. o geologických pracích (v platném znění), § 2, odst. 1, písm. g) zjišťování a odstraňování antropogenního znečištění v horninovém prostředí.
- Průzkumné práce byly provedeny v souladu s vyhláškami MŽP č. 368/2004 Sb. o geologické dokumentaci a č. 369/2004 Sb. o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací. Jejich realizace je v souladu s „Metodickým pokynem č. 13“ pro průzkum kontaminovaného území (Věstník MŽP 2005, částka 9, s. 42 – 76) – kategorie B. Použité metody geofyzikálního měření respektují aktualizovanou Metodickou příručku MŽP „Možnosti geofyzikálních metod při ověřování nejasných strukturně geologických popřípadě jiných vztahů na lokalitách při průzkumu a nápravě starých ekologických zátěží“.
- Samotný postup zpracování aktualizace analýzy rizik je proveden podle „Metodického pokynu č. 1 Ministerstva životního prostředí pro analýzu rizik kontaminovaného území“ z ledna 2011.
- Vzorkovací práce byly realizovány v souladu s Metodickým pokynem MŽP „Vzorkovací práce v sanační geologii“ z roku 2007.
- Záznam do databáze SEKM 2.0 je proveden v souladu s Metodickým pokynem MŽP 2/2011 k plnění databáze Systém evidence kontaminovaných míst včetně hodnocení priorit.
- Zakázka byla zaevidována u ČGS – útvar Geofond pod číslem 1795/2017 dne 28. 4. 2017.

Odpovědným řešitelem zakázky byl určen Mgr. Jan Bartoň, který je nositelem osvědčení o odborné způsobilosti pro geologické práce – sanace, hydrogeologii a environmentální geologii č. 2178/2012 a geochemii č. 2241/2014.

Na zakázce se podíleli tito pracovníci firmy GEOTest, a.s.:

- Mgr. Jan Bartoň (projektový manažer, řešitel zakázky, hodnocení rizik, interpretace průzkumných prací, návrh nápravných opatření)
- RNDr. Jindra Oberhelová (hlavní řešitel geologických prací, hydrochemické zhodnocení, terénní geologické, hydrogeologické a vzorkovací práce)

- Mgr. Pavel Vižďa (terénní práce, geotechnické práce, geodetické práce, atmogeochemický průzkum)
- Mgr. Václav Mátl (atmogeochemický průzkum, hydrogeologické práce)
- Mgr. Ondřej Borovský (hydrogeologické práce)
- Ing. Petr Lacina, Ph.D. (měření ručním rentgenovým analyzátorem Delta)
- Ing. Roman Duras, Ing. Jan Gebauer, Ing. Martin Vaculík (geofyzikální průzkum, karotážní práce)
- Mgr. Zuzana Šromová (koncepční hydrogeologický model, model proudění podzemní vody a transportu částic)
- Mgr. Jiří Hladík (vyhodnocení leteckých snímků, zpracování výškopisných dat digitálního modelu reliéfu)
- RNDr. Jitka Novotná (koncepční hydrogeologický model)
- Ing. Pavel Křetínský, Ing. Vlastimil Hanák (geodetické práce)
- Ing. Ondřej Mrvík, Ph.D. (stabilitní výpočty)
- Mgr. Lukáš Hubinger (geologické a hydrogeologické práce)
- Ing. Peter Vanko (terénní a geotechnické práce)
- Ing. Ondřej Pokorný (geologické a hydrogeologické práce)
- Ing. Radek Klesnil (geologické a hydrogeologické práce)

Společnost GEOTest, a.s. je držitelem certifikace ČSN EN ISO 9001 „Systém jakosti“, ČSN EN ISO 14001 „EMS“ a ISO 18 000 OHSAS (management BOZP).

1. Údaje o území

1.1 Všeobecné

1.1.1 Geografické vymezení území

Zájmové území se nachází na západním okraji Hlavního města Prahy, na území Městské části Praha 5 – Motol. Konkrétně se jedná o parcely č. 430/1, 431, 432, 436, 437, 438, 439/1, 440/1, vše v k.ú. Motol. Jedná se o nezastavěný prostor, dlouhodobě využívaný pro skládku výkopků zeminy a stavební suti. Celková plocha skládky byla spočtena na 216 879 m².

Lokalita se nachází na jižním svahu pod Bílou Horou jižně od uvažované Břevnovské radiály a tzv. malého Břevnova. Z východní strany je území vymezeno ulicí Kukulova a dokončenou stanicí metra A – Nemocnice Motol. Západní hranici tvoří katastrální hranice mezi Městskou částí Praha 5 – Motol a Praha 17 – Řepy. Jižní hranice je vymezena hranicí pozemků jiných subjektů. Vymezené území obsahuje pozemky ve svěřené správě městské části Praha 5 a pozemky hl. m. Prahy, s výjimkou pozemku 430/1, jehož vlastníkem dle údajů z ČÚZK je společnost FORTE s.r.o., U papírny 614/9, Holešovice, 17000 Praha 7.

Okolí zájmového území lze charakterizovat jako hustě osídlené. Nejsou zde evidovány žádné způsoby ochrany nemovitosti.

Celé území prakticky představuje nezrekultivovaná, náletovými dřevinami a stromy zarostlá, ale částečně upravená skládka, založená již v druhé polovině 20. století jako skládka inertního materiálu zejména pro deponování vytěžených hornin a zemin při stavbě pražského metra. Intenzivní ukládání odpadu probíhalo prakticky po celou dobu až do současnosti, a to zcela živelně bez zásadnější koncepce rekultivace, systematického hutnění, monitoringu a dodržování objemových limitů.

Vlastní těleso skládky je protaženo ve směru východ – západ a je podlouhlého doutníkovitého tvaru, délky cca 800 m a šířky na západním okraji cca 270 m a na východním okraji cca 150 m. Koruna skládky je v současné době na úrovni cca 374 m n. m. a to v západní, tedy nejvyšší části. Skládka převyšuje okolní terén o cca 30 m na její severní straně a o cca 50 až 60 m na její jižní straně. Původní nadmořská výška terénu před zahájením skládkování (před rokem 1972) se pohybovala cca od 300 m n. m. do 340 m n. m.

Sklony svahů (po částečných úpravách) lze podle geodetického zaměření lokality odhadnout na cca 1:2 až 1:2,5 na severní straně, přičemž ve spodní části svahu skládky je sklon až 1:1,5, při patě svahu až 1:1 a strmější. Naopak jižní svah má sklon téměř jednotný, a to 1:2,5 ve východní části a cca 1:1 až 1:1,5 v západní části.

Po administrativně správní stránce přísluší zájmové území do následujících správních jednotek:

- Kraj: Hlavní město Praha (kód kraje: CZ01, kód NUTS: CZ010)
- Okres: Hlavní město Praha (kód okresu: 3100, kód NUTS4: CZ0100)
- Obec: Praha 5 – Motol
- Katastrální území: Motol 728951
- Čísla parcel: 430/1, 431, 432, 436, 437, 438, 439/1, 440/1



Obr. č. 1.1.1-1: Pohled ze skládky na východ (nemocnice Motol)

1.1.2 Stávající a plánované využití území

Dle platného územního plánu (viz příloha č. 3.5) se skládka nachází převážně na plochách s využitím pro sport a rekreaci s tím, že západní část skládky se nachází na ploše určené pro sportovní využití a východní pro účely oddechu. Jižní část (svah) by měla být využívána jako lesní porost a městská a krajinná zeleň. Severní část skládky, resp. její severní pata má v územním plánu již od 80. let určení pro komunikaci a okolí jako izolační zeleň – jedná se o variantu Břevnovské magistrály.

Na lokalitě se v současnosti nachází nezabezpečená skládka, převážně inertního odpadu (rubanina z metra a tunelů, stavební odpad apod.). V budoucnu je na většině povrchu skládky předpokládáno využití pro rekreační účely.

Ochrana přírody a krajiny

Na jižním svahu skládky jsou zřejmě výrazně až 0,7 m hluboké erozní rýhy vzniklé ronem srážkových vod, severní část skládky je poznamenána výrazným svahovým pohybem, který má devastující vliv na les při patě skládky. Těleso skládky je z hlediska materiálové skladby značně nehomogenní (zřetelné polohy stavebního odpadu, resp. sutí, vytěžené horniny, kámen).

Na severovýchodním, severním a západním okraji zájmového území, resp. za jeho hranicí, se nachází spojitá část regionálního biokoridoru a biocentra Petřín Řeporyje (č. 317, 318, 556 a 558) – územního systému ekologické stability (dále ÚSES), které v údolí Motolského potoka přechází do vyhlášeného zvláště chráněného území Kalvárie v Motole (č. 753).

Nejbližším přírodním parkem je park Košíře – Motol (č. 109).

Zájmové území leží v CHOPAV. Nenachází se zde ani žádná Evropsky významná lokalita (dále EVL) – nejbližší EVL Obora Hvězda (CZ0113001) se nachází cca 1,8 km S od zájmového území.

Na západ od zájmového území se nachází Významný krajinný prvek Řepy (dále VKP) – Řepská step. Předmětem ochrany jsou zde stepní rostlinná a živočišná společenstva. Tento VKP je součástí regionálního biokoridoru R4/32.

Mapa Územních systémů ekologické stability (ÚSES) a Chráněných území (CHÚ) je zobrazena v příloze č. 3.8. Rozsah biocentra a biokoridoru ve výřezu katastrální mapy je zobrazen v příloze č. 3.9.

Z hlediska fytogeografického členění spadá zájmové území do oblasti termofytika, obvodu České termofytikum, okresu Dolní Povltaví. Vývoj fauny a flory v bezprostředním okolí zájmového území byl již v minulosti zásadním způsobem ovlivněn antropogenní činností (velká část zájmového území je porostlá ruderální náletovou vegetaci, plocha nemá jasné funkční vymezení).

Pro okolí zájmového území je z hlediska potenciální přirozené vegetace typická černýšová dubohabřina (*Melampyro nemorosi-Carpinetum*) ze svazu Dubohabřiny a lipová doubrava (*Carpinion*). Dominantními druhy stromového patra jsou dub zimní (*Quercus petraea*) a habr obecný (*Carpinus betulus*). V prosvětlených porostech je dobře vyvinuté keřové patro tvořené mezofilními druhy opadavých listnatých lesů. Charakter bylinného patra je určován především mezofilními druhy bylin, méně často se vyskytují trávy. Společenstvo preferuje eutrofní až oligotrofní, místy (pseudo)-oglejené hnědozemě (kambizemě). Invazními a expanzivními druhy jsou třtina rákosovitá (*Calamagrostis arundinacea*), konvalinka vonná (*Convallaria majalis*); netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*), černýš hajní (*Melampyrum nemorosum*), akát, resp. trnovník bílý

(*Robinia pseudoacacia*), aj. (viz. Neuhäuslová et al. 1998). Na Kladensku je většina ploch polohy této jednotky využívána k intenzivní zemědělské produkci, na dalších bylo společenstvo nahrazeno monokulturami smrku ztepilého (*Picea abies*), případně ustoupilo zástavbě. (údaje viz Neuhäuslové a kol. 2001).

V současnosti je zájmové území z části porostlé náletovými dřevinami spolu s keřovitým patrem, kde se vyskytují především listnaté druhy s dominujícím dubem zimním (*Quercus petraea*), dubem letním (*Quercus robur*), vyskytuje se bříza bradavičnatá (*Betula pendula*), jsou zde starší ovocné dřeviny, kde je hlavně *Prunus* sp., dále je sporadicky akát (*Robinia pseudoacacia*), vyskytuje se také hloh (*Crataegus monogyna + laevigata*), jasan (*Fraxinus excelsior*), jíva (*Salix caprea*), ořešák vlašský (*Juglans regia*), osika (*Populus tremula*), třešeň (*Prunus avium*), vrba (sp. *Salix*) a další druhy v různé hustotě výskytu. V keřovém patru jsou výrazně zastoupeny brslen (*Euonymus europaeus*), krušina (*Frangula alnus*), svída (*Cornus sanguinea*), trnka (*Prunus spinosa*) a další. Velmi nežádoucí je výskyt invazního druhu, kterým je křídlatka (*Reynoutria bohemica*), která se velmi rychle šíří.

Bujná náletová vegetace je doslova prorostlá do zbytků navážky, která někde vystupuje na povrch. Menší část pak tvoří plochy bez porostu dřevin, zato s hojným výskytem bylinného porostu, případně zcela bez vegetace. V jihozápadní části se nachází motokrosová dráha s vyjetými cestami a dočasně příbytky bezdomovců.



Obr. č. 1.1.2-1: Pohled ze severní části skládky (U Boroviček)

1.1.3 Základní charakterizace o obydlenosti území

Samotné zájmové území není obydleno a nachází se i mimo kontakt s obytnou zástavbou. Nejbližší obytná zástavba je severním směrem za údolím uměle vytvořeným hřebenem stávající skládky ve vzdálenosti cca 150 m od hranice území pro rekultivaci – rodinné domy v ulici U Boroviček (čtvrt Praha 17) a v ulici Na Břevnovské pláni (čtvrt Praha 6). Západním směrem ve vzdálenosti cca 280 m leží sídliště Řepy I (čtvrt Praha 17). Městská část Praha 17 Řepy má 24 666 obyvatel (k 31. 12. 2015).. Za ulicí Kukulova se východním směrem nachází areál nemocnice Motol a sídliště Homolka. Jihovýchodním směrem se pak nachází skladové objekty, Autoopravny a showroom Citroen, budovy Úřadu české zemědělské a potravinářské inspekce, Areál Hotelu Energie. Okolí území nelze charakterizovat jako hustě osídlené.

1.1.4 Majetková vztahy

Skládka se nachází na pozemcích několika vlastníků. Jejich seznam je uveden v tabulce č. 1.1.4-1 a v příloze 2.3.

Seznam parcel a jejich vlastníků v prostoru staré skládky

Tabulka č. 1.1.4-1

Parcelní číslo	Výměra m ²	Druh pozemku	Způsob využití	Způsob ochrany	majitel
430/1	106396	Ostatní plocha	Jiná plocha	Památkově chráněné území	FORTE s.r.o., U papírny 614/9, Holešovice, 17000 Praha 7
431	26961	Ostatní plocha	Sportoviště a rekreační plocha	Památkově chráněné území	HLAVNÍ MĚSTO PRAHA, Mariánské náměstí 2/2, Staré Město, 11000 Praha 1
432	34068	Ostatní plocha	Manipulační plocha	Památkově chráněné území	HLAVNÍ MĚSTO PRAHA, Mariánské náměstí 2/2, Staré Město, 11000 Praha 1
436	10805	Ostatní plocha	Sportoviště a rekreační plocha	Památkově chráněné území	HLAVNÍ MĚSTO PRAHA, Mariánské náměstí 2/2, Staré Město, 11000 Praha 1
437	81567	Ostatní plocha	Sportoviště a rekreační plocha	Památkově chráněné území	HLAVNÍ MĚSTO PRAHA, Mariánské náměstí 2/2, Staré Město, 11000 Praha 1
438	10606	Ostatní plocha	Neplodná půda	Památkově chráněné území	HLAVNÍ MĚSTO PRAHA, Mariánské náměstí 2/2, Staré Město, 11000 Praha 1
439/1	64856	Ovocný sad	-	Zemědělský půdní fond, památkově chráněné území	HLAVNÍ MĚSTO PRAHA, Mariánské náměstí 2/2, Staré Město, 11000 Praha 1
440/1	75572	Ovocný sad	-	Zemědělský půdní fond, památkově chráněné území	HLAVNÍ MĚSTO PRAHA, Mariánské náměstí 2/2, Staré Město, 11000 Praha 1

1.2 Přírodní poměry zájmového území

1.2.1 Geomorfologické a klimatické poměry

Z hlediska geomorfologického členění náleží zájmová lokalita k provincii Česká vysočina, subprovincii Poberounská soustava, oblasti Brdská podsoustava, celku Pražská plošina, podcelku Kladenská tabule. Jedná se o členitou kopcovitou strukturu zpevněných mezozoických struktur České vysočiny, tektonicky méně porušenou s rozsáhlými zbytky zarovnaných povrchů.

Původní povrch terénu tvořilo mísovité údolí protáhlé ve směru SZ – JV s dílčími terénními depresemi. Terén byl značně pozměněn a modelován valy a výkopy, vzhledem k tomu, že se zde nacházelo armádní cvičiště vojenských kateder.

Původní nadmořská výška terénu před zahájením skládkování (před rokem 1979) se pohybovala cca 300 m n. m. do 340 m n. m. Koruna skládky se v současnosti nachází v nadmořské výšce cca 330 m n. m. až 370 m n. m.

Z hlediska klimatických poměrů leží zájmové území podle Atlasu podnebí Česka (2007) a podle klasifikace z atlasu podnebí ČSR 1958 v okrsku B2 (mírně teplý, mírně suchý, převážně s mírnou zimou).

Podle Klimatického členění území ČR dle Quitta patří zájmové území do klimatického regionu T2 – teplý a mírně suchý s průměrnou roční teplotou 8–9°C.

Charakteristika klimatické oblasti T2

Tabulka č. 1.2.1-1

Počet letních dnů	50 – 60
Počet dnů s průměrnou teplotou 10°C	16 – 170
Počet mrazových dnů	100 – 110
Počet ledových dnů	30 – 40
Průměrná teplota v lednu	-2 – -3
Průměrná teplota v červenci	18 – 19
Průměrná teplota v dubnu	8 – 9
Průměrná teplota v říjnu	7 – 9
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	90 – 100
Srážkový úhrn ve vegetačním období	350 – 400
Srážkový úhrn v zimním období	200 – 300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	40 – 50
Počet dnů zamračených	120 – 140
Počet dnů jasných	40 – 50

Nutno zmínit, že na lokální klima má výrazný vliv přítomnost pražské aglomerace.

Průměrný počet mrazových dnů za období 1926–1950 (min. teplota – 0,1°C nebo nižší) je 100. Průměrné datum prvního mrazového dne je 11. 10. – 21. 10., posledního mrazového dne je 21. 4. – 1. 5.

Dlouhodobé průměrné měsíční úhrny srážek za období 1961 – 1990 v mm a aktuální údaje za rok 2016 a část roku 2017 (stanice Praha – Ruzyně) jsou zobrazeny v následující tabulce.

Úhrny srážek H_a (mm) za období 1961–1990, 2016, 2017

Tabulka č. 1.2.1-2

měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
Ruzyně H_a (1961–1990)	23,5	22,6	28,1	38,2	77,2	72,7	66,2	69,6	40,0	30,5	31,9	25,3	525,9
Ruzyně H_a (2016)	24,6	30,7	19,5	22,5	55,1	73,9	53,2	46,7	30,5	71	19	23,8	470,5
Ruzyně H_a (2017)	14,0	16,1	30,5	55,6	33,2	116,5	66,2	78,6	-	-	-	-	410,7

Lokalita je charakterizována převažujícím západním (22 %) a jihozápadním (16 %) prouděním větru. Podíl východních větrů je 14 % a severozápadních 7%. Nejčastěji se v dané lokalitě vyskytuje třída stability ovzduší III (25,7 %) a IV (23,6 %). Nejméně se vyskytuje třída I (4,6 %) a třída V (8,4 %). Počet dnů bezvětrí činí 87,6 za rok. Rychlostní třída větru 1,7 se vyskytuje po dobu 159,7 dnů/rok, třída 5 po dobu 104,3 dne/rok a třída 5 po dobu 13,3 dne/rok. Z uvedených údajů vyplývá, že po většinu dnů v roce v dané lokalitě působí větry zařazené do rychlostní třídy I nebo je bezvětrí. Tyto stavy trvají po dobu 247,4 dne v roce. Tato skutečnost se pak promítá do vzniku resuspendované prašnosti vznikající působením větru a ovlivňuje výrazně rozptyl TZL, které se v důsledku gravitace usazují v blízkém okolí zdrojů.

1.2.2 Geologické poměry

Z geologického hlediska náleží zájmové území k celku Barrandienu (ordovik), kde se v podloží severozápadní části zájmového území nachází kosovské souvrství, které je tvořeno převážně křemitými pískovci a drobami. Zbývající část podloží území je tvořena bohdaleckým souvrstvím, které je tvořeno jílovitými břidlicemi, které jsou do hloubky cca 6 až 10 m zvětralé.

Kvartérní sedimenty jsou v zájmovém území reprezentovány převážně antropogenními navážkami, značně mocnými (50 až 60 m) a nesourodými. Dále v podloží antropogenních navážek je možné zastihnout deluviofluviální sedimenty (v místech původních terémních depresí) jako písčité jíly s úlomky hornin a hlinitý písek popř. eolickodeluviální sedimenty.

Terénní deprese mají generelní směr od SZ k JV a jsou vyplněny sedimenty z písčitého jílu a hlinitého písku o mocnosti 5 až 8 m.

Výrazným geologickým prvkem v zájmovém území jsou polohy křídových pískovců a slínovců, které se nacházejí na severní hraně paty skládky (mimo zájmové území). Tyto horniny vytvářejí velmi strmý svah tzv. strahovské plošiny táhnoucí se od Petřína až po Bílou Horu, a její okraje jsou morfologicky výrazně odděleny od podložních ordovických hornin. Strmý svah okraje plošiny je výšky 25 až 30 m a je převážně tvořen zasucenými (zakrytými svahovými sedimenty) výchozy křídových pískovců, které jsou při jejich povrchu překryty slínovci bělohorského souvrství. Pískovce jsou uloženy na jílových bazální křídyc, které oddělují pískovce od podložních břidlic.

Geologická mapa včetně vysvětlivek je součástí přílohy č. 3.10.

1.2.3 Hydrogeologické poměry

Z hydrogeologického hlediska náleží území k rajonu 6250 Proterozoikum a paleozoikum v povodí přítoků Vltavy, který je charakterizován střídáním různých hornin břidlic, prachovců, drob apod. a za severní hranicí zájmového území se nachází zbytky cenomanských sedimentů v písčitém vývoji s mocností až 30 m, které se částečně odvodňují k jihu tj. do podloží skládky. To znamená značně nesourodé prostředí s velmi proměnnou transmisivitou. I po chemické stránce jsou vody značně proměnlivé. Nejrozšířenějším typem jsou Ca-Mg- HCO_3 a Ca Mg-SO₄, s nízkou mineralizací, která může v podzemních vodách vázaných na zónu zvětralin ordovických břidlic dosahovat až několika g/l.

V podloží zájmového území lze vertikálně vyčlenit 2 kolektory podzemní vody.

Kvartérní kolektor je vyvinutý lokálně a je vázán na propustné antropogenní sedimenty. V navázkách a hlínách se vyskytuje v závislosti na intenzitě srážek a místních litologických poměrů kolektor s průlínovou propustností a s mělkým oběhem podzemní vody. Převážná část deponovaného materiálu však má velkou mezerovitost a srážková voda infiltruje navážkami k původnímu povrchu terénu, převážně do podložních hlín. Vzhledem k tomu, že litologické poměry kvartéru jsou značně variabilní, hladina podzemní vody zde značně osciluje v závislosti na výskytu polopropustných a lokálně až málo propustných vložek jílovitých hlín. Hydraulická vodivost tohoto kolektoru v průměru dosahuje asi 10^{-5} m/s.

Ordovický kolektor vázaný na zónu rozpukaní a porušení ordovických břidlic a křemenných pískovců, resp. mimo zájmové území křídový kolektor vázaný na pískovce perucko-korycanského souvrství. Tento kolektor se v závislosti na klimatických podmírkách částečně odvodňuje do podloží skládky, tj. k jihu až jihovýchodu. V ordovických břidlicích je vyvinut kolektor s průlino-puklinovou propustností s hlubinným, velmi pomalým (vysoké obsahy síranů, nízké hodnoty pH) oběhem podzemní vody a s hydraulickou vodivostí cca 10^{-6} m/s.

Erozní bázi tvoří propustné deluviofluviální sedimenty v údolí Motolského potoka, který je vzdálený cca 400 m jižním směrem od lokality. Motolský potok drénuje podzemní vody z jižní části skládky. Směr proudění podzemní vody je v podloží zájmového území od severu a severozápadu k jihu až jihovýchodu. Hladina podzemní vody se nachází zpravidla v hloubce 3–10 m pod rostlým terénem.

Hydrogeologická mapa včetně vysvětlivek je součástí přílohy č. 3.11.

1.2.4 Hydrologické poměry

Z hydrologického hlediska spadá lokalita do povodí Labe a do povodí levostranných přítoků Vltavy – Únětického a Kopaninského potoka (1-12-01-022). Zájmovým území ani jeho nejbližším okolím neprotékají žádné vodoteče.

Místní erozní bází je Motolský potok, který je levostranným přítokem Vltavy. Motolský potok (délka toku cca 9,90 km) pramení v katastru Praha – Stodůlky a do Vltavy se vlévá u Palackého mostu. Prameniště potoka se nachází nedaleko stanice metra Zličín v silně zastavěné komerční a obchodní oblasti. Mezi hlavní přítoky Motolského potoka patří Větvený potok a potok Cibulka. Motolský potok teče podél Plzeňské ulice, k sídlišti Poštovka, kde je zatrubněn.

Vodohospodářská mapa včetně vysvětlivek je součástí přílohy č. 3.12.

1.2.5 Geochemické a hydrochemické údaje o lokalitě

Z výsledků provedených chemických analýz vyplývá, že podzemní voda v zájmovém území je typu Ca-Mg-SO₄, ojediněle Ca- Mg-HCO₃, s velmi výrazným zastoupením sodíku, hořčíku a síranové a chloridové složky. Vody vykazují středně vysokou až velmi vysokou mineralizaci (průměrně 2 745 mg/l), jsou kyselé až alkalické reakce (pH = od 3,71 do 7,96), tvrdé až velmi tvrdé (Tc = 17,1 mmol/l), s primárně zvýšeným obsahem Fe a Mn.

V současnosti vykazuje podzemní voda v podloží skládky antropogenní znečištění toxicckými kovy (nikl, kobalt, bór, ojediněle olovo, kadmium) a vybranými PAU. Dále byly zjištěny zvýšené obsahy ropných uhlvodíků C₁₀-C₄₀. Obsahy niklu se pohybují od 5 do 1145 ug/l, kobaltu od 13 do 370 ug/l, bóru se pohybují od 88,6 do 633 ug/l.

Obsahy síranů jsou velmi vysoké a pohybují se od 142 do 2933 mg/l a obsahy chloridů od 12 do 325 mg/l.

Hydrochemický typ vod je uveden v Piperově grafu v příloze č. 12.

2. Průzkumné práce

2.1 Dosavadní prozkoumanost území

Skládka byla zřízena na základě územního rozhodnutí ze dne 28. 2. 1972 a rozšířena rozhodnutím o využití území ze dne 8. 10. 1979.

Dne 27. 10. 2004 byla podepsána nájemní smlouva mezi Městskou částí Praha 5 (Ing. Milan Jančík) a firmou EkoMotol CZ s.r.o. (jednatel Jindřich Frýdl). Předmětem smlouvy byl pronájem pozemků k zajištění přípravných prací pro rekultivaci a následné vybudování a užívání sportovního zařízení v souladu s projektovou dokumentací od 1. 11. 2004 na 10 let do 31. 10. 2014.

Dne 25. 2. 2014 zaslal starosta Městské části Praha 5, Ing. Miroslav Zelený, výpověď nájemní smlouvy ze dne 27. 10. 2004. Dne 5. 6. 2014 bylo těleso skládky geodeticky zaměřeno (GBS Praha s.r.o.).

Severní strana skládky má příkré nepřístupné svahy, které vznikly navezením různého materiálu bez řádného hutnění a dochází tak k samovolnému uvolňování částí svahů. Úhel sklonu svahů dosahuje přirozeného úhlu vnitřního tření zeminy. Vnikáním povrchové vody do tělesa skládky se mění vlastnosti uložených zemin a to především úhel vnitřního tření a objemová hmotnost.

V severní části skládky jsou na svazích zřetelné zbytky výrazného svahového pohybu – sesuvu, jehož čelo v oblasti zdevastovalo les při patě skládky (pravděpodobně v létě 2013, možná i 2011). Ve svahu tak vznikla odlučná plocha o výšce cca 9 m.

Na jižním svahu skládky jsou zřejmě výrazné erozní rýhy vzniklé srážkovými vodami (ronové rýhy) a u paty svahu jsou zřetelné akumulace zemin splavených z koruny a svahů skládky erozní činností vody.

Ve střední části skládky u paty jižního svahu (v místě vyšší mocnosti deluviofluviálních a proludiálních sedimentů) byla (ke konci 90. let minulého století) z důvodů zajištění stability skládky a ohrožení vysokotlakého plynovodu pro sídliště Řepy vybudována pilotová stěna v délce cca 170 m, ve východní části zalomená. Byla o cca 4,5 m zvýšena betonovou zdí. Při

patě pilotové stěny byla ještě z vnější strany provedena přítěžovací lavice z materiálu z koruny skládky.

Stávající sklon svahů jsou v rozmezí 1:1,5 až 1:1, což je na hranici stability. Stávající povrch skládky vykazuje v některých místech pohyb hmoty skládky projevující se povrchovými trhlinami, které mají charakter smykových posunů a svislých posunů vzniklých kompresí spodních vrstev způsobených vtlačováním hmoty do nevyplněných míst násypu.

V tělese skládky se nachází náletový porost. V nižších partiích skládky se nachází dřeviny jako trnovník akát, topol, bříza. Z keřů pak šípek, ostružiník a trnka. Vyšší části skládky jsou prakticky bez pokryvu s výjimkou řídkých plevelů.

Původní skládka byla využívána pro ukládku stavebních odpadů převážně skrývkových materiálů zemin a hornin vytěžených při stavbě pražského metra. Dále jsou zde uloženy výkopové materiály ze stavby Fakultní nemocnice Motol.

Evidenci materiálového složení a uložených objemů odpadů nemá Městská část Praha 5 k dispozici.

Z hlediska složení uložených materiálů jsou navážky velmi různorodé. Jsou zde zastoupeny štěrky, písky, jíly a úlomkovité horniny převážně získané z ražby metra. Dále jsou zde uloženy odpadní materiály ze staveb, jako betonové prvky, panely, stavební suť. Dle historických informací zde měly být ukládány i pneumatiky, kovy, plasty, hlušina. Na lokalitě byla zjištěna i přítomnost azbestu a živičných lepenek.

Mocnost stávajících navážek je různá dle konfigurace původního terénu, dosahuje až cca 60 m.

Vzhledem k tomu, že nelze předpokládat, že by ukládaný materiál byl při ukládce hutněn, lze očekávat, že těleso skládky obsahuje značné množství dutin a pórů, které jsou vyplněny vzduchem či vodou.

Pata tělesa skládky vykazuje na severní straně neodvodněné prohlubně, které krátkodobě zadržují srážkové vody. V zájmovém území není proveden obvodový drén ani úprava terénu odvádějící srážkovou vodu mimo patu skládky.

V tělese jsou uloženy mimo výkopových zemin ze stavby metra a motolské nemocnice také výkopové zeminy a rubanina z tunelového komplexu Blanka apod.

Sesuvné pohyby byly v okraji plošiny umocněny vývěry podzemních vod vytékajících po povrchu křídových jílovčů do motolského údolí – Motolský potok. Paty svahů křídové plošiny byly tedy původně hojně podmáčené s výskytem mnoha pramenů a pramenných oblastí. Tento stav přetrvává do současnosti. Jedna z těchto pramenných oblastí se nachází pod západní patou severní strany skládky, kde je podle mapových podkladů možno vysledovat počátek místních vodotečí vedoucích dále k jihu k erozní bázi Motolského potoka. V této oblasti se nachází zvodenělá plocha, která je dotována zejména křídovými prameny a současně vlivem skládkování je zde zamezen odtok těchto vod po terénu (svahu) tělesem stávající skládky. Pata skládky a jílovité zeminy v podloží jsou tedy trvale dotovány vodou, což představuje vzhledem k možným a předpokládaným uloženým odpadům riziko šíření kontaminace do okolního prostředí.

Vzhledem k projevům nestability na povrchu skládky a v jejím okolí je nutno považovat povrch skládky za nestabilní a náchylný k deformacím. Negativně se na tomto stavu podílejí zejména strmé svahy tělesa skládky, které lokálně dosahují až nepřípustných sklonů 1:1,5, místy až 1:1. Stabilita svahu je dále porušována infiltrací srážkových vod do tělesa skládky, čímž dochází ke snížení smykových parametrů zemin a k následnému zvýšení jejich

náchylnosti ke svahovým pohybům. Výrazným prvkem nestability je v zájmovém území trvalé zamokření, zejména severní paty svahů skládky a současně i jejího podloží vlivem vyvěrající vody z bazálních poloh křídy a dále ze srážkové vody akumulované u paty skládky.

Zprávy o podrobném IG průzkumu a zjištění kritických smykových parametrů deponovaného materiálu a ověření dlouhodobého vlivu změn hydrogeologických poměrů v podloží a vlastním odvalu (Geoindustria, s.p. Praha, 1989, 1990).

- průzkumné práce firmy Geoindustria, s.p. prokázaly riziko vytlačování plastických zemin při patě svahu s následným ohrožením VTP pro sídliště Řepy.

Účelový posudek objektu skládky v Praze 5 – Motole, (RNDr. Zbyněk Alinče 2002)

- Bylo zjištěno riziko vytlačování plastických zemin při patě svahu s následným ohrožením vysokotlakého plynovodu pro sídliště Řepy na jihu,
- při patě na J je z důvodu zabezpečení vybudována pilotová stěna vložená do skalního podloží cca 170m dlouhá, která je nastavena 4,5 m vysokou segmentovou zárubní zdí z betonu,
- prostor mezi patou svahu a trasou plynovodu je zabezpečen přítěžovací lavicí (materiál z koruny skládky).

Návrh úpravy svahů a zamezení přítoku srážkových vod do skládky:

- severní svah – úprava podmíněna stavbou Břevnovské radiály a doporučeno výhledově vyplnit depresi mezi skládkou a protisvahem hutněnou navážkou,
- západní svah, vyplnit stávající depresi navážkou do výškové úrovně západního plato skládky pro výplň bude zapotřebí cca 100 000 m³ zeminy,
- jižní svah – sklon 1:2,5 upravit na generelní sklon skládky 1:3,
- realizovat protierozní opatření a na svahu provést 2 úzké terasovité plošiny (bermy) úprava povrchu skládky – odstranit bezodtoké deprese, minimalizovat vsak srážkových vod.

V závěru doporučení: „Navrhované lehké rekreační stavby budou přínosem a spolu s rekultivací skládky přispějí ke zlepšení životního prostředí na lokalitě a blízkém okolí, které je bezesporu negativně ovlivněno skládkou.“

Průvodní zpráva zpevnění koruny skládky Praha 5 – Motol pro stavbu a odstranění poruch terénu a zamezení prosakování vody do podloží (Projekční kancelář ARI Ateliér CAD Praha 6, Ing. Arch Ivan Kunovský, 2006).

- Jedná se o projekt pro územní rozhodnutí, ve kterém jsou základní údaje o stavbě, jejímž předmětem jsou takové zemní práce, aby byl stávající povrch skládky upraven tak (hutněním a navážením), aby nezatékalo do kaveren a navržena změna svahování, které je z hlediska bezpečnosti nevyhovující.
- Týká se parcel v k.ú. Motol: 431 (26 961 m²), 432 (34 068 m²), 436 (10 805 m²) a 437 (81 567 m²).

Stavebně technický posudek skládky – zabezpečení svahů skládky Praha 5 Motol (Ing. Jan Matyáš, 2011)

- 1) popis stávajícího stavu – dochází k samovolnému uvolňování částí svahů, V, J, a Z svahy hutněny dle projektu, S strana strmá a nedokončena, historie skládkování stavebních odpadů ze stavby pražského metra a výkopy z areálu FNM, složení štěrky, píska jíly a úlomkovité horniny, mocnost až 48 m, značně dutin v tělese skládky svahy

ve spádu 1:1,5 až 1:1, trhliny, pokles hmoty vplavováním materiálů do dutin, při patě severní strany hromadění vody,

- 2) geologie SZ kosovské souvrství (pískovce) zbytek bohdalecké souvrství jílovité břidlice) do hl. 6 až 10 m zvětralé, terénní deprese směru SZ JV a 5 až 8 m kvartérní písčité jíly,
- 3) návrh stabilizace – navážení zásypu od paty, aby konečný sklon byl 1:2 až 1:2,5, vytvořit spádové lavice, předem provést drenážní odvod vody na severu směrem na východ na úrovni 330 m n.m.,
- 4) stanovení maximálního sklonu násypů pro S-P (písčité navážky), štěrkovité navážky, maximální sklon 1:2,
- 5) celkové zhodnocení: nové násypy umožní novou modelaci a úpravy horní plochy, navršení nových vrstev zvýší kompresi spodních vrstev zeminy a dojde k zhuťenění spodních vrstev. Nutně snížit obsah vody v tělese skládky, hmota násypu bude kontrolovaně dusána,
- 6) závěr: nové násypy jen v poměru 1:2,5 s lokálním zvýšením 1:2 pro zřízení cest a obslužných komunikací, práce musí být monitorována druhou osobou, uvolněné masívy před zahájením prací strhnout.

Ing. Zdeněk Lacina – Geodetické zaměření skládky (Ing. Zdeněk Lacina, 2012).

- Provedeno geodetické zaměření skládky v systému JTSK v měřítku 1: 1 000

Studie „Funkční řešení ploch pro víceúčelové sportoviště – rekultivace skládky par. č. 430/1 a 430/5 v k.ú. Motol“ (Aspect Design Praha 6 Ing. Luboš Rajniš, 2013).

Ing. Zdeněk Lacina – Geodetické zaměření Rekultivační skládky (Ing. Zdeněk Lacina, 2013).

- Provedeno geodetické zaměření skládky v systému JTSK v měřítku 1: 1 000

Geodetické zaměření sesuvu části svahu severní stěny skládky Motol (GBS Praha s.r.o. Ing. L. Korbel, 2013)

- Geodetické zaměření v systému JTSK. Bilance ploch přesahu mezi 12. 12. 2012 a 26. 11. 2013 v měřítku 1: 1 000.
- Geodetické zaměření v systému JTSK. Soutisk s mapou DKM , v měřítku 1: 1 000 ke dni 26. 11. 2013.
- Geodetické zaměření v systému JTSK. Soutisk s mapou DKM , v měřítku 1: 1 000 ke dni 12. 12. 2012.

EIA – rekultivace a revitalizace skládky Motol na pozemcích 430/1, 430/5 a 430/12 (ECODIS s.r.o., 2013)

- Je uvedeno, že záměr je v souladu s územním plánem
- Záměrem investora, tj. společnosti P-V rekultivace s.r.o., je velkoplošná úprava terénu formou násypu inertního materiálu a konečná úprava terénu s vytvořením smíšeného porostu dřevin. Záměr představuje navážení zeminy v množství cca 2 000 000 m³ (původně uváděno 1 026 897 m³) po dobu 8 let. Rekultivace má být provedena na celkové ploše 95 529 m².
- Záměr ve své podstatě představuje pokračování stávající činnosti v zájmové oblasti.
- Posuzovaný záměr spadá do kategorie II (Záměr vyžadující zjišťovací řízení), bodu 1.2 Restrukturalizace pozemků v krajině, využívání neobdělávaných pozemků nebo

polopřirozených oblastí k intenzivnímu zemědělskému využívání, uvedení zemědělské půdy do klidu na ploše od 10 ha.

- Technickým podkladem pro předkládané Oznámení byl projekt ke stavebnímu povolení (ing. Jan Matyáš, červen 2014).
- Součástí oznámení jsou následující studie:
 - Biologické hodnocení vč. návrhu biologické rekultivace (Vávra 2014).
 - Hydrogeologický posudek rekultivace skládky na pozemcích parc. č. 430/1 a 430/5, k.ú. Motol, Hlavní město Praha vč. přílohy – návrh monitoringu (Alinče 2014).
 - Rozptylová studie – Projekt rekultivace skládky na pozemcích 430/1, 430/5 v k. ú. Motol, Praha (Šinágl 2014).
 - Geotechnické posouzení podmínek realizace (Březina 2013) vč. Dodatku (Alinče 2014).
 - Posouzení návrhu na rekultivaci a revitalizaci lokality Motol, znalecký posudek (Rohon, 2014).
 - Akustická studie - Projekt rekultivace skládky na pozemcích 430/1, 430/5 v k. ú. Motol, Praha (Králíček 2014).
 - Hodnocení zdravotních rizik (Kazmarová 2014).
- Lesní porost má být vytvářen postupně v návaznosti na finální modelaci terénu po dokončení navážení inertního materiálu. Projekt má umožnit rozšíření plochy pro sportovní aktivity a realizaci lesního porostu dle platného územního plánu.
- Před zahájením navážení inertního materiálu budou plochy zbaveny nálezové dřevinné vegetace. Zemní těleso bude utvářeno od jihovýchodu, zemní vrstvy budou hutněny a ukládány ve spádu do 5 %. Konečné vrstvy budou tvořeny zeminami charakterem blízkými ornici v minimální vrstvě 40 cm. Zemní těleso bude ukončeno na kótě 351 m.n.m.
- Je zde uvedeno (kap. B.I.6.1.), že skládka Motol obsahuje také komunální odpad, není však uveden zdroj těchto informací.
- Z výsledků rozptylové studie vyplývá, že v okolí záměru nedojde k podstatné změně současných imisních charakteristik území. Záměr ve své podstatě nevytváří nové zdroje, neboť se jedná o pokračování stávající činnosti. Vypočtené imisní příspěvky průměrných ročních koncentrací sledovaných látek jsou malé.
- Hluková zátěž je hodnocena jako nevýznamná, resp. v úrovni hygienického limitu.
- V dosahu záměru se nevyskytují žádné využitelné zdroje podzemních vod ani povrchové vodoteče či nádrže. Narušení vodonosných horizontů vlivem realizace záměru s negativním dopadem na vodní zdroje lze vzhledem na hydrogeologické poměry pod tělesem navážky zcela vyloučit. Vlivem realizace záměru nehrozí ovlivnění kvality vody v žádné vodoteči či vodní nádrži. Záměrem rekultivace území nedojde k ovlivnění kvality podzemních vod za předpokladu, že pro rekultivaci budou využity inertní zeminy splňující limitní ukazatele uvedené v příloze č. 11 vyhlášky MŽP č. 294/2005 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Záměrem nedojde ke změně odtokových poměrů podzemních vod. Podzemní vody od zájmového území k PP Kalvárie v Motole neproudí. Ve východní části zájmového území a při jeho jihovýchodním předpolí dojde k zanedbatelnému poklesu hladin podzemní vody. Záměrem nedojde ke změnám v odvodnění oblasti. Srážkové vody budou obdobně jako v současné době zasakovány do podloží. Aby bylo minimalizováno riziko svahových deformací tělesa zemníku, plastické zeminy z podloží jeho závěrných svahů musí být odstraněny, a to především z blízkosti paty tělesa.

- Geobotanický průzkum informuje o přítomnosti rostlinných společenstev výhradně ruderálního charakteru, některé porosty prodělávají intenzivní sukcesní vývoj, jiné jsou víceméně stabilizované (porosty dřevin v centrální části). Nenacházejí se zde žádná hodnotná rostlinná společenstva, která by mohla utrpět záborem. K žádné významné přímé likvidaci rostlinných společenstev či dokonce vzácných rostlinných druhů nemá dojít. Žádné porosty nemají přírodovědnou hodnotu, která by měla vést k jejich ochraně. Floristický průzkum zaznamenal v zájmovém území celkem 187 druhů cévnatých rostlin, mezi nimi není žádný ohrožený. Dva druhy lze označit za stenotropní II. Kategorie (dva druhy čmeláků rodu Bombus (*B. lapidarius*, *B. pascuorum*) a slepýš křehký (*Anguis fragilis*)).
- Dodatek k hydrogeologickému posudku se zabývá návrhem monitoringu podzemních vod jako indikátoru případného znečištění zemin využívaných pro rekultivaci zájmového území. Jsou navrženy 2 monitorovací vrty v JV části území (HPV se předpokládá do 5 m p.t.) a 1 monitorovací vrt v SZ části území (HPV se předpokládá v 10 až 15 m p.t.). Jako minimální se doporučuje roční interval. Rozsah je doporučen dle neplatného Metodického pokynu MŽP z r. 1996.
- Je konstatováno, že současný stav posuzovaného území je z pohledu komplexní péče o životní prostředí naprosto nepřijatelný. I když se při povrchovém pozorování ukazuje, že jde o lokalitu s dostatkem zeleně, při podrobnějším zjištění se konstatuje, že jde o území, které nese známky vážné devastace jako důsledek předchozího neřízeného skládkování směsného odpadu. Během času došlo k samovolné sukcesi vegetace, kde zaujala významné místo vedle ruderálních společenstev i společenstva dřevin, náletového původu. Jde o zeleň jak keřovitou, tak stromovou. Tyto formace nebyly žádným způsobem udržovány a vlivem antropogenního tlaku, jako jsou tábořiště bezdomovců, neudržovaná motokrosová dráha atd. jsou nekvalitní. Jde o krajinný segment, který lze nazvat termínem „KRAJINA ZDIVOČELÁ“. V rámci městské aglomerace bývají tyto lokality označovány termínem „BROWNFIELDS“.
- Navrhované úpravy prostoru, které naváží na uzavíranou a rekultivovanou skládku, na severní straně vytvoří kvalitativně významnější lokalitu. Zlepší se podmínky z pohledu tvorby a ochrany krajiny, vytvoří se lepší podmínky pro biodiverzitu a především se vytvoří kvalitní podmínky pro rekreaci. Projekt předpokládá vznik nově konfigurovaného terénu a biologické rekultivace předpokládají vznik lesního porostu kombinovaného s volnými zatravněnými plochami a velkou plochou, kde bude možno budovat sportovní hřiště. Zároveň zde vznikne nový výrazný fenomén, který se stane místní dominantou. Budování navrhovaných fytocenóz bude zároveň významným činem zlepšení situace v obecné ochraně přírody, zejména pro zlepšení biodiverzity, především ve vztahu k avifauně.
- V protokolu o autorizovaném hodnocení zdravotních rizik je uvedeno, že stávající znečištění ovzduší odhadované oxidem dusičitým, neznamená významnou zátěž pro obyvatele. Znečištění ovzduší suspendovanými částicemi frakce PM10, odhadované pro pozadovou situaci, může přispívat k navýšení celkové předčasné úmrtnosti o 2% – 6% (podle podílu frakce PM2,5 ve frakci PM10) a znečištění ovzduší benzenem k teoretickému zvýšení pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění přibližně o 6 případů (horní mez odhadu) na 1 milion takto celoživotně exponovaných lidí (t. j. za 70 let). V případě suspendovaných částic riziko odpovídá středně až silně dopravně zatíženým městským lokalitám a je mírně vyšší než odhad střední hodnoty pro města v ČR. V případě benzenu je zátěž hodnocené lokality a tím i riziko naopak nižší než průměr pro městské lokality. Z předložených výsledků modelového výpočtu vyplývá, že modelované příspěvky znečišťujících látek jsou nízké a při realizaci záměru

nedoje ke změně ve znečištění ovzduší ve srovnání se současnou situací, a tím nedoje ani ke změně zdravotních rizik pro obyvatele v nejbližším okolí.

- Záměr (technická a biologická rekultivace) je v Oznámení doporučen k realizaci.

Průvodní zpráva o „Zpevnění koruny skládky Praha 5 – Motol – předběžné posouzení stávajícího stavu skládky“ (ARI Ateliér CAD Praha 6, Ing. Arch. Ivan Kunovský, 2014)

- Celková rekultivace nutná z důvodů udržení stability svahů a revitalizace krajiny.
- Skládka je makropórezní struktura, nesourodá. Nelze tedy uvažovat, že jako celek má skládka pevnostní charakteristiky přibližující se hodnotám zjištěným v podloží.
- Dochází k zatlačování pevných bloků skládky do podloží, příznivé je, že na jihu byla vybudována pilotová stěna s přítěžovací lavicí a že původní terén byl značně rozčleněn – vojenské cvičiště, několik terénních depresí.
- Posudek Ing. Matyáše z roku 2011 je irelevantní vzhledem k novým sesuvům, navezeným zeminám a úpravám.
- Vyhodnocena kritická místa na skládce ve sklonech svahů a odtocích a nasycení vodou na severním svahu,
- Západní část: upravit bezpečně sklon svahů.
- Dle vypracovaného projektu a geologického posudku doporučeno zavézt severní údolí a odvodnit, odvodnit jižní stranu.
- Řešeny sportovní aktivity na tělese skládky – cyklostezka je riziková investice.

Geotechnické posouzení stabilitních poměrů severních svahů (G/T BoBr (Ing. Boleslav Březina, 2014)

- Vyhloubeno 6 kopaných sond do hl. 3,0m – odebráno 6 vzorků na klasifikační rozbory a 3 vzorky na smykovou pevnost.
- Výsledky: štěrkovitá sypanina – kritérium stability ČSN 736133 – 1,08 až 1,1 (limit 1,2), písčitá sypanina – 0,97–0,98 (limit 1,2), jemnozrnná sypanina – 1,09-1,17 (limit 1,3).
- Severní svahy lze považovat za dlouhodobě výrazně až kriticky nestabilní, s možností okamžité ztráty stability,
- zajistit příznivý vodní režim,
- řádné hutnění přisypání severních svahů pro změny sklonu na 1:2,5.

Praha – Motolská skládka, Ekologický audit, Fáze I (GEOtest, a.s., 2015)

- Na lokalitě ani nebylo zjištěno senzorické či vizuální znečištění, a to ani ve formě lokálních úkapů ropných látek.

Na lokalitě jsou předpokládány následující problémy:

- Změna krajinného rázu vlivem samotné existence skládky a změna odtokových poměrů (skládka se nachází v místě původního údolí, a to až 60 m nad původním terénem; skládka je propustná – na povrchu se nenachází těsnící vrstva).
- Potenciální deformace podloží a hydrogeologického kolektoru vlivem tělesa skládky – možnost vzdouvání podzemní vody. Výpočty firmy Geoindustria Praha prokázaly riziko vytlačování plastických zemin při patě svahu s následným ohrožením vysokotlakého plynovodu pro sídliště Řepy.
- Zvýšená prašnost (vzhledem k tomu, že skládka nebyla hutněna a materiál sem byl navážen nahodile a neexistence povrchové těsnící vrstvy).

- Bariéra pro západní větry a pro unikající exhalace ze Smíchovské kotliny (vzhledem ke své rozloze, výšce a množství navezeného odpadu vytváří skládka větrnou bariéru).
- Vliv na biotu (výskyt chráněných druhů).
- Přítomnost nebezpečných odpadů (dle vizuální rekognoskace zjištěna živičná lepenka a asbest – eternit, možná přítomnost komunálního odpadu a možnost exhalace skládkových plynů) a odpadů vzniklých při budování nemocnice Motol v 60. letech.
- Vytékající voda ze skládky (podmáčení terénu a ovlivnění podzemní vody, příp. Motolského potoka).
- Sesovy zeminy (vzhledem k nepřípustným sklonům svahů, podmáčení a absenci stabilizačních prvků, jako např. přitěžovací lavice, rozterasování, dochází k sesuvům, a to zejména v severní části skládky).
- Zábor a znehodnocení cizích pozemků (Kvůli sesuvům dochází k záboru okolních pozemků, a to jak pozemků FORTE s.r.o., tak lesních pozemků – PUPFL).
- Potenciální únik plynných emisí ze skládky (v případě uložení materiálu podléhajícího biologickému rozkladu).
- Vstup nežádoucích osob a dětí na skládku (skládka není oplocena, je pouze opatřena výstražnými cedulemi).
- Pokračující nelegální navážení odpadu.

Byl zjištěn **nesoulad se zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech**. Navážení na skládku Motol společností EkoMotol CZ s.r.o. bylo dle vyjádření zástupců Městské části Praha 5 z právního hlediska řešeno jako rekultivace, nikoli skládkování, a z toho důvodu údajně **nebyl vypracován provozní řád skládky**, ani nebylo zajištěno řádné hutnění. Toto vyjádření je z hlediska Zákona o odpadech nepřípustné – Provozní řád skládky musí být zpracován a schválen, ať už jsou prováděné práce na zkoumané lokalitě nazvány jakkoliv. Dle autorů ekologického auditu má zkoumané území status skládky, i když jej Městská část Praha 5 pronajímala jako území pro provedení rekultivaci.

Z archivních dokumentů vyplývá, že ČIŽP zjistila nesoulad s Provozním řádem, tudíž musel existovat, avšak na úřadech Městské části Praha 5 ani na Magistrátu hl. města Prahy nebyl dohledán.

Dle vyjádření zástupců Městské části Praha 5 odmítl provozovatel skládky skládku předat, jelikož by tím porušil podmínky nájemní smlouvy. Oficiální navážení odpadu na skládku bylo sice ukončeno, avšak k nepovolenému skládkování dochází nadále.

Rovněž byl zjištěn **nesoulad s vyhláškou č. 294/2005 Sb.** ve znění pozdějších předpisů, o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady § 3. Na základě terénní rekognoskace byly v uloženém odpadu zjištěny materiály z asbestu – eternitové desky (krytiny), tyto nesmějí být ukládány na skládku inertního odpadu. Skládka navíc nebyla zabezpečena proti vstupu nepovolených osob (na skládce jsou pouze upozorňující výstražné cedule).

Na základě terénní rekognoskace bylo zjištěno, že na skládce jsou kromě inertních materiálů uloženy také materiály z azbestu a asfaltové lepenky.

Praha – Motolská skládka, Ekologický audit, Fáze II (GEOtest, a.s., 2015)

Z prací provedených v rámci Fáze II Ekologického auditu Motolské skládky vyplývá:

- Z provedených technických prací (vrtných prací) vyplývá, že **navážky se nacházejí i v okolí skládky v mocnostech až 8,8 m (vrt J4)**. Vizuálně bylo zjištěno, že zeminy (navážky) obsahují cihly, keramiku, beton, dřevo, minerální vatu, asbest, asfalt, sklo, dráty apod. S výjimkou hnilibněho (bahnitého) zápacu nebyla zjištěna senzoricky žádná jiná kontaminace.
- Na základě výsledků provedených geotechnických zkoušek zemin bylo zjištěno celkově nehomogenní s proměnlivou mocností jednotlivých vrstev, což odpovídá skladbě zeminové stavební deponie. Pro deponii umístěnou ve svahovitém terénu, může zjištěná přítomnost jílovitých vrstev představovat **potenciální riziko sesuvů** nebo **riziko bobtnání**. Tato potenciální nestabilita se může projevit zejména při zvýšené hladině pozemní vody, či neúměrném zatížení deponie.
- Na základě výsledků analytických prací bylo zjištěno, že **na tělese skládky** do hloubky 3,0 m a v okolí skládky se nacházejí materiály, jejichž **výluhy**, obsahují **sírany, fluoridy a rozpuštěné látky** v koncentracích překračující hodnoty nejvýše přípustného znečištění pro skládky inertního materiálu dle Vyhl. 294/2005 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Hodnoty pH výluh jsou převážně alkalické (6,6 až 11,15). Dle výše uvedené vyhlášky se tedy nejedná o materiály vhodné na skládky inertního odpadu. Ve vzorku zeminy (navážky) z vrtu J4 (0,0–8,8 m) byl zjištěn nepatrně **vyšší obsah niklu** (0,047mg/l) ve výluhu než je požadováno pro výluhovou třídu I dle Vyhl. 294/2005 Sb. ve znění pozdějších předpisů, tab. 2.1.
- Na základě výsledků analytických prací bylo zjištěno, že absolutní obsahy (mg/kg sušiny) znečišťujících látek – škodlivin **v navážkách** byly na tělese skládky do hloubky 3,0 m lokálně překročeny v ukazatelích **PAU, PCB a arsen**. Zjištěné hodnoty překračují ukazatele Vyhl. 294/2005 Sb. ve znění pozdějších předpisů, tab. 4.1 a 10.1 pro skládky inertního odpadu a pro uložení na povrch terénu.
- Na základě výsledků analytických prací byly **v podzemních vodách** zjištěny vysoké obsahy **fluoridů, síranů, mangantu** a toxicitních kovů **arsenu, kobaltu, niklu**, tzn. byly překročeny ukazatele MP Indikátory znečištění pro ostatní plochy. Toto zjištění (zejména v případě zjištěných nadlimitních koncentrací kobaltu) může indikovat přítomnost jiných než inertních odpadů ve skládce (např. nemocniční či komunální odpad).

Na základě provedených průzkumných a analytických prací se základním environmentálním problémem jeví, že na skládku byly lokálně naváženy materiály (zeminy, navážky) nevhodné pro uložení na skládky inertního materiálu a nevhodné k uložení na povrch terénu. V zeminách (navážkách) byly nalezeny PCB, PAU, arsen, fluoridy, sírany. Zjištěné hodnoty pH výluhu z těchto materiálů jsou v alkalické oblasti.

V podzemních vodách byly lokálně (vrt J1 a J4) zjištěny vyšší obsahy kobaltu, niklu, arsenu, fluoridů, než požadují legislativní limity. Sekundárním environmentálním problémem je jejich vyluhování do podzemních vod a následně do Motolského potoka, který je konečným recipientem podložního kolektoru.

2.1.1 Přehled zdrojů znečištění

Potenciálním zdrojem znečištění je samotná Motolská skládka, na níž byly ukládány převážně stavební a demoliční odpady, rubanina z podzemních staveb, odpady vzniklé při stavbě nemocnice Motol a částečně také z období počátků provozu Nemocnice Motol – může tak tedy

obsahovat i odpad kategorie „N“. V bezprostředním okolí lokality se nenacházejí žádné další významné zdroje znečištění.

2.1.2 Vtipování látek potenciálního zájmu a dalších rizikových faktorů

Látky, které mohou představovat významné riziko pro člověka a složky životního prostředí, byly vtipovány na základě výsledků předchozích průzkumných prací a činností prováděných v zájmovém území v minulosti.

Na základě výsledků 2. fáze ekologického auditu byly vtipovány jako prioritní látky stopové kovy (zejména arsen, nikl, kobalt), PAU a PCB a dále fluoridy, sírany a mangan. Vzhledem ke skutečnosti, že se na Motolské skládce ukládaly (případně mohly ukládat) různé druhy odpadů byly vtipovány následující látky potenciálního zájmu:

- těžké kovy – As, Cd, Cu, Co, B, Cr-celk, Cr^{VI}, Ni, Pb, Zn, V, Hg
- chlorované etyleny – ClU (cis-1,2-DCE, TCE, PCE)
- ropné uhlovodíky C₁₀–C₄₀
- BTEX (benzen, toluen, etylbenzen, xylyny)
- fenoly
- kyanidy
- tenzidy
- polycyklické aromatické uhlovodíky – PAU (12 kongenerů)
- polychlorované bifenyly – PCB (7 kongenerů)

Do souboru prováděných laboratorních prací byly zařazeny další analýzy nezbytné pro detailní vyhodnocení podmínek na lokalitě. Ve vodě byly sledovány ještě základní fyzikálně-chemické ukazatele (ZFCHR), chemická spotřeba kyslíku – CHSK_{Cr}, biologická spotřeba kyslíku – BSK₅, rozpuštěné látky – RL, nerozpuštěné látky – NL a v zeminách pak celkový organický uhlík (TOC).

Ve vzorcích zeminy či odpadu byly zjišťovány nejvyšší přípustné koncentrace škodlivin dle tab. č. 10.1 vyhl. 294/2005 Sb. ve znění pozdějších předpisů a nejvyšší přípustné hodnoty ukazatelů pro jednotlivé třídy využitelnosti dle tab. č. 2.1 stejně vyhlášky, ve vybraných vzorcích pak ekotoxikologické testy dle tab. č. 10.2 vyhl. 294/2005 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

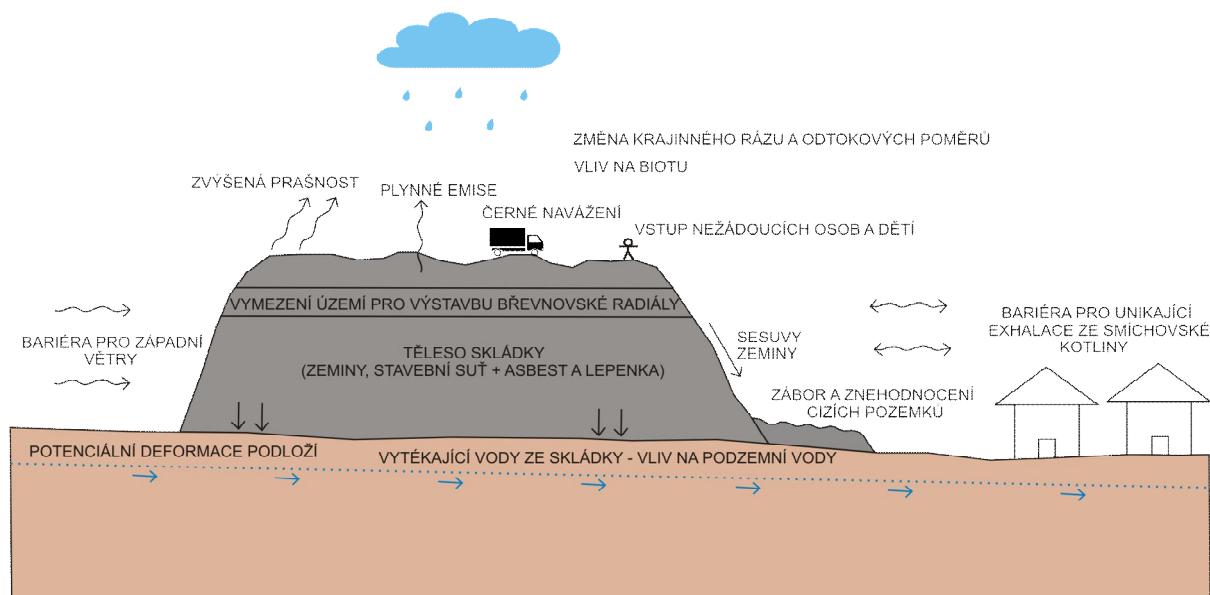
Další potenciální rizikové faktory Motolské skládky jsou zmíněny v následující kapitole.

2.1.3 Předběžný koncepční model znečištění

Koncepční model je popis všech zjištěných či uvažovaných expozičních cest zjištěných ve zkoumaném území. V obrázku č. 2.1.3-1 jsou schematicky zobrazeny jednotlivé expoziční cesty. Jedná se o tyto fenomény:

- Změna krajinného rázu a odtokových poměrů (skládka se nachází v místě původního údolí, a to až 60 m nad původním terénem; skládka je propustná – na povrchu se nenachází těsnící vrstva).

- Potenciální deformace podloží a hydrogeologického kolektoru vlivem tíhy tělesa skládky – možnost vzdouvání podzemní vody. Výpočty firmy Geoindustria Praha prokázaly riziko vytlačování plastických zemin při patě svahu s následným ohrožením vysokotlakého plynovodu pro sídliště Řepy.
- Zvýšená prašnost (vzhledem k tomu, že skládka nebyla hutněna a materiál sem byl navážen nahodile a neexistence povrchové těsnící vrstvy).
- Bariéra pro západní větry a pro unikající exhalace ze Smíchovské kotliny (vzhledem ke své rozloze, výšce a množství navezeného odpadu vytváří skládka větrnou bariéru).
- Vliv na biotu (výskyt chráněných druhů).
- Přítomnost nebezpečných odpadů (dle vizuální rekognoskace zjištěna živičná lepenka a asbest – eternit, možná přítomnost komunálního odpadu a z toho plynoucí možnost exhalace skládkových plynů).
- Vytékající voda ze skládky (podmáčení terénu a ovlivnění podzemní vody, příp. Motolského potoka).
- Sesovy zeminy (vzhledem k nepřípustným sklonům svahů, podmáčení a absenci stabilizačních prvků, jako např. přitěžovací lavice, rozterasování, dochází k sesuvům, a to zejména v severní části skládky).
- Zábor a znehodnocení cizích pozemků (Kvůli sesuvům dochází k záboru okolních pozemků, a to jak pozemků společnosti FORTE s.r.o., tak lesních pozemků).
- Potenciální únik plynných emisí ze skládky (v případě uložení materiálu podléhajícího biologickému rozkladu).
- Vstup nežádoucích osob vč. dětí na skládku (skládka není oplocena, je pouze opatřena výstražnými cedulemi) a pokračující nelegální navážení odpadu.
- Zjištěno celkově nehomogenní geologické prostředí s proměnlivou mocností jednotlivých vrstev, což odpovídá skladbě zeminové stavební deponie. Pro deponii umístěnou ve svahovitém terénu, může zjištěná přítomnost jílovitých vrstev představovat potenciální riziko sesuvů nebo riziko bobtnání. Tato potenciální nestabilita se může projevit zejména při zvýšené hladině pozemní vody, či neúměrném zatížení deponie.
- Dále bylo zjištěno potenciální ohrožení rybníků, které se nachází na motolském potoce ve směru odtoku podzemní vody z Motolské skládky, a to ve vzdálenosti cca 450 m JV směrem. Jedná se o soustavu 3 rybníků, z nichž na jedno je vybudováno Koupaliště Motol (přírodní vodní nádrž o rozloze 4 100 m² s protékající vodou).



Obr. č. 2.1.3-1: Koncepční model lokality

2.2 Aktuální průzkumné práce

Metodika a rozsah prací realizovaných v rámci analýzy rizika byly navrženy tak, aby v maximální možné míře zajistily splnění cíle uvedeného v úvodní části této zprávy s ohledem na požadavky MP MŽP – analýza rizik kontaminovaného území z ledna 2011.

2.2.1 Metodika a rozsah průzkumných a analytických prací

Pro úspěšné splnění požadovaného úkolu byly na lokalitě realizovány následující práce:

- Přípravné práce (rešerše, rekognoskace)
- Geofyzikální průzkum
- Vrtné práce (hloubení jádrových vrtů v tělese skládky)
- Měření stavu hladiny vody a základních fyzikálně-chemických parametrů
- Karotážní práce (termometrie, rezistivimetrie)
- Hydrodynamické zkoušky
- Model proudění podzemní vody a transportu částic
- Zpracování výškopisných dat digitálního modelu reliéfu
- Analýza vývoje území na základě leteckých měřických snímků
- Atmogeochimický průzkum (nové vrty v tělese skládky)
- Měření ručním rentgenovým analyzátorem
- Geodetické práce
- Vzorkovací práce
- Analytické práce

2.2.1.1 Přípravné práce (rešerše, rekognoskace)

Přípravné práce zahrnují následující činnosti:

- splnění podmínek zákona č. 62/1988 Sb., o geologických pracích, v platném znění – ohlašovací povinností vůči příslušnému krajskému úřadu a obci, báňskému úřadu, evidence geologických prací (v souladu s vyhláškou č. 282/2001 Sb., o evidenci geologických prací);
- uzavření „Dohod o provádění geologických prací“;
- zajištění informací o podzemních inženýrských sítích;
- rekognoskace lokality, rešerše materiálů, řešení střetu zájmů.

V průběhu řešení úkolu byly shromážděny veškeré dostupné podklady, týkající se lokality. Zdrojem informací byly:

- geologické zprávy a posudky, výsledky monitoringu a průzkumů,
- dokumenty – povolení, záznamy o ukládání odpadů, historie skládkování odpadů, interní ekologické studie, laboratorní chemické analýzy vzorků povrchových, podzemních a odpadních vod apod.,
- mapy, fotografie, letecké snímky,
- místní informace,
- záznamy na úřadech (rozhodnutí orgánů státní správy, územní plán, zápis z kontrol a šetření, listy vlastnictví, povolení apod.).

2.2.1.2 Geofyzikální průzkum

V prostoru Motolské skládky proběhlo v květnu až srpnu 2017 geofyzikální terénní měření. Geofyzikální práce probíhaly za účelem ověření složení tělesa skládky, identifikace fyzikálních nehomogenit, stanovení rozsahu skládky, identifikace případných preferenčních cest proudění podzemních vod (průsakových vod) atd. Terénní práce byly realizovány podél průzkumných profilů na a v okolí tělesa skládky.

Geofyzikální průzkum byl projektován a realizován s ohledem na účel průzkumu metodami ERT – elektrickou odporovou tomografií, VES – vertikálním elektrickým sondováním, OP – odporovým profilováním a magnetometrickou metodou.

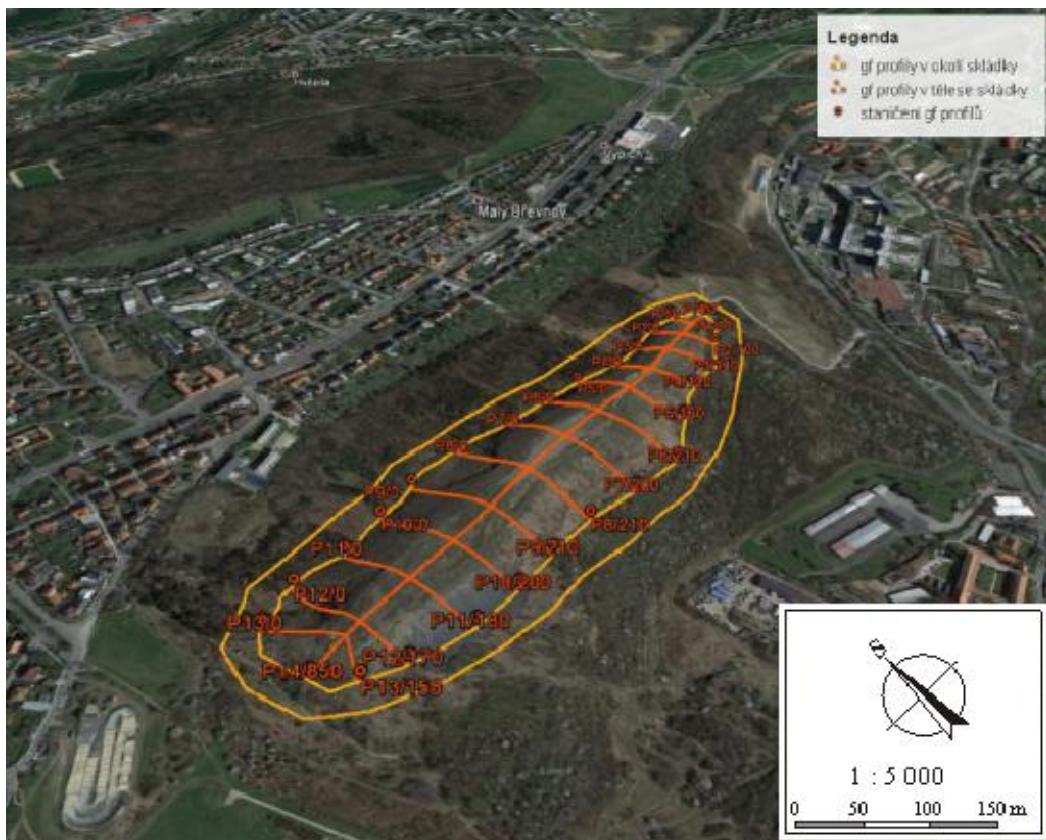
Metoda ERT byla realizována na čtrnácti profilech s roztečí elektrod 4 m. Celková délka ERT měření byla cca 4 200 m.

Sondy VES byly na jednotlivých průzkumných profilech umístovány ve vytípovaných místech na základě výsledků metody ERT. Celkem bylo pro účely geofyzikálního průzkumu na lokalitě Motol metodou VES proměřeno 18 pozic.

V rámci OP bylo měřeno dvojím rozestupem elektrod A10M10N10B (Wennerovo uspořádání) a A40M10N40B (Schlumbergerovo uspořádání). Důvodem dvojího rozestupu bylo posoudit rozložení měřené veličiny ve dvou hloubkových úrovních a v případě identifikace subvertikální anomálie určit její sklon. Metoda SOP byla aplikována na obou profilech s krokem měření 5 m. Celkem bylo v zájmovém území metodou SOP změřeno téměř 1 600 bodů.

Jako doplňková metoda byla použita magnetometrická metoda, a byla realizována na všech povrchových průzkumných profilech v deponii skládky, tj. P1 – P14. Měřeno bylo pomocí protonového magnetometru MP-2 společnosti Scintrex. Krok měření byl 4 m. Měřena byla absolutní velikost totálního vektoru T.

Podrobný popis použitých geofyzikálních metod je uveden v příloze č. 9.



Obr. č. 2.2.1-1: Situace geofyzikálních profilů na lokalitě Praha Motol

2.2.1.3 Vrtné práce

Průzkumné hydrogeologické vrty byly situovány na základě výsledků geofyzikálních prací (místa s předpokládaným výskytem kontaminace) a s ohledem na přítomnost podzemních inženýrských sítí a přístupnost terénu pro vrtnou techniku.

Vystrojené jádrové hydrogeologické vrty byly hloubeny v tělese skládky (zejména v její koruně), a to tak, aby zasahovaly do podloží skládky. Předpokládalo se vyhloubení 4 ks hydrogeologických vrtů do cca 70 m. Reálně bylo vyhloubeno 5 hydrogeologických vrtů do následujících hloubek:

- HG-1 50,0 m
 - HG-2 65,0 m
 - HG-3 63,3 m
 - HG-4 48,2 m
 - HG-5 10,0 m

Celkem tedy bylo vyhloubeno **236,8 m** hydrogeologických vystrojených vrtů.

Hydrogeologické průzkumné vrty byly odvrtány strojní pojízdnou vrtnou soupravou jádrově, nasucho, s maximálním výnosem jádra. Vrty byly vystrojeny HDPE pažnicí o průměru minimálně 125 mm. Pažnice byla proti intervalu zvodnění vybaveny štěrbinovou perforací a kačírkovým obsypem.

Vrtné jádro bylo umístěno do dřevěných či plastových normovaných vzorkovnic. Po provedení prvotní geologické dokumentace (včetně fotodokumentace) a odběru vzorků zemin a odpadu bylo vrtné jádro protokolárně skartováno.

V průběhu vrtání byla zaznamenávána úroveň naražené hladiny podzemní vody a následně zaměřena úroveň ustálené hladiny. Vrtání byl po celou dobu přítomen geolog, který usměrňoval průběh vrtání a úrovně vzorkování zemin.

Hydrogeologické vrty byly provedeny subdodavatelsky firmou CHEMCOMEX Praha, a.s.

Dále byly firmou BauGeo s.r.o. vyhloubeny inklinometrické vrty:

- INK-1 38,0 m
- INK-2 60,0 m
- INK-3 67,0 m
- INK-4 50,0 m
- INK-5 63,7 m
- INK-6 40,0 m
- INK-7 52,0 m

Celkem tedy bylo vyhloubeno **370,7 m** inklinometrických vrtů.

Po odběru vzorků bylo vrtné jádro skartováno v souladu s platnou legislativou a vzniklá hmotná dokumentace byla po dodhodě se zástupci objednatele uložena u zhotovitele. Skartační protokoly jsou součástí přílohy č. 15.

Lokalizace vrtů je součástí přílohy č. 2.2. Dokumentace geologických profilů je v příloze č. 5 a geologické řezy v příloze č. 3.2. Fotografická dokumentace je v příloze č. 17. Technická zpráva vrtných prací je součástí přílohy č. 7.

2.2.1.4 Měření stavu hladiny vody a základních fyzikálně-chemických parametrů

Měření stavů hladiny podzemní vody bylo realizováno v nově vybudovaných hydrogeologických vrtech v prostoru skládky a ve stávajícím vrtu J-1 (nově HG-6), vyhloubeném v rámci 2. fáze ekologického auditu v r. 2015, který se nachází ve směru primárního odtoku ze skládky (další 3 vrty J-2 až J-4 byly zlikvidovány). Před vystrojením inklinometrických vrtů bylo provedeno měření stavu hladiny vody i v nich. Měření bylo prováděno elektroakustickým hladinoměrem.

Z výsledků měření byla konstruována mapa ekvipotenciálních linií a model proudění podzemní vody, čímž je možno určit směry odvodňování na lokalitě, sklon hladiny podzemní vody a skutečné rychlosti podzemní vody v kolektoru, které jsou nezbytné ke stanovení látkového toku kontaminujících látek.

Součástí měření stavů hladiny bylo měření základních fyzikálně-chemických parametrů vody (pH, konduktivita, teplota), které sloužily ke zhodnocení chemismu a přirozených atenuačních procesů na lokalitě. Tyto parametry byly zjišťovány také při odběrech vzorků povrchové vody

z Motolského potoka (ve 2 profilech – v místě možného ovlivnění a nad ním) a z pramenního vývěru ze skládky na jihu.

Celkem tedy proběhlo měření hladiny podzemní vody na 12 objektech (nové a stávající hydrogeologické a inklinometrické vrty) a měření fyzikálně-chemických parametrů na 13 objektech – 5 nových hydrogeologických vrtů, 4 nové inklinometrické vrty (3 byly suché), 1 stávající hydrogeologický vrt a 3 povrchové vody.

2.2.1.5 Karotážní práce

Karotážní práce sestávaly z termometrického (teplota) a rezistivimetrického (odpor) měření ve sloupci vody ve vrtu. Měření proběhlo ve vrtech HG-1 až HG-5 a HG6. Podrobný popis a výsledky měření jsou uvedeny v příloze č. 9.

Karotážní měření slouží ke zjišťování fyzikálních vlastností horninového prostředí z prostoru průzkumných vrtů. Na lokalitě Praha-Motol bylo realizováno teplotně-odporové sondování vodního sloupce za účelem identifikace možných anomálních teplotně odporových zón. Měření bylo provedeno přístrojem ROT-100, jenž sestává z řídícího počítače Psion Workabout a kabelového bubnu s vestavěnou měřicí elektronikou. Aparatura je konstruována pro měření měrného odporu kapalin a teplot ve vrtech do hloubky 100 m. K měření měrného odporu kapalin je využita vodivostní sonda OMEGA CDE681-A-K s titanovými elektrodami. Sonda je vybavena platinovým odporovým teplotním čidlem Pt 1000. Vzhledem k příliš dlouhé časové konstantě měření teplotního čidla byla sonda vybavena ještě termočlánkovým senzorem OMEGA KTIN-116G-K pro rychlé kalibrační měření. Elektronické obvody sondy jsou napájeny z bubnu stejnosměrným napětím 12 V. Buben je také vybaven konektorem pro sériovou komunikaci s registračním počítačem PSION a pro nabíjení vestavěného napájení.

V karotovaných vrtech byla s předstihem několika dní zastavena veškerá činnost. Bezprostředně před karotážním měřením byla zjištěna aktuální hladina podzemní vody. Krok karotážních měření byl 0,5 m.

Na vrtu HG-6 (dříve J-1) bylo provedeno karotážní měření aparaturou K-1000 a aparaturou Matrix, které byly zabudované v terénním vozidle Toyota Hiace. Pro měření byl použit čtyřzilový rezistivimetr (výrobce Aquatest a.s.) a sonda OCEAN pro zjištění fyzikálně chemických vlastností vody a jejich případné zonality (výrobce ALT Luxembourg). Karotážní data byla zpracována pomocí systému programů gdBase vers.4 a programem Well Cad. Cílem měření bylo na základě metody ředění označené kapaliny objasnit hydrodynamické poměry ve vrtu: zjistit směr a rychlosť proudění podzemní vody, identifikovat propustné polohy.

2.2.1.6 Hydrodynamické zkoušky

Hydrodynamické zkoušky byly realizovány z důvodu ověření vydatnosti a vymezení možnosti jejich využití jako zdroje technologické vody na vybraných hydrogeologických vrtech HG1, HG2, HG3, HG4, HG5 a HG6.

Účelem individuálních krátkodobých hydrodynamických zkoušek bylo ověřit hydraulické parametry zvodněného hydrogeologického kolektoru v okolí předmětných vrtů. Hlavní důraz je zaměřen na stanovení optimální vydatnosti vrtů. Hydrodynamické zkoušky byly realizovány jako samostatné, a to v termínech od 8.8. do 15.8.2017.

Hydrodynamické zkoušky byly realizovány na jednotlivých vrtech následovně:

- HG1: 5 minut čerpací zkouška, 3 hodiny stoupací zkouška

- HG2: 18 minut čerpací zkouška, 18 hodin stoupací zkouška
- HG3: 2 hodiny 20 minut čerpací zkouška, 24 hodin stoupací zkouška
- HG4: 3 hodiny čerpací zkouška, stoupací zkouška neprovedena
- HG5: 15 minut čerpací zkouška, 4 hodiny stoupací zkouška
- HG6: 1 hodina 40 minut čerpací zkouška, 1 hodina stoupací zkouška.

U vrtu HG4 bylo během hydrodynamické zkoušky odčerpáno $4,2606 \text{ m}^3$ podzemní vody za 3 hodiny a hladina byla snížena o 3 cm, což je pro vyhodnocení hydraulických parametrů nedostačující a z toho důvodu není vyhodnocení u tohoto objektu součástí této zprávy.

V průběhu čerpací zkoušky byly měřeny stavy hladiny podzemní vody v čerpaném objektu, a to s přesností 1 cm. Ve všech sledovaných objektech byly před zahájením zkoušky změřeny výchozí hodnoty. Během čerpacích zkoušek bylo pravidelně měřeno čerpané množství vody z čerpaného vrtu. Čerpací zkoušky byly prováděny s konstantní vydatností, nastavenou na začátku čerpací zkoušky.

Zdrojem elektrické energie pro pohon čerpadel byla elektrocentrála a elektrická síť. Čerpaná voda byla sváděna na terén po spádnici odpadním potrubím. Vydatnost čerpaného vrtu byla měřena v ocejchované nádobě daného objemu. K čerpacím zkouškám bylo použito čerpadel značky Grundfos. Sací koš byl umístěn v potřebné hloubce od zhlaví pažnice.

Měření hladiny bylo od okraje pažnice a terénu. Měření hladiny podzemní vody bylo prováděno pomocí elektroakustického hladinoměru.

Zkoušky budou vyhodnoceny primárně podle teorie neustáleného proudění podzemní vody (Theis, Jacob), v případě ustálení HPV i podle teorie ustáleného proudění.

V průběhu hydrodynamických zkoušek byla měřena a registrována hladina podzemní vody a vydatnosti podzemní vody, podle požadavků na příslušný způsob vyhodnocení podle teorie neustáleného proudění podzemní vody v minutových a hodinových intervalech. Prvotní technická dokumentace zkoušky a protokoly s grafy průběhů hydrodynamických zkoušek jsou uloženy v archivu zpracovatele.

V rámci interpretace hydrodynamických zkoušek byl vypočten koeficient filtrace, transmisivita a poloměr deprese podle teorie neustáleného (případně i ustáleného) proudění podzemní vody. Při celkovém zhodnocení hydraulických parametrů se vycházelo z vypočtených hodnot, z geologických a hydrogeologických poměrů ve zkoumaném území a z údajů naměřených při realizaci hydrodynamických zkoušek. Reprezentativní hodnoty hydraulických parametrů byly stanoveny výběrově průměrem z hodnot vypočtených podle teorie neustáleného proudění podzemní vody, v případě ustálení hladiny podzemní vody při čerpací zkoušce i teorie ustáleného proudění podzemní vody. Reprezentativnost jednotlivých hodnot byla posouzena s ohledem na statistickou významnost, míru ovlivnění hydrodynamických zkoušek a jejich průběh, reprezentativnost jednotlivých provedených zkoušek a hydrogeologické poměry na lokalitě.

Specifická vydatnost čerpaného vrtu byla vypočtena podle vztahu:

$$q_{spec.} = \frac{Q}{S_i}$$

Hydrodynamické zkoušky se skládaly z čerpací zkoušky a na ni navazující stoupací zkoušky o potřebné délce (do nastoupání hladiny podzemní vody).

Hodnoty hydraulických parametrů podle teorie neustáleného proudění podzemní vody byly vypočteny z údajů naměřených v čerpaných vrtech programem Microsoft Excel, který výpočetně a graficky interpretuje metody Jacoba.

Výpočty Jacobovou metodou (Jacob s-t) byly provedeny z údajů, které byly automaticky vybrány ze semilogaritmických grafů, konkrétně z hodnot časů t , směrnice i a snížení s_t . V příslušných grafech byly vyneseny body proloženy approximační přímky metodou nejmenších čtverců a výpočet byl proveden podle vztahu pro neustálené proudění podzemní vody:

$$T = \frac{0,1832Q}{i} \quad \mu = \frac{2,25Tt_0}{r_i^2}$$

Naměřené hodnoty zvýšení hladiny podzemní vody byly u stoupacích zkoušek využity pro konstrukci grafu závislosti zvýšení hladiny na logaritmu bezrozměrného času, se zahrnutím doby čerpání, podle vztahu „Theis recovery formula“ a při použití souřadnic s $-t$:

$$t' = \frac{t_z - t_c}{t_z} \quad T = \frac{0,1832Q}{i} \quad \mu = \frac{2,25Tt_0}{r_i^2 \cdot \text{antilog}(s'_0 / i)}$$

Hodnota směrnice i byla odečtena z příslušného grafu, ve kterém byla provedena přímková approximace metodou nejmenších čtverců. V tabulce 3-7 jsou uvedeny vypočtené hodnoty transmisivity (T) a koeficientu filtrace (k) podle teorie neustáleného proudění podzemní vody.

2.2.1.7 Model proudění podzemní vody a transportu částic

V rámci prací na analýze rizik byl s ohledem na potenciální kontaminaci ze skládky vytvořen numerický model proudění podzemní vody v zájmové oblasti.

Cílem modelování proudění podzemní vody a transportu částic byla simulace proudového pole na lokalitě skládky Motol. Numerický model vychází z poznatků získaných v rámci minulých průzkumů a současného terénního průzkumu.

Numerický model je soustava rovnic, která popisuje fyzikální nebo chemické procesy, které se objevují v systému. Rovnice proudění podzemní vody se skládá z Darcyho zákona a zákona o rovnováze hmoty. Její různé formy existují pro neustálené nebo ustálené proudění, druhý nebo třetí rozměr a také pro izotropní nebo anizotropní médium.

Model proudění podzemních vod byl vytvořen v programu Visual Modflow Classic Interface od společnosti Schlumberger Water Services. Jedná se o trojrozměrný model podzemních vod založený na metodě konečných diferencí, který slouží k simulaci proudění podzemní na sledované lokalitě. Visual Modflow vychází z hydraulických rovnic pohybu podzemní vody (homogenní kapaliny s konstantní hustotou) v prostoru a čase, kdy respektuje platnost Darcyho zákona $v = k \cdot dh / dx$ (kde filtrační rychlosť v se rovná součinu koeficientu filtrace a gradientu piezometrické výšky) a zákona kontinuity (přítok do bloku se rovná odtoku z bloku a změně akumulace vody v bloku).

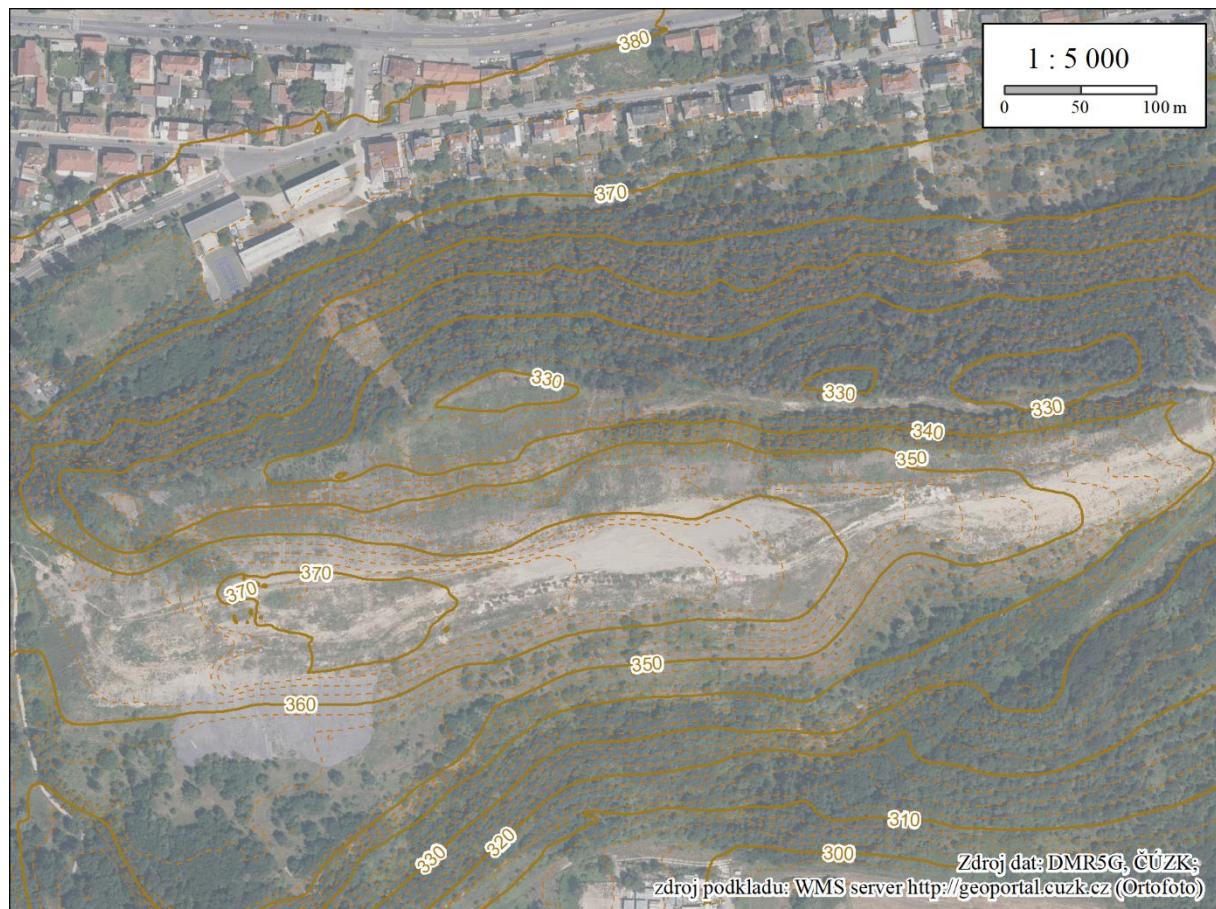
Při tvorbě modelu bylo zapotřebí vhodně zvolit rozsah řešené oblasti a rozdělit ji vertikálně do vrstev, kde každá vrstva je dále tvořena systémem bloků o čtvercové nebo obdélníkové základně. Následně bylo nutné každému bloku zvlášť na definovat vstupní parametry a vytvořit tak základní model proudění. Hydraulickými parametry prostředí vstupujícími do

modelu byly m.j. horizontální a vertikální hydraulické vodivosti, storativita nebo pórovitost. Model simuluje jak ustálené (stacionární), tak i neustálené (transientní) proudění podzemní vody, kde základními výstupy jsou mapy izoliní hydraulických výšek. Dílcím výstupem jsou směry a skutečné rychlosti proudění podzemní vody v libovolném bloku, včetně průtoku vody libovolným blokem.

Pomocí Particles Tracking bylo simulováno šíření kontaminant bez vlivu sorfce či rozpadu. Jedná se o simulaci šíření kontaminace pomocí částic, kterými lze zjistit směr a rychlosť šíření znečištění. Jednotlivé částice byly zadány do západní, severozápadní a severní okrajové části modelu (oblast dotace podzemní vody), ze které by se kontaminant mohl šířit směrem k Motolskému potoku.

2.2.1.8 Zpracování výškopisných dat digitálního modelu terénu

Digitální model reliéfu představuje digitální zobrazení přesného tvaru zemského povrchu bez pokryvu vegetací. Jedná se o nepravidelnou síť bodů zahuštěnou dle potřeby pro co nejpřesnější vyjádření výškových změn předmětného území. Bude využito Digitálního modelu reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G), který vznikl z dat pořízených metodou leteckého laserového skenování výškopisu. Střední chyba výšky v odkrytém terénu je 18 cm (koruna skládky), v hustě zalesněném 30 cm (pata skládky, úpatí údolí). Jedná se o základní zdrojovou databázi dat pro tvorbu vrstevnic map velkých měřítek a zdroj dat pro počítacové vizualizace a výpočty s velmi vysokou mírou podrobnosti. Správcem a autorem dat je Český úřad zeměměřický a katastrální. Vrstevnice vygenerované z tohoto modelu, jsou zobrazeny na obr. 1 v příloze č. 13.



Obr. č. 2.2.1-2: Výškový model Motolské skládky

2.2.1.9 Analýza vývoje území na základě leteckých měřických snímků

Za účelem studia vývoje rozsahu skládky byly získány letecké snímky z archivu Vojenského geografického a hydrometeorologického úřadu se sídlem v Dobrušce (VGHMÚř). Jednalo se o 10 scén lokality z let 1947, 1957, 1963, 1966, 1969, 1975, 1980, 1985, 1990 a 1995.

Vzhledem k chybějícím prvkům vnitřní i vnější orientace u snímků od VGHMÚř bylo přistoupeno k posazení snímků do souřadného systému WGS84 UTM 33N na základě sběru vlícovacích bodů. Vlícovací body byly situovány na výrazné prvky ležící na úrovni terénu. Jednalo se především o body v rámci křížovatek, mostů, pat domů či osamocených významných staveb apod.

Na stránkách Geoportál Praha jsou prostřednictvím služby WMS k dispozici navíc ortofotomapy Prahy pro roky 1938, 1945, 1953, a 1989.

Veškeré výše uvedené snímky jsou dostupné v černobílém provedení. Geoportál Praha dále prostřednictvím WMS nabízí barevné ortofotomapy z let 1996, 2001, 2003, 2004 a každoročně v letech 2007–2016. Dále jsou k prohlížení zveřejněny tzv. mimovegetační ortofotomapy (pravděpodobně snímkované v zimních měsících) pro roky 2012, 2014, 2015, 2016 a 2017. Letecké snímky od společnosti Google jsou z období od roku 2005 do dneška k vidění v aplikaci Google Earth.

Letecké snímky byly podrobeny multitemporální analýze. Jednotlivé roky jsou zobrazeny v detailu v příloze. Na jejich základě můžeme sledovat vývoj lokality a její dynamiku v čase. Seznam použitých snímků jsou součástí přílohy č. 10.

2.2.1.10 Atmogeochimický průzkum

Pro ověření aktivity uloženého odpadu v tělese skládky a kontroly biodegradačních pochodů byl v období od června do srpna 2017 proveden odběr plynu z inklinometrických a hydrogeologických vrtů.

Odběry a měření plynu z vrtů byly prováděny pomocí čerpadla, které je součástí polního přenosného analyzátoru skládkových plynů GA2000 (výrobce Geotechnical Instruments UK Ltd). Způsob měření skládkového plynu přístrojem GA2000 byl prováděn podle interního firemního pracovního postupu SOP TM-02.

Přístroj GA2000 stanovuje základní složky skládkového plynu – metan (CH_4), oxid uhličitý (CO_2), kyslík (O_2). Dusík (N) je dopočítáván do 100 % objemových. Z minoritních složek skládkového plynu je stanovován rovněž sirovodík (H_2S) a oxid uhelnatý (CO). Kromě měření plynu byl přístrojem GA2000 měřen barometrický tlak.

Metodika vyhodnocení výsledků odpovídá ČSN 83 8034 („Skládkování odpadů – odplynění skládek“) revidované v září 2003. Rovněž tak byly splněny náležitosti dokumentace dle ČSN 83 8036 („Skládkování odpadů – monitorování skládek“).

Podle intenzity tvorby plynu se rozdělují skládky do tříd I. až III. – viz tabulka 2.2.1-1.

Rozdělení skládek dle intenzity tvorby plynu

Tabulka č. 2.2.1-1

třída	odplynění	konzentrace CH_4	odplyňovací systém	energ. využití plynu
I	není nutné	< 7,4 % obj.	žádný	žádné
II	je nutné	7,4 až 35 % obj.	pasivní	žádné
III	je nutné	> 35 % obj.	pasivní nebo aktivní	podmíněně možné

- Pro skládky třídy I není nutno navrhnout žádný odplyňovací systém, velmi malá množství plynu, která se zde mohou tvořit, difundují přes izolační bariéry.
- Pro skládky třídy II musí být navržen odplyňovací systém. Volná ventilace plynu není přípustná, plyn musí být minimálně ventilován přes aktivní filtrační jednotku.
- Pro skládky třídy III musí být navržen odplyňovací systém. Volná ventilace není přípustná ani za provozu skládky, ani po jeho ukončení.

2.2.1.11 Měření ručním rentgenovým analyzátorem

Vytěžené vzorky zeminy a odpadu (resp. vrtné jádro) z nových průzkumných vrtů byly proměřeny ručním rentgenovým analyzátorem DELTA firmy BAS Rudice s.r.o., na bázi rentgenové fluorescence, z důvodu okamžitého zjištění přítomnosti znečištění.

Měření ručním rentgenovým analyzátorem na bázi rentgenové fluorescence bylo prováděno z důvodu zjištění druhu kontaminace na skládce a lokalizace kontaminace v rámci vrtného jádra, a tedy i hloubkového dosahu, a to na všech nově vybudovaných vrtech (hydrogeologických a inklinometrických). Proměřován byl každý metr vrtného jádra po homogenizaci.

Ruční prvkový rentgenový analyzátor na bázi rentgenové fluorescence DELTA Professional je schopen provést v krátkém časovém intervalu kvalitativní i kvantitativní analýzu zemin přímo v terénu na přítomnost celé řady prvků. Během několika minut tak bylo možno u každého vzorku zjistit nejen zastoupení sledovaných prvků, ale i jejich přibližný obsah vyjádřený v ppm, což odpovídá koncentraci mg/kg. Jedná se o nedestruktivní metodu, díky které lze poměrně rychle zjistit poměr zastoupených prvků v různých typech materiálů. Z environmentálního pohledu lze analyzátorem orientačně zjišťovat přítomnost prvků a jejich vzájemný poměr, což může sloužit pro dokreslení představy o složení horninového prostředí dané lokality nebo o případné kontaminaci. Vzhledem k tomu, že k analýze je potřeba pouze malé množství vzorku zeminy, je možno provádět jak plošný monitoring, tak i zonální monitoring v případě vrtných prací. V terénu byl orientačně sledován obsah následujících prvků: P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Rb, Sr, Zr, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, W, Hg, Pb. Orientační měření pomohlo vyhodnotit míru kontaminace a její hloubkový rozsah.

2.2.1.12 Geodetické práce

Předmětem činnosti bylo zbudování systému monitorovacích geodetických bodů v areálu bývalé skládky odpadů a zaměření základní etapy monitoringu. Dále byly zaměřeny zhotovené inklinometrické vrty INK1 až INK7 a hydrogeologické vrty HG1 až HG6.

Těleso skládky bylo v době měření v horní části bez významnější vegetace, ve spodní části byly její dosti strmé svahy porostlé hustou náletovou vegetací včetně již vzrostlých stromů. Terén zde byl místy velmi náročný pro geodetické práce. Před zbudováním monitorovacích bodů bylo nutné nechat udělat průseky vegetací přibližně ve směru spádnice svahů, tak jak to umožňovaly podmínky v terénu.

Geodetický monitorovací systém tvoří 266 bodů uspořádaných do 8 profilů označených písmeny A až H a vedoucích přes těleso skládky a dále zhlaví 7 provedených inklinometrů. Kde to bylo možné, jsou poslední body profilů stabilizovány mimo skládku do původního terénu případně do betonové opěrné zdi. Součástí monitorovacího měření jsou též inklinometrické vrty.

Monitorovací bod tvoří 1,5 m dlouhá železná tyč se závitem, která je svisle zaražena 1 až 1,2 m do země. Do závitu se při měření šroubuje speciální nástavec pro geodetické vybavení.

Body, nacházející se v nezarostlé horní části tělesa skládky, byly zaměřeny pomocí GNSS metodou RTK, umožňovaly to dobré observační podmínky a zcela otevřený výhled na oblohu. V době měření bylo k dispozici 10 až 17 družic globálních navigačních systémů GPS a GLONASS. Každý monitorovací bod byl zaměřen celkem 4×, s časovým odstupem, ve 2 různých dnech a k měření byly využity 2 GNSS aparatury. Délka každé observace činila přibližně 1 minutu. Pomocí GNSS byly zaměřeny též hydrogeologické vrty.

Body stabilizované v průsečích vegetací ve spodní části skládky byly zaměřeny polární metodou z vrcholů krátkých volných polygonových pořadů. Ty byly připojeny na 4 nejbližší monitorovací body v daném profilu zaměřené ještě pomocí GNSS. Podobně byly zaměřeny inklinometrické vrty s využitím metody volného stanoviska. Měření bylo prováděno ve II polohách dalekohledu pro co největší vyloučení přístrojových chyb.

Pomocí svinovacího metru byla doměřena vzdálenost od vrcholu monitorovacího bodu k terénu pro získání jeho nadmořské výšky a pro následné vykreslení průběhu terénu v jednotlivých profilech.

Pro polohové a výškové měření byly použity dvoufrekvenční GNSS přijímače Trimble R4-3 v.č. 5551450702 a 5535435291 s využitím služby sítě permanentních referenčních stanic Trimble VRS Now Czech a univerzální totální stanice Trimble S6 1“ High Precision v.č. 92110070 s příslušným odrazným systémem.

Naměřená data byla zpracována v softwarech Groma v.9, Microsoft Excel, MicroStation V8i, Altas DMT v5. Pravoúhlé rovinné souřadnice zaměřených bodů byly určeny v souřadném systému JTSK, nadmořské výšky ve výškovém systému Balt po vyrovnaní. Pro transformaci GNSS souřadnic z ETRS89 do S-JTSK byl použit modul zpřesněné globální transformace Trimble 2013, schválený ČÚZK pro měření po 1. 1. 2013. Pro vertikální transformaci byl použit model kvazigeoidu CR2005. Z opakovaných GNSS observací byla po vyloučení odlehlcích hodnot vypočtena výsledná hodnota souřadnic a výšek. Z nadmořských výšek na terénu byly vykresleny profily terénu pro následné stabilitní posouzení.

Měřičká zpráva je součástí přílohy č. 6. Výsledky zaměření průzkumných děl jsou zobrazeny v mapových podkladech – příloha č. 2.2 a geofyzikální zprávě – příloha č. 9.

2.2.1.13 Vzorkovací práce

Vzorkovací práce byly realizovány v souladu s Metodickým pokynem MŽP „Vzorkovací práce v sanační geologii“ z roku 2007 a v souladu s příslušnými částmi ISO ČSN 5667 „Pokyny pro odběr vzorků vod“ a ČSN EN 14899, TNI CEN/TR 15310 „Charakterizace odpadů – Vzorkování odpadů“.

2.2.1.13.1 Podzemní voda

Podzemní voda byla vzorkována jak z vrtu HG-6 (dříve J-1, vyhlouben v roce 2015, ostatní byly zlikvidovány), tak z nově vybudovaných vrtů – 5 hydrogeologických (HG1 až HG5) a 4 inklinometrických (INK1, INK2, INK4, INK5), 3 inklinometrické vrty byly bez vody.

Při každém odběru vzorků byla měřena teplota, elektrická vodivost a pH přímo v terénu. Vzorek byl odebrán z výtlačné hadice odběrného čerpadla (dynamicky, na konci čerpací zkoušky) do standardních, označených vzorkovnic.

Vzorky podzemních vod byly bezprostředně po odběru dopraveny v chladicích boxech k laboratornímu zpracování.

2.2.1.13.2 Povrchová voda

Povrchová voda byla vzorkována z Motolského potoka (ve 2 profilech – v místě možného ovlivnění a nad ním) a z pramenního vývěru na jihu skládky. Občasné jezírko na severozápadě skládky bylo v době vzorkování suché.

Nad rámec projektu byla odebrána povrchová voda ze 3 Motolských rybníků, nacházejících se jihozápadním směrem od skládky, ve směru proudění a z tůňky z Motolského potoka.

Vzorky povrchové vody byly odebrány přímým náběrem do označených vzorkovnic. Vzorky z Motolského potoka byly odebírány v blízkosti levého břehu (přestupu podzemních vod do vod povrchových v břehové části toku).

Bezprostředně po odběru byly vzorky vod v chladicích boxech dopraveny k laboratornímu zpracování.

2.2.1.13.3 Zeminy, odpady a kaly

Byl proveden odběr směsných vzorků z výnosu jádra vrtů z každých 10 m (+ zbytku výnosu z jádra po dovrtnání příslušného vrtu), případně ze senzoricky znečištěné zóny.

K odběru vzorků zemin a odpadů bylo využito výnosu vrtných jader z hydrogeologických i inklinometrických vrtů. Nad rámec projektu byly odebrány dnové sedimenty ze 3 rybníků, nacházejících se jihozápadním směrem od skládky, ve směru proudění.

Odběrovým nářadím byla nerezová lopatka. Vzorky byly odebrány do vzorkovnic dodaných laboratoří a bezprostředně po odběru dopraveny v chladicích boxech k laboratornímu zpracování.

Vzorek zeminy pozadového vzorku, tedy neovlivněného skládkou (geochemického fónu) byl odebrán v rámci 2. fáze ekologického auditu v roce 2015.

Vzorek vyzvednuté zeminy a odpadu z průzkumného díla byl před odběrem umístěn na nerezový laboratorní podnos a očištěn. Následně byla separována vnitřní část vrtného jádra, která se nedostala do kontaktu s vrtným nářadím, ani nebyla rozrušena nebo deformována v průběhu vrtných prací a přiměřeně homogenizována. Přitom byly odstraněny hrubší zrnitostní frakce \varnothing nad 10 mm. Následně byl vzorek opakován kvartován a přemístěn v potřebném objemu do vzorkovnice.

2.2.1.14 Analytické práce

Laboratorní práce byly realizovány podle platných technických norem v akreditovaných laboratořích společnosti GEOTest, a.s. Vzorky odpadů na stanovení ekotoxicity byly

prováděny Zdravotním ústavem se sídlem v Ostravě, Centrum hygienických laboratoří, akreditovanou zkušební laboratoří č. 1393. Vzorky na stanovení radioaktivity (nad rámec projektu) byly prováděny v laboratořích ALS Czech Republic s.r.o.

Laboratorní rozbory byly zaměřeny na stanovení obsahu pravděpodobně nebo jen potenciálně rozšířených polutantů a chemických látek v přírodním prostředí. Na odebraných vzorcích byly provedeny následující analýzy.

2.2.1.14.1 Voda

V podzemních a povrchových vodách byly provedeny analýzy obsahů následujících látek:

- základní fyzikálně-chemický rozbor (ZFCHR)
- chemická spotřeba kyslíku – CHSK_{Cr}, biologická spotřeba kyslíku – BSK₅
- rozpustěné látky – RL, nerozpustěné látky – NL
- chlorované etyleny – CIU (cis-1,2-DCE, TCE, PCE)
- kovy (As, Cd, Cu, Co, B, Cr-celk, Cr^{VI}, Ni, Pb, Zn, V, Hg)
- ropné uhlovodíky C₁₀–C₄₀
- BTEX (benzen, toluen, etylbenzen, xylyny)
- fenoly
- kyanidy
- tenzidy
- polycyklické aromatické uhlovodíky – PAU (12)
- polychlorované bifenyly – PCB (7 kongenerů)

Celkem bylo provedeno 19 analýz.

Dále byl analyzován vzorek vody vytékající z Motolské skládky v její jižní části na radiologické parametry – celkovou objemovou aktivitu alfa, celkovou objemovou aktivitu beta, radon a izotop Co⁶⁰.

2.2.1.14.2 Zeminy a odpady

V zeminách, kalech a odpadech byly provedeny analýzy:

- TOC (72 analýz)
- stanovení ukazatelů dle tab. 2.1 vyhl. 294/2005 Sb. – výluh (72 analýz)
- stanovení ukazatelů dle tab. 10.2 vyhl. 294/2005 Sb. – ekotoxicita (35 analýz)
- stanovení ukazatelů dle tab. 10.1 vyhl. 294/2005 Sb. – sušina (72 analýz)
- stanovení porušených vzorků (25 zkoušek) a neporušených vzorků (12 zkoušek), v jejichž rámci byly stanoveny vlhkost, zrnitost, konzistenční meze, objemová hmotnost, zdánlivá hustota pevných částic a krabicový smyk

Ve vybraných vzorcích zemin a odpadů byl zjišťován obsah kobaltu, a to z toho důvodu, že byl nalezen v podzemní vodě z příslušného vrtu – jednalo se o 7 analýz.

2.2.2 Výsledky průzkumných prací

2.2.2.1 Přípravné práce (rešerše, rekognoskace)

V průběhu řešení úkolu byly shromážděny veškeré podklady, týkající se lokality, a to:

- mapy lokality – geologické, hydrogeologické, hydrochemické a vodohospodářské mapy, mapy ochrany životního prostředí, letecké snímky z různých období,
- místní informace,
- archiv firmy GEOTest, a.s. a ČGS – Geofond (dřívější průzkumy),
- záznamy na úřadech (rozhodnutí orgánů státní správy, územní plán, zápisu z kontrol a šetření, povolení, provozní řád skládky).

Ohlašovací povinnosti dle podmínek zákona č. 62/1988 Sb., o geologických pracích, v platném znění, byly splněny. Byly uzavřeny příslušné „Dohody o provádění geologických prací“ a byly zajištěny informace o podzemních inženýrských sítích.

Před zahájením prací proběhla rekognoskace lokality a byly provedeny rešeršní práce – viz kap. 2.1.

2.2.2.2 Geofyzikální průzkum

V zájmovém území bylo realizováno terénní měření na čtrnácti povrchových profilech P1 – P14, lokalizovaných do deponie a na dvou profilech lokalizovaných vně hlavní deponie.

V rámci průzkumných profilů v deponii přináší nejdůležitější informace měření na profilu P14, jenž byl situován do pozice podélné osy tělesa skládky, a tudíž přináší nejkomplexnější informace o proměřovaném území. Z výsledků měření na profilu P14 jsou patrné některé základní skutečnosti:

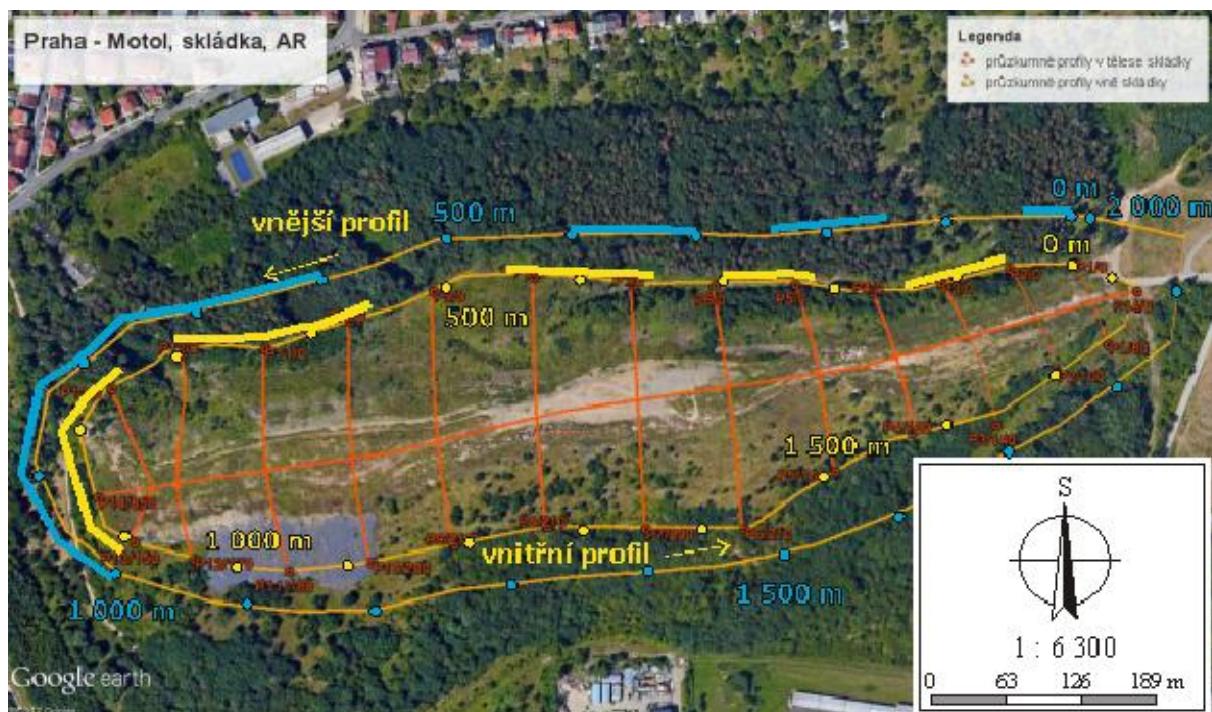
- a) v přípovrchových partiích zájmového území je možné identifikovat řadu malých, izolovaných vysokoodporových anomalií (v barevném pojetí žlutá až oranžová), jež mohou být způsobeny „hromadami“ různého (pravděpodobně stavebního) materiálu o různém stupni provzdušnění (ulehlosti),
- b) v hlubších partiích je situace mnohem „jednotvárnější“, kdy lze vymezit rozsáhlejší polohy vysokoodporového materiálu, jehož původ je buď ve specifické deponii, nebo se již jedná o projev původních podložních hornin. Jejich projev se v celkovém odporovém obrazu pravděpodobně odráží v podobě žlutých až červených poloh. Polohy reprezentované modrou barvou představují polohy provlhklých zemin (skládkovaného materiálu), nebo alespoň s vysokým podílem jílových součástí (nebo kombinace obojího).
- c) výsledky magnetometrických měření pravděpodobně odrážejí odlišnou skladbu navážky až do staničení cca 400 m. Jinými slovy, podle charakteru křivky ΔT lze v úvodu usuzovat na různorodější charakter skládky, než od uvedeného staničení.

Na příčných profilech P1 – P13 lze identifikovat modré až zeleně podbarvené plochy, indikující polohy provlhklých a/nebo zajíلوvaných sedimentů (skládkovaného materiálu) a žluté až fialově podbarvené plochy, indikující buď polohy skládkovaného materiálu odlišné povahy, nebo se již jedná o původní nepřemíštěné horniny – zejména pokud jsou identifikovány na bázi konstruovaných řezů.

Geofyzikální měření v deponii tak identifikovala řadu drobných přípovrchových anomálií, které pravděpodobně odrážejí lokální návozy materiálu různého druhu, pravděpodobně málo ulehlého (provzdušněného). Ve větších hloubkách byly identifikovány rozsáhlé polohy nízkoodporového materiálu (cca do 50 Ωm), který může být nositelem zvýšené vlhkosti a také zvýšeného obsahu jílových materiálů. Naopak polohy charakteristické vysokými odpory (nad cca 100 Ωm) mohou odrážet původní geologickou stavbu, nebo rozsáhlější polohy kameniva, betonu, či jiného kusového materiálu. Podle magnetometrických měření se přibližně první třetina až polovina skládkovaného materiálu (směrem od východu) vyznačuje větší rozmanitostí, než zbývající – západní – část deponie.

Geofyzikální měření metodou OP vně deponie podél dvou průzkumných profilů obkružujících celou skládku mělo přinést informace o existenci subvertikálních struktur, které by mohly ovlivnit podzákladí skládky, odtok vod atd. Měřením bylo zjištěno, že korelovatelné struktury se nacházejí zejména v severní až západní části zájmového území a pravděpodobně představují projev podložních hornin vyšší kvality.

Podrobné zhodnocení geofyzikálních prací je uvedeno v samostatné geofyzikální zprávě – příloha č. 9.



Obr. č. 2.2.2-1: Situace měření OP kolem skládky

2.2.2.3 Vrtné práce

Inklinometrické vrty INK-1 až INK-7, hluboké 38 až 67 metrů, zastihly ve všech případech antropogenní materiál – navážku tvořenou hlínou se stavební sutí. INK-1 a INK-2, které jsou situovány při západním okraji skládky, zastihly zejména úlomky betonu a cihel.

Hydrogeologické vrty HG-1 až HG-4 byly projektovány do prostoru tělesa staré skládky, což se vrtnými pracemi potvrdilo. Vrty HG-1 až HG-4 byly situovány v linii probíhající přibližně v centrální části skládky táhnoucí se ve směru západ – východ. Hydrogeologický vrt HG-5 byl situovaný při severní hranici skládky a lesa. Hydrogeologický vrt HG-6 (původně vrt J-1,

vyhloubený v roce 2015), je situovaný jižně pod tělesem skládky. Ve všech případech s výjimkou vrtu HG-5 byl prokázán výskyt antropogenního materiálu, zejména stavební sutí.

Geologické profily vč. výstroje vrtů a geologické řezy jsou součástí přílohy č. 3.2. Technické zprávy vrtných prací je součástí přílohy č. 7.

2.2.2.4 Měření stavu hladiny vody a základních fyzikálně-chemických parametrů

Součástí měření stavů hladiny byla měření základních fyzikálně-chemických parametrů vody (pH, konduktivita, teplota).

Měření naražené hladiny podzemní vody bylo prováděno v průběhu vrtných prací a je součástí technických zpráv. Měření ustáleného stavu hladiny podzemní vody bylo provedeno po vyhloubení vrtů a dále v termínu 18. 8. 2017 na všech hydrogeologických vrtech – tedy HG1 až HG6. Úrovně hladiny podzemní vody jsou uvedeny v tabulce č. 2.2.2.-1.

Stav hladiny podzemní vody v hydrogeologických objektech

Tabulka č. 2.2.2-1

Objekt	z terén (m n.m.)	výška pažnice nad terénem (m)	z odm. bodu (mn.m.)	Ustálená HPV (m p.t)	Ustálená HPV (m n.m.)	HPV 18.8.2017 (m od OB)	HPV 18.8.2017 (m n.m.)
INK1	372,87	-	-	31,40	341,47	-	-
INK2	374,93	-	-	50,00	324,93	-	-
INK3	373,16	-	-	suchý	-	-	-
INK4	355,48	-	-	32,80	322,68	-	-
INK5	363,72	-	-	40,70	323,02	-	-
INK6	351,68	-	-	suchý	-	-	-
INK7	368,36	0,68	368,72	suchý	-	-	-
HG1	374,83	0,58	375,41	46,30	328,53	46,64	328,77
HG2	373,39	0,68	374,07	55,40	317,99	55,83	318,24
HG3	370,06	0,65	370,71	57,10	312,96	57,53	313,18
HG4	358,74	0,68	359,42	35,30	323,44	36,08	323,34
HG5	330,71	0,65	331,36	4,10	326,61	4,55	326,81
HG6	299,67	0	299,67	4,30	295,37	4,24	295,43

Z výsledků měření byla zkonstruována mapa ekvipotenciálních linií (příloha č. 3.1). Na základě měření byly určeny směry odvodňování na lokalitě. Směr proudění podzemní vody probíhá k jihu a dále na JV.

Popis naměřených fyzikálně-chemických parametrů vody (pH, konduktivita, teplota) je uveden v tabulce č. 2.2.2.-2. V případě pramenního vývěru byla odhadnuta jeho vydatnost.

Fyzikálně-chemické parametry vody

Tabulka č. 2.2.2-2

Objekt	Datum	pH	Teplota vody (°C)	Teplota vzduchu (°C)	Vodivost (µS/cm)	Vydatnost Q (l/s)
INK1	24.7.2017	5,60	17,8	20	1566	
INK2	10.7.2017	6,94	17,8	28	3450	
INK3	10.8.2017			Bez vody		
INK4	21.7.2017	6,52	17,5	27	2220	

Objekt	Datum	pH	Teplota vody (°C)	Teplota vzduchu (°C)	Vodivost (µS/cm)	Vydatnost Q (l/s)
INK5	13.6.2017	6,96	17,2	26	4780	
INK6	13.7.2017			Bez vody		
INK7	24.8.2017			Bez vody		
HG1	8.8.2017	6,69	16,1	23	2220	
HG2	9.8.2017	6,84	15,7	24	2580	
HG3	9.8.2017	7,03	15,0	24	2370	
HG4	10.8.2017	7,10	13,3	25	5440	
HG5	21.7.2017	4,22	18,0	29	3750	
HG6	10.8.2017	6,69	13,1	25	3240	
Pramenní vývěr na J skládky	10.8.2017	6,88	17,7	25	4370	0,1–0,2*
Potok nad	14.6.2017	7,84	16,4	20,5	1721	
Potok pod	14.6.2017	7,50	15,7	20,5	1688	

* kvalifikovaný odhad rozptýleného množství

Měrná vodivost podzemní vody na lokalitě byla ve všech případech vysoká (až 5440 µS/cm), pH Motolského potoka bylo neutrální, pramenní vývěr mírně kyselý, stejně jako většina vrtů, podzemní voda z vrchu INK1 na západě skládky byla kyselá (5,60) a v severní části také – vrt HG5 4,22.

2.2.2.5 Karotážní měření ve vrtech

Karotážní měření byla provedena ve vrtech HG-1 až HG-5, a to metodou rezistivimetrie a termometrie. Provedená měření zjistila, že sledované parametry se směrem do hloubky nijak výrazně nemění – průběh hodnot je víceméně vyrovnaný, pouze u vrchu HG-5 byl zaznamenán poměrně výrazný pokles teploty s hloubkou. Hloubka uvedeného vrchu je však relativně malá, cca 8 m, takže je pravděpodobné, že na změnu teploty mají největší vliv zejména sluncem vyhřáté přípovrchové partie skládkovaného materiálu.

Na základě karotážních měření je možné konstatovat několik skutečností:

- teplota i měrný odpor kapaliny ve vrtech s přibývající hloubkou klesají, výrazně zahnutí, patrné v nejspodnějších partiích křivek odporu, je způsobeno zanořením měřicí sondy do sedimentu na počvě vrchu.
- rozdíl průměrných teplot kapaliny v „nejteplejším“ a „nejstudenějším“ vrchu dosahoval cca 4°C, rozdíl průměrných hodnot měrného odporu kapaliny ve vrchu s nejvyšším měrným odporem a „nejvodivějším“ vrtem dosahoval cca 3,5 Ωm.
- nejchladnějším vrtem je vrch HG-5, ve kterém zároveň dochází k nejvýraznějšímu poklesu teploty s hloubkou. Dále následuje vrch HG-1 a nakonec skupina vrchů HG-2, HG-3 a HG-4, jenž jsou teplotně velmi vyrovnané s jen minimálním poklesem teploty směrem do hloubky.
- elektricky nejvodivější kapalina byla identifikována ve vrtech HG-4 a HG-5 (jsou téměř identické), dále následuje dvojice vrchů HG-1 a HG-2 a nakonec vrch HG-3.

Měrný odpor kapaliny ve vrtech byl naměřen poměrně nízký, avšak na křivkách odporu (a také teploty) nejsou patrné žádné výraznější indikace související např. s chemickými

reakcemi probíhajícími uvnitř tělesa skládky. Z hlediska teplotně-odporového se skládkovaný materiál jeví jako kvazihomogenní a zjištěné rozdíly mohou být důsledkem pozice realizovaných vrtů (sluneční strana atd.).

Podrobné zhodnocení karotážních prací je uvedeno v samostatné příloze č. 9.

Na vrtu HG-6 (dříve J-1) bylo provedeno karotážní měření, kdy po dobu devíti dní bylo sledováno ředění označené kapaliny proto, že rychlosť proudění podzemní vody je v těchto místech pomalá. Dne 23.8.2017 byla hladina vody ve vrtu zakleslá v hloubce 3,29 m pod terénem. V průběhu měření pak oscilovala (až 4,35 m pod terénem na závěr měření 1.9.2017). Vrt byl průchodný do hloubky 17,4 m; počínaje hloubkou 16,1 m je na dně usazen jemný kal.

Konduktivita vody nevykazovala zonalitu (kromě úseku ve vrstvě kalu na dně), směrem dolů se pouze slabě a plynule zvyšovala (klesal měrný elektrický odpor) z 2560 $\mu\text{S}/\text{cm}$ u hladiny na 3030 $\mu\text{S}/\text{cm}$ v hloubce 16 m. Po úpravě vody ve vrtu chloridem sodným byl po dobu devíti dnů sledován proces ředění. Voda přitéká do vrtu pod hladinou v hloubkách 3,5 – 4,0 m a 4,6 – 5,0 m a proudí pomalu vrtem dolů s výdatností $Q = 10,5 \text{ l}/\text{den}$. Vrt postupně opouští v hloubkách: 5,3 m, 8,2 – 8,7 m (hlavní místo, kde voda vrt opouští), 10,6 – 10,9 m a konečně nepatrny zbytek proudící vody vrt definitivně opouští v hloubce 12,7 – 12,9 m.

Byla změřena teplotní křivka: teplota má typický „letní“ charakter: teplota směrem dolů klesá, nejnižší je zhruba v hloubce 9 m ($11,1^\circ\text{C}$), odkud směrem ke dnu mírně stoupá na $11,6^\circ\text{C}$ v hloubce 16 m. Nejvíce rozpuštěného kyslíku voda obsahuje v blízkosti hladiny (35 %), procento kyslíku pak směrem dolů nejprve rychle, pak pomalu klesá na 15% v hloubce 15,5 m. Oxidačně redukční potenciál dosahuje mírně kladných hodnot, směrem dolů se snižuje a blíží se nulovým hodnotám. Index pH se pohybuje v rozmezí hodnot 6,7 – 6,9, pouze v úseku od hladiny do 5,8 m mírně přesahuje hodnotu 7. I průběh fyzikálně chemických parametrů potvrzuje, že k relativně nejživější cirkulaci podzemní vody dochází v úseku od hladiny do hloubky cca 5,5 m (úsek s výskytem přítoků a první ztráty proudící vody).

2.2.2.6 Hydrodynamické zkoušky

Hydrodynamické zkoušky byly realizovány na nově vyhloubených hydrogeologických vrtech HG1, HG2, HG3, HG4, HG5 a dříve vyhloubeném vrtu HG6.

Účelem individuálních krátkodobých hydrodynamických zkoušek bylo orientační zjištění hydraulických parametrů zvodněného hydrogeologického kolektoru v okolí vrtů. Čerpaná voda byla odvedena po spádnici na terén mimo vrty. Čerpané množství bylo měřeno v ocejchované nádobě o potřebném objemu. K čerpacím zkouškám bylo použito elektrické čerpadlo GRUNDFOS s frekvenčním měničem. Sací koš byl umístěn v potřebné hloubce (zpravidla 1 až 2 m nad počvou vrtu).

Hydrodynamickou zkoušku na vrtu HG4 nebylo vzhledem k časovému průběhu zkoušky možné vyhodnotit. Měření hladiny podzemní vody bylo prováděno pomocí elektroakustického hladinoměru od okraje pažnice (0 až 0,68 m nad terénem).

V průběhu hydrodynamických zkoušek byla měřena a registrována hladina podzemní vody a výdatnost podle požadavků na příslušný způsob vyhodnocení podle teorie neustáleného proudění podzemní vody v minutových a hodinových intervalech. Prvotní technická dokumentace zkoušky je uložena v archivu zpracovatele. Zpráva o průběhu hydrodynamických zkoušek včetně grafů je součástí přílohy č. 8.

Hydraulické parametry zjištěné při hydrodynamických zkouškách

Tabulka č. 2.2.2-3

vrt	datum	Q	hloubka	HPV před ČZ	HPV po ČZ	s	HPV po SZ	nedostoupení hladiny	m	r	q
		l/s	m od OB	m od OB	m od OB	m	m od OB	m	m	m	l/s.m
HG1	8.8.2017	0,15	50,58	47,11	48,75	1,64	47,6	0,49	1,3	0,0625	0,09
HG2	9.8.2017	0,15	65,68	60,08	62,37	2,29	59,91	-0,17	43,5	0,0625	0,07
HG3	9.8.2017	0,22	63,65	57,44	57,82	0,38	57,55	0,11	43,7	0,0625	0,58
HG5	15.8.2017	0,1	7,65	4,1	7,32	3,22	6,44	2,34	5,6	0,0625	0,03
HG6	10.8.2017	0,14	20	4,34	14,50	10,16	4,51	0,17	15,99	0,0625	0,01

Vysvětlivky: Q – čerpané množství [l/s]

HPV – hladina podzemní vody

OB – odměrný bod (horní okraj pažnice)

ČZ – čerpací zkouška

s – snížení hladiny podzemní vody v čerpaném objektu [m]

SZ – stoupací zkouška

m – mocnost zvodně [m]

r – poloměr čerpaného objektu = vnitřní poloměr vrtu [m]

q – specifická vydatnost [l/(s.m)]

V následující tabulce jsou uvedeny vypočtené hodnoty transmisivity (T) a koeficientu filtrace (k) a poloměr deprese R podle teorie neustáleného proudění podzemní vody, včetně metody, kterou byly příslušné parametry vypočteny.

Vypočtené hodnoty hydraulických parametrů

Tabulka č. 2.2.2-4

Vrt	Zkouška	Metoda	k [m/s]	T [m ² /s]	R [m]
HG1	Čerpací	Jakob s-t	5,42.10 ⁻⁶	7,05.10 ⁻⁶	-
	Stoupací	Jakob s-t'	8,46.10 ⁻⁵	1,1.10 ⁻⁴	-
	Průměr		4,50.10 ⁻⁵	5,85.10 ⁻⁵	33
HG2	Čerpací	Jakob s-t	1,54.10 ⁻⁷	6,71.10 ⁻⁶	-
	Stoupací	Jakob s-t'	3,51.10 ⁻⁶	1,53.10 ⁻⁴	-
	Průměr		1,83.10 ⁻⁶	7,98.10 ⁻⁵	9,3
HG3	Čerpací	Jakob s-t	6,84.10 ⁻⁶	2,99.10 ⁻⁴	-
	Stoupací	Jakob s-t'	1,85.10 ⁻⁵	8,07.10 ⁻⁴	-
	Průměr		1,26.10 ⁻⁵	5,53.10 ⁻⁴	4
HG5	Čerpací	Jakob s-t	1,26.10 ⁻⁶	7,05.10 ⁻⁶	-
	Stoupací	Jakob s-t'	7,61.10 ⁻⁶	4,26.10 ⁻⁵	-
	Průměr		4,44.10 ⁻⁶	2,48.10 ⁻⁵	20,4
HG6	Čerpací	Jakob s-t	5,53.10 ⁻⁶	8,85.10 ⁻⁵	-
	Stoupací	Jakob s-t'	1,94.10 ⁻⁶	3,10.10 ⁻⁵	-
	Průměr		3,74.10 ⁻⁶	5,98.10 ⁻⁵	58,9

Při celkovém zhodnocení hydraulických parametrů se vycházelo z hodnot sestavených v tabulkách, z geologických a hydrogeologických poměrů ve zkoumaném území a z údajů naměřených při realizaci hydrodynamických zkoušek. Reprezentativní hodnoty hydraulických parametrů byly stanoveny výběrově průměrem z hodnot vypočtených podle teorie neustáleného proudění podzemní vody. Reprezentativnost jednotlivých hodnot byla posouzena s ohledem na statistickou významnost, míru ovlivnění hydrodynamických zkoušek a jejich průběh a hydrogeologické poměry na lokalitě. Výběr reprezentativních hodnot hydraulických parametrů a jejich interpretace uvádí následující tabulka.

Interpretace hodnot hydraulických parametrů

Tabulka č. 2.2.2-5

Objekt	k [m/s]	Třída propustnosti	T [m ² /s]	Třída transmisivity
HG1	4,50.10 ⁻⁵	IV – dosti slabě propustné	5,85.10 ⁻⁵	V – velmi nízká
HG2	1,83.10 ⁻⁶	V – slabě propustné	7,98.10 ⁻⁵	V – velmi nízká
HG3	1,26.10 ⁻⁵	IV – dosti slabě propustné	5,53.10 ⁻⁴	IV - nízká
HG5	4,44.10 ⁻⁶	V – slabě propustné	2,48.10 ⁻⁵	V – velmi nízká
HG6	3,74.10 ⁻⁶	V – slabě propustné	5,98.10 ⁻⁵	V – velmi nízká

Podle klasifikace vypracované J. Jettem (1973) je možno charakterizovat zvodněnou vrstvu v okolí čerpaných vrtů HG1, HG3 a HG6 jako dosti slabě propustnou ve třídě propustnosti IV, u vrtu HG2 a HG5 jako slabě propustnou ve třídě propustnosti V. Nejpropustnější je tedy horninové prostředí saturované zóny v okolí vrtů HG1 a HG3 a nejméně propustné v okolí vrtu HG2 a HG5.

Transmisivity je možno podle J. Krásného (1986) charakterizovat jako nízkou až vysokou, ve třídě transmisivity IV až V. Zjištěná transmisivita naznačuje z vodohospodářského hlediska prostředí s předpokladem kvantitativního využití podzemní vody jednotlivými odběry pro místní (individuální) zásobování obyvatelstva při omezené spotřebě (pro třídu transmisivity V) až menšími odběry pro místní zásobování pro jednotlivé domy, hospodářská stavení nebo jejich malé skupiny (pro třídu transmisivity IV).

2.2.2.7 Model proudění podzemní vody a transportu částic

Pro potřeby modelování proudění podzemní vody (podklad pro kalibraci modelu) byla vykreslena mapa hydroizohyps ze srpna 2017. Modelovaná oblast byla volena s přihlédnutím k prozkoumanosti zájmového území (vstupní údaje).

- Proudění podzemní vody probíhá především v původních údolích vzniklých před navezení odpadu. Po navezení odpadu představují původní údolí, ve dnech vyplňená sedimenty, privilegované cesty proudění podzemní vody.
- Hydrogeologický kolektor tvoří zóna eluvií břidlic a kvartérní sedimenty (především deluviální), mocnost tohoto kolektoru byla stanovena na základě vrtného průzkumu.
- V místě původních elevací nemusí být eluvia trvale zvodněná, nemusí probíhat aktivní oběh podzemní vody.
- Podzemní voda má napjatou hladinu, nadložní izolátor tvoří mocný materiál navážek.

- V antropogenním sedimentu (navážkách) není vytvořena jednotná zvodeň, voda je akumulována v propustných materiálech a vytváří lokální zvodnění (např. vrt HG4), voda je většinou vázána jako voda kapilární. To se na geofyzikálních profilech projevuje jako zóny sníženého odporu – vodivější místa.
- Zdroje podzemní vody byly definovány následovně:
 - podzemní voda přitékající z křídového kolektoru, který ke skládce přiléhá ze severu,
 - omezeně lze předpokládat i přítok podzemní vody z břidlic (jde o pomalu proudící vodu s vysokou mineralizací, nízkým pH, vysokým obsahem síranů),
 - srážky, které spadnou na plochu navážek, jako limitní z hlediska dotace podzemní vody byla zvolena mocnost navážek 20 m,
 - odpadní vody, předpoklad dotace podzemní vody odpadními vodami vychází z výsledků analýz, kdy byla zjištěna současná přítomnost dusičnanů a amonných iontů.
- Drenážní oblast podzemní vody zpod skládky je na jižním okraji, v místě původního údolí ve střední části jižního svahu.
- Na okraji skládky vznikají zamokřená místa. Pod severním svahem se zřejmě tvoří v důsledku výstupu podzemní vody z křídových sedimentů v místech, kde na ně navazují nepropustné materiály navážek. Pod jižním svahem jsou zamokřená místa místy výstupu podzemní vody na povrch terénu.

Celková plocha modelu má obdélníkový tvar o délce stran 1 000 m a 450 m (tedy téměř 0,5 km²). Modelovaná oblast byla pokryta mřížkou, kterou tvoří jednotlivé buňky. Rozměr těchto buněk byl nastaven na 5 × 5 m. Dále byla mřížka rozdělena do 90 řad a 200 sloupců. Jednotlivé vrstvy modelu tedy tvoří celkem 18 000 buněk.

Model proudění podzemní vody byl na zájmové lokalitě uvažován jako dvouvrstevný. 3D model povrchu je na obr.1 v příloze č. 11. Výškové úrovně jednotlivých litologických vrstev byly stanoveny interpolací dat získaných z provedených vrtných prací (na základě petrologických profilů jednotlivých vrtů) provedených na zájmové lokalitě. Konkrétně se jedná o data z celkem 16 vrtů (INK-1 až INK-7, HG-1 až HG-6 a J-2 až J-4). Báze skládky byla digitalizována pomocí původního topografického podkladu zájmového území z roku 1952.

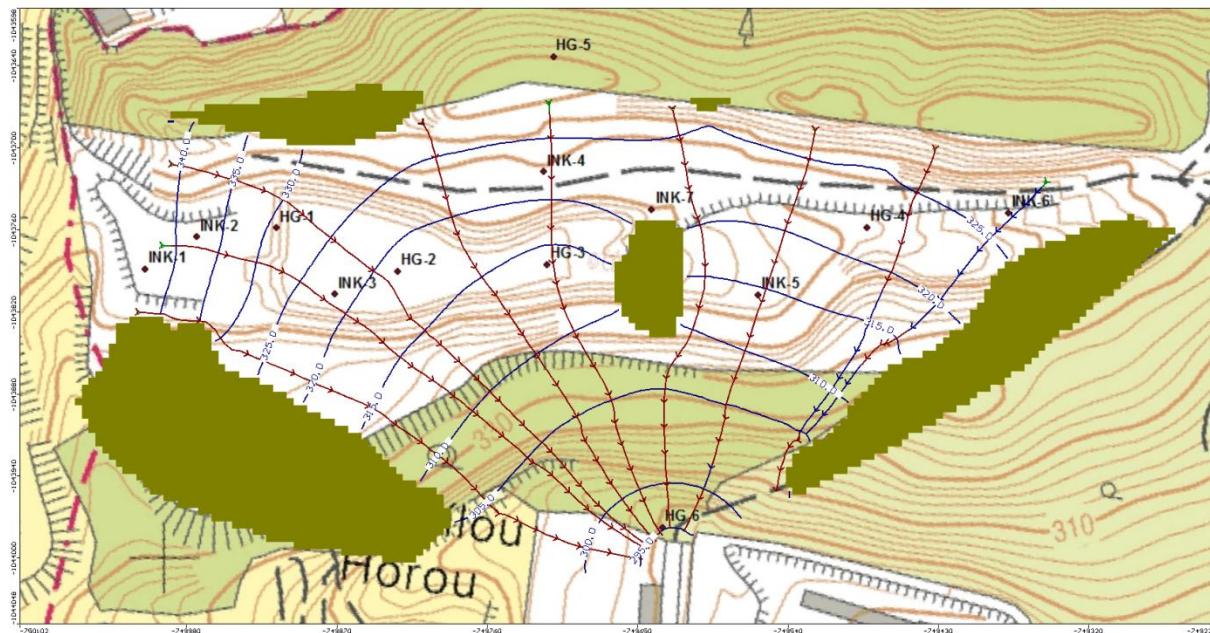
První modelovanou vrstvou je antropogenní navážka. Z hlediska složení uložených materiálů je navážka velmi různorodá. Jsou zde zastoupeny štěrky, píska, jíly a úlomkovité horniny převážně získané z ražby metra. Dále jsou zde uloženy odpadní materiály ze staveb, jako betonové prvky, panely, stavební sut'. Dle historických informací zde měly být ukládány i pneumatiky, kovy, plasty, hlušina. Na lokalitě byla zjištěna i přítomnost azbestu a živičných lepenek. Mocnost vrstvy je velmi proměnlivá (maximální mocnost 60 m). Pro tuto vrstvu byl uvažován koeficient filtrace $k_{xy} = 1,0 \cdot 10^{-8}$ m/s. Druhá modelovaná vrstva je tvořena písčitými jíly a hlinitým pískem s průměrnou mocností 6,0 m a průměrným koeficientem filtrace $k = 1,6 \cdot 10^{-5}$ m/s. Pod touto vrstvou se nacházejí jílové sedimenty, které tvoří nepropustné podloží zvodně.

Okrayové podmínky byly zvoleny jako umělé dle hydroizohyps a byly zadávány převážně jako 1. okrajová podmínka (konstantní hydraulická výška). Zbylé hranice modelu tvoří okrajová podmínka II. typu (Neumannova), konkrétně se jedná o její specifický typ, kdy

přítok z okrajové podmínky je nulový. Buňky za okrajovými podmínkami byly nastaveny jako neaktivní, model s nimi tudíž dále nepočítal.

Hodnota efektivní infiltrace v ploše modelu byla stanovena na 50 mm/rok (jedná se o cca 10 % z průměrného úhrnu srážek 525 mm/rok) a byla zadána pouze do buněk, ve kterých mocnost antropogenních navážek nepřesáhla 20 m. Předpokladem je, že při vyšších mocnostech antropogenních navážek (>20 m) je zamezena infiltrace srážkové vody do kolektoru.

Model byl kalibrován na hladiny podzemní vody, které byly změřeny 18. 8. 2017. Cílem kalibrace bylo dosáhnout co největší shody mezi úrovněmi hladin podzemní vody změřenými ve vrtech a úrovněmi hladin, které byly vypočítány programem.



Obr. č. 2.2.2-2: Transport kontaminantu – Particles Tracking vč. ekvipotenciálních linií

Aktivní proudění podzemní vody je vázáno na 2. modelovanou vrstvu – písčité jíly a hlinité písky. Erozní bázi tvoří propustné sedimenty v údolí Motolského potoka. V antropogenních navážkách je vyvinut pouze nespojitý kolektor. Dá se předpokládat, že těleso skládky obsahuje značné množství dutin a pórů, které jsou vyplňeny vzduchem či vodou.

Z modelového řešení vyplývá, že generelní směr proudění podzemní vody je od severu a severozápadu k jihu až jihovýchodu. Hydraulická výška se v modelu pohybuje od 340,0 m n. m. při jeho sz. okraji do 295,0 m n. m. při jeho j. okraji.

Modelovaným územím o šířce cca 750 m protéká kolektorem cca 10,24 l/s. Maximální skutečná postupová rychlosť v pórech je $v = 9,7 \cdot 10^{-6}$ m/s (0,84 m/den).

Na obrázku č. 4 v příloze č. 11 je zobrazen transport kontaminantu pomocí Particles Tracking. Barevné linie se šipkami zobrazují trajektorii částic, které jsou unášeny advekcí z okrajových částí modelu. Rychlosť proudění částic odpovídá rychlosti proudění podzemní vody, tedy $9,7 \cdot 10^{-6}$ m/s (maximální rychlosť proudění). Vzdálenost mezi jednotlivými šipkami na liniích představuje 60 dní.

Nejzávažnější nejistotou hydraulického modelu je geometrie kolektoru, zejména v okrajových částech modelu musela být mocnost kolektoru odhadována.

Modelem bylo prokázáno, že v tělese Motolské skládky nedochází k aktivnímu proudění podzemní vody. Aktivní proudění podzemní vody probíhá v písčitých jílech a hlinitých píscích, které se nachází na bázi skládky. Vzhledem k velké mocnosti antropogenních navážek je přímá infiltrace ze srážek značně omezena.

V závislosti na kolísání hladiny podzemní vody dochází k nasycení kolektoru kontaminantu ze skládky a následnému vyplavování těchto látek mimo zájmový prostor (do údolí Motolského potoka).

Zpráva o hydraulickém modelování je v příloze č. 11.

2.2.2.8 Zpracování výškopisných dat digitálního modelu terénu

Současná skládka má výšku až 373 m n. m, a to především v její západní části. Směrem k východu (příjezdové trase ke skládce) výška skládky klesá až k 335 m n. m. Samotná deponie má délku (ve směru přibližně ze západu na východ) přibližně 815 m, ve směru sever-jih má měří 320 až 60 m.

Pro srovnání změn ve výškopisu bylo využito topografické mapy v systému S-1952 v měřítku 1: 10 000. Mapa byla tištěna v r. 1960, mapováno bylo v r. 1956. Správcem těchto dat je Český úřad zeměměřický a katastrální. Z vrstevnic, které se na této mapě nacházejí, byl vytvořen přibližný model terénu, který byl v lokalitě ještě, než zde vznikla skládka.

Za pomocí obou modelů terénu (terén z r. 1956 a ze současnosti) byl vypočítán odhad objemu navezeného materiálu. Výsledná hodnota činí 5 109 921 m³ materiálu na ploše 216 879 m². Z důvodu odlišných metod získání dat mezi oběma porovnávanými výškopisy nelze přesnost tohoto výpočtu garantovat, přesto však lze s vysokou pravděpodobností tvrdit, že objem navezeného materiálu převyšuje 5 mil. m³.

Byl vypočítán i rozdíl výšek mezi oběma terénními modely, který ukazuje mocnost vrstvy uloženého materiálu (obr. 4 v příloze č. 13). Na některých místech skládky je vrstva materiálu mocná až 58 m. Střední výška skládky je přibližně 25 m.

2.2.2.9 Analýza vývoje území na základě leteckých měřických snímků

V prostoru současné skládky se dříve nacházel sklonitý terén, který se svažoval ze severu na jih. Místy se nacházely i terasovité svahy. Většinu sledované plochy zaujmaly louky, byl zde však i drobný les a ovocné sady (viz Situace lokality včetně topografie na mapě z roku 1956 v příloze č. 10).

Co se týče zástavby v okolí a jejího vývoje, obytná zástavba se v 19. století nacházela jižně a severně od místa dnešní skládky. K největšímu rozšířování okolní zástavby docházelo především ve druhé polovině 20. století. Vývoj zástavby v okolí lokality je opět uveden v příloze č. 10.

Na zvolené lokalitě mohl být ukládán odpad během stavby motolské nemocnice (stavební práce byly započaty již v roce 1941), rozšířování skládky pak mohlo být způsobeno několika dalšími stavebními pracemi v Praze, především výstavbou jednotlivých linek metra či rozšířováním samotné motolské nemocnice. Ukládání odpadu průběžně probíhalo během 20. století až do současnosti.

Samotná skládka na prvních dostupných leteckých snímcích není viditelná. Ještě na snímku z roku 1969 není v místě nic zřetelného. První skutečně evidentní navážka je viditelná na snímku z roku 1975.

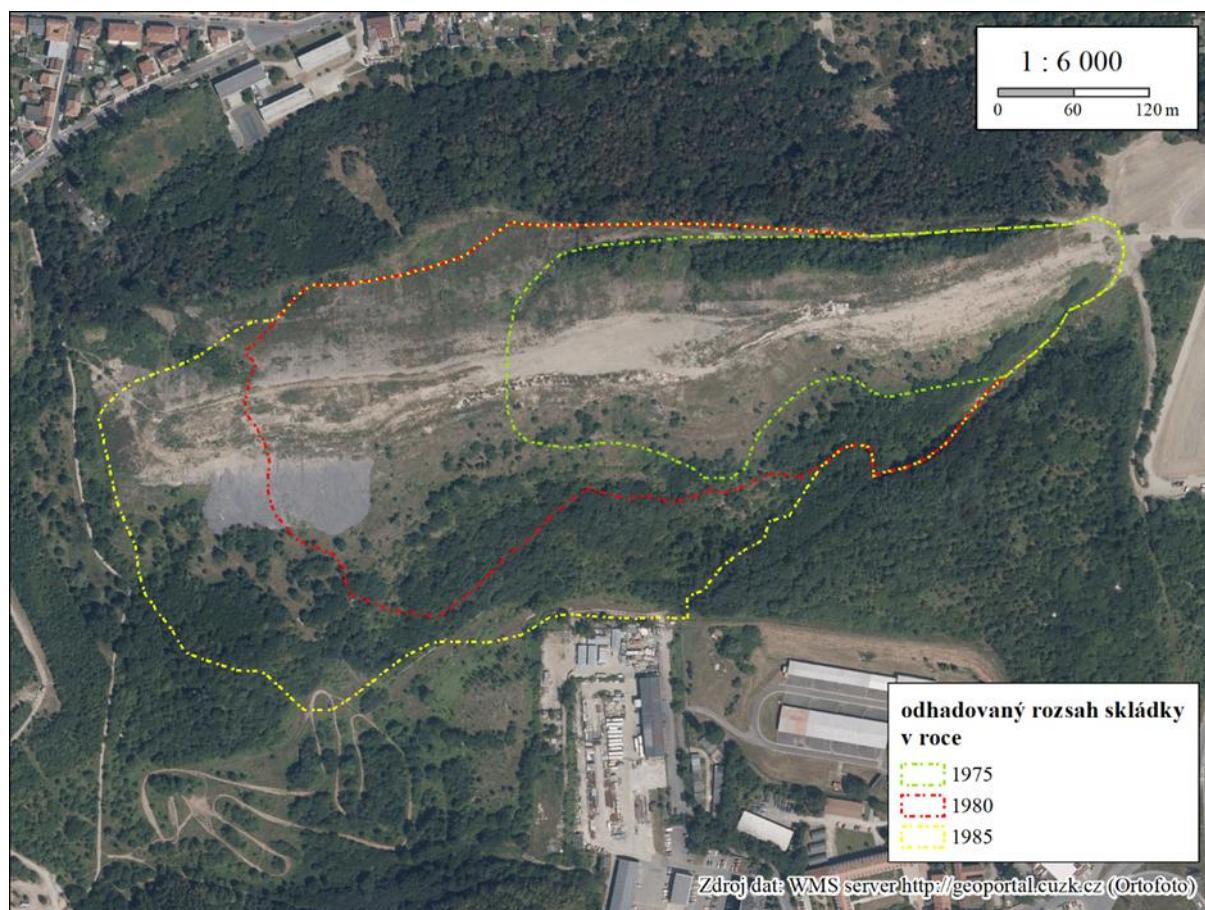
V letech následujících začalo docházet k rozsáhlým změnám v lokalitě. Snímek z roku 1980 ukazuje výrazné zvětšení lokality skládky, která byla ještě více rozšířena do roku 1985.

Vývoj odhadované plochy skládky v letech 1975–1985

Tabulka č. 2.2.2-6

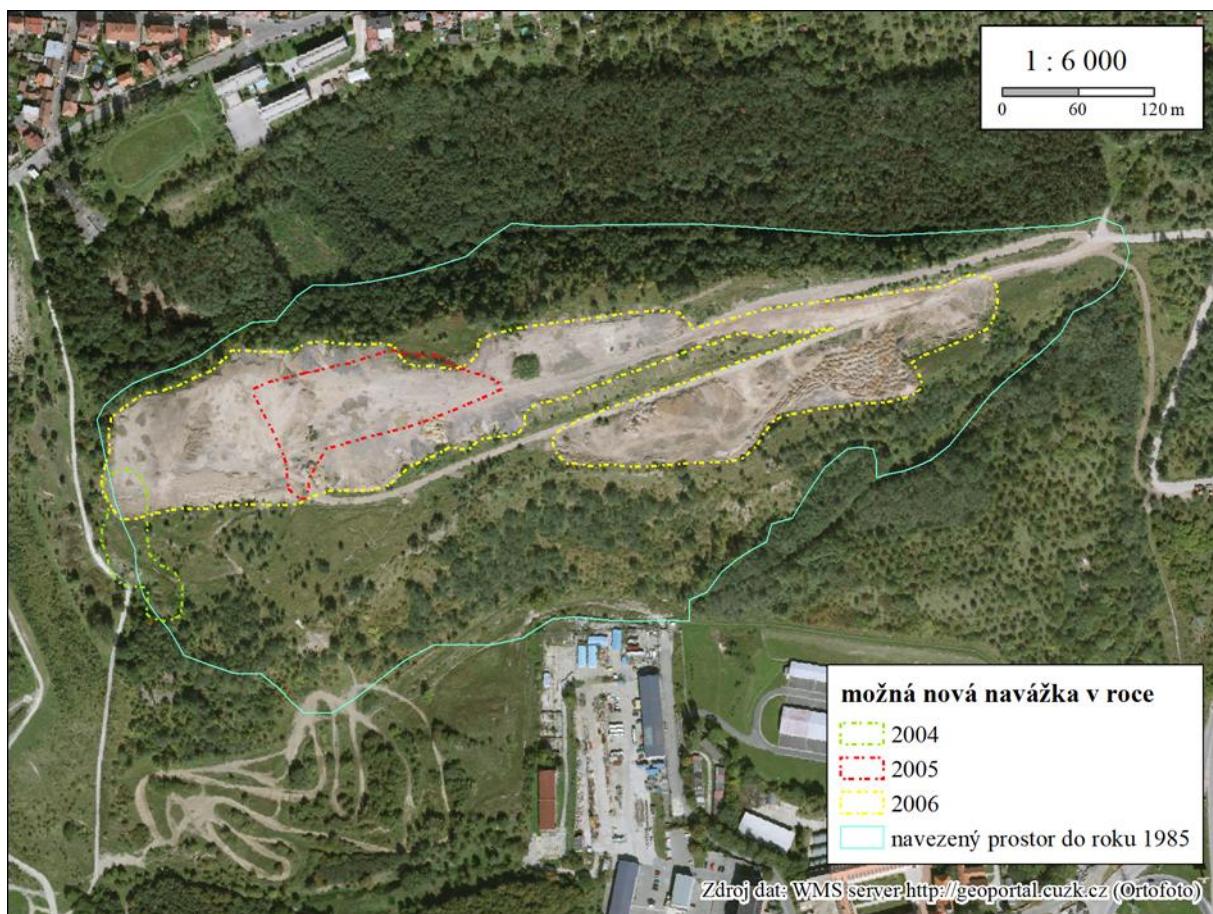
Rok	1975	1980	1985
Plocha [m ²]	64 082	133 574	191 075

Mezi roky 1985–1989 bylo na vrcholu skládky vystavěno několik budov, které však byly postupně odstraňovány, až mezi lety 1996–2001 zcela vymizely.



Obr. č. 2.2.2-3: Odhadovaný rozsah skládky v letech 1975, 1980 a 1985

Území pak bylo do roku 2004 ponecháno ladem, následně začalo docházet k další navážce na dané území. Na snímku z roku 2004 jsou zřetelné změny na západním okraji zkoumaného území o ploše menší než 0,4 ha, nicméně částečně přesahující plochu původní navážky z 20. století. V porovnání se změnami v následujících letech jde ale o relativně malou plochu, navíc na snímcích není prokazatelné, že opravdu došlo k navezení materiálu (možnou přičinou může být i drobný sesuv). Navyšování skládky je však již evidentní na snímku z roku 2005, zasažená plocha byla odhadnuta na 1 ha. Na konci roku 2006 však byl nově navezen materiál na již významné části prostoru skládky, a to do plochy přibližně 6 ha. Na snímku z roku 2007 nejsou další změny evidentní, další prostory, kam byl navezen materiál, však byly viditelné opět v roce 2008.

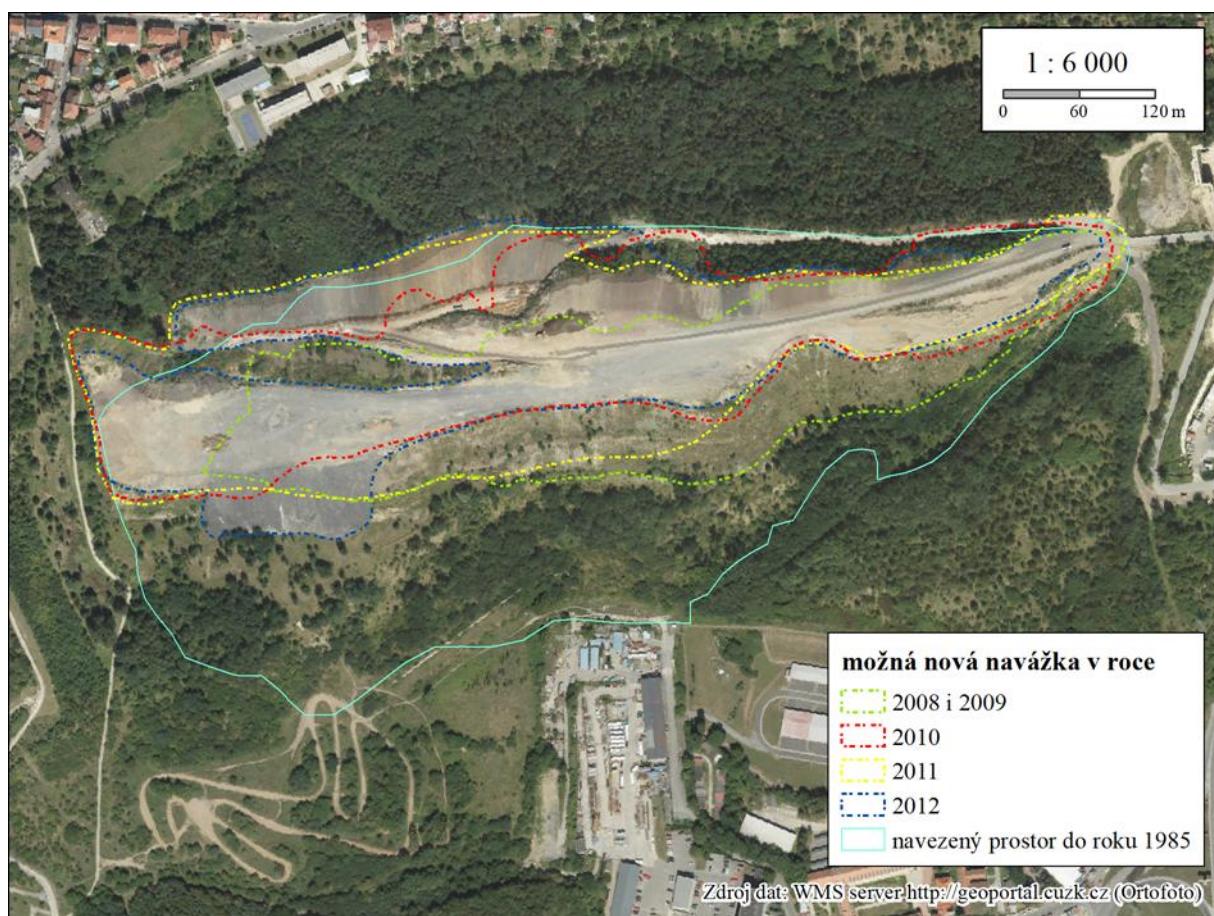


Obr. č. 2.2.2-4: Odhadovaný prostor, kde probíhala navážka v letech 2004, 2005 a 2006

V roce 2009 je zřetelné pokračování navážky, a to přibližně na stejném prostoru, jako to bylo viditelné na snímku z roku 2008. V roce 2010 byla nová část skládky rozšířena více na sever, kde nahradila již částečně zalesněný prostor skládky. Dále se rozšířila zavezená oblast na severozápadním okraji do míst, kam nezasahovala ani původní navážka z 20. století. V tomto prostoru pokračovala navážka i do roku 2011. Přibližně na stejném území pokračovala navážka i během roku 2012, v roce 2013 podobně. V roce 2014 byly zaznamenané jisté aktivity na vrcholu skládky, přesto zde již další ukládání materiálu není prokazatelně viditelné.

Na snímcích v letech 2015, 2016 i počátku 2017 je zřejmé, že již k dalšímu navážení materiálu na skládku pravděpodobně nedocházelo. Je viditelné zatravňování lokality i zarůstání náletovými dřevinami.

V příloze č. 10 je uveden odhadovaný rozsah skládky v letech 1975, 1980 a 1985, stejně jako odhadovaný prostor, kde probíhala navážka v letech 2004, 2005 a 2006 a odhadovaný prostor, kde probíhala navážka v letech 2008–2012.



Obr. č. 2.2.2-5: Odhadovaný prostor, kde probíhala navážka v letech 2008-2012

2.2.2.10 Atmogeochimický průzkum

Výsledky z měření skládkového plynu jsou uvedené v tabulce č. 2.2.2-7.

Rozdělení skládek dle intenzity tvorby plynu

Tabulka č. 2.2.2-7

Objekt	Datum měření	Obsah CH ₄ (%)	Obsah CO ₂ (%)	Obsah O ₂ (%)	Obsah BAL (%)	Obsah CO (ppm)	Obsah H ₂ S (ppm)
INK1	25.7.2017	0,2	0,2	17,1	82,5	1	0
INK2	10.7.2017	0,2	0,3	16,3	83,2	1	0
INK3	9.8.2017	1,5	0,5	17,6	80,4	2	0
INK4	24.7.2017	1,8	0,3	19,2	78,7	0	0
INK5	14.6.2017	2,1	0,6	14,9	82,4	1	1
INK6	13.7.2017	0,2	0	19,9	79,9	0	0
INK7	24.8.2017	0,4	0,2	18,6	80,8	0	0
HG1	18.8.2017	1,9	0,5	15,8	81,8	1	0
HG2	18.8.2017	2,6	1,8	6,8	88,8	3	1
HG3	18.8.2017	0,2	0,2	19,1	80,5	1	0
HG4	18.8.2017	0,2	0	20,1	79,7	4	0
HG5	18.8.2017	0,2	6,5	15,2	78,1	0	0
HG6	18.8.2017	0,3	1,7	16,8	81,2	0	0

Přepočet plynů na 0 % obj. O₂ není uveden, protože zjištěné koncentrace metanu 0,2 až 2,6 % obj. jsou velmi nízké.

Z uvedených výsledků vyplývá, že ve staré části skládky dochází k minimální tvorbě skládkového plynu, v průměru 0,9 % obj. CH₄. Skládku lze zařadit do třídy I – střední koncentrace tvorby CH₄ <7,4 % obj. tzn., že odplynění není nutné (dle ČSN 83 8034 Skládkování odpadů – odplynění skládek).

2.2.2.11 Měření ručním rentgenovým analyzátem

Prvkovým analyzátem na bázi rentgenové fluorescence (XRF) byla proměřena všechna vrtná jádra hydrogeologických a inklinometrických vrtů (řady HG a INK) v celé hloubce vždy po jednom metru. Měření bylo realizováno v laboratoři na směsných vzorcích odebraných z celé délky každého hloubkového metru příslušných vrtných jader.

Přístroj je schopen detektovat širokou škálu převážně těžších prvků, z nichž proměřeny byly následující: P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Rb, Sr, Zr, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, W, Hg, Pb. Z těchto prvků pak byla věnována pozornost především těžkým kovům (Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Se, Ag, Cd, Sn, Sb, Hg a Pb), dále pak As, ale také S, Cl a Mn. Všechny uvedené prvky mohou vypovídat o antropogenním původu kontaminace. Největší váhu však mají hlavně uvedené těžké kovy. Ostatní prvky jsou běžně přítomny ve všech zeminách a byly měřeny jen pro dokreslení geologické situace. (P, K, Ca, Ti, Fe, Rb, Sr, Zr).

V tabulkách v příloze 4.6 jsou uvedeny výsledky měření pro jednotlivé hloubkové metry jednotlivých vrtných jader. Červenou barvou jsou zvýrazněny hodnoty prvků, které už významněji překračují hodnoty detekované v nekontaminovaných zeminách či slepých vzorcích. V případě, že jsou tyto hodnoty zvýšené jen nevýznamně, jsou úrovně, ze kterých byly vzorky odebrány, podezřelé z kontaminace či možným ovlivněním uloženým odpadem. V některých místech však byly naměřeny vysoké hodnoty sledovaných cílových prvků, což s vysokou pravděpodobností poukazuje na přítomnost kontaminace nebo silné ovlivnění dané vrstvy odpady či jinou antropogenní činností.

Mezi nejvíce kontaminované vrstvy z pohledu výsledků získaných z analýz pomocí XRF analyzátoru, o kterých lze s největší pravděpodobností prohlásit, že jsou ovlivněny antropogenní činností, lze řadit následující:

- HG-1 (26-29 m) – laboratorně zjištěny BTEX, PAU, uhlovodíky C₁₀-C₄₀, olovo a arsen v sušině
- HG-2 (18-19 m a 27-30 m) – v obou částech laboratorně zjištěny BTEX, PAU, uhlovodíky C₁₀-C₄₀, olovo a arsen v sušině
- HG-3 (10-12 m) – laboratorně zjištěny olovo, arsen a PAU v sušině
- INK-1 (18-22 m) – laboratorně zjištěny olovo, nikl, chrom, arsen uhlovodíky C₁₀-C₄₀, xyleny, PAU i PCB v sušině
- INK-2 (20-25 m) – laboratorně zjištěny PAU, uhlovodíky C₁₀-C₄₀, nikl, olovo a arsen v sušině
- INK-4 (11-14 m) – laboratorně zjištěny PAU, uhlovodíky C₁₀-C₄₀, olovo a xyleny v sušině
- INK-7 (41-42 m) – laboratorně zjištěny BTEX, PAU, uhlovodíky C₁₀-C₄₀, olovo a arsen v sušině

Na základě získaných výsledků lze pak přibližně odhadnout, ve kterých úrovních jednotlivých vrtů se bude pravděpodobně nacházet kontaminace související s přítomností odpadu či antropogenní činností.

Tyto výsledky jsou v souladu se zjištěnými analytickými výsledky

2.2.2.12 Geodetické práce

Souřadnice zaměřených bodů byly vypočteny v pravoúhlém rovinném souřadném systému S-JTSK. Nadmořské výšky byly vypočteny ve výškovém systému „Balt po vyrovnání“. Výškově byla u všech vrtů určena nadmořská výška terénu při ústí vrtu a nadmořská výška pažnice, popř. dalšího určeného pevného bodu.

Geodetické zaměření jednotlivých vrtů

Tabulka č. 2.2.2-8

označení	Y	X	Z – pažnice/OB	Z - terén	popis
HG1	749916,02	1043758,95	375,41	374,83	hydrogeologický vrt
HG2	749827,41	1043790,38	374,07	373,39	hydrogeologický vrt
HG3	749718,44	1043785,47	370,71	370,06	hydrogeologický vrt
HG4	749484,66	1043758,61	359,42	358,74	hydrogeologický vrt
HG5	749713,88	1043633,99	331,36	330,71	hydrogeologický vrt
HG6	749634,22	1043977,48	299,67	299,67	hydrogeologický vrt
INK1	750012,361	1043788,885	373,434	372,93	inklinometrický vrt
INK2	749973,963	1043765,682	375,222	374,92	inklinometrický vrt
INK3	749873,236	1043807,144	373,578	373,11	inklinometrický vrt
INK4	749721,023	1043718,155	355,881	355,43	inklinometrický vrt
INK5	749564,321	1043807,881	364,141	363,74	inklinometrický vrt
INK6	749381,041	1043748,040	352,076	351,68	inklinometrický vrt
INK7	749641,959	1043745,375	368,721	368,36	inklinometrický vrt

Měřická zpráva je součástí přílohy č. 6. Výsledky zaměření průzkumných děl jsou zobrazeny v mapových podkladech – příloha č. 2.2 a geofyzikální zprávě – příloha č. 9.

2.2.2.13 Vzorkovací práce

Vzorky podzemní vody, povrchové vody, zemin a odpadů, byly odebrány dle postupů uvedených v kapitole 2.2.1.11.

Vzorkovací práce byly realizovány v souladu s Metodickým pokynem MŽP „Vzorkovací práce v sanační geologii“ z roku 2007 a v souladu s příslušnými částmi ISO ČSN 5667 „Pokyny pro odběr vzorků vod“ a ČSN EN 14899, TNI CEN/TR 15310 „Charakterizace odpadů – Vzorkování odpadů“.

2.2.2.13.1 Podzemní voda

Podzemní voda byla vzorkována z 6 hydrogeologických vrtů HG1, HG2, HG3, HG4, HG5 a HG-6 (dříve J-1, vyhlouben v roce 2015,) a 4 inklinometrických vrtů INK1, INK2, INK4 a INK5.

Při každém odběru vzorků byla měřena teplota, elektrická vodivost a pH přímo v terénu. Vzorek byl odebrán z výtlačné hadice odběrného čerpadla (dynamicky, na konci čerpací zkoušky) do standardních, označených vzorkovnic.

Vzorky podzemních vod byly bezprostředně po odběru dopraveny v chladicích boxech k laboratornímu zpracování.

2.2.2.13.2 Povrchová voda

Povrchová voda byla vzorkována z Motolského potoka (ve 2 profilech – v místě možného ovlivnění a nad ním) a z pramenního vývěru na jihu skládky. Občasné jezírko na severozápadě skládky bylo v době vzorkování suché.

Nad rámec projektu byla odebrána povrchová voda ze 3 rybníků, nacházejících se jihozápadním směrem od skládky, ve směru proudění a z tůňky z motolského potoka.

Vzorky povrchové vody byly odebrány přímým náběrem do označených vzorkovnic. Vzorky z Motolského potoka byly odebírány v blízkosti levého břehu (přestupu podzemních vod do vod povrchových v břehové části toku).

Bezprostředně po odběru byly vzorky vod v chladicích boxech dopraveny k laboratornímu zpracování.

2.2.2.13.3 Zeminy, odpady a kaly

Byl proveden odběr směsných vzorků z výnosu jádra vrtů z každých 10 m (+ zbytku výnosu z jádra po dovrtnání příslušného vrstu), případně ze senzoricky znečištěné zóny.

K odběru vzorků zemin a odpadů bylo využito výnosu vrtných jader z hydrogeologických i inklinometrických vrtů. Nad rámec projektu byly odebrány dnové sedimenty ze 3 rybníků, nacházejících se jihozápadním směrem od skládky, ve směru proudění.

Odběrovým nářadím byla nerezová lopatka. Vzorky byly odebrány do vzorkovnic dodaných laboratoří a bezprostředně po odběru dopraveny v chladicích boxech k laboratornímu zpracování.

Vzorek zeminy pozadového vzorku, tedy neovlivněného skládkou (geochemického fónu) byl odebrán v rámci 2. fáze ekologického auditu v roce 2015.

Vzorek vyzvednuté zeminy a odpadu z průzkumného díla byl před odběrem umístěn na laboratorní podnos a očištěn. Následně bude separována vnitřní část vrtného jádra, která se nedostala do kontaktu s vrtným nářadím, ani nebyla rozrušena nebo deformována v průběhu vrtných prací a přiměřeně homogenizována. Přitom byly odstraněny hrubší zrnitostní frakce \varnothing nad 10 mm. Následně byl vzorek opakován kvartován a přemístěn v potřebném objemu do vzorkovnice.

2.2.2.14 Analytické práce

Výsledky analýz zemin a odpadů ve skládce i podzemní vody byly srovnávány s tzv. geochemickým fónem (dále jen GF), tedy s výsledky rozborů vzorků z vrstu J-3 – pozadový

vzorek, SZ os skládky, vyhlouben a zlikvidován v roce 2015 – v tomto vrtu nebyla zjištěna kontaminace, avšak je ovlivněna přítoky z křídových sedimentů. Dále je možno použít zlikvidovaný vrt J-2 na SV straně skládky, kde také nebyla zjištěna kontaminace. Analýzy pozadového vzorku byly navýšeny o příslušné % nejistoty laboratorního stanovení. Informativně uvádíme i srovnání s Metodickým pokynem MŽP – Indikátory znečištění z 05/2013 (dále jen IZ). Indikátory znečištění se doporučuje používat zejména:

- pro indikaci přítomnosti znečištění jednotlivými chemickými látkami,
- pro indikaci míst nebo částí lokalit bez přítomnosti závažného znečištění jednotlivými chemickými látkami, nevyžadujících další průzkum či hodnocení znečištění,
- jako kritérium pro výběr prioritních škodlivin ve fázi zpracování analýzy rizik,
- v rámci posuzování úrovně (intenzity) znečištění pro hodnocení priorit při plnění databáze SEKM,
- při havarijních situacích, kdy hrozí nebezpečí z prodlení jako dočasný sanační limit do doby zpracování analýzy rizik a odvození sanačních limitů.

Vybrané zeminy, resp. odpady z prostoru skládky, byly analyzovány a hodnoceny dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. (v platném znění) – tabulky č. 2.1, nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů pro jednotlivé třídy využitelnosti a dle stejné vyhlášky i podle tabulek č. 4.1 nejvýše přípustné koncentrace škodlivin pro odpady, které nesmějí být ukládány na skládky skupiny S – inertní odpad a 10.1, nejvýše přípustné koncentrace škodlivin v sušině odpadů.

Výsledky analýz podzemních vod v prostoru skládky a jejím okolí byly porovnávány s limitními ukazateli dle vyhlášky č. 5/2011 Sb. o vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod a informativně bylo přihlédnuto i k IZ.

Výsledky analýz povrchové vody v prostoru skládky a jejím okolí byly porovnány s limitními ukazateli dle nařízení vlády 401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech. – tabulky č. 1a (přípustné znečištění – roční průměr), tabulky č. 1b (NEK-RP: norma environmentální kvality vyjádřená jako celoroční průměrná hodnota), tabulky č. 1b (NEK-NPK: norma environmentální kvality vyjádřená jako nejvyšší přípustná koncentrace, která je nepřekročitelná) a tabulky č. 1c (NEK-RP: norma environmentální kvality vyjádřená jako celoroční průměrná hodnota.)

2.2.2.14.1 Podzemní a povrchová voda

Výsledky rozborů podzemní vody jsou tabulkově uvedeny v příloze č. 4.1.

Níže je uveden seznam kontaminantů vyskytujících se v podzemní vodě prostoru Motolské skládky v nadlimitním množství (porovnáno s referenčními hodnotami – dále jen RfH, dle vyhl. 5/2011 Sb., případně IZ):

- **Kyanidy celkové** (max. 0,012 mg/l – vrt HG2)
- **Dusičnany** (max. 54,2 mg/l – vrt INK4)
- **Dusitany** (max. 0,63 mg/l – vrt INK4)
- **Sírany** (max. 2933 mg/l – vrt HG4)
- **Fluoridy** (max. 1 mg/l – vrt HG2)

- **CHSK-Mn** (max. 8,64 mg/l – vrt HG3)
- **Chloridy** (max. 325 mg/l – vrt INK5)
- **Nikl** (max. 1146 µg/l – vrt HG5)
- **Zinek** (max. 1397 µg/l – vrt HG5)
- **Olovo** (max. 17,8 µg/l – vrt HG5)
- **Kadmium** (max. 3,57 µg/l – vrt HG5)
- **Mangan** (max. 11,3 mg/l – vrt INK4)
- **Kobalt** (max. 370 µg/l – vrt HG5)
- **Lithium** (max. 2,85 µg/l – vrt HG5)
- **Sodík** (max. 450 mg/l – vrt INK5)
- **Rtut'** (max. 0,73 µg/l – vrt INK5)
- **Uhlovodíky C₁₀-C₄₀** (max 0,4 mg/l – vrt INK1)
- **Ethylbenzen** (max. 1,6 µg/l – vrt HG5)
- **Xyleny** (max. 4,4 µg/l - vrt HG2)
- **Naftalen** (max. 0,876 µg/l – vrt INK5)
- **Fenantren** (max. 6,58 µg/l – vrt INK5)
- **Antracen** (max. 1,5 µg/l – vrt INK5)
- **Fluoranten** (max. 2,44 µg/l – vrt INK5)
- **Pyren** (max. 1,33 µg/l – vrt INK5)
- **Benzo(a)antracen** (max. 0,63 µg/l – vrt INK5)
- **Chrysen** (max. 0,111 µg/l – vrt INK5)
- **Benzo(a)pyren** (max. 0,004 µg/l – vrt INK2)
- **Benzo(ghi)perylen** (max. 0,014 µg/l – vrt INK2)
- **Indeno(1,2,3-cd)pyren** (max. 0,022 µg/l – vrt INK2)
- **PAU (suma 12)** (max. 12,9 µg/l – vrt INK5)

Ostatní látky nebyly zjištěny v nadlimitních hodnotách.

Vrt na přítoku podzemní vody do skládky – HG5 – na severním okraji skládky

Podzemní voda z vrtu HG-5 je Ca-Mg-SO₄ chemického typu, výrazně kyselá reakce (pH = 3,71), vodivost je 326 mS/m. Byly zjištěny vysoké obsahy síranů je 2 890 mg/l, niklu 1 146 µg/l, zinku 1 397 µg/l, olova 17,8 µg/l, kadmia 3,57 µg/l, manganu 10 mg/l, kobaltu 370 µg/l, lithia 2,85 µg/l, ethylbenzenu 1,6 µg/l a xylenů 2 µg/l, což jsou hodnoty jednotlivých ukazatelů, u kterých byl překročen RfH. Obsah rozpuštěných láttek byl 4225 mg/l.

Vrty ve skládce – INK2, INK4, INK5, HG1, HG2, HG3 a HG4

Podzemní voda z vrtů INK2 až INK4 a HG1 až HG4 je Ca-Mg-HCO₃ a Ca-Mg-SO₄ chemického typu, neutrální až slabě kyselé reakce (pH = 6,60 – 7,25), konduktivita je 198 až 497 mS/m. Obsah kyanidů celkových kolísá mezi 0,005 až 0,012 mg/l (hodnoty překročeny

na základě srovnání s IZ u vrtů INK4, INK5, HG1 až HG3), dusičnan dosahují až 54,2 mg/l (VRT INK4), dusitan 0,63 mg/l (VRT INK4), sírany kolísají mezi 142 – 2933 mg/l (RfH překročeny u všech těchto vrtů, kromě INK4 a HG3), u fluoridů hodnoty kolísají mezi 0,28 – 1 mg/l (hodnoty překročeny na základě srovnání s IZ u vrtů INK-5, HG-2 a HG-3), chloridy kolísají mezi 12 – 325 mg/l (RfH překročeny u všech těchto vrtů, kromě INK2 a INK4). Hodnota CHSK_{Mn} dosahovala nejvíce 8,64 mg/l (VRT HG3). Obsah rozpuštěných látek dosahoval nejvíce 5850 mg/l (HG4).

Z hlediska obsahů kovů byl nikl překročen pouze u INK4 – 61,5 µg/l, kadmium pouze u vrtu INK4 – 1,92 µg/l, hodnoty manganu kolísají mezi 0,89 až 11,3 mg/l (RfH překročeny u všech těchto vrtů), kobalt překročen pouze u vrtu INK4 – 112 µg/l, lithium kolísá od <0,1 – 2,85 µg/l (RfH překročeny u vrtů INK2, INK4 a INK5), sodík překročen pouze u vrtu INK5 – 450 µg/l, rtuť překročena pouze u vrtu INK5 – 0,73 µg/l.

Z hlediska přítomnosti organických látek kolísají uhlovodíky C₁₀–C₄₀ mezi <0,1 – 0,3 mg/l (RfH překročeny u vrtů INK5, INK4 a HG2), xyleny byly překročeny pouze u vrtu HG2 – 4,4 µg/l, naftalen překročen na základě srovnání s IZ pouze u vrtu INK5 – 0,876 µg/l, fenantren kolísá mezi <0,02 – 6,58 µg/l (RfH překročeny u vrtů INK4 a INK5), antracen překročen pouze u vrtu INK5 – 1,5 µg/l, fluoranten překročen pouze u vrtu INK5 – 2,44 µg/l, pyren překročen pouze u vrtu INK5 – 1,33 µg/l, benzo(a)antracen kolísá mezi <0,005 – 0,063 µg/l (překročen na základě srovnání s IZ u vrtů INK4, INK5, HG2 a HG3), chrysen kolísá v rozmezí <0,005 – 0,11 µg/l (RfH překročeny u vrtů INK5, HG2 a HG3), benzo(a)pyren překročen na základě srovnání s IZ pouze u vrtu INK2 – 0,004 µg/l, benzo(g,h,i)perylen překročen pouze u INK2 – 0,014 µg/l, indeno(1,2,3-cd)pyren překročen pouze u INK2 – 0,022 µg/l a PAU (suma 12) překročena pouze u INK5 – 12,9 µg/l.

Vrty na odtoku podzemní vody ze skládky INK1, a HG6 – na jižním okraji skládky

Podzemní voda z vrtů INK1 a HG6 je Ca-Mg-HCO₃ a Ca-Mg-SO₄ chemického typu, neutrální až slabě kyselé reakce (pH = 6,03 – 6,72), konduktivita je 148 až 301 mS/m. Obsahy síranů kolísají v rozmezí 617 – 1520 µg/l (RfH překročeny u všech těchto vrtů), nikl dosahuje 58,9 µg/l což je hodnota, která přesahuje Rfh (VRT INK1), kadmium dosahuje 1,24 µg/l, což je hodnota, která přesahuje Rfh (VRT INK1), mangan kolísá v rozmezí 2,46 – 3,55 µg/l (RfH překročeny u všech těchto vrtů).

Z hlediska obsahů kovů kobalt dosahuje 85,4 µg/l což je hodnota, která přesahuje Rfh (VRT INK1), lithium dosahuje 0,19 µg/l což je hodnota, která přesahuje Rfh (VRT INK1).

Z hlediska přítomnosti organických látek dosahují uhlovodíky C₁₀–C₄₀ 0,4 mg/l což je hodnota, která přesahuje Rfh (VRT INK1), fenantren dosahuje 0,372 µg/l což je hodnota, která přesahuje Rfh (VRT INK1), fluoranten dosahuje 0,137 µg/l což je hodnota, která přesahuje Rfh (VRT INK1), benzo(a)antracen dosahuje 0,006 µg/l což je hodnota, která překračuje srovnání s IZ (VRT INK1) a PAU (suma 12) dosahuje 0,563 µg/l což je hodnota, která přesahuje Rfh (VRT INK 1).

Výsledky rozborů povrchové vody jsou tabulkově uvedeny v příloze č. 4.2.

Níže je uveden seznam kontaminantů vyskytujících se v povrchové vodě v blízkosti Motolské v nadlimitním množství (porovnáno s referenčními hodnotami – dále jen RfH, dle sbírky zákonů 401/2015 Sb.):

K překročení přípustných hodnot došlo u analyzovaných objektů dle zákona č. 401/2015 Sb. Tab. 1a (přípustné znečištění – roční průměr) v ukazateli pro sírany u objektů Motolský

potok, Pramen, Pramen Motolský potok, s maximální hodnotou 1842 mg/l u objektu Pramen. U chloridů došlo k překročení u všech objektů (Motolský potok, Pramen, Rybníky 1, 2, 3, Motolský potok – tůňka a Motolský potok – Pramen) s maximální hodnotou 265 mg/l u objektu Pramen. Pro vápník došlo k překročení přípustných hodnot u objektů Motolský potok, Pramen a Motolský potok – Pramen s nejvyšší hodnotou 490 mg/l u objektu Pramen.

Dle zákona č. 401/2015 Sb. Tab. 1c NEK-RP došlo u analyzovaných objektů k překročení přípustných hodnot v ukazateli pro mangan s nejvyšší překročenou hodnotou 1,46 mg/l u objektu Motolský potok – tůňka, v ukazateli bóru s nejvyšší překročenou hodnotou 599 µg/l u objektu Pramen, u uhlovodíků C₁₀-C₄₀ došlo k překročení u objektů Rybník 1, 2, 3 a Motolský potok – Pramen s nejvyšší překročenou hodnotou 0,22 mg/l pro Rybník 2.

Dle sbírky zákonů 401/2015 Sb. Tab. 1b NEK-RP došlo u analyzovaných objektů k překročení přípustných hodnot v ukazateli pro benzo(a)pyren pouze u objektu Rybník 3 v hodnotě 0,003 mg/l.

Vzorek vody vytékající z Motolské skládky v její jižní části (tzv. Pramen) byl analyzován na **radiologické parametry** – celkovou objemovou aktivitu alfa, celkovou objemovou aktivitu beta a radon. Ve všech případech byly výsledky pod mezí detekce analytické metody.

2.2.2.14.2 Zeminy a odpady

Indikátory znečištění zemin odpovídají screeningovým hodnotám znečištění zemin RSL, resp. SSL a byly použity jako informativní pro ostatní plochy mimo průmyslově využívaná území.

Souhrnné výsledky laboratorního stanovení jsou přehledně uvedeny v tabulce – příloha č. 4.3 až 4.5. K překročení geochemického fónu GF pro tuto lokalitu pro zeminy došlo u následujících stanovení:

- **Kovy**

Geochemický fón stopových kovů (J-3) byl překročen u následující analyzované škály kovů, tzn. Ni, Pb, Cr, As, Hg.

Maximální a průměrné obsahy kovů v tělese skládky a okolí

Tabulka č. 2.2.2.-9

Stanovení	Těleso skládky		Okraj skládky		GF	
	Maximum	Průměr	Maximum	Průměr		
Ni	83,3	50,05	36,5	26,25	27,84	
Pb	419	215	240	126,2	12,48	
Cr	52,2	32,5	69,9	40,55	33,96	
As	108	57,705	23,9	20,4	11,952	
Hg	0,42	0,31	0,23	0,215	0,26	

V tabulce č. 2.2.2.-9 jsou uvedeny průměrné a maximální obsahy kovů v zeminách a odpadech jednak v samotném tělese skládky (vrty INK2, INK4, INK5, HG1, HG2, HG3 a HG4) a jednak ze zemin mimo těleso skládky (INK1, HG5 a HG6) ve srovnání s GF.

Z tabulky je patrné, že obsahy kovů jsou v tělese skládky vyšší než je GF a obsahy kovů v horninovém prostředí při vnějším okraji skládky (s výjimkou chrómu, který u vrty INK1 dosahoval 69,9 mg/kg) jsou obdobné nebo nižší, než GF.

- **Ropné látky**

Průměrný obsah uhlovodíků C₁₀–C₄₀ v tělese skládky je 1 115,3 mg/kg, maximální 2 180 mg/kg (vrt INK3, metráž 22,8 – 23,0 m). V zeminách při okraji skládky ve vrtu HG5 0,0 – 10,0 m dosahovaly hodnoty pro uhlovodíky C₁₀–C₄₀ 200 mg/kg.

- **PCB**

PCB látky byly zjištěny pouze ve vrtu HG4 v metráži 0,0 – 10,0 m, a to v koncentracích 0,041 mg/kg pro sumu kongenerů.

- **PAU**

Průměrný sumární obsah PAU (12) v tělese v skládky (INK2, INK4, INK5, HG1, HG2, HG3 a HG4) je 1 614,15 mg/kg, maximální 3 228 mg/kg (ve vrtu INK5, metráž 50,8 – 51,1 m). V zeminách při okraji skládky byly kongenery PAU zjištěny s průměrným sumárním obsahem 17,7 mg/kg, maximální 35,1 mg/kg (ve vrtu INK1, metráž 20,0 – 30,0 m).

- **BTEX**

Průměrný sumární obsah BTEX v tělese skládky (INK2, INK4, INK5, HG1, HG2, HG3 a HG4) je 0,65 mg/kg, maximální 1,06 mg/kg (ve vrtu HG2, metráž 20,0 – 30,0 m). V zeminách při okraji skládky byly BTEX zjištěny s průměrným sumárním obsahem 0,135 mg/kg, maximální 0,3 mg/kg (ve vrtu INK1, metráž 0,0 – 10,0 m).

Rozbory odpadů (zemin) dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. v platném znění

Odpady z vrtů INK1 až INK7 a HG1 až HG5 byly podrobeny laboratorním rozborům a to na zjištění třídy vyluhovatelnosti dle tabulky č. 2.1 uvedené vyhlášky a dále dle tabulek č. 4.1 a 10.1 požadavky na obsah škodlivin v odpadech využívaných na povrchu terénu. Výsledky jsou zpracovány do tabulek uvedených v přílohách č. 4.3 a 4.4.

K překročení nejvýše přípustných hodnot ukazatelů pro třídu vyluhovatelnosti I došlo u síranů ve všech vrtech kromě vrtu HG1 s maximálními hodnotami 2 933 mg/l u vrtu HG5 (0–10 m), u fluoridů s maximálními hodnotami 3,84 mg/l u vrtu HG2 (60–65 m) a fenolů jednosytných s maximálními hodnotami 0,28 mg/l u vrtu INK5 (51,8 – 51,1 m).

Ekotoxikologické parametry

Ekotoxicita byla hodnocena dle vyhlášky 294/2005 Sb. ve znění pozdějších předpisů, tab. 10.2, sl. I a II, požadavky na výsledky ekotoxikologických testů. Všechny analyzované vzorky kromě vzorků odebraných u objektů INK-5 (50,8 – 51,1 m), HG-4 (30–40 m) a INK2 (10–20 m) vyhovují vyhlášce. Výsledky jsou zpracovány do tabulek uvedených v příloze č. 4.5.

2.2.3 Shrnutí plošného a prostorového rozsahu a míry znečištění

V přílohách č. 4.1 až 4.5 jsou uvedeny přehledné tabulky rozborů podzemní vody, povrchové vody, zemin a odpadů. V příloze č. 3.3 je graficky znázorněna kontaminace podzemní vody stopovými kovy. V příloze č. 3.4 je graficky znázorněna kontaminace podzemní vody ropnými látkami, BTEX a PAU. V příloze č. 3.5 je graficky znázorněn obsah ropných látek a PAU v zeminách a odpadech. V příloze č. 3.5 je graficky znázorněn obsah stopových kovů v zeminách a odpadech

Na základě výše uvedených výsledků jednoznačně vyplývá, že Motolská skládka obsahuje nebezpečné odpady (resp. odpady obsahující nebezpečné látky v nadlimitním množství), což se projevuje zejména zvýšenými obsahy kovů v zeminách (zejména Ni, Pb, Cr, As, Hg), ropných látek, toluenu, etylbenzenu, xylenů a PAU. V jednom vzorku byla zjištěna i přítomnost PCB.

Bylo zjištěno, že Motolská skládka ovlivňuje kvalitu podzemní vody zejména zvýšenými obsahy kovů (Ni, Zn, Pb, Cd, Co, Li, Hg, Mn) a PAU (především fenantren, antracen, fluoranten, pyren a chrysen). Dále byly zjištěny zvýšené koncentrace dusičnanů, dusitanů, síranů, fluoridů, chloridů a kyanidů. Z organických látek byly zjištěny etylbenzen a xyleny.

Ovlivnění podzemní vody jiným zdroje znečištění, než je Motolská skládka, nebylo prokázáno. Byly však zjištěny zvýšené vyšší obsahy bóru a amonných iontů způsobené vlivem odpadních vod, jelikož přes skládku vedla kanalizace ze zařízení staveniště na západě.

V půdním vzduchu tělesa Motolské skládky nebyly atmogeochemickým průzkumem zjištěny zvýšené koncentrace metanu. Na skládce nedochází k tvorbě skládkového plynu. Skládka byla zařazena do I. třídy (obsah CH₄ < 7,4 % obj.).

2.2.4 Posouzení šíření znečištění

Posouzení šíření znečištění bylo zpracováno na základě zjištěných výsledků z průzkumu lokality a jejího okolí a přírodních podmínek na lokalitě (geologická stavba území, směry odvodňování, hydraulický gradient, existence privilegovaných cest apod.).

2.2.4.1 Šíření znečištění v nesaturované zóně

Nesaturovaná zóna je na skládce tvořena navážkou – heterogenním skládkovým materiélem, který je tvořený horninami získanými převážně z ražby metra. Dále jsou zde uloženy odpadní materiály ze staveb, jako betonové prvky, panely, stavební sut'. Dle historických informací zde měly být ukládány i pneumatiky, kovy, plasty, hlušina. Na lokalitě byla zjištěna i přítomnost azbestu a živičných lepenek. V podloží skládky se nachází deluviofluviální sedimenty (v místech původních terénních depresí) jako písčité jíly s úlomky hornin a hlinitý písek, popř. eolickodeluviální sedimenty s mocností 5 až 8 m.

V nesaturované zóně – odpadu, byly zjištěny zejména zvýšené koncentrace těžkých kovů (Ni, Pb, Cd, Cr, As, Co), PAU a ropných látek. K šíření kontaminace v nesaturované zóně dochází pouze v omezené míře vertikálním směrem, infiltrací atmosférických srážek do tělesa skládky, přičemž dochází k vymývání kontaminantů přítomných v tělese skládky a jejich následnému transportu směrem k hladině podzemní vody. Tento proces je závislý na velikosti efektivní infiltrace. V závislosti na kolísání hladiny podzemní vody v kolektoru na bázi skládky dochází k nasycení kolektoru kontaminanty ze skládky a následnému vyplavování těchto látek mimo zájmový prostor. Transport kontaminantů může být dále zpomalen sorpčními procesy.

2.2.4.2 Šíření znečištění v saturované zóně

Na skládce a v jejím okolí byla vrty hlubokými 50 a více metrů ověřena jedna zvodeň v kvartérních písčitých jílech s úlomky hornin, zvětralých břidlicích a hlinitých píscích. Generelní směr proudění podzemní vody je od severu a severozápadu k jihu až jihovýchodu.

Hydraulický gradient podzemní vody byl pro západní odtokový profil stanoven na základě rozdílu výšky hladin podzemní vody mezi vrty HG-1 a HG-2 (tedy ve směru proudění podzemní vody k JV) na $i = 0,112$. Efektivní pórovitost kolektorských vlastností písčitých jílů a hlinitých písků byla odhadnuta na 30 %. Koeficient filtrace byl zvolen jako průměr z vypočtených a interpretovaných hodnot k ve vrtech (HG-1, HG-2, HG-3 a HG-5) $k = 1,59 \times 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$.

Na základě výše uvedených skutečností byl proveden výpočet skutečné rychlosti proudění podzemní vody saturovanou zónou zvodně v kvartérních sedimentech v profilu vrtů HG-1 a HG-2 podle vztahu:

$$v_s = k_F \cdot i/n_e,$$

kde:

- v_s skutečná rychlosť proudění podzemní vody [m/s]
- k_F koeficient filtrace [m/s] ($1,59 \times 10^{-5} \text{ m/s}$)
- i hydraulický gradient (bezrozměrný) (0,112)
- n_e efektivní pórovitost (bezrozměrná) (0,30)

Skutečná rychlosť proudění podzemní vody v saturované zóně kvartérních sedimentů na profilu vrtů HG-1 a HG-2 je $5,9 \times 10^{-6} \text{ m/s}$, což je cca 0,51 m/den, tj. 186,15 m/rok.

Uvedené rychlosti proudění podzemní vody je zároveň možno považovat za rychlosti šíření anorganické kontaminace (resp. zejména těžkých kovů). Zároveň jsou platná pouze pro kontaminanty dokonale rozpustné ve vodě, které se nesorbují, nepodléhají biodegradaci, jsou chemicky stálé a nejsou zabudovávány do biomasy.

Hlavními polutanty, které byly zjištěny ve zvýšených koncentracích v podzemní vodě jsou kovy (Ni, Zn, Pb, Cd, Co, Li, Hg, Mn) a PAU.

Podle Darcyho zákona byl stanoven odtok podzemní vody (Q_{PZ}) ze skládky, který je potřebný pro výpočet látkového toku kontaminantů.

$$Q_{PZ} = h \times l \times k_F \times i,$$

kde:

- h = šířka průtočného profilu (750 m skládka)
- l = mocnost zvodně (průměrně 6 m – viz geologická dokumentace)
- k_F = koeficient filtrace ($1,59 \times 10^{-5} \text{ m/s}$)
- i = hydraulický gradient (0,112)

Potom odtok podzemní vody ze skládky je $8,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$, tedy cca **692 m³/den**.

2.2.4.3 Šíření znečištění povrchovými vodami

Povrchové vody se na skládce nenacházejí, pod skládkou protéká Motolský potok (viz kap. 1.2.4), významná kontaminace zde ovšem nebyla zjištěna. Pramen, vytékající z jižního svahu skládky vykazoval zvýšenou koncentraci rozpustěných látek a vysoké obsahy síranů, chloridů a bóru, typického pro skládky. Motolský potok teče dále přes soustavu 3 rybníků, kde nebylo zjištěno významné znečištění, ale byly zde prokázány zvýšené koncentrace ropných látek a v rybníku č. 3 zvýšené koncentrace PAU (nelze však vyloučit jiný zdroj znečištění, než je skládka).

2.2.4.4 Charakteristika vývoje znečištění z hlediska procesů přirozené atenuace

Během transportu kontaminantu dochází k jeho postupnému odbourávání řadou procesů, které jsou komplexem mnoha fyzikálně chemických a termodynamických parametrů, se vzájemným působením dalších prvků a sloučenin včetně vlivu biosféry. Jde o složitý souhrn řady procesů: a kaskádových reakcí, z nichž některé sloučeniny působí jako katalyzátory. Mezi hlavní procesy podmiňující migraci látek v hydrogeologických kolektorech patří procesy:

- oxidačně redukční
- hydratace
- hydrolýza
- tvorba komplexních iontů
- vznik koloidních systémů a suspenzí
- rozpouštění
- srážení a koprecipitace
- sorpce a desorpce
- krystalizace
- různé druhy přeměny, rozpadu a rozkladu (např. radioaktivní, biodegradace)

V horninovém prostředí podléhá většina organických sloučenin biodegradačním procesům aerobním nebo anaerobním. Aerobní biochemická degradace je ovlivněna především přítomností a druhem mikroorganismů ve vodě, teplotou, koncentrací toxicických a biogenních prvků a organického znečištění, obsahem kyslíku ve vodě a velikostí povrchu částic volné fáze. Důležitým faktorem je i velikost mezifázové plochy mezi organickou látkou a vodou. Emulgací se rychlosť degradace zvýší o jeden až dva řady. Anorganické kontaminanty nepodléhají biodegradačním procesům. Ke snižování koncentrace těžkých kovů dochází ve směru šíření kontaminace procesy hydrodynamické disperze a difuze, tyto procesy však nevedou ke snížení množství kontaminantů ve zvodni.

Organickými polutanty, které byly zjištěny ve zvýšených koncentracích, jsou v oblasti skládky v nesaturované zóně především ropné látky a PAU. Z anorganických polutantů byly ve skládce zjištěny ve zvýšené míře těžké kovy (Ni, Pb, Cd, Cr, Co, As, Zn, Li, Hg). U těchto látek není možné počítat s výrazným uplatněním atenuačních procesů ve smyslu snížení celkové hmotnostní bilance polutantů.

2.2.5 Shrnutí šíření a vývoje znečištění

V oblasti skládky dochází k vyluhování kontaminantů z odpadů nesaturované zóny a jejich transportu dále do podložní saturované zóny. Dle výsledků rozborů zemin (odpadů) ze skládky a podzemních vod je šíření kontaminantů nesaturovanou zónou nízké. Generelní směr migrace polutantů je v nesaturované zóně svisle na hladinu podzemní vody. V saturované zóně probíhá migrace procesy advekce, disperze, molekulární difuze, případně iontové výměny. Z tělesa skládky odtéká podzemní voda k j, do prostoru deprese v okolí vrtu HG-6. Generelní směr proudění podzemní vody je od severu a severozápadu k jihu až jihozápadu.

Rychlosť proudění podzemní vody v saturované zóně byla v oblasti skládky vypočtena na cca **0,51 m/den, tedy 186,15 m/rok**. Z toho vyplývá, že podzemní voda kontaminovaná výluhy

ze západního okraje skládky doteče k vrtu HG-6 za cca **882 dní**. Odtok podzemní vody z nezabezpečené staré skládky byl vypočítán na hodnotu cca **692 m³/den**.

Znečištění na skládce je tvořeno především těžkými kovy (Ni, Pb, Cd, Cr, Co, As, Zn, Li, Hg), ropnými látkami a PAU.

2.2.6 Omezení a nejistoty

Provedené výpočty migračních parametrů vycházejí v některých případech pouze z kvalifikovaných odhadů některých veličin. Některé kvalifikované odhady mohou být zatíženy chybou, která vyplývá z nedostatečných znalostí o charakteru horninového prostředí a zejména bodových informací o stavu kontaminace v tělese skládky (na ploše skládky cca bylo provedeno pouze 12 vrtů) zejména co se týká jejího plošného a hloubkového rozsahu.

Část kontaminujících látek mohla proniknout do nehomogenit horninového prostředí, kde je běžnými postupy nezjistitelná.

3. Hodnocení rizika

3.1 Identifikace rizik

3.1.1 Určení a zdůvodnění prioritních škodlivin a dalších rizikových faktorů

Z výsledků provedených chemických analýz vzorků zemin, odpadů a podzemních vod byly zjištěny nadlimitní koncentrace některých sledovaných polutantů. Kontaminace byla jak organického, tak anorganického charakteru.

Nejvíce kontaminované byly vrty HG-5, kde byla prokázána masivní kontaminace zejména těžkými kovy a dále vrtu INK-5, kde bylo zjištěno znečištění zejména látkami ze skupiny PAU.

Obecně byly v **podzemní vodě** zjištěny vysoké koncentrace síranů, chloridů, dusíkatých látek a kyselé prostředí – zejména ve vrtu HG-5, který se nachází v severní části skládky. Z těžkých kovů byly zjištěny v nadlimitních koncentracích nikl, olovo, kobalt, zinek, kadmiump, lithium a rtuť. Byly zjištěny i mírně zvýšené obsahy ropných látek, kyanidy, bodově ethylbenzen a xyleny. Ve zvýšených koncentracích byly zjištěny téměř všechny sledované látky ze skupiny PAU.

V **zeminách a odpadech** byly zjištěny nadlimitní koncentrace těžkých kovů (nikl, olovo, kadmiump, chrom, arsen a kobalt), a to víceméně ve všech vrtech v prostoru skládky a dále pak ropné látky a PAU – nejvyšší koncentrace byly zjištěny ve vrtu INK-5.

Kontaminanty vnášené do životního prostředí, mohou být spolu s biogenními látkami transportovány jednotlivými složkami životního prostředí různou rychlostí, mohou podléhat různým fyzikálním, chemickým, popř. biologickým přeměnám. Těmito změnami mohou mnohdy vznikat produkty s mnohem škodlivějšími účinky, než měl původní polutant.

Hygienický význam jednotlivých škodlivin je hodnocen podle tří základních typů působení:

- organoleptické působení (pach, chuť, barva), které mohou být prvním indikátorem potenciálního zdravotního ohrožení,
- přímá toxicita, resp. karcinogenita, mutagenita, teratogenita,
- nepřímá škodlivost (ovlivnění samočisticích procesů, degradace, resp. rezistentnost, schopnost bioakumulace). Z hlediska toxikologického je pak ve vztahu k ohrozitelným subjektům potřebné zabývat se nejen člověkem, ale i subjekty, jejichž poškození může mít nepřímý dopad na zdraví člověka, tj. půdou a rostlinstvem, neboť přes tyto subjekty se mohou škodliviny dostat až do potravního řetězce.

Škodlivost anorganických a organických látek pro člověka a jiné složky biosféry je posuzována řadou organizací, z nichž lze jmenovat kromě U. S. EPA také Světovou zdravotnickou organizaci (WHO), Mezinárodní organizaci pro výzkum rakoviny (IARC) a další. V centru pozornosti uvedených organizací je člověk, resp. škodlivost látek je posuzována z hlediska jejich vlivu na člověka. Na základě toxikologických testů je u těchto látek zjišťována jejich toxicita, popř. genotoxicita, karcinogenita, mutagenita, teratogenita, případně jejich synergické nebo bioakumulační schopnosti. V hodnocení zdravotního rizika se kromě extrapolace výsledků toxikologických testů na zvířatech vychází i ze studia lidské populace (epidemiologické studie).

V zeminách, resp. odpadech, byly jako prioritní kontaminanty určeny následující látky, které tak vstupují do dalšího hodnocení rizik.

- Ni (83,3 mg/kg – vrt INK-5, 60,0 – 63,7 m),
- Pb (419 mg/kg – vrt HG-3, 0,0 – 10,0 m),
- Cd (3,53 mg/kg – vrt INK-6, 10,0 – 20,0 m),
- Cr (69,9 mg/kg – vrt INK-1, 10,0 – 20,0 m),
- As (38,1 mg/kg – vrt INK-6, 30,0 – 40,0 m),
- Co (20,8 mg/kg – vrt INK-4, 30,0 – 40,0 m),
- Ropné uhlovodíky C₁₀–C₄₀ (2 020 mg/kg – vrt INK-5, 50,8 – 51,1 m),
- toluen (0,27 mg/kg – vrt INK-4, 40,0 – 50,0 m),
- ethylbenzen (0,33 mg/kg – vrt INK-4, 40,0 – 50,0 m),
- xyleny (0,61 mg/kg – vrt HG-2, 20,0 – 30,0 m),
- naftalen (80 mg/kg – vrt INK-5, 50,8 – 51,1 m),
- fenantren (579 mg/kg – vrt INK-5, 50,8 – 51,1 m),
- antracen (172 mg/kg – vrt INK-5, 50,8 – 51,1 m),
- fluoranten (604 mg/kg – vrt INK-5, 50,8 – 51,1 m),
- pyren (564 mg/kg – vrt INK-5, 50,8 – 51,1 m),
- benzo(a)antracen (270 mg/kg – vrt INK-5, 50,8 – 51,1 m),
- chrysén (225 mg/kg – vrt INK-5, 50,8 – 51,1 m),
- benzo(b)fluoranten (193 mg/kg – vrt INK-5, 50,8 – 51,1 m),
- benzo(k)fluoranthen (132 mg/kg – vrt INK-5, 50,8 – 51,1 m),
- benzo(a)pyren (236 mg/kg – vrt INK-5, 50,8 – 51,1 m),
- benzo(ghi)perylen (85,4 mg/kg – vrt INK-5, 50,8 – 51,1 m),
- indeno(1,2,3-cd)pyren (87,9 mg/kg – vrt INK-5, 50,8 – 51,1 m).

V podzemní vodě byly jako prioritní kontaminanty určeny následující látky:

- Ni (1,146 mg/l – vrt HG-5 v severní části skládky, dále vrty INK-1 a INK-4),
- Zn (1,397 mg/l – vrt HG-5 v severní části skládky),
- Pb (0,0178 mg/l – vrt HG-5 v severní části skládky),
- Cd (0,00357 mg/l – vrt HG-5 v severní části skládky, dále vrty INK-1 a INK-4),
- Co (0,37 mg/l – vrt HG-5 v severní části skládky, dále vrty INK-1 a INK-4),
- Li (0,00285 mg/l – zejména ve vrtu HG-5 v severní části skládky),
- Mn (11,3 mg/l – vrt INK-4 v severní části skládky),
- Hg (0,00073 mg/l – vrt INK-5 v jižní části skládky),
- fenantren (0,00658 mg/l – vrt INK-5 v jižní části skládky, dále vrty INK-1 a INK-4),
- antracen (0,0015 mg/l – vrt INK-5 v jižní části skládky),
- fluoranten (0,00244 mg/l – vrt INK-5 v jižní části skládky, dále vrt INK-1),
- pyren (0,00133 mg/l – vrt INK-5 v jižní části skládky),
- chrysen (0,000111 mg/l – vrt INK-5 v jižní části skládky).

3.1.2 Základní charakteristika příjemců rizik

Potenciálními příjemci rizik jsou:

- Pracovníci pohybující se na skládce a provádějící případné terénní, sanační či rekultivační práce; tito pracovníci jsou potenciálními příjemci kontaminace z kontaminovaných zemin (ingesce, dermální a inhalační kontakt). Tento scénář předpokládá nepoužití ochranných pomůcek u pracovníků na skládce. V případě použití prostředků BOZP (ochranný oděv, rukavice, respirátor) je tento scénář nereálný, protože nedojde k přímému kontaktu.
- Okolní pozemky, jimž hrozí zasypáním tělesem skládky při jejím případném sesuvu.
- Vysokotlaký plynovod pro sídliště Řepy, který se nachází u jižní paty skládky – jedná se o riziko vytlačování plastických zemin při patě svahu způsobené svahovými deformacemi tělesa skládky a deformacemi jejího podloží.
- Okolní obyvatelé – zvýšená prašnost (nehutněná nezakrytá skládka) a smogové situace (bariéra pro západní větry a unikající exhalace ze Smíchovské kotliny).
- Podzemní voda – infiltrací srážkových vod do odpadů na skládce, jejich vyluhování a nabohacení skládkové vody o kontaminanty a její následný přetok do podzemních vod v okolí skládky.
- Pracovníci manipulující s podzemní vodou (dermální kontakt).
- Potenciální ohrožení rybníků na Motolském potoce.

Podzemní voda není v nejbližším okolí skládky jímána ani pro pitné ani pro sociální či závlahové účely. Z výsledků atmogeochemického průzkumu vyplývá, že na skládce nedochází ke tvorbě skládkového plynu. Dalším rizikovým faktorem je nestabilita svahu na jz. a z. straně (zejména v případě zvodnění svahu).

Všeobecně platí zásada, že při analýze rizik je dle měřítek US EPA pro posuzování lepší riziko kvalifikovaně nadhodnocovat, než podhodnocovat. Takový přístup zaručuje spolehlivější definici možného nebezpečí a včasnou a relevantní odezvu v případě přijetí adekvátních nápravných opatření.

3.1.3 Shrnutí transportních cest a přehled reálných scénářů expozice

Na základě aktuálně ověřených informací o charakteru a rozsahu kontaminace byly upřesněny relevantní scénáře expozice potenciálně ohrožených příjemců (lidská populace a ekosystémy). Přehled scénářů je zobrazen v následující tabulce.

Aktualizovaný koncepční model

Tabulka č. 3.1.3-1

expoziční cesta	ohnisko	transportní cesta	příjemce rizik	poznámka
1	skládka	zeminy a odpadky na skládce (náhodné pozrení, dermální kontakt, inhalace prachu)	pracovníci pohybující se po skládce	reálné v případě nepoužití ochranných pomůcek
2	skládka	podzemní voda z vrtů (dermální kontakt)	pracovníci manipulující s podzemní vodou	reálné v případě nepoužití ochranných pomůcek
3	skládka	infiltrace průsakových vod do podzemní vody	podzemní voda	skládka není zatěsněná
4	skládka	sesuv odpadu	okolní pozemky	reálný scénář – zjištěna nestabilita svahu
5	skládka	prašnost a větrná bariéra	okolní obyvatelé	viz výše
6	skládka	dotace podzemní vody do povrchových vod – Motolského potoka a rybníků	povrchové vody	nebylo zjištěno významné negativní ovlivnění
7	skládka	plyn vznikající ve skládce (možnost zahoření)	ovzduší	Nereálné, průzkumnými pracemi nebyl zjištěn vývin metanu

Podzemní voda je kontaminovaná výluhy ze skládky. Dochází tak k dotaci kontaminace ze skládky do okolní podzemní vody. Podzemní voda se dále šíří ve směru hydraulického gradientu generelně k J až JV.

K negativnímu ovlivnění kvality podzemní vody existencí kontaminace ve skládce dochází následkem migrace kontaminantů po zónách se zvýšenou propustností a při intenzivnějším promývání srážkovou vodou. K průniku kontaminujících látek do podzemní vody dochází prostřednictvím atmosférických srážek, spadlých na skládku, jež se vsakují do uložených odpadů a vyluhují z nich kontaminující látky. Část srážkových vod je zadržena v tělese skládky či v horninovém prostředí, část je odváděna a část je likvidována výparem.

Ke kontaktu s kontaminovanými zeminami, odpadem a případně i podzemní vodou v prostoru skládky může dojít u pracovníků pohybujících se na skládce a v průběhu případných rekultivačních, sanačních či výkopových a jiných terénních prací. Tento scénář je reálný pouze v případě nepoužití pracovních ochranných pomůcek (ochranný oděv, rukavice, respirátor).

Doba trvání expozice u populace dospělých, kteří by prováděli práce v prostoru skládky, se předpokládá 1 rok, frekvence expozice 228 dní za rok. V souvislosti s tím bylo kvantifikováno riziko v důsledku náhodného požití prachu z kontaminovaných zemin, riziko dermálního kontaktu s kontaminovanými zeminami a podzemní vodou a riziko inhalace kontaminovaného prachu při kontaktu s kontaminovanými zeminami, a to za předpokladu, že pracovníci nebudou využívat ochranné pomůcky (rukavice, respirátor, apod.).

1a) Náhodné požití kontaminované zeminy a prachu – pracovníci na skládce

K náhodnému požití kontaminované zeminy by mohlo dojít během rekultivačních, výkopových a sanačních prací v důsledku např. naslinění prstu, kouření, kontaktu potravy se znečištěnými rukama, při okusování nehtů, záděr apod. Vycházelo se z předpokladu, že pracovník při zemních pracích pozře průměrně množství 100 mg/den kontaminované zeminy. Scénář je reálný pouze v případě nepoužití ochranných pomůcek a dodržování zásad BOZP, přesto bylo v rámci bezpečnosti přistoupeno ke kvantifikaci tohoto rizika.

1b) Dermální kontakt s kontaminovanou zeminou – pracovníci na skládce

K dermálnímu kontaktu se zeminami by mohlo dojít zejména během výkopových a sanačních prací. V kontaktu se zeminami by byly odkryté části těla, a to v případě, že by nebyly používány žádné ochranné pomůcky. Zasažená plocha těla u dospělého člověka by byla $3\ 300\ cm^2$. Scénář je reálný pouze v případě nepoužití ochranných pomůcek a dodržování zásad BOZP, přesto bylo v rámci bezpečnosti přistoupeno ke kvantifikaci tohoto rizika.

1c) Inhalace vzduchu kontaminovaného prachem z kontaminované zeminy – pracovníci na skládce

K inhalaci kontaminovaného vzduchu by mohlo dojít během rekultivačních, výkopových a sanačních prací. Při rozrušování suché zeminy by docházelo k úletu prachových částic do ovzduší. Předpokládá se, že v jednom m^3 vzduchu ve výkopu by bylo ve vznosu cca 100 mg prachu kontaminovaného polutanty. Scénář je reálný pouze v případě nepoužití ochranných pomůcek a dodržování zásad BOZP, přesto bylo v rámci bezpečnosti přistoupeno ke kvantifikaci tohoto rizika.

2a) Dermální kontakt s kontaminovanou podzemní vodou – pracovníci manipulující s podzemní vodou

K dermálnímu kontaktu s kontaminovanou podzemní vodou by mohlo dojít zejména během sanačních či rekultivačních prací. V kontaktu s kontaminovanou podzemní vodou by byly odkryté části těla, a to v případě, že by nebyly používány žádné ochranné pomůcky. Předpokládá se, že pracovníci manipulující s kontaminovanou podzemní vodou stráví na lokalitě 1 rok, a to 228 dní v roce. Průměrná váha dospělého je uvažována 70 kg. Obvyklá doba expoze je 8 hod/den. V kontaktu s kontaminovanou podzemní vodou by byly pouze ruce a převážné zastoupení mužů – předpokládá se povrch kůže $1\ 000\ cm^2$. Scénář je reálný pouze v případě nepoužití ochranných pomůcek a nedodržování zásad BOZP.

3.2 Hodnocení zdravotních rizik

3.2.1 Hodnocení expozice

Výpočet karcinogenních i nekarcinogenních rizik byl proveden i u látek, které prokazatelně přesáhly závazné limity dle platných právních předpisů, jelikož působí společně s látkami, které nebylo možno srovnat s těmito závaznými limity.

Tento postup byl zvolen na straně bezpečnosti a upřesnění kvantifikace rizik v případě kumulativního působení více látek v rámci daného média a expozičního scénáře. Překročení závazných legislativních limitů dle platných právních předpisů však již samo indikuje

závažná zdravotní (příp. ekologická) rizika a prokazuje tak existenci závadného stavu, který je nezbytné řešit.

Výpočet nekarcinogenních rizik byl proveden pro:

- nikl – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c, 2a
- zinek – expoziční scénář 2a
- olovo – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c, 2a
- kadmium – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c, 2a
- chrom – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c
- arsen – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c
- kobalt – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c, 2a
- mangan – expoziční scénář 2a
- rtuť – expoziční scénář 2a
- litium – expoziční scénář 2a
- ropné uhlovodíky C₁₀–C₄₀ – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c
- toluen – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c
- ethylbenzen – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c
- xyleny – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c
- naftalen – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c
- antracen – expoziční scénáře 1a, 1b, 2a
- benzo(a)pyren – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c
- fluoranten – expoziční scénáře 1a, 1b, 2a
- pyren – expoziční scénáře 1a, 1b, 2a

Výpočet karcinogenních rizik byl proveden pro:

- arsen – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c
- olovo – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c, 2a
- nikl – expoziční scénáře 1c, 2a
- ropné uhlovodíky C₁₀–C₄₀ – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c
- naftalen – expoziční scénář 1c
- ethylbenzen – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c
- benzo(a)antracen – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c
- chrysén – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c, 2a
- benzo(b)fluoranten – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c
- benzo(k)fluoranthen – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c
- benzo(a)pyren – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c
- indeno(1,2,3-cd)pyren – expoziční scénáře 1a, 1b, 1c

Pro fenantren a benzo(ghi)perlen nebyly nalezeny v dostupných databázích relevantní informace.

V oblasti skládky byla zhodnocena rizika vyplývající z náhodného požití kontaminované zeminy a prachu pracovníky, dermálního kontaktu s kontaminovanou zeminou u pracovníků, dermálního kontaktu s kontaminovanou podzemní vodou u pracovníků na skládce.

1a) Množství kontaminantů přijaté ze zeminy, odpadu a prachu pracovníky na skládce náhodným požitím bylo vypočteno podle následujícího vztahu:

$$\text{CDI} = (CS \times CF \times IR \times FI \times EF \times ED) / (BW \times AT), \text{ kde}$$

- CS koncentrace kontaminantu v půdě [mg/kg]
- CF konverzní faktor (1.10^{-6})
- IR požité množství [mg/den] (100)
- FI část požitá z kontaminovaných zdrojů (1 – prakticky všechna požitá zemina je kontaminována)
- EF frekvence expozice [případ/rok] (228)
- ED trvání expozice [roky] (1)
- BW váha těla [kg] (70)
- AT časový úsek průměrné expozice [dny]
 - nekarcinogenní působení – doba trvání expozice (365)
 - karcinogenní působení – průměrná doba života (25 550)

1b) Množství kontaminantů přijaté pracovníky na skládce dermálním kontaktem se zeminou bylo vypočteno podle následujícího vztahu:

$$\text{ADD/LADD} = (CS \times CF \times AF \times ABS_d \times SA \times EF \times ED) / (BW \times AT), \text{ kde}$$

- CS koncentrace kontaminantu v zemině [mg/kg]
- CF konverzní faktor (1.10^{-6})
- AF faktor přilnavosti zeminy [mg/cm^2] (0,20)
- ABS_d dermální absorpční faktor
- SA zasažená plocha těla ($3\ 300\ \text{cm}^2$)
- EF frekvence expozice [případ/rok] (228)
- ED trvání expozice [roky] (1)
- BW váha těla [kg] (70)
- AT časový úsek průměrné expozice [dny]
 - nekarcinogenní působení – doba trvání expozice (365)
 - karcinogenní působení – průměrná doba života (25 550)

1c) Množství kontaminantů přijaté pracovníky na skládce inhalací vzduchu kontaminovaného prachem bylo vypočteno podle následujícího vztahu:

$$\text{CDI} = (CA \times IR \times ET \times EF \times ED) / (BW \times AT), \text{ kde}$$

- CA koncentrace látky ve vzduchu [mg/m^3] (100 mg/m^3 prachu ve vznosu)

- IR inhalované množství [m^3/h] (4,8)
- ET doba expozice [h/den] (8)
- EF frekvence expozice [případ/rok] (228)
- ED trvání expozice [roky] (1)
- BW váha těla [kg] (70)
- AT časový úsek průměrné expozice [dny]
 - nekarcinogenní působení – doba trvání expozice (365)
 - karcinogenní působení – průměrná doba života (25 550)

2a) Množství kontaminantů přijaté pracovníky manipulující s podzemní vodou při sanačních pracích dermálním kontaktem s kontaminovanou podzemní vodou bylo vypočteno podle následujícího vztahu:

$$ADD/LADD = (CW \times SA \times K_p \times ET \times EF \times ED \times CF) / (BW \times AT), \text{ kde}$$

- CW koncentrace kontaminantu ve vodě [mg/l]
- SA povrch pokožky přicházející do kontaktu [cm^2] (1 000)
- K_p konstanta permeability průniku kůží [cm/hod]
- ET doba expozice [hod/den] (4)
- EF frekvence expozice [dny/rok] (228)
- ED trvání expozice [roky] (1)
- CF volumetrický konverzní faktor pro vodu (1.10^{-3})
- BW váha těla [kg] (70)
- AT časový úsek průměrné expozice [dny]
 - nekarcinogenní působení – doba trvání expozice (365)
 - karcinogenní působení – průměrná doba života (25 550)

Výsledky jsou uvedeny v tabulkách č. 3.2.2-1 až 3.2.2-8.

3.2.2 Odhad zdravotních rizik

U látek s nekarcinogenním účinkem se vychází z představy, že škodlivý účinek se projeví teprve po překročení určitého prahu úrovně expozice (referenční dávka – RfD), což je maximální denní dávka chemické látky, která v průběhu celoživotní expozice pravděpodobně nezpůsobí poškození zdraví. Hodnoty referenční dávky v $mg \cdot kg^{-1} \cdot den^{-1}$ jsou pro jednotlivé chemické látky uvedeny v tabulkách níže.

Dermálně přijaté referenční dávky RfD_{ABS} jsou odvozeny z referenční dávky pro orální expozici RfD_O dle vztahu:

$$RfD_{ABS} = RfD_O \times ABS_{GI},$$

kde ABS_{GI} je frakce kontaminantu absorbovaná v gastrointestinálním traktu; tyto hodnoty jsou čerpány z databáze RAIS (<http://rais.ornl.gov>)

Pro inhalační expoziční scénáře jsou primárně používány referenční koncentrace RfC (mg/m^3) a jsou čerpány z databáze RAIS (<http://rais.ornl.gov>). Pro přepočet této referenční koncentrace na referenční dávku byla použita rovnice vycházející z předpokládané expozice dospělého člověka o váze 70 kg kontaminantem v koncentraci odpovídající referenční koncentraci při celodenní expozici $20 \text{ m}^3/\text{den}$ vzduchu, tedy:

$$RfD = RfC \times 20 \text{ m}^3/\text{den} \times 70 \text{ kg}$$

V případě absence referenční koncentrace byla použita referenční dávka RfD_{INHAL} z databáze programu Risc Workbench.

Teoretické riziko nekarcinogenních účinků je charakterizováno použitím kvocientu nebezpečnosti (HQ), který je vypočten jako poměr průměrné denní dávky k referenční dávce:

$$HQ = ADD / RfD$$

Pokud je $HQ \leq 1$ je úroveň expozice přijatelná a nehrozí významnější riziko. Reálné riziko nekarcinogenního účinku hrozí při $HQ > 1$. Existuje možnost poškození zdraví, ale nemusí se jednat o indikaci závažných zdravotních rizik, protože RfD a výpočet ADD jsou účelově nadhodnocené. Při současném působení více kontaminantů je nezbytné uvažovat sumární koeficient nebezpečnosti:

$$HQ_{\Sigma} = HQ_a + HQ_b + HQ_c + \dots + HQ_n$$

U látek s karcinogenním účinkem 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:

$$ELCR = CDI \times SF$$

Faktory směrnic karcinogenity v oblasti nízkých dávek jsou uvedeny v tabulkách níže.

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

V případě referenčních dávek pro ropné uhlovodíky byly použity uzanční hodnoty $RfD_{\text{oral}} = RfD_{\text{dermal}} = 0,03 \text{ mg/kg/den}$, jelikož $ABS_{\text{GI}} = 1$ a $RfD_{\text{inhal}} = 0,055 \text{ mg/kg/den}$.

Jelikož se v případě ropných uhlovodíků jedná o směs látek, byla použita hodnota RfD na straně bezpečnosti.

Dle databáze programu RISC – alifatické uhlovodíky RfD inhal – 0,27 až 5 $\text{mg}/\text{kg}/\text{den}$, RfD oral – 0,1 až 5 $\text{mg}/\text{kg}/\text{den}$, aromatické uhlovodíky RfD inhal 0,055 až 0,11 $\text{mg}/\text{kg}/\text{den}$, RfD oral 0,03 až 1 $\text{mg}/\text{kg}/\text{den}$.

Dle databáze RAIS – alifatické uhlovodíky RfD inhal – 0,2 až 1 mg/kg/den, RfD oral – 0,03 až 0,1 mg/kg/den, aromatické uhlovodíky RfD inhal 0,2 až 0,4 mg/kg/den, RfD oral 0,02 až 0,2 mg/kg/den.

Dle databáze IRIS – alifatické uhlovodíky RfD inhal – 0,1 až 0,6 mg/m³, RfD oral – 0,01 až 3 mg/kg/den, aromatické uhlovodíky RfD inhal 0,003 až 0,03 mg/m³, RfD oral 0,004 až 0,04 mg/kg/den.

RfD dle Směrnice MŽP SR na vypracování analýzy rizik znečištěného území (2015) uvádí Dr. Paluchová tyto hodnoty (dle IRIS):

- | | | |
|---|---------------|-------------------------|
| • Aromatické C ₈ –C ₁₀ | RfD oral 0,1 | RfD inhal 0,06–0,14 |
| • Aromatické C ₁₀ –C ₁₂ | RfD oral 0,02 | RfD inhal 0,000857–0,06 |
| • Aromatické C ₁₂ –C ₁₆ | RfD oral 0,05 | RfD inhal 0,05–0,06 |
| • Aromatické C ₁₆ –C ₂₁ | RfD oral 0,03 | RfD inhal 0,03 |
| • Aromatické C ₂₁ –C ₃₄ | RfD oral 0,04 | RfD inhal 0,03 |
| • n-hexan | RfD oral 0,06 | RfD inhal 0,02 |
| • Alifatické C ₅ –C ₈ | RfD oral 1,7 | RfD inhal 1,7–5,7 |
| • Alifatické C ₈ –C ₁₆ | RfD oral 0,03 | RfD inhal 0,085–0,3 |
| • Alifatické C ₁₆ –C ₃₄ | RfD oral 2 | RfD inhal 2 |

Výsledky hodnocení rizik jsou uvedeny v následujících tabulkách č.3.2.2-1 až č.3.2.2-8.



Obr. č. 3.2.2-1: Severní svah Motolské skládky

1a) náhodné požití kontaminované zeminy a prachu – pracovníci na skládce – nekarcinogenní riziko

Tabulka č. 3.2.2-1

látka	CDI	CS	CF	IR	FI	EF	ED	BW	AT	RfD	HQ	HQ_Σ
	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	mg.kg ⁻¹	10 ⁻⁶ kg.mg ⁻¹	mg.den ⁻¹	-	den.rok ⁻¹	rok	kg	dny	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹		
nikl	3,57E-04	83,3	1,00E-06	480	1	228	1	70	365	2,00E-02	1,78E-02	
olovo	1,79E-03	419,0	1,00E-06	480	1	228	1	70	365	3,60E-03	4,99E-01	
kadmium	1,51E-05	3,5	1,00E-06	480	1	228	1	70	365	1,00E-03	1,51E-02	
chrom	2,99E-04	69,9	1,00E-06	480	1	228	1	70	365	1,50E+00	2,00E-04	
arsen	1,63E-04	38,1	1,00E-06	480	1	228	1	70	365	3,00E-04	5,44E-01	
kobalt	8,91E-05	20,8	1,00E-06	480	1	228	1	70	365	3,00E-04	2,97E-01	
C₁₀-C₄₀	8,65E-03	2 020,0	1,00E-06	480	1	228	1	70	365	3,00E-02	2,88E-01	
toluen	1,16E-06	0,27	1,00E-06	480	1	228	1	70	365	8,00E-02	1,45E-05	
ethylbenzen	1,41E-06	0,33	1,00E-06	480	1	228	1	70	365	1,00E-01	1,41E-05	
xylene	2,61E-06	0,61	1,00E-06	480	1	228	1	70	365	2,00E-01	1,31E-05	
naftalen	3,43E-04	80,0	1,00E-06	480	1	228	1	70	365	2,00E-02	1,71E-02	
antracen	7,37E-04	172,0	1,00E-06	480	1	228	1	70	365	3,00E-01	2,46E-03	
benzo(a)pyren	1,01E-03	236,0	1,00E-06	480	1	228	1	70	365	3,00E-04	3,37E+00	
fluoranthen	2,59E-03	604,0	1,00E-06	480	1	228	1	70	365	4,00E-02	6,47E-02	
pyren	2,42E-03	564,0	1,00E-06	480	1	228	1	70	365	3,00E-02	8,05E-02	5,20E+00

1a) náhodné požití kontaminované zeminy a prachu – pracovníci na skládce – karcinogenní riziko

Tabulka č. 3.2.2-2

látka	CDI	CS	CF	IR	FI	EF	ED	BW	AT	SF	ELCR	ELCR_Σ
	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	mg.kg ⁻¹	10 ⁻⁶ kg.mg ⁻¹	mg.den ⁻¹	-	den.rok ⁻¹	rok	kg	dny	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹		
arsen	2,56E-06	38,10	1,00E-06	480	1	250	1	70	25550	1,50E+00	3,83E-06	
olovo	2,81E-05	419,00	1,00E-06	480	1	250	1	70	25550	8,50E-03	2,39E-07	
C₁₀-C₄₀	1,36E-04	2 020,00	1,00E-06	480	1	250	1	70	25550	7,30E+00	9,89E-04	
etylbenzen	2,21E-08	0,33	1,00E-06	480	1	250	1	70	25550	1,10E-02	2,44E-10	
benzo(a)antracen	1,81E-05	270,00	1,00E-06	480	1	250	1	70	25550	1,00E-01	1,81E-06	
chrysen	1,51E-05	225,00	1,00E-06	480	1	250	1	70	25550	1,00E-03	1,51E-08	
benzo(b)fluoranthen	1,29E-05	193,00	1,00E-06	480	1	250	1	70	25550	1,00E-01	1,29E-06	
benzo(k)fluoranthen	8,86E-06	132,00	1,00E-06	480	1	250	1	70	25550	1,00E-02	8,86E-08	

látka	CDI	CS	CF	IR	FI	EF	ED	BW	AT	SF	ELCR	ELCR_Σ
	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	mg.kg ⁻¹	10 ⁻⁶ kg.mg ⁻¹	mg.den ⁻¹	-	den.rok ⁻¹	rok	kg	dny	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹		
benzo(a)pyren	1,58E-05	236,00	1,00E-06	480	1	250	1	70	25550	1,00E+00	1,58E-05	
indeno(1,2,3-cd)pyren	5,90E-06	87,90	1,00E-06	480	1	250	1	70	25550	1,00E-01	5,90E-07	1,01E-03

1b) dermální kontakt s kontaminovanou zeminou – pracovníci na skládce – nekarcinogenní riziko

Tabulka č. 3.2.2-3

látka	ADD	CS	CF	AF	ABSD	SA	EF	ED	BW	AT	RfD_{ABS}	RfD_O	ABSGI	HQ	HQ_Σ
	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	mg.kg ⁻¹	10 ⁻⁶ kg.mg ⁻¹	mg.cm ⁻²	-	cm ² .případ ⁻¹	den.rok ⁻¹	rok	kg	dny	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	-		
nikl	5,38E-07	83,3	1,00E-06	0,2	0,001	3300	250	1	70	365	2,00E-02	2,00E-02	1	2,69E-05	
olovo	2,71E-06	419,0	1,00E-06	0,2	0,001	3300	250	1	70	365	3,60E-03	3,60E-03	1	7,52E-04	
kadmium	2,28E-08	3,5	1,00E-06	0,2	0,001	3300	250	1	70	365	2,50E-05	1,00E-03	0,025	9,12E-04	
chrom	4,51E-07	69,9	1,00E-06	0,2	0,001	3300	250	1	70	365	1,95E-02	1,50E+00	0,013	2,31E-05	
arsen	7,38E-06	38,1	1,00E-06	0,2	0,03	3300	250	1	70	365	3,00E-04	3,00E-04	1	2,46E-02	
kobalt	1,34E-07	20,8	1,00E-06	0,2	0,001	3300	250	1	70	365	3,00E-04	3,00E-04	1	4,48E-04	
C₁₀-C₄₀	1,30E-04	2 020,0	1,00E-06	0,2	0,01	3300	250	1	70	365	3,00E-02	3,00E-02	1	4,35E-03	
toluen	1,74E-08	0,27	1,00E-06	0,2	0,01	3300	250	1	70	365	8,00E-02	8,00E-02	1	2,18E-07	
ethylbenzen	2,13E-08	0,33	1,00E-06	0,2	0,01	3300	250	1	70	365	1,00E-01	1,00E-01	1	2,13E-07	
xylene	3,94E-08	0,61	1,00E-06	0,2	0,01	3300	250	1	70	365	2,00E-01	2,00E-01	1	1,97E-07	
naftalen	6,72E-05	80,0	1,00E-06	0,2	0,13	3300	250	1	70	365	2,00E-02	2,00E-02	1	3,36E-03	
antracen	1,44E-04	172,0	1,00E-06	0,2	0,13	3300	250	1	70	365	3,00E-01	3,00E-01	1	4,81E-04	
benzo(a)pyren	1,98E-04	236,0	1,00E-06	0,2	0,13	3300	250	1	70	365	3,00E-04	3,00E-04	1	6,60E-01	
fluoranthen	5,07E-04	604,0	1,00E-06	0,2	0,13	3300	250	1	70	365	4,00E-02	4,00E-02	1	1,27E-02	
pyren	4,73E-04	564,0	1,00E-06	0,2	0,13	3300	250	1	70	365	3,00E-02	3,00E-02	1	1,58E-02	7,22E-01

1b) dermální kontakt s kontaminovanou zeminou – pracovníci na skládce – karcinogenní riziko

Tabulka č. 3.2.2-4

látka	LADD	CS	CF	AF	ABSd	SA	EF	ED	BW	AT	SF _{ABS}	SF _O	ABS _{Gl}	ELCR	ELCR _γ
	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	mg.kg ⁻¹	10 ⁻⁶ kg.mg ⁻¹	mg.cm ⁻²	-	cm ² .případ ⁻¹	den.rok ⁻¹	rok	kg	dny	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	-		
arsen	1,05E-07	38,10	1,00E-06	0,2	0,03	3300	250	1	70	25550	1,50E+00	1,50E+00	1	1,58E-07	
olovo	3,87E-08	419,00	1,00E-06	0,2	0,001	3300	250	1	70	25550	8,50E-03	8,50E-03	1	3,29E-10	
C₁₀-C₄₀	2,42E-05	2 020,00	1,00E-06	0,2	0,13	3300	250	1	70	25550	7,30E+00	7,30E+00	1	1,77E-04	
etylbenzen	3,96E-09	0,33	1,00E-06	0,2	0,13	3300	250	1	70	25550	1,10E-02	1,10E-02	1	4,35E-11	
benzo(a)antracen	3,24E-06	270,00	1,00E-06	0,2	0,13	3300	250	1	70	25550	1,00E-01	1,00E-01	1	3,24E-07	
chrysen	2,70E-06	225,00	1,00E-06	0,2	0,13	3300	250	1	70	25550	1,00E-03	1,00E-03	1	2,70E-09	
benzo(b)fluoranthen	2,31E-06	193,00	1,00E-06	0,2	0,13	3300	250	1	70	25550	1,00E-01	1,00E-01	1	2,31E-07	
benzo(k)fluoranthen	1,58E-06	132,00	1,00E-06	0,2	0,13	3300	250	1	70	25550	1,00E-02	1,00E-02	1	1,58E-08	
benzo(a)pyren	2,83E-06	236,00	1,00E-06	0,2	0,13	3300	250	1	70	25550	1,00E+00	1,00E+00	1	2,83E-06	
indeno(1,2,3-cd)pyren	1,05E-06	87,90	1,00E-06	0,2	0,13	3300	250	1	70	25550	1,00E-01	1,00E-01	1	1,05E-07	1,81E-04

1c) inhalace vzduchu kontaminovaného prachem z kontaminované zeminy – pracovníci na skládce – nekarcinogenní riziko Tabulka č.3.2.2-5

látka	CDI	CA	IR	ET	EF	ED	BW	AT	RfD	RfC	HQ	HQ _ξ
	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	mg.m ⁻³	m ³ .hod ⁻¹	hod.den ⁻¹	den.rok ⁻¹	rok	kg	dny	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	mg/m ³		
nikl	2,85E-03	0,00833	4,8	8	228	1	70	365	0,126	0,00009	2,27E-02	
olovo	1,44E-02	0,04190	4,8	8	228	1	70	365	2,8	0,002	5,13E-03	
kadmium	1,21E-04	0,00035	4,8	8	228	1	70	365	0,014	0,00001	8,64E-03	
chrom	2,40E-03	0,00699	4,8	8	228	1	70	365	7	0,005	3,42E-04	
arsen	1,31E-03	0,00381	4,8	8	228	1	70	365	0,021	0,000015	6,22E-02	
kobalt	7,13E-04	0,00208	4,8	8	228	1	70	365	0,0084	0,000006	8,49E-02	
C₁₀-C₄₀	6,92E-02	0,20200	4,8	8	228	1	70	365	140	0,1	4,94E-04	
toluen	9,25E-06	0,00003	4,8	8	228	1	70	365	7000	5	1,32E-09	
ethylbenzen	1,13E-05	0,00003	4,8	8	228	1	70	365	1400	1	8,08E-09	
xylene	2,09E-05	0,00006	4,8	8	228	1	70	365	140	0,1	1,49E-07	
naftalen	2,74E-03	0,00800	4,8	8	228	1	70	365	4,2	0,003	6,53E-04	
benzo(a)pyren	8,09E-03	0,02360	4,8	8	228	1	70	365	0,0028	0,000002	2,89E+00	3,07E+00

1c) inhalace vzduchu kontaminovaného prachem z kontaminované zeminy – pracovníci na skládce – karcinogenní riziko

Tabulka č.3.2.2-6

látka	CDI	CA	IR	EF	ET	ED	BW	AT	IUR	ELCR	ELCR_y
	$\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$	$\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	$\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$	$\text{den} \cdot \text{rok}^{-1}$	$\text{hod} \cdot \text{den}^{-1}$	rok	kg	dny	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$		
arsen	2,05E-02	3,81	4,8	250	8	1	70	25550	4,30E-03	8,79E-05	
olovo	2,25E-01	41,90	4,8	250	8	1	70	25550	1,20E-05	2,70E-06	
kobalt	1,12E-02	2,08	4,8	250	8	1	70	25550	9,00E-03	1,00E-04	
kadmium	1,89E-03	0,3530	4,8	250	8	1	70	25550	1,80E-03	3,41E-06	
nikl	4,47E-05	0,00833	4,8	250	8	1	70	25550	2,60E-04	1,16E-08	
C₁₀-C₄₀	1,08E-03	0,202000	4,8	250	8	1	70	25550	7,80E-06	8,46E-09	
naftalen	4,29E-05	0,008000	4,8	250	8	1	70	25550	3,40E-05	1,46E-09	
etylbenzen	1,77E-07	0,000033	4,8	250	8	1	70	25550	2,50E-06	4,43E-13	
naftalen	4,29E-02	8,00	4,8	250	8	1	70	25550	3,40E-05	1,46E-06	
benzo(a)antracen	1,45E-01	27,00	4,8	250	8	1	70	25550	6,00E-05	8,70E-06	
chrysen	1,21E-01	22,50	4,8	250	8	1	70	25550	6,00E-07	7,25E-08	
benzo(b)fluoranthen	1,04E-01	19,30	4,8	250	8	1	70	25550	6,00E-05	6,22E-06	
benzo(k)fluoranthen	7,09E-02	13,20	4,8	250	8	1	70	25550	6,00E-06	4,25E-07	
benzo(a)pyren	1,27E-01	23,60	4,8	250	8	1	70	25550	6,00E-04	7,60E-05	
indeno(1,2,3-cd)pyren	4,72E-02	8,79	4,8	250	8	1	70	25550	6,00E-05	2,83E-06	2,90E-04

2a) dermální kontakt s podzemní vodou – pracovníci na skládce – nekarcinogenní riziko

Tabulka č.3.2.2-7

látka	ADD	CW	SA	Kp	ET	EF	ED	CF	BW	AT	RfD_{ABS}	RfD_O	ABS_{Gl}	HQ	HQ_Σ
	$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	cm^2	$\text{cm} \cdot \text{hod}^{-1}$	$\text{hod} \cdot \text{den}^{-1}$	$\text{den} \cdot \text{rok}^{-1}$	rok	$\text{l} \cdot \text{cm}^{-3}$	kg	dny	$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$	$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$			
nikl	8,18E-06	1,146	1000	0,0001	8	228	1	0,001	70	365	0,200000	2,0E-01	1,00E+00	4,091E-05	
zinek	9,97E-06	1,397	1000	0,0001	8	228	1	0,001	70	365	0,300000	3,0E-01	1,00E+00	3,324E-05	
olovo	1,27E-07	0,0178	1000	0,0001	8	228	1	0,001	70	365	0,003600	3,6E-03	1,00E+00	3,530E-05	
kadmium	2,55E-08	0,00357	1000	0,0001	8	228	1	0,001	70	365	0,000500	5,0E-04	1,00E+00	5,097E-05	
kobalt	2,64E-06	0,37	1000	0,0001	8	228	1	0,001	70	365	0,000300	3,0E-04	1,00E+00	8,805E-03	
litium	2,03E-07	0,00285	1000	0,001	8	228	1	0,001	70	365	0,002000	2,0E-03	1,00E+00	1,02E-04	
rtut'	5,21E-08	0,00073	1000	0,001	8	228	1	0,001	70	365	0,000160	1,6E-04	1,00E+00	3,26E-04	
mangan	8,07E-04	11,3	1000	0,001	8	228	1	0,001	70	365	0,000960	2,4E-02	4,00E-02	8,40E-01	

látka	ADD	CW	SA	Kp	ET	EF	ED	CF	BW	AT	RfD_{ABS}	RfD₀	ABS_{GI}	HQ	HQ_Σ
	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	mg.l ⁻¹	cm ²	cm.hod ⁻¹	hod.den ⁻¹	den.rok ⁻¹	rok	l.cm ⁻³	kg	dny	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹			
antracen	1,07E-07	0,0015	1000	0,001	8	228	1	0,001	70	365	0,300000	3,00E-01	1,00E+00	3,57E-07	
fluoranten	1,74E-07	0,00244	1000	0,001	8	228	1	0,001	70	365	0,040000	4,0E-02	1,00E+00	4,35E-06	
pyren	9,49E-08	0,00133	1000	0,001	8	228	1	0,001	70	365	0,030000	3,0E-02	1,00E+00	3,16E-06	8,50E-01

2a) dermální kontakt s podzemní vodou – pracovníci na skládce – karcinogenní riziko

Tabulka č.3.2.2-8

látka	LADD	CW	SA	Kp	ET	EF	ED	CF	BW	AT	SF	SF₀	ABS_{GI}	zdroj	ELCR	ELCR_Σ
	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	mg.l ⁻¹	cm ²	cm.hod ⁻¹	hod.den ⁻¹	den.rok ⁻¹	rok	l.cm ⁻³	kg	dny	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	(mg/kg-day) ⁻¹				
nikl	1,17E-06	1,146	1000	0,001	8	228	1	0,001	70	25550	1,70E+00	1,70E+00	1,00E+00	RAIS	1,99E-06	
olovo	1,82E-09	0,0178	1000	0,0001	8	228	1	0,001	70	25550	8,50E-03	8,50E-03	1,00E+00	RAIS	1,54E-11	
chrysen	1,13E-11	0,000111	1000	0,0001	8	228	1	0,001	70	25550	1,00E-03	1,00E-03	1,00E+00	RAIS	1,13E-14	1,99E-06

V tabulkách č. 3.2.2-1 až 3.2.2-8 jsou uvedeny výsledky hodnocení zdravotních rizik. Koeficient nebezpečnosti (HQ) >1 byl překročen v následujících případech:

- Náhodné požití kontaminované zeminy a prachu – pracovníci na skládce – $HQ = 5,2$ a to zejména z důvodu zjištěných zvýšených koncentrací benzo(a)pyrenu, arsenu, olova, kobaltu a ropných látek.
- Inhalace vzduchu kontaminovaného prachem z kontaminované zeminy – pracovníci na skládce – $HQ = 3,07$, a to zejména z důvodu zjištěných zvýšených koncentrací benzo(a)pyrenu.

Celkový HI = 9 (při účincích všech expozičních cest dohromady), tudíž **bylo zjištěno riziko**. Toto riziko je vázáno na pracovníky v prostoru Motolské skládky, kteří by prováděli rekultivační, výkopové či sanační práce, a to bez použití pomůcek BOZP. Tento scénář je tedy vázán na změnu současného využití území, resp. rozebírání skládky zejména z důvodu nevyhovujících stabilitních poměrů.

Významná **karcinogenní rizika byla zjištěna** v rámci expozičního scénáře 1a) náhodné požití kontaminované zeminy a prachu pro pracovníky na skládce. $\sum ELCR = 1,01 \cdot 10^{-3}$, celkově, při účincích všech expozičních cest dohromady $1,5 \cdot 10^{-3}$, přičemž přijatelná míra karcinogenního rizika pro hodnocení lokálních vlivů (řádově mezi 10 a 100 ohroženými osobami) je $1 \cdot 10^{-5}$ až $1 \cdot 10^{-4}$.

Rizika pro dermální kontakt s podzemní vodou nebyla zjištěna ($HQ = 0,85$).

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.

V koncepčním modelu znečištění bylo zmíněno ohrožení kvality podzemní vody infiltrací průsakových vod ze skládky do okolní podzemní vody. Tato pak dále může potenciálně ohrozit okolní podzemní vodu a povrchové vody.

Vzhledem k zjištěné heterogenitě skládky je pravděpodobné, že při daném rozsahu průzkumu nebyly zjištěny všechny nebezpečné odpady uložené na lokalitě. Při průzkumu byly kromě přirozeně zvýšených látek zjištěny také vysoké koncentrace těžkých kovů (zejména Ni, Co, Cd, Pb, Zn, Li, Hg) a PAU a rovněž etylbenzenu a xylenů.

Testy ekotoxicity nevyhovovaly (v důsledku imobilizace *Daphnia magna*) vzorky zemin a odpadů z vrtů INK-5 (metráž 50,8 – 51,1 m), HG-4 (metráž 30–40 m), INK-2 (metráž 10–20 m)

Dále je třeba vzít v úvahu i existenci privilegovaných cest jinými směry (zóny se zvýšenou propustností). K větším průsakům výluhů ze skládky do podzemních vod může docházet při intenzivnějším promývání srážkovou vodou a kolísání hladiny podzemní vody.

Z hlediska platného Metodického pokynu pro analýzu rizik kontaminovaných území se hodnocení ekologických rizik nemusí provádět u látek, jejichž koncentrace při průzkumných pracích **přesáhly závazné limity dle platných právních předpisů**, jelikož již tato skutečnost je dostatečným dokladem o závažných ekologických rizicích a **dokládá existenci závadného stavu, který je nezbytné řešit**.

Na základě výsledků aktuálních analytických prací lze tvrdit, že vzhledem ke zjištěnému znečištění dochází ke kvalitativnímu zhoršení kvality životního prostředí v prostoru skládky a jejím okolí, a to zejména ve smyslu zhoršené jakosti podzemních vod.

3.4 Shrnutí celkového rizika

V prostoru Motolské skládky byla zjištěna **zhoršená jakost podzemních vod v důsledku uložených odpadů**, které obsahují nebezpečné látky. Tyto koncentrace přesáhly závazné limity dle platných právních předpisů a tato skutečnost je dostatečným dokladem o závažných ekologických rizicích a dokládá existenci závadného stavu, který je nezbytné řešit.

Provedenými geotechnickými pracemi a stabilitními výpočty bylo zjištěno, že těleso skládky je nestabilní, jelikož nebylo při navážení hutněno a obsahuje velké množství kaveren (což prokázal i geofyzikální průzkum), které jsou po stmosferických srážkách vyplněny vodou a způsobují na jedné straně vylohuvání uložených odpadů a následnou kontaminaci podzemních vod a na straně druhé způsobují změny efektivního napětí, což v kombinaci s velkými sklony způsobují nestabilitu svahu a následné **riziko sesuvu**. Rizika sesuvu byla zjištěna zejména v severní části území, kde se nenachází obydlí, ale les a lesní cesta. Dále byl zjištěn nesoulad s platným územním plánem – plochy převážně pro sport a rekreaci a ohrožení případné stavby Břevnovské radiály.

Pro pracovníky v prostoru Motolské skládky, kteří by prováděli rekultivační, výkopové či sanační práce **bylo zjištěno zdravotní riziko** v důsledku zvýšených koncentrací kontaminantů v uložených odpadech (zejména v důsledku benzo(a)pyrenu, arsenu, olova, kobaltu a ropných látek). Celkový HI = 9 (při účincích všech expozičních cest dohromady). Tento scénář je tedy vázán na změnu současného využití území, resp. rozebírání skládky zejména z důvodu nevyhovujících stabilitních poměrů.

Dále **byla zjištěna významná karcinogenní rizika** $\sum ELCR = 1,5 \cdot 10^{-3}$, přičemž přijatelná míra karcinogenního rizika pro hodnocení lokálních vlivů (řádově mezi 10 a 100 ohrozenými osobami) je $1 \cdot 10^{-5}$ až $1 \cdot 10^{-4}$.

Rizika pro dermální kontakt s podzemní vodou nebyla zjištěna (HQ = 0,85).

Z hlediska dlouhodobé ochrany životního prostředí a zdraví obyvatel je vhodné odstranit zdroje znečištění a tím zamezit dalšímu průniku kontaminace do životního prostředí.

Při průzkumu byly zjištěny vysoké koncentrace těžkých kovů (zejména Ni, Pb, Cd, Cr, As, Co), ropných látek, PAU, BTEX a v podzemní vodě těžké kovy (Ni, Zn, Pb, Cd, Co, Li, Hg, Mn) a PAU.

Vzhledem ke zjištěnému znečištění dochází ke kvalitativnímu zhoršení kvality životního prostředí v okolí skládky zhoršené jakosti podzemních vod. Dále je třeba vzít v úvahu existenci dosud nezjištěného znečištění na skládce a s tím související existenci privilegovaných cest (zóny se zvýšenou propustností), kvůli kterým by mohlo docházet k další migraci kontaminace.

V uloženém odpadu se mohou nacházet také odpady vykazující nebezpečné vlastnosti, které v rámci aktuálních prací nebyly zjištěny. Tyto odpady (např. plechovky, barely a nádoby s nebezpečnými chemickými látkami) mohou časem podléhat přirozenému rozkladu a hrozí tak potenciální riziko úniku těchto látek do životního prostředí, zejména do podzemní vody. Kontaminovaná podzemní voda pak dále může ohrozit vody povrchové (Motolský potok a rybníky vč. přírodního koupaliště).

3.5 Omezení a nejistoty

Nejistoty při hodnocení rizik jsou podmíněny typem expozičních cest a odvozením expozičních koncentrací. Další významnou skutečností jsou metabolické přeměny v lidském těle, nevyjímaje otázky působení více škodlivin a jejich vzájemné ovlivňování v organismu, tedy možnosti posouzení synergických efektů látek. Zanedbává se i možnost expozice z jiných zdrojů.

Nejsou vyloučena ohniska kontaminace, která nemohla být z důvodu velké rozlohy skládky a časových a finančních limitů, které byly k dispozici pro provedení průzkumných prací a zpracování aktualizace analýzy rizika, beze zbytku odhalena.

Toxikologická data použitá ke kvantifikaci rizik byla převzata z oficiálních databází RAIS (<http://rais.ornl.gov>) a Risc Workbench, pro některé látky nebyly v databázích zjištěny hodnoty referenčních dávek, resp. faktorů směrnice. Z určité hodnotící úrovni je riziko nadhodnoceno, neboť dotčení pracovníci využívající podzemní vodu nebudou v každodenním kontaktu s kontaminovanými zeminami a podzemní vodou. Podle měřítek US EPA však při zpracování rizikové analýzy platí všeobecně zásada, že riziko je lepší z hlediska posuzování spíše nadhodnocovat, než podhodnocovat.



Obr. č. 3.5-1: Pohled na jižní část skládky

4. Doporučení nápravných opatření

4.1 Doporučení cílových limitů parametrů nápravných opatření

4.1.1 Stanovení a zdůvodnění cílů nápravných opatření

Průzkumnými a laboratorními pracemi byla prokázána přítomnost existence odpadů s obsahem nebezpečných látek v tělese Motolské skládky. Byly identifikovány negativní dopady na podzemní vodu a šíření kontaminace ve směru proudění podzemní vody k J a JV. Dále byl zjištěn nesoulad s platným územním plánem (převážně území k rekreaci a sportu).

Pro zájmové území byly cílové parametry navrženy v následujícím rozsahu:

- Úprava sklonu svahů (zejména v severní části skládky) – resp. částečná odtěžba a vytvoření přítěžovací lavice
- Odvodnění severní paty svahu a zamezení přítoku podzemní vody do podloží skládky
- V rámci odtěžby vymístění nebezpečného odpadu jeho bezpečná likvidace
- Zamezení vyluhování odpadů atmosférickými srážkami do podzemní vody – rekultivace po částečné odtěžbě a úpravě nivelety a sklonu svahů
- Zemezení dalšímu ukládání odpadů na skládku (zejména nelegální navážení)

Sanační limity se určují kvalifikovaným odhadem na základě cílové koncentrace vypočtené zpětným výpočtem (zde se jedná o koncentraci, která by v případě nejpřísnějšího reálného expozičního scénáře neměla způsobit zdravotní riziko) s přihlédnutím k platnému legislativnímu limitu, a to na základě znalosti lokality, pravděpodobnosti rizik, smysluplnosti případného zásahu a splnitelnosti těchto limitů.

Zdravotní rizika byla zjištěna pouze v případě terénních prací na skládce, a to pro ingesci a inhalaci. Tento scénář je tedy vázán na případnou změnu využití území, resp. rozebírání skládky zejména z důvodu nevyhovujících stabilitních poměrů. Odpad bude nutno v případě odtěžby, resp. částečné odtěžby Motolské skládky separovat a následně jej likvidovat v souladu s platnou legislativou.

Vzhledem k tomu, že nebylo zjištěno zdravotní riziko pro kontakt s podzemní vodou, není relevantní stanovovat sanační limity pro podzemní vodu.

4.1.2 Odvození cílových parametrů

Cílové parametry byly odvozeny zpětným výpočtem (tzn. dosazování takových hodnot koncentrací v rámci navoleného expozičního scénáře, kdy bude $HQ < 1$) s přihlédnutím k limitům daným 10.1 Vyhl. 294/2005 Sb. ve znění pozdějších předpisů – limitní koncentrace škodlivin v sušině odpadů.

Pro prostor Motolské skládky byly navrženy následující cílové limity v uložených odpadech / zeminách:

- | | |
|------|-----------|
| • Ni | 80 mg/kg |
| • Pb | 100 mg/kg |
| • Cd | 1 mg/kg |
| • As | 20 mg/kg |

- uhlovodíky C₁₀-C₄₀ 300 mg/kg
- Σ BTEX 0,4 mg/kg
- Σ PAU 6 mg/kg

Pro chrom ani kobalt nebylo třeba stanovovat sanační limity z toho důvodu, že nebyly zjištěny v rizikových koncentracích – chrom byl zjištěn v obsahu max. 70 mg/kg (tab. 10.1 Vyhl. 294/2005 Sb. ve znění pozdějších předpisů povoluje 200 mg/kg) a kobalt 20,8 mg/kg (Vyhl. 294/2005 Sb. ve znění pozdějších předpisů jeho obsahy nelimituje, IZ uvádní hodnotu 23 mg/kg).

Důvodem využití limitů dle tab. 10.1 Vyhl. č. 294/2005 Sb. ve znění pozdějších předpisů je zjištěný nesoulad se zákonem o odpadech č. 185/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů a vyhláškou č. 294/2005 Sb. ve znění pozdějších předpisů v důsledku zjištěných kontaminantů v nadlimitním množství, než udává tabulka č. 10.1 – Nejvýše přípustné koncentrace škodlivin v sušině odpadů v příloze č. 10 k vyhlášce č. 294/2005 Sb. ve znění pozdějších předpisů o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu.

Cílové limity pro podzemní vody nebyly stanoveny, přestože bylo zjištěno negativní ovlivnění výluhy ze skládky (např. viz vrt HG-5). Důvodem bylo neprokázání rizik, resp. nenalezení relevantního expozičního scénáře. Přesto je na místě připomenout, že podzemní vody zpravidla nevyhovují limitům vyhlášky č. 5/2011 Sb., a to v několika parametrech (viz kapitola 2.2.2.14.1.).

4.1.3 Způsob vyhodnocení prokázání cílů nápravných opatření

Tato kapitola vyhodnocuje popis koncového monitoringu, kterým bude prokázáno splnění sanačních limitů.

V případě vymístění skládky či části skládky (např. z důvodu úpravy nivelety a svahů) budou materiály (odpady a zeminy) před vlastní odtěžbou a v průběhu sanačních prací průběžně testovány, a to organolepticky posuzovány a vzorkovány. Vzorkování a vyhodnocení chemických analýz bude provedeno tak, aby každý 1 vzorek reprezentoval maximálně 100 m³ těženého materiálu.

Za předpokladu odtěžení cca **1 mil m³** odpadů, což odpovídá cca **1,8 mil. t** odpadů a zemin (při objemové hmotnosti uloženého odpadu se zeminou cca 1 800 kg/m³), tak bude odebráno 10 tis. vzorků, u kterých budou stanoveny obsahy kovů (minimálně v rozsahu As, Pb, Cd, Ni, Cr-celk. a Co), uhlovodíků C₁₀-C₄₀, Σ BTEX a Σ PAU, jakožto předmětných kontaminantů.

Vzorky budou odebrány formou mělkých průzkumných sond hloubených do hloubky 1 až 2 m, a to v předem definované síti (rastru o rozměrech 10 × 10 m, popř. 20 × 20 m).

U cca 10 % vybraných vzorků budou provedena stanovení pro potřeby odstranění odpadů (výluh rozsah dle tabulky 2.1 přílohy č. 2 Vyhlášky č. 294/2005 Sb. ve znění pozdějších předpisů, TOC v sušině).

Na základě vyhodnocení výsledků monitoringu bude odtěžovaný prostor rozdělen do jednotlivých sektorů a s ohledem na následné způsoby odstranění/využití odpadů a zemin bude zahájena selektivní odtěžba.

Po ukončení sanace proběhne koncový monitoring. Cílem koncového monitoringu je prokázání splnění cílových parametrů nápravných opatření. V rámci koncového monitoringu bude odebráno takové množství vzorků, aby jeden vzorek reprezentoval plochu cca 500 m²

(celkový rozsah odtěžované plochy bude určen na základě geotechnických výpočtů). U vzorků koncového monitoringu bude stanoven obsah kovů (minimálně v rozsahu As, Pb, Cd, Ni, Cr-celk. a Co), uhlovodíků C₁₀–C₄₀, Σ BTEX a Σ PAU.

Směsné vzorky budou vytvořeny z pěti dílčích odběrů jader nevystrojených sond, které budou hloubeny cca 0,5 m pod úroveň dna výkopu nebo horizontálně do stěny výkopu.

Za průkazný konec těžebních prací (a tím dosažení cílových parametrů) bude považována skutečnost, že při koncovém monitoringu budou koncentrace sledovaných parametrů v jednotlivých analyzovaných vzorcích v 90 % z celkového počtu pod úrovní cílových limitů nápravných opatření uvedených v Analýze rizik, resp. závazném stanovisku MŽP a schváleném realizačním projektu. Cílové limity jsou následující:

- Ni < 80 mg/kg
- Pb < 100 mg/kg
- Cd < 1 mg/kg
- As < 20 mg/kg
- uhlovodíky C₁₀–C₄₀ < 300 mg/kg
- Σ BTEX < 0,4 mg/kg
- Σ PAU < 6 mg/kg

V případě, že nebude požadovaných výsledků koncového monitoringu dosaženo, budou odpady, resp. materiály s kontaminací v prostoru reprezentovaném nadlimitně znečištěnými vzorky, dotěženy.

Vzorkovací práce budou probíhat v souladu s MP MŽP Vzorkovací práce v sanační geologii, platnou legislativou a normami. Speciální zřetel bude brán na průběžnou důkladnou dekontaminaci vzorkovacího zařízení.

Součástí koncového monitoringu bude rovněž zpracování průběžné zprávy o odstranění tělesa (resp. části tělesa) skládky. Tato zpráva bude obsahovat popis průběhu a vyhodnocení sanačního zásahu, dále doklady prokazující nakládání s odpady v souladu s platnou legislativou.

4.2 Doporučení postupu nápravných opatření

Nápravná opatření je možné realizovat v několika dále uvedených variantních řešeních.

4.2.1 Variantní řešení nápravných opatření

Návrh sanačních opatření Motolské skládky vychází z výsledků dřívějších a aktuálních průzkumných prací, z výsledků provedené analýzy rizik a ze stávajících platných legislativních požadavků vyhl. 295/2004 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.

Předmětné území lze sanovat několika způsoby, jež se navzájem liší rozsahem a technickou náročností prací (a z toho vyplývajícími finančními náklady) a rovněž očekávanými konečnými výsledky.

A) Nulová varianta

Při nulové variantě budou uložené zeminy a odpady, jakožto i stav podzemní vody, ponechány i nadále v současném stavu, a to bez jakékoliv kontroly jejího vlivu na složky životního prostředí (ovzduší, podzemní a povrchovou vodu) – tzn., že lokalita bude ponechána přirozené sukcesi bez monitoringu.

Nulová varianta dále neřeší přítomnost nebezpečného odpadu na skládce a jeho vliv na životní prostředí, migraci nebezpečných látek do okolního prostředí (zejména do podzemní vody, případně následně do vod povrchových), ohrožení okolních pozemků, stabilitu svahů, zamezení ukládání dalších odpadů a případně další potenciální rizikové faktory.

B) Minimální varianta – monitoring

Dlouhodobý monitoring vlivu skládky odpadů na okolní prostředí by zahrnoval provádění odběrů vzorků, jejich analýzy a vyhodnocení.

Předmětem monitoringu by byly podzemní vody z trvale instalovaných stávajících monitorovacích objektů (HG-1 až HG-6), dále pramen vyvěrající ze skládky a Motolský potok minimálně v jednom profilu. Soubor prováděných analýz by měl být u všech objektů stejný a měl by zahrnovat:

- zkrácený fyzikálně-chemický rozbor – min. pH, konduktivita, sírany, fluoridy, chloridy, sodík, dusitanové, dusičnanové
- Kyanidy celkové
- kovy (min. Ni, Pb, Cd, Co, Zn, Mn, Li, příp. Cr, As)
- uhlovodíky C₁₀-C₄₀
- Σ BTEX
- Σ PAU

Vzorky podzemní vody z monitorovacích vrtů budou odebírány v dynamickém režimu a analyzovány v akreditované laboratoři v souladu s ČSN ISO 5667, část 11: „Pokyny pro odběr vzorků podzemních vod“.

Dále by měl být prováděn monitoring deformací tělesa skládky (geodetické body an povrchu tělesa skládky a inklinometry) a změny úrovní hladiny podzemní vody v tělese skládky (hydrogeologické vrty).

V prvních dvou letech zpracovatel doporučuje provádět výše popsáný monitoring v četnosti min. 2 × za 1 rok. V dalších letech bude nezbytné četnost monitoringu upravovat podle vývoje monitoringem sledovaných veličin / parametrů.

Minimální varianta neřeší přítomnost nebezpečného odpadu v zájmovém území Motolské skládky a její vliv na životní prostředí.

C) Střední varianta – částečná odtěžba povrchu skládky a následná rekultivace

Střední varianta spočívá v částečné odtěžbě Motolské skládky, a to v takové míře, která bude stanovena stabilitními výpočty, a následné rekultivaci povrchu staré skládky. Celková plocha a kubatura odtěžované části skládky bude spočítána na základě stabilitních výpočtů. Předpokládá se zejména severní část skládky, která je nejvíce postižena sesuvy a ohrožuje tak les na severní straně. Tu část materiálu, která bude odtěžena a bude vyhovovat sanačním limitům, bude možno použít k vytvoření přítěžovací lavice.

Součástí této varianty je dále provedení drenáže na severní straně u paty svahu a svedení vody okolo skládky z obou stran k jihu. Částečně lze využít stávající kanalizace vedoucí na východě skládky.

Povrch odtěžované části skládky se zbaví náletových dřevin a následně může dojít k selektivní odtěžbě. Po částečné odtěžbě se celý povrch skládky vyrovná a vysvahuje a vzniklá plocha se zaizoluje kombinovaným těsnícím systémem (bentonit + folie tl. 2 mm +2x geotextilie), a to z toho důvodu, aby nedocházelo k vyluhování uložených odpadů atmosférickými srážkami. Svrchní geotextilie se překryje 20 cm krycího materiálu kvůli ochraně před mechanickým poškozením a UV zářením. Takto bude povrch zrekultivován.

Během provádění terénních prací bude nutno respektovat zásady BOZP a používat vhodné osobní ochranné pomůcky. Po tomto sanačním opatření by bylo nutno provádět postsanační monitoring v rozsahu varianty B.

Toto řešení by zamezilo sesuvu skládky a následným záborům okolních pozemků, zamezilo by salšímu vyluhování odpadů atmosférickými srážkami do horninového prostředí a podzemní vody a zamezilo by migraci kontaminované podzemní vody z prostoru skládky do jejího okolí, nedošlo by však k trvalému vymístění všech nebezpečných odpadů z životního prostředí.

D) Maximální varianta – řízená odtěžba celé skládky

Toto variantní řešení spočívá v řízené odtěžbě celé části Motolské skládky, tedy cca 5,1 mil m³ materiálu na ploše cca 220 000 m². Při průměrné objemové hmotnosti uloženého odpadu se zeminou cca 1 800 kg/m³ by se jednalo o cca 9,2 mil. t.

Vytěžený nebezpečný odpad (kategorie „N“) by byl přemístěn na skládku nebezpečného odpadu. Odpad kategorie „O“ by bylo možno uložit na skládku TKO. Inertní odpad by bylo možno požít in situ na rekultivační práce. Nově vzniklá terénní konfigurace se vyrovná a vysvahuje a bude ji možno využívat v souladu s platným územním plánem.

Během provádění terénních prací bude nutno respektovat zásady BOZP a používat vhodné osobní ochranné pomůcky. Součástí těžebních prací by byl průběžný monitoring v rozsahu varianty B. Monitoring metanu nebude nutné provádět, protože průzkumnými pracemi nebyla jeho přítomnost ve skládce zjištěna.

Po tomto sanačním opatření by bylo nutno provádět postsanační monitoring v rozsahu varianty B.

Tato varianta by vyřešila přítomnost nebezpečných odpadů na skládce, nestabilitu svahu a vyluhování odpadů atmosférickými srážkami a migraci kontaminované podzemní vody z prostoru skládky do jejího okolí, avšak při velkých ekonomických nákladech.

4.2.2 Posouzení variant nápravných opatření

A) Nulová varianta

Tato varianta neřeší snížení kontaminace v zájmovém území, ani případný únik nebezpečných látek jejich vymýváním atmosférickými srážkami, úlety kontaminovaných prachových částic do okolí, nestabilitu svahů a další potenciální rizikové faktory. Na základě dosud známých skutečností o kontaminaci části území a posouzení rizik, vyplývajících z uložených nebezpečných odpadů, je tato varianta nedostatečná.

B) Minimální varianta – monitoring

Tato varianta řešení by pouze hodnotila dopad uložených odpadů na okolní prostředí, nepředstavuje však dlouhodobé řešení samotné její existence a začlenění zájmového území zpět do životního prostředí a v souladu s územním plánem, navíc by neřešila nestabilitu svahů a přítomnost nebezpečných látek, které by v případě jejich negativního projevu v podzemní vodě v monitorovacích vrtech musely být řešeny s vyššími náklady. Proto se jeví tato varianta jako nedostatečná.

C) Střední varianta – částečná odtěžba povrchu skládky a následná rekultivace

Střední varianta představuje aktivní řešení, kdy by došlo k úpravě sklonu svahů, odvodnění u paty severního svahu, celkové úpravě nivelety skládky, odtěžení části nebezpečných odpadů a rekultivace celé plochy skládky, čímž by se zamezilo dalšímu vyluhování polutantů do okolního prostředí (zejména do podzemní vody, ale i do ovzduší a povrchové vody) a záboru a znehodnocení okolních pozemků vlivem sesuvů. Tato varianta sice neřeší přítomnost všech nebezpečných odpadů na skládce, ale při ekonomicky přijatelných nákladech minimalizuje negativní vlivy na životní prostředí a jeví se jako dostatečná.

D) Maximální varianta – řízená odtěžba celé skládky

Maximální varianta představuje aktivní řešení, odstraňující všechny zjištěné stávající i potenciální negativní vlivy skládky na životní prostředí. Toto řešení by vyřešilo přítomnost nebezpečných odpadů na skládce, nestabilitu svahů a zamezilo by vyluhování odpadů atmosférickými srážkami a migraci kontaminované podzemní vody z prostoru skládky do jejího okolí, avšak při vysokých ekonomických nákladech.

4.2.3 Odhad finančních nákladů

A) Nulová varianta

Bez finančních nákladů.

B) Minimální varianta – monitoring

Cca 100 000,- Kč za každé kolo monitoringu.

C) Střední varianta

Předpokládaná cena prací za částečnou odtěžbu skládky, úpravu svahů a vytvoření přítěžovací lavice, separaci odpadů, jejich likvidaci, rekultivaci povrchu celé skládky bude známa na základě celkového objemu odtěžované části skládky a projektové dokumentace sanačního zásahu. Na základě odhadu předpokládaných prací lze uvažovat o nákladech cca 0,5 mld. Kč až 1,5 mld. Kč v závislosti na rozsahu odtěžby. Součástí ceny budou inženýrské práce (projekční činnost, vypracování posudků, dokumentů a vyřízení příslušných povolení), monitoring.

D) maximální varianta

Předpokládaná cena prací za řízenou odtěžbu celé Motolské skládky, jejíž součástí budou těžební práce, vytvoření mezideponie, zbudování třídící linky, odvoz a uložení na skládku nebezpečného odpadu, včetně sanačního monitoringu a rekultivace celé skládky lze odhadnout >10 mld. Kč. Oproti střední variantě se jedná o několikanásobné navýšení předpokládaných nákladů (pravděpodobně téměř o jeden řád).

Jako optimální se zpracovateli jeví střední varianta, tzn. selektivní odtěžba s úpravou svahů a povrchu skládky včetně rekultivace celé plochy skládky. Toto řešení bude v souladu s platným územním plánem Prahy 5

4.2.4 Způsob principu sanačního monitoringu

V případě úpravy svahů a částečného vymístění skládky bude část tělesa skládky postupně rozebírána. Inertní materiál bude dočasně uložen na mezideponii nebo mezideponích v prostoru skládky a následně využit při závozu vzniklých výkopů, vytvoření přítěžovací lavice a rekultivaci odtěženého prostoru.

Následně bude provedeno řízené (selektivní) odtěžení deponovaných odpadů na základě výsledků sanačního monitoringu, které bude probíhat po přibližně metrových vrstvách a v rastru s vymezenými plochami o rozměrech 10×10 m, popř. 20×20 m. V průběhu odtěžování bude prováděn průběžný sanační monitoring odtěžovaných odpadů obsahy kovů (minimálně v rozsahu As, Pb, Cd, Ni, Cr-celk. a Co), uhlovodíků C₁₀–C₄₀, Σ BTEX a Σ PAU v sušině, přibližně u 10 % vzorků budou provedeny výluhy dle tab. 2.1 dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Na základě tohoto monitoringu bude s vytěženým materiélem nakládáno následujícím způsobem:

- veškeré odpady ve vymezené ploše dle stanoveného rastru, jejichž obsah škodlivin přesáhne minimálně v jednom sledovaném parametru přípustnou hodnotu zbytkového znečištění, resp. schválené cílové parametry sanace, budou zařazeny v souladu s vyhláškou č. 381/2011 Sb. v platném znění, pod katalogové číslo kód 17 05 03, kat. „N“ – Zemina a kamení obsahující nebezpečné látky, popř. pod katalogové číslo 19 13 0* Pevné odpady ze sanace zeminy obsahující nebezpečné látky. K odstranění budou předány do zařízení vyhovujícím podmínkám zákona o odpadech č. 185/2001 Sb. a prováděcích předpisů, v platném znění. V rámci nápravných opatření je uvažováno s uložením na zabezpečenou skládku S-NO.
- Veškeré ostatní zeminy a odpady, jejichž obsah škodlivin nepřesáhne ani v jednom sledovaném parametru přípustnou hodnotu zbytkového znečištění, resp. cílové parametry sanace, budou odstraněny v souladu se zákonem 185/2001 v platném znění o odpadech (katalogové číslo 17 05 04 – kategorie „O“). V případě, že tyto nekontaminované zeminy a ostatní materiály nebudou bránit další odtěžbě odpadů a kontaminovaných zemin, může být tento materiál ponechán na místě v souladu s vyhl. 294/2005 v platném znění (zejména přítomné zeminy, jílové horniny, hlušina, sedimenty a recykláty ze stavebního a demoličního odpadu) a využit pro rekultivaci území a případně pro vytvoření přítěžovací lavice.

Po ukončení odtěžby bude provedena rekognoskace dna a proveden koncový monitoring.

5. Závěr

Zkoumaným územím je nerekultivovaná, náletovými dřevinami a stromy zarostlá, ale částečně upravená skládka, založená v druhé polovině 20. století jako skládka inertního materiálu, zejména pro deponování vytěžených hornin a zemin při stavbě pražského metra. Intenzivní ukládání odpadu probíhalo prakticky po celou dobu až do současnosti, a to zcela živelně bez zásadnější koncepce rekultivace, odvodnění podloží skládky, systematického hutnění, monitoringu a dodržování objemových limitů.

Vlastní těleso skládky je protaženo ve směru východ – západ a je podlouhlého doutníkovitého tvaru, délky cca 800 m a šířky na západním okraji cca 270 m a na východním okraji cca 150 m. Koruna skládky je v současné době na úrovni cca 374 m n. m. a to v západní, tedy nejvyšší části. Skládka převyšuje okolní terén o cca 30 m na její severní straně a o cca 50 až 60 m na její jižní straně. Původní nadmořská výška terénu před zahájením skládkování (před rokem 1979) se pohybovala cca od 300 m n. m. do 340 m n. m.

Sklony svahů (po částečných úpravách) lze podle geodetického zaměření lokality odhadnout na cca 1:2 až 1:2,5 na severní straně, přičemž ve spodní části svahu skládky je sklon až 1:1,5, při patě svahu až 1:1 a strmější. Naopak jižní svah má sklon téměř jednotný, a to 1:2,5 ve východní části a cca 1:1 až 1:1,5 v západní části.

Dle platného územního plánu se skládka nachází převážně na plochách s využitím pro sport a rekreaci s tím, že západní část skládky se nachází na ploše určené pro sportovní využití a východní pro účely oddechu. Jižní část (svah) by měla být využívána jako lesní porost a městská a krajinná zeleň. Severní část skládky, resp. její severní pata má v územním plánu již od 80. let určení pro komunikaci a okolí jako izolační zeleň – jedná se o variantu Břevnovské magistrály.

V rámci ekologického auditu (GEOtest, a.s. 2015) byl zjištěn nesoulad se zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech. Navážení na skládku Motol společností EkoMotol CZ s.r.o. bylo dle vyjádření zástupců Městské části Praha 5 z právního hlediska řešeno jako rekultivace, nikoli skládkování, a z toho důvodu údajně nebyl vypracován provozní řád skládky, ani nebylo zajištěno řádné hutnění.

Rovněž byl zjištěn nesoulad s vyhláškou č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu ve znění pozdějších předpisů v platném znění a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady § 3 v platném znění. Na základě terénní rekognoskace byly v uloženém odpadu zjištěny materiály z asbestu – eternitové desky (krytiny), tyto nesmějí být ukládány na skládku inertního odpadu. Skládka navíc nebyla zabezpečena proti vstupu nepovolaných osob (na skládce jsou pouze upozorňující výstražné cedule).

V rámci aktuálních průzkumných prací byly provedeny geologické, hydrogeologické, geofyzikální, feodetické a geotechnické průzkumy včetně vrtných prací, karotážních měření, měření ručním rentgenovým analyzátem, hydrodynamických zkoušek, atmogeochemických měření, vzorkovacích a analytických prací. Součástí prací byl i model proudění podzemní vody a transportu čistic, zpracování výskopisných dat digitálního modelu terénu, analýza vývoje území na základě leteckých měřických snímků.

V rámci průzkumných prací byly zjištěny následující skutečnosti:

- Na skládku byly naváženy materiály nevhodné pro uložení na skládky inertního materiálu a nevhodné k uložení na povrch terénu.
- Na základě výše uvedených výsledků jednoznačně vyplývá, že Motolská skládka obsahuje nebezpečné odpady (resp. odpady obsahující nebezpečné látky v nadlimitním množství), což se projevuje zejména zvýšenými obsahy kovů (zejména Ni, Pb, Cr, As, Hg), ropných látek, toluenu, etylbenzenu, xylenů a PAU. V jednom vzorku byla zjištěna i přítomnost PCB.
- Bylo zjištěno, že Motolská skládka ovlivňuje kvalitu podzemní vody zejména zvýšenými obsahy kovů (Ni, Zn, Pb, Cd, Co, Li, Hg, Mn) a PAU (především fenantren, antracen, fluoranten, pyren a chryslen). Dále byly zjištěny zvýšené

konzcentrace dusičnanů, dusitanů, síranů, fluoridů, chloridů a kyanidů. Z organických látek byly zjištěny etylbenzen a xyleny.

- Testy ekotoxicity nevyhovovaly (v důsledku imobilizace *Daphnia magna*) vzorky zemin a odpadů z vrtů INK-5 (metráž 50,8 – 51,1 m), HG-4 (metráž 30–40 m), INK-2 (metráž 10–20 m)
- V půdním vzduchu tělesa Motolské skládky nebyly atmogeochemickým průzkumem zjištěny zvýšené koncentrace metanu. Na skládce nedochází k tvorbě skládkového plynu. Skládka byla zařazena do I. třídy (obsah CH₄ < 7,4 % obj.).
- Z tělesa skládky odtéká podzemní voda k J, do prostoru deprese v okolí vrtu HG-6. Generelní směr proudění podzemní vody je od severu a severozápadu k jihu až jihozápadu.
- Rychlosť proudění podzemní vody v saturované zóně byla v oblasti skládky vypočtena na cca 0,51 m/den, tedy 186,15 m/rok. Z toho vyplývá, že podzemní voda kontaminovaná výluhy ze západního okraje skládky doteče k vrtu HG-6 za cca 882 dní. Odtok podzemní vody z nezabezpečené staré skládky byl vypočítán na hodnotu cca 692 m³/den.

V rámci rizikové analýzy byly zjištěny tyto skutečnosti:

- V prostoru Motolské skládky byla zjištěna **zhoršená jakost podzemních vod** v důsledku uložených odpadů, které obsahují nebezpečné látky. Tyto koncentrace přesáhly závazné limity dle platných právních předpisů a tato skutečnost je dostačeným dokladem o **závažných ekologických rizicích** a dokládá existenci závadného stavu, který je nezbytné řešit.
- Provedenými geotechnickými pracemi a stabilitními výpočty bylo zjištěno, že **těleso skládky je nestabilní**, a to jak z dlouhodobého i krátkodobého hlediska, jelikož nebylo při navážení hutněno a obsahuje velké množství kaveren (což prokázal i geofyzikální průzkum), které jsou po atmosferických srážkách vyplněny vodou a způsobují na jedné straně vylohuování uložených odpadů a následnou kontaminaci podzemních vod a na straně druhé způsobují změny efektivního napětí, což v kombinaci s velkými sklony způsobují nestabilitu svahu a následné riziko sesuvu. Rizika sesuvu byla zjištěna zejména v severní části území, kde se nenachází obydlí, ale les a lesní cesta, tudíž může dojít ke znehodnocení lesních pozemků a ohrožení návštěvníků.
- Pro pracovníky v prostoru Motolské skládky, kteří by prováděli rekultivační, výkopové či sanační práce **bylo zjištěno zdravotní riziko** v důsledku zvýšených koncentrací kontaminantů v uložených odpadech (zejména v důsledku benzo(a)pyrenu, arsenu, olova, kobaltu a ropných látek). Celkový HI = 9 (při účincích všech expozičních cest dohromady). Tento scénář je tedy vázán na změnu současného využití území, resp. rozebírání skládky zejména z důvodu nevyhovujících stabilitních poměrů.
- Dále **byla zjištěna významná karcinogenní rizika** $\sum ELCR = 1,5 \cdot 10^{-3}$, přičemž přijatelná míra karcinogenního rizika pro hodnocení lokálních vlivů (řádově mezi 10 a 100 ohroženými osobami) je $1 \cdot 10^{-5}$ až $1 \cdot 10^{-4}$.
- Rizika pro dermální kontakt s podzemní vodou nebyla zjištěna (HQ = 0,85).

- Z hlediska dlouhodobé ochrany životního prostředí a zdraví obyvatel je vhodné odstranit zdroje znečištění a tím zamezit dalšímu průniku kontaminace do životního prostředí.

Pro zájmové území byly cílové parametry navrženy v následujícím rozsahu:

- Úprava sklonu svahů (zejména v severní části skládky) – resp. částečná odtěžba a vytvoření přítěžovací lavice
- Odvodnění severní paty svahu a zamezení přítoku podzemní vody do podloží skládky
- V rámci odtěžby vymístění nebezpečného odpadu jeho bezpečná likvidace
- Zamezení vyluhování odpadů atmosférickými srážkami do podzemní vody – rekultivace po částečné odtěžbě a úpravě nivelety a sklonu svahů vč. odvodnění paty severního svahu
- Zamezení dalšímu ukládání odpadů na skládku (zejména nelegální navážení)

Pro prostor Motolské skládky byly navrženy následující cílové limity v uložených odpadech / zeminách:

• Ni	80 mg/kg
• Pb	100 mg/kg
• Cd	1 mg/kg
• As	20 mg/kg
• uhlovodíky C ₁₀ -C ₄₀	300 mg/kg
• Σ BTEX	0,4 mg/kg
• Σ PAU	6 mg/kg

Za optimální variantu považuje zpracovatel AR střední variantu, tedy částečnou odtěžbu povrchu skládky a následnou rekultivaci. Střední varianta představuje aktivní řešení, kdy by došlo k úpravě sklonu svahů, celkové úpravě nivelety skládky, odvodnění, odtěžení části nebezpečných odpadů a rekultivace celé plochy skládky, čímž by se zamezilo dalšímu vyluhování polutantů do okolního prostředí (zejména do podzemní vody, ale i do ovzduší a povrchové vody) a záboru a znehodnocení okolních pozemků vlivem sesuvů. Tato varianta sice neřeší přítomnost všech nebezpečných odpadů na skládce, ale při ekonomicky přijatelných nákladech minimalizuje negativní vlivy na životní prostředí.

Předpokládaná cena prací za částečnou odtěžbu skládky, úpravu svahů a vytvoření přítěžovací lavice, separaci odpadů, jejich likvidaci, rekultivaci povrchu celé skládky bude známa na základě celkového objemu odtěžované části skládky a projektové dokumentace sanačního zásahu. Na základě odhadu předpokládaných prací lze uvažovat o nákladech cca 0,5 mld. Kč až 1,5 mld. Kč v závislosti na rozsahu odtěžby. Součástí ceny budou inženýrské práce (projekční činnost, vypracování posudků, dokumentů a vyřízení příslušných povolení), monitoring.

V Brně dne 11. 9. 2017

Mgr. Jan Bartoň

Použitá literatura

- Baborová, M., Froehlichová, I., Polák, P., Špaček, P. (1997): Komerční centrum Vypich, Praha 6 – Břevnov, inženýrskogeologický průzkum, I. etapa, CHEMCOMEX a.s., Praha
- Baborová, M., Polák, P. (1997): Závěrečná zpráva II. Etapy inženýrskogeologického průzkumu pro komerční centrum Vypich, CHEMCOMEX a.s., Praha
- Bartoň, J., Oberhelová, J., Klesnil, R., Čáslavský, M. (2015): Praha – Motolská skládka, Ekologický audit, Fáze I., Závěrečná zpráva, GEOTest, a.s.
- Bartoň, J., Oberhelová, J. (2015): Praha – Motolská skládka, Ekologický audit, Fáze II., Závěrečná zpráva, GEOTest, a.s.
- Bartoň, J., Oberhelová, J., Ebermann, T., Vižďa, P., Duras, R., Oprchal, J. (2017): Praha – Motolská skládka, Analýza rizik kontaminovaného území, Realizační projekt, GEOTest, a.s.
- Bohátka, J., Bohátková, L., Ebermann, T., Nedvěd, J., Spěšný, M., Tlamsa, J., Votoček, R. (2012): Komplexní hydrogeomonitored a geomonitoring na stavbu metra V. A (Dejvická – Motol). Zpráva o výsledcích geologických a geofyzikálních průzkumných prací v trase ražby štoly a strojovny VZT SO 08-28/01, ARCADIS Geotechnika a.s., Praha; INSET, s.r.o., Praha
- Bohátková, L. (2008): Závěrečná zpráva geotechnického průzkumu pro stavbu Prodloužení trasy A metra v Praze ze stanice Dejvická - mezi stanicemi Dejvická a Motol - DSP, km 10,056 - 16,175, Stavební geologie-Geotechnika, a.s., Praha
- Březina, B. (2014): Geotechnické posouzení stabilitních poměrů severních svahů, G/T BoBr
- Czudek, T. (1972): Geomorfologická členění ČSR. Studia geographica 23, Brno
- Gardavská, A., Rout, J. (2010): Praha 5 – Motol, závěrečná zpráva doplňujícího inženýrskogeologického průzkumu pro projekty zajištění stavebních jam na staveništích KÚ1 a stanice Motol na trase metra 5A, ARCADIS Geotechnika a.s., Praha
- International Agency for Research on Cancer (IARC). Cancer Substances Database
- Kolektiv autorů (1985): Geologická dokumentace bez primárních posudků : MAPA PRAHA 9-1, Projektový ústav dopravních a inženýrských staveb, Praha
- Kolektiv autorů (2013): EIA – rekultivace a revitalizace skládky Motol na pozemcích 430/1, 430/5 a 430/12, ECODIS s.r.o.
- Kolektiv autorů (2013): Studie využitelnosti oblasti motolské skládky, SIDERIS s.r.o.
- Kolektiv autorů (2013): Posouzení výstavby sportovního areálu v prostoru tzv. Motolské skládky (Praha 5 – cyklopark Motol), SIDERIS s.r.o.
- Kolektiv autorů (2014): Posouzení odtokových poměrů v povodí u Motolské skládky, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.
- Kolektiv autorů (2014): Závěrečná zpráva geofyzikálního průzkumu skládky v Praze 5 – Motole, NOZA, s.r.o.

- Korbel, L. (2013): Geodetické zaměření sesuvu části svahu severní stěny skládky Motol, GBS Praha s.r.o
- Krásný, J. (1970, 1976): Klasifikace hornin podle transmisivity, ÚÚG Praha
- Kunovský, I. (2006): Průvodní zpráva zpevnění koruny skládky Praha 5 – Motol pro stavbu a odstranění poruch terénu a zamezení prosakování vody do podloží, Projekční kancelář ARI Ateliér CAD Praha 6
- Kunovský, I. (2014): Průvodní zpráva o „Zpevnění koruny skládky Praha 5 – Motol – předběžné posouzení stávajícího stavu skládky“
- Lacina, Z. (2012): Geodetické zaměření skládky v systému JTSK v měřítku 1: 1 000
- Lacina, Z. (2013): Geodetické zaměření Rekultivační skládky Motol v systému JTSK v měřítku 1: 1 000
- Marhold, J. (1986): Přehled průmyslové toxikologie – Organické látky – Avicenum, Praha
- Matyáš, J. (2011): Stavebně technický posudek skládky
- Oak Ridge National Laboratory. The Risk Assessment Information System (RAIS). Topical Toxicological Parameters
- Olmer, M., Herrmann, Z., Kadlecová, R., Prchalová, H. et al. (2006): Hydrogeologická rajonizace České republiky. Sborník geologických věd, hydrogeologie, inženýrská geologie, 23. Česká geologická služba, Praha
- Pokorný, L. (1985): Závěrečná zpráva o podrobném inženýrskogeologickém průzkumu – Motol FN – Ubytovna sester + parking, Geoindustria, Praha
- Quitt, E. (1971): Klimatické oblasti Československa. Studia geographica 16. Brno
- Rajniš, L. (2013): Studie „Funkční řešení ploch pro víceúčelové sportoviště – rekultivace skládky par. č. 430/1 a 430/5 v k.ú. Motol“, Aspect Design Praha 6
- USEPA: Database of chemical properties for sara Section 313 chemicals
- USEPA: Iris – the Integrated Risk Information System
- WHO: Guidelines for drinking - water quality. Volume 1 Recommendations, Geneva 1993 a z databází zakoupených od VÚOS, a.s. Pardubice (Chem-Bank, Ecdin)

K vypracování předložené zprávy byly použity i další informační zdroje :

Vodohospodářský informační systém <http://www.vuv.cz>

Český hydrometeorologický ústav: <http://www.chmu.cz>

Český úřad zeměměřický a katastrální: <http://www.cuzk.cz>

Ekotoxikologická databáze, <http://www.piskac.cz>, www.arnica.org

Česká geologická služba <http://www.geology.cz>

EPA Pollutants and Toxics <http://www.epa.gov>

Archiv leteckých snímů IPR Praha (<http://app.iprpraha.cz/js-api/app/OrtofotoArchiv/>)

www.rais.ornl.gov