

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*  
*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*  
*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum*  
*kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 1 / Listů celkem 24 (vč. příloh)

# **Odborné stanovisko ve věci geochemického posouzení možného vlivu materiálu odvalu Heřmanice na deponie hlín určených na rekultivace**

Číslo: 047-2023 OV

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Objednatel:</b>        | <b>DIAMO, státní podnik</b><br>Odštěpný závod Odra<br>Sirotčí 1145/7, Vítkovice, 703 00 Ostrava                                                                                                                                                                        |
| <b>IČO:</b>               | 00002739                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Objednávka č.:</b>     | 4520056358, 16. 11. 2023                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Místo realizace:</b>   | <b>Katastrální území: Hrušov [714917], parc. č. 1094/1</b><br>Obec: Ostrava [554821], okres Ostrava-město (LAU 1: CZ0806)<br>kraj Moravskoslezský (CZ080)                                                                                                              |
| <b>Autoři:</b>            | <b>doc. Mgr. Eva Geršlová, Ph.D.; doc. Mgr. Milan Geršl, Ph.D.</b>                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Odpovědný řešitel:</b> | doc. Mgr. Milan Geršl, Ph.D.; IČO: 696 08 580<br><i>Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii</i><br><i>a zkoumání geologické stavby, číslo osvědčení: 2335/2017</i><br><i>a s odbornou způsobilostí v sanační geologii, číslo osvědčení: 2564/2021</i> |
| <b>Datum vyhotovení:</b>  | <b>21. 12. 2023</b>                                                                                                                                                                                                                                                    |

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*  
*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*  
*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum*  
*kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 2 / Listů celkem 24 (vč. příloh)

## 1. ÚVOD

### 1.1 Žadatel o odborné stanovisko

Žadatelem a objednatelem odborného stanoviska je DIAMO, státní podnik, Odštěpný závod Odra, který nás o něj požádal prostřednictvím své objednávky číslo 4520056358, ze dne 16. 11. 2023.

### 1.2 Lokalizace

Katastrální území: Hrušov [714917]  
Parcelní číslo: 1094/1, LV: 914  
Druh pozemku: ostatní plocha  
Obec: Ostrava [554821]  
Okres: Ostrava-město (LAU 1: CZ0806)  
Kraj: Moravskoslezský (CZ080)

Přesná lokalizace odběru vzorků je uvedena v kap. 3.2.1 Vzorkování.

## 2. Výčet podkladů

### 2.1 Spisové podklady

[1] Malucha P.: ÚMTO - Odval Heřmanice, Deponie hlín, Zpráva o výsledcích vzorkování a analýz rekultivačních zemin ve východní části UMTO. – Diamo, s. p., 31. 8. 2023, 8 stran.

Z důvodu zachování nestrannosti a co nejvíce objektivního přístupu nebyly zadavatelem poskytnuty žádné další materiály, které případně byly zpracovány před zadáním vypracování tohoto odborného stanoviska.

Výsledky analýz odebraných vzorků zemin jsou zpracovány v protokolech, které jsou přílohou tohoto posudku.

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*  
*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*  
*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum*  
*kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 3 / Listů celkem 24 (vč. příloh)

- [2] Protokol o zkoušce vzorku číslo 5145/2023 (viz příloha)
- [3] Protokol o zkoušce vzorku číslo 5146/2023 (viz příloha)
- [4] Protokol o zkoušce vzorku číslo 5147/2023 (viz příloha)

## **2.2 Věrohodnost zdroje dat**

Věrohodným zdrojem dat jsou dokumenty uvedené v kap. 2.1 vypracované Zkušební laboratoří č. 1328 akreditované ČIA podle ČSN EN ISO/EC 17025:2018. Věrohodným zdrojem dat jsou výsledky terénního šetření včetně odběrů vzorků provedených autory tohoto stanoviska

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*  
*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*  
*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum*  
*kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 4 / Listů celkem 24 (vč. příloh)

### 3. NÁLEZ

#### 3.1. Terénní šetření – příprava

Vzorky zemin pro analýzy je nutno odebrat z různých výškových úrovní deponie dosažených vrtem anebo sondou provedenou jiným technicky přijatelným způsobem. Současně je nutné provedení opakování v ploše tak, aby bylo možno potvrdit anebo upřesnit zjištění provedené v první sondě. Vzhledem k nutnosti posoudit strukturní a texturní znaky deponie bylo navrženo použití rypadla, pomocí kterého bude vyhloubena sonda o půdorysu minimálně cca 1×3 m tak, aby byl pozorovatelný výškový profil deponie. Po zvážení reálných možností zadavatele se ukázalo jako nejvhodnější použití rypadla Komatsu PC 490 s praktickým hloubkovým dosahem cca 7,0 m.

#### Plán odběru vzorků

- 1) Účel odběru vzorků: geochemické posouzení možné kontaminace zemin
- 2) Vzorkovací schéma: Na zájmovém území budou vyhloubeny min. 2 sondy půdorysu cca 1×3 m do hloubky 6-7 m, podle aktuální stability výkopu a dalších parametrů, které umožní bezpečnou práci. Po předběžném zhodnocení geologického profilu bude rozhodnuto o počtu odebíraných vzorků.
- 3) Typ odběrového zařízení, technika vzorkování a další materiál: Nářadí z nerezové oceli, lopatky, lžičky. Buničina na dekontaminaci nářadí. Skleněné vzorkovnice s PTFE uzávěrem, 300 ml, 100 ml. Nivelační lať 5,0 m, laserový dálkoměr HILTI.
- 4) Hloubka odběru včetně odůvodnění navržené hloubky odběru: 0,0-0,5 m = svrchní vrstva, 6,0-7,0 m = spodní vrstva, počva sondy, podle strukturní heterogenity profilu další 2-4 vzorky.
- 5) Hmotnost vzorku: 0,3-0,4 kg.
- 6) Čas vzorkování: listopad 2023, podle domluvy se zadavatelem.
- 7) Úprava (kvartování vzorku) a balení vzorků (oddělení kontrolního vzorku): Úprava proběhne na místě pomocí nerezového nářadí a jednorázových laboratorních pomůcek. Vzorky budou zabaleny do skleněných hermeticky (PTFE) uzavíratelných vzorkovnic. Kontrolní vzorek nebude odebírán, stanovení pozadí není požadováno.
- 8) Popis, přeprava a uložení vzorků: Označení vzorku bude provedeno na vzorkovnici. Přeprava proběhne při teplotách do 4 °C. Skladování neproběhne, vzorky budou do laboratoře předány v intervalu max. 18 hod.
- 9) Rozsah požadovaných analýz: TO, PAU, viz kap. 3.2.2
- 10) Dokumentace (protokolární záznam o odběru): Zpracována průběžně při odběru.
- 11) Popis průběhu odběru vzorků: Zpracován průběžně při odběru.

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*  
*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*  
*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 5 / Listů celkem 24 (vč. příloh)

### 3.2. Terénní šetření – nález

#### 3.2.1 Vzorkování

Na odvalu byly zvoleny 2 půdorysně protilehlé body, v nichž byly strojně vykopány sondy do hloubky 6,5 m. Do hloubky výkopu 1,2 m byly vzorky odebírány ze stěny výkopu. Z hlubších částí byly vzorky odebírány ze lžíce bagru. Frakce nad cca 30 mm byla ručně odstraněna a zbylá hmota o objemu cca 5 l byla mísením zhomogenizována. Z takto připraveného materiálu byly odebrány vždy 2 vzorky do skleněných vzorkovnic s PTFE uzávěrem. Vzorkovaný materiál byl petrograficky popsán, rovněž byl popsán geologický řez výkopem.

#### Sonda HS-01

Tab. 1 Petrografický popis sondy HS-01

S-JTSK: Y=467722,87 X=1098236,63

| Hloubkový interval (m) | Popis                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,0–0,5                | Fluviální štěrk až písek s příměsí hlín, valouny ve štěrkovité frakci zaoblené, téměř zakulacené. Ojedinele příměs stavebního odpadu v podobě úlomků stavebních cihel a žáruvzdorných tvarovek. V rámci sondy průběžná vrstva. Petrografický obsah v rámci vrstvy horizontálně i laterálně homogenní. |
| 0,5–1,4                | Jílovitá zemina černohnědá, s obsahem ostrohranných úlomků hornin. V rámci sondy průběžná vrstva. Petrografický obsah v rámci vrstvy horizontálně i laterálně homogenní.                                                                                                                              |
| 1,4–6,5                | Jílovitá zemina hnědošedá, s významným podílem ostrohranných úlomků, místy do velikosti až cca 0,5 m.                                                                                                                                                                                                 |

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*  
*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*  
*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 6 / Listů celkem 24 (vč. příloh)

## Sonda HS-02

Tab. 2 Litologický opis sondy HS-02

S-JTSK: Y=467653,75 X=1098189,68

| Hloubkový interval (m)                                                  | Popis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,0–0,5                                                                 | Fluviální štěrky až písek s příměsí hlín, valouny ve štěrkovité frakci zaoblené, téměř zakulacené. Četná příměs stavebního odpadu v podobě úlomků stavebních cihel a žáruvzdorných tvarovek. V rámci sondy průběžná vrstva s proměnlivou mocností. Petrografický obsah v rámci vrstvy horizontálně i laterálně velmi proměnlivý. |
| 0,5–0,8                                                                 | Červená zemina, ostrohranné úlomky hornin. V rámci sondy průběžná vrstva. Petrografický obsah v rámci vrstvy horizontálně i laterálně homogenní.                                                                                                                                                                                 |
| 0,8–2,5                                                                 | Jílovitá zemina, laterálně proměna barev od hnědočerné po rudě červenou. V rámci sondy průběžná vrstva.                                                                                                                                                                                                                          |
| 2,5–6,5                                                                 | Jílovitá zemina, s ostrohrannými úlomky hornin.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Zemina je do hloubky 1,4 m vlhká, v intervalu 1,4–6,5 m suchá, prášivá. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Tab. 3 Seznam odebraných vzorků z deponie.

| Označení vzorku | Hloubka odběru (m) |  | Označení vzorku | Hloubka odběru (m) |
|-----------------|--------------------|--|-----------------|--------------------|
| HS 01-01        | 0,30               |  | HS 02-01        | 0,20               |
| HS 01-02        | 1,00               |  | HS 02-02        | 0,70               |
| HS 01-03        | 4,00               |  | HS 02-03        | 4,00               |
| HS 01-04        | 6,50               |  | HS 02-04        | 6,38               |

*Hloubka odběru = hloubka pod povrchem terénu.*

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*  
*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*  
*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 7 / Listů celkem 24 (vč. příloh)

### 3.2.2 Metodika chemických analýz zemin

Vzorkování proběhlo podle Plánu odběru vzorků (kap. 3.1). Výsledky analýz jsou uvedeny v [1] Protokol o zkoušce vzorku.

Celkem 4 vzorky byly analyzovány ve zkušební laboratoři MND a.s., akreditovaná Českým institutem pro akreditaci. 9 vzorků bylo analyzováno v laboratořích ÚSMH AV ČR. U vzorků hlín byl stanoven obsah organického uhlíku (TOC), a 16 prioritních aromatických uhlovodíků.

#### Stanovení organického uhlíku (TOC)

Princip metody je založen na přímých stanoveních oxidu uhličitého, uvolněného ze vzorků spalováním v kyslíku (při stanovení celkového uhlíku, TC) nebo rozkladem kyselinou (při stanovení minerálního uhlíku, TIC). Celkový obsah organického uhlíku (TOC) byl stanovován nepřímo jako rozdíl mezi obsahem celkového a minerálního uhlíku. K elementární analýze uhlíku a síry byl používán přístroj METALYT CS 100/1000S (ELTRA, SRN) s infračervenými detekčními celami na měření oxidu uhličitého a oxidů síry. Vzorek se navažuje v doporučeném množství do 300 mg. Mez detekce je pro minerální a organický uhlík 0,05 % (m/m). Variabilita výsledků, vyjádřená relativní směrodatnou odchylkou opakovatelnosti, se u všech stanovovaných ukazatelů pohybuje okolo 5 %.

#### Příprava vzorků a analýza polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) – laboratoře MND a.s.

Postup vychází z normy ČSN EN 17503 Půdy, kaly, upravený bioodpad a odpady – Stanovení polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) plynovou chromatografií a vysokoúčinnou kapalinovou chromatografií.

Pevný vzorek je volně vysušený na vzduchu, poté se drtí a nechá volně na vzduchu dosušit. Vzorek se extrahuje směsí acetonu a hexanu v ultrazvuku. Po extrakci se aceton odstraní promytím vodou a organická fáze se zakoncentruje v koncentrátoru mírným proudem dusíku. Po zakoncentrování se vzorek převede do acetonitrilu. Takto připravený vzorek se měří na HPLC (Agilent Technologies 1200 Infinity Series, kolona Hypersil Green PAH 100 × 4,6 mm) s gradientovou elucí (acetonitril – voda) a s detekcí na DAD. Výsledky měření byly zpracovávány po exportu dat programem Microsoft Excel. Mez stanovení je 0,2 µg/kg pro anthracen a pro ostatní sledované složky PAH 2 µg/kg, relativní směrodatné odchylky stanovení jednotlivých uhlovodíků se pohybuje okolo 10 %.

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*  
*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*  
*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum*  
*kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 8 / Listů celkem 24 (vč. příloh)

## **Příprava vzorků a analýza polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) – USMH AV ČR, analytické práce doc. Mgr. E. Geršlová, Ph.D., Mgr. D. Vůroš, Ph.D.**

Vlhký vzorek byl extrahován směsí acetonu a hexanu v poměru 1:1 za zvýšené teploty a tlaku extraktorem DIONEX ASE-150. Teplota extrakce byla nastavená na 100 °C. Po extrakci se rozpouštědlo odpařilo na cca 1 ml pomocí rotačního vakuového koncentrátoru značky Christ RVC 2–18. Do 1 ml extraktu byl přidán vyžíhaný silikagel (aktivace 200 °C, 1 hodina). Vzorek byl nabalený na vyžíhaný silikagel, který se nechal zcela vyschnout. PAH látky byly separovány sloupcovou chromatografií. Na dně kolony se přidalo 5 g vyžíhaného silikagelu, na který se následně nasypalo 2 g vyžíhaného síranu sodného (400 °C, 4 hodiny). Celá kolona byla nejprve promytá hexanem a po promytí se přidal vzorek nabalený na silikagel a proběhla eluce 15 ml hexanem (alifatická frakce), následně 30 ml směsí hexan : dichlormetan v poměru 1:1 (aromatická frakce). Aromatická frakce byla následně odpařena na cca 0,5 ml, poté bylo přidáno 20–50 µl vnitřního standardu 1,1 binaphtyl (c = 500 µg/ml) a doplněno hexanem na 1 ml a následně změřen plynovou chromatografií s hmotnostní detekcí Trace 1310 GC. Hmotnostní spektrometr byl provozován v režimu SIM (Selected Ion Monitoring) na určených fragmentech pro sledované sloučeniny ve frakci nasycených i aromatických uhlovodíků. Část vzorků byla proměřena i v režimu SCAN s nastaveným rozsahem iontů m/z 50 až 550.

## **4. Zhodnocení výsledků analýz**

### **4.1 Zhodnocení chemických analýz zemin**

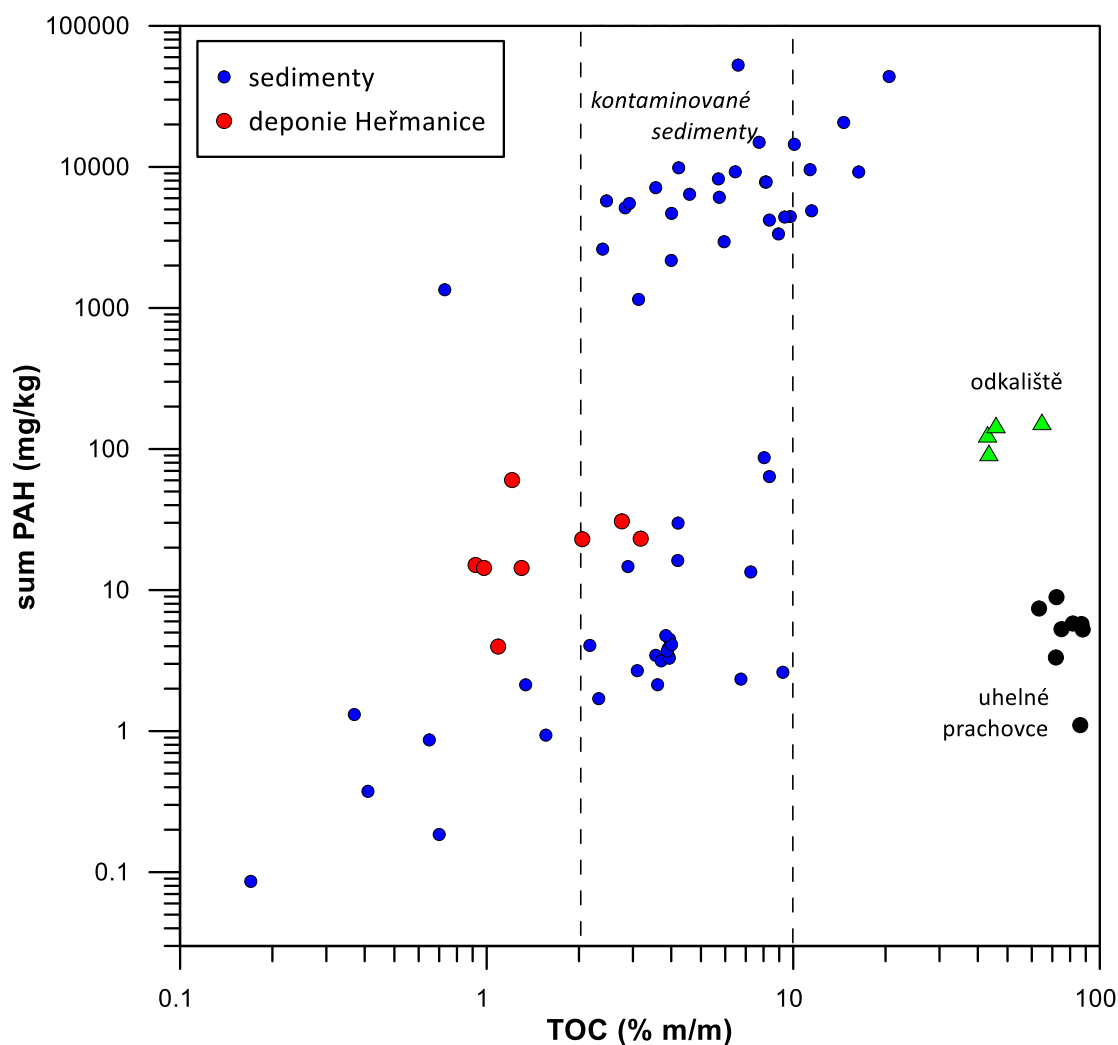
Obsah organického uhlíku se v hodnocených vzorcích pohybuje v rozmezí od 0,92–4,51 hm%. Vzorky HS-01-02, HS-01-03 a HS-02-04 a HS-A řadíme do kategorie středně obohacený materiál (2-10 % TOC). Vzorky HS-01-01, HS-01-04, HS-02-01, HS-02-02, HS-02-03a do kategorie materiál chudý na organickou hmotu. Obsah organického uhlíku je důležitým kritériem při posuzování kontaminace. Ve vzorcích s nízkým obsahem organického uhlíku současně indikují i mírně zvýšené hodnoty PAU přítomnost potenciální kontaminace (obr. 1). Obecně platí, že PAU se váží na organickou hmotu a jílové minerály. Vzhledem k tomu, že se PAU přirozeně vyskytují také v uhlí, je třeba vyloučit, že zvýšené obsahy PAU nejsou vázány na uhelnou hmotu. To se dá ověřit/vyvrátit stanovením celkového organického uhlíku. Podle analýz je zřejmé, že obsah PAU je antropogenního původu.



*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*  
*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*  
*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 9 / Listů celkem 24 (vč. příloh)



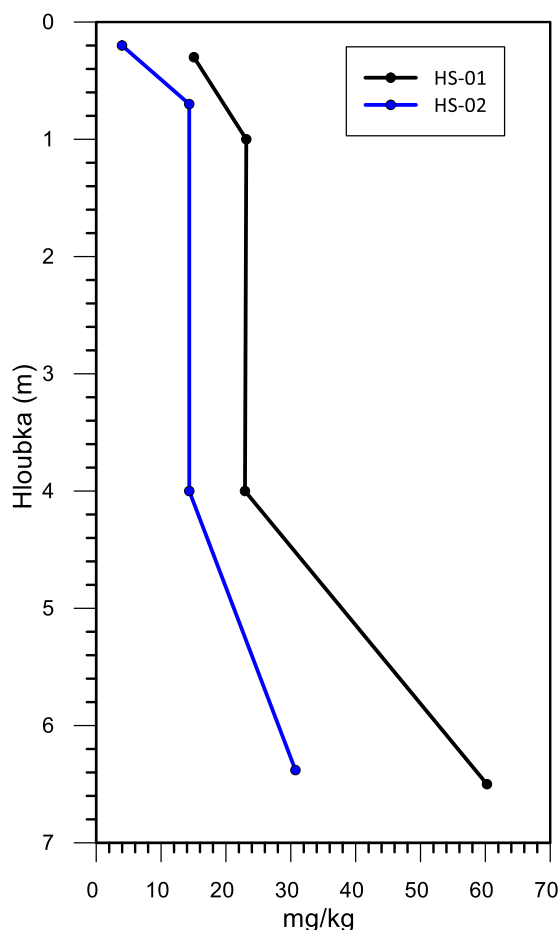
Obr. 1 Vzájemný vztah mezi obsahem organického uhlíku (TOC) a sumou 16 PAU ve vzorcích z deponie Heřmanice, vzorků uhlých prachovců z ostravského souvrství, materiálu odkaliště koksovy Šverma a sedimentů oblasti kontaminované a nekontaminované.

Obsah sumy 16 PAU se pohybuje v širokém intervalu od 4,0 do 60,2 mg/kg sušiny. Nejvyšší koncentrace byly zjištěny ve vzorcích odebraných hloubce 6,5 m (vzorek HS-01-04) a 6,38 m (vzorek HS-02-04). Obsah sumy 16 PAU s hloubkou narůstá u obou hodnocených profilů (obr. 2).

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*  
*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*  
*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 10 / Listů celkem 24 (vč. příloh)



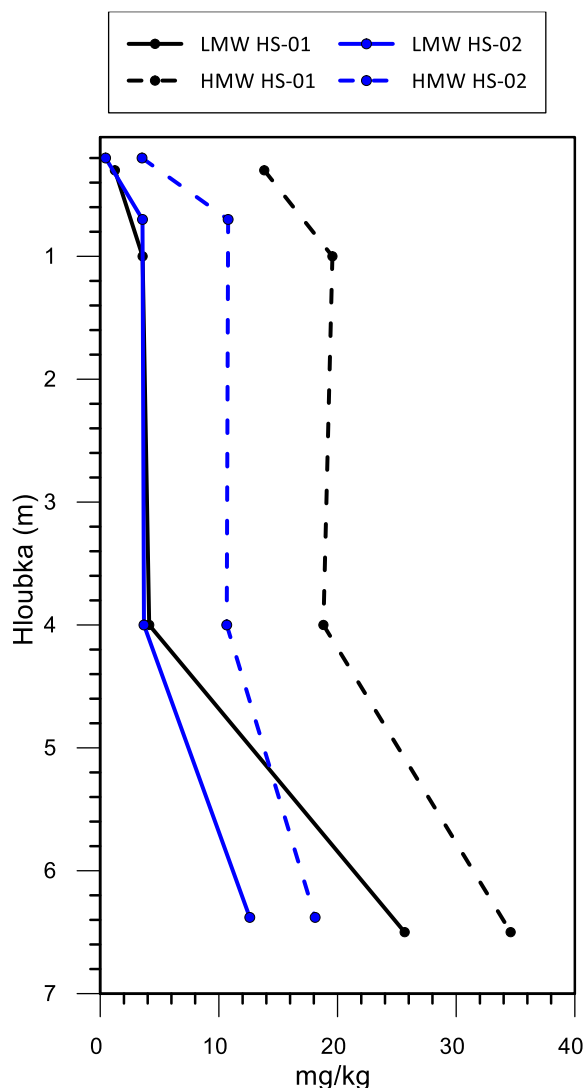
Obr. 2 Změna obsahu sumy 16 polyaromatických uhlovodíků s hloubkou v profilu HS-01 a HS-02.

PAU dělíme na tři hlavní skupiny podle jejich molekulární váhy. Z posuzovaných 16 PAU řadíme k nízkomolekulárním ty, které mají molekulovou hmotnost 128–178 g/mol (naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, anthracen); mezi středněmolekulární PAU s molekulovou hmotností 202 g/mol patří pyren a fluoranten; vysokomolekulární PAU mají molekulovou hmotnost 228–278 g/mol (benzo(a)anthracen, chrysen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-c,d)pyren, dibenzo(a,h)anthracen, benzo(g,h,i)perylene). Distribuce s hloubkou ukazuje srovnatelný obsah nízkomolekulárních PAU v prvních 4 metrech hloubkových obou profilů (obr. 2). Vzorek HS-01-04 výrazně vybočuje. Distribuce HMW má srovnatelný průběh (obr. 3).

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*  
*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*  
*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 11 / Listů celkem 24 (vč. příloh)



Obr. 3 Změna zastoupení nízkomolekulárních (LMH) a středně + vysokomolekulárních (HMW) PAU s hloubkou v profilu HS-01 a HS-02.

#### 4.2 Srovnání výsledků při použití odlišných metod extrakce

Kvantifikace PAU v půdách a sedimentech a kalech je obtížná, protože se jedná o velmi heterogenní materiály. U půd kontaminovaných PAU byla zjištěna postupná sekvestrace molekul PAU do mikropórů. Vzniklá silná vazba PAU s půdními částicemi je důvodem, proč je extrakční účinnost vysoce variabilní. Extrakce je separační metoda, při které přechází složka ze směsi látek v pevné fázi do kapalné fáze (PAU přítomné v pevném vzorku jsou převedeny do roztoku, který je dále analyzován).

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*

*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*

*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 12 / Listů celkem 24 (vč. příloh)

Při výběru vhodné extrakční techniky je posuzována rychlost a účinnost extrakce, ale také pořizovací a provozní náklady dané techniky. Použití účinné a relativně rychlé extrakční techniky dosahující vysoké výtěžnosti je jedním z hlavních předpokladů pro dobrou kvantifikaci analytů. Extrakce ultrazvukem (U.S. EPA Method 3550C Ultrasonic extraction) se používá pro extrakci netěkavých a polotěkavých analytů z pevných vzorků, včetně půdních vzorků. Extrakce ultrazvukem je velmi závislá na druhu půdy/zeminy a koncentraci kontaminantů ve vzorku. Extrakce ultrazvukem má nižší výtěžnost (44–76 %), zejména u PAU s nižší molekulovou hmotností.

Vysokoteplotní a vysokotlaká extrakce (ASE) je rychlá metoda, která udržuje rozpouštědlo nad bodem varu zvýšením tlaku. Vyšší tlak zároveň výrazně zvyšuje efektivitu průniku rozpouštědla póry, takže větší část vzorku je vystavena extrakčnímu rozpouštědлу. Při použití systému ASE, byla výtěžnost PAU z půd a sedimentů na povrchu dvakrát vyšší než u ostatních metod. Hlavním důvodem zvýšené efektivity extrakce ASE je desorpce PAU z pevné matrice.

Vzorky z profilu HS-01 byly extrahovány v ultrazvuku a metodu ASE. Porovnání získaných výsledků ukazuje vysokou shodu, která není úplně obvyklá. Důvodem je aktivace PAU přímo na lokalitě dlouhodobým působením zvýšené teploty z podloží (Tab. 4).

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*  
*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*  
*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 13 / Listů celkem 24 (vč. příloh)

Tab. 4 Výsledky stanovení PAU vzorků HS-01-01, HS-01-02 a HS-01-04 při použití odlišné metody extrakce a analýzy.

|                        |            | extrakce ultrazvukem |                     |                     | extrakce ASE |             |             |
|------------------------|------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------------|-------------|-------------|
|                        |            | 5145/23<br>HS-01-01  | 5146/23<br>HS-01-02 | 5147/23<br>HS-01-04 | HS-01-01     | HS-01-02    | HS-01-04    |
| Naftalen               | mg/kg suš. | <0,234               | <0,234              | 7,35                | 0,24         | 0,08        | 7,36        |
| Fenantren              | mg/kg suš. | 1,52                 | 1,24                | 6,13                | 0,58         | 2,64        | 8,03        |
| Antracen               | mg/kg suš. | 0,32                 | 0,26                | 1,42                | 0,32         | 0,56        | 2,91        |
| Fluoranten             | mg/kg suš. | 4,58                 | 4,41                | 12,90               | 2,70         | 5,78        | 9,57        |
| Pyren                  | mg/kg suš. | 2,67                 | 2,42                | 8,23                | 2,97         | 4,77        | 8,36        |
| Benzo[a]antracen       | mg/kg suš. | 1,09                 | 1,35                | 3,48                | 2,14         | 2,21        | 4,37        |
| Chrysen                | mg/kg suš. | 0,93                 | 1,26                | 3,08                | 1,98         | 2,23        | 4,02        |
| Benzo[b]fluoranten     | mg/kg suš. | 0,86                 | 1,49                | 2,54                | 1,50         | 1,68        | 3,00        |
| Benzo[k]fluoranten     | mg/kg suš. | 0,69                 | 1,11                | 1,81                | 0,95         | 1,13        | 1,91        |
| Benzo[a]pyren          | mg/kg suš. | 1,07                 | 1,68                | 2,73                | 1,02         | 1,14        | 2,12        |
| Indeno[1,2,3-c,d]pyren | mg/kg suš. | 0,70                 | 1,08                | 1,48                | 0,25         | 0,29        | 0,55        |
| Benzo[g,h,i]perylene   | mg/kg suš. | 0,59                 | 1,11                | 1,50                | 0,19         | 0,23        | 0,45        |
| <b>Suma 12 PAHs</b>    |            | <b>15,0</b>          | <b>17,4</b>         | <b>52,6</b>         | <b>14,8</b>  | <b>22,7</b> | <b>52,7</b> |

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*  
*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*  
*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 14 / Listů celkem 24 (vč. příloh)

#### 4.3 Literární rešerše – polyaromatické uhlovodíky

Sedimenty a půdy antropogenně kontaminovaných lokalit obsahují směs organických látek, které se z hlediska původu rozdělují do následujících skupin:

- přírodní pozadí: humus, zbytky rostlin a ostatních organismů,
- produkty petrochemického průmyslu: ropa, pohonné hmoty a maziva,
- produkty vysokoteplotního zpracování fosilních paliv a nedokonalého spalování dřeva, odpadů a jiných organickou hmotou bohatých substancí.

Polyaromatické uhlovodíky (PAU) jsou organické látky tvořené dvěma nebo více kondenzovanými benzenovými jádry. Pro svou schopnost dlouhodobě přetrvávat v životním prostředí a zdravotní závažnost jsou řazeny do skupiny persistentních organických polutantů (POP). PAU jsou hydrofobní sloučeniny, za normálních podmínek tuhé látky s relativně vysokými body tání a varu. PAU mají výraznou schopnost adsorpce na pevných sorbentech nebo částicích, jsou více resistantní vůči biodegradaci než většina nasycených sloučenin proto s časem dochází k jejich hromadění v zeminách.

PAU složené ze dvou až tří benzenových kruhů jsou označovány jako nízkomolekulární (LMW) PAH; všechny ostatní s více kruhy se označují jako vysokomolekulární (HMW) PAU. Vzhledem k nízkému tlaku par, hydrofobnosti a vysoké biologické stabilitě v půdním prostředí vykazují vyšší stabilitu HMW ve srovnání se sloučeninami LMW.

PAU se vyskytují jednak v přírodních materiálech (např. bitumeny, uhlí, rostlinné zbytky) tak antropogenních zdrojích (fosilní paliva, produkty spalování, petrochemické produkty aj.). PAU přirozeně vznikají v průběhu diagenese, tj. ohřevu organických materiálů, ke kterému dochází za relativně nízkých teplot (100 °C až 150 °C) po delší dobu. Dále vznikají jako produkty metabolismu některých bakterií, plísní a vyšších rostlin. Antropogenní zdroje PAU jsou především spalování organické hmoty a ropné havárie. Nejvyšší obsah PAU byl dosud zjištěn při zplyňování uhlí

Jedním ze způsobů odstranění PAU z kontaminovaných zemin je termická desorpce. Prosté zvýšení teploty zvýší rozpustnost PAU a tím vzroste desorpce PAU.

Při termické desorpci je kontaminovaná půda vystavena teplotám až do 600 °C, při této teplotě dochází k desorpci PAU z půdy a jejich převedení do plynné fáze. Dekontaminovaný materiál si zachovává své mechanické vlastnosti a může být opětovně použit. Rozlišujeme: nízkoteplotní termickou desorpci (90 °C až 320 °C) a vysokoteplotní termickou desorpci (320 °C až 600 °C).

Vstřikování vodní páry je metoda, která uvolňuje PAU z matrice, a ty mohou být odsávány vakuovou extrakcí půdního vzduchu nebo odčerpávány jako volná fáze z hladiny podzemní vody. Tato metoda je vhodná pro zeminy s nízkou propustností a nízkou úrovní kontaminace.

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*  
*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*  
*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 15 / Listů celkem 24 (vč. příloh)

## 5. Závěr

- 1) Byla potvrzena výrazná systematická zonálnost v hodnocené deponii – ta je doložitelná jednak vizuálně, jednak analyticky. Byl prokázán do podloží vzrůstající obsah PAU, přičemž obecně byl zjištěn značný rozsah zjištěných koncentrací PAU.
- 2) Uvedenou zonaci nelze vysvětlit cíleným uložením kontaminovaného materiálu.
- 3) Pro posouzení vzniklé situace je třeba, kromě stanovení obsahu PAU, také znát vnitřní strukturu deponie, resp. popsat geologický profil. Obvykle je toto prováděno pomocí geologických vrtů. Sondy hloubené bagrem však poskytly kvalitní informace o vnitřní stavbě uloženého materiálu.
- 4) K redistribuci PAU došlo působením zvýšené teploty, která působila srovnatelným mechanismem, jako termální desorpce používaná při sanacích organických polutantů. V těchto případech se pomocí cíleně zvýšené teploty odstraňuje organická kontaminace zemin těkáním organických látek. Principiálně se v případě posuzovaného odvalu jedná o stejný proces. Rozdílem je to, že v geologických profilech byly zjištěny průběžné vrstvy jílovitých zemin. Přítomnost jílové vrstvy v horní části profilu způsobila zatěsnění deponie a její neodvětrávání. Takto došlo ke stavu, kdy unikající organické látky, resp. PAU neodcházely dále do atmosféry, ale byly koncentrovány pod jílovou těsnicí vrstvou.
- 5) Rozsah koncentrací sumy 16 PAU v recyklované zemině je značný a odráží pohyb látek v tělese deponie vlivem zvýšené teploty
- 6) Zvýšení teploty vede k mobilizaci PAU sorbovaného na pevnou matici. Tento proces nastal na místě uložení recyklované zeminy, kdy docházelo k postupnému prohřívání celého tělesa a desorpci PAU. Následná analýza takto aktivovaného materiálu poskytla vyšší výtěžky (koncentrace) i při využití méně efektivní ultrazvukové extrakce. Tentýž materiál (tj. zkoumané recyklované zeminy), který byl analyzován před jeho uložením na povrch termicky aktivního odvalu, byl testován standardními analytickými metodami bez využití tlakově nebo teplotně akcelerované extrakce (ASE). PAU primárně obsažené v zeminách před jejich termickou expozicí nebyly pro analýzu z matrice extrahovány v takovém množství, jako následně po jejich zahřátí.

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*

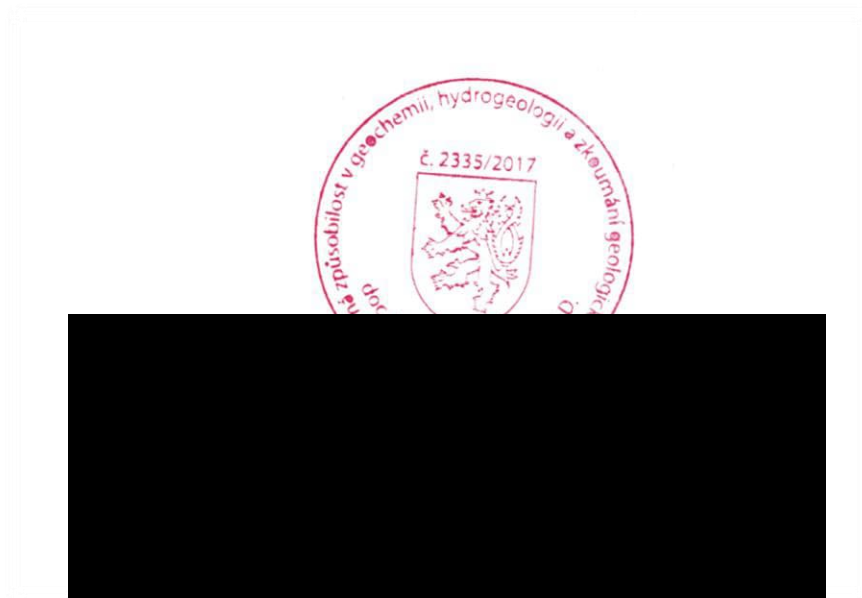
*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*

*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 16 / Listů celkem 24 (vč. příloh)

7) Nadlimitní hodnoty PAU v recyklovaných zeminách, zjištěné po jejich uložení na termicky aktivní část odvalu, jsou dány následnou termickou expozicí zemin na odvalu; nelze tedy vyvodit závěr, že hlíny s PAU v nadlimitních koncentracích byly vědomě naváženy na odval.



V Habrůvce dne 21. prosince 2023

Zpracovali: doc. Mgr. Eva Geršlová, Ph.D.; doc. Mgr. Milan Geršl, Ph.D.

Odpovědný řešitel: doc. Mgr. Milan Geršl, Ph.D.

**Odborná způsobilost v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby, č. 2335/2017**

**Odborná způsobilost v sanační geologii, č. 2564/2021**



*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*  
*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*  
*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 17 / Listů celkem 24 (vč. příloh)

## Přílohy

|                        | Vzorek       | HS-01-01    | HS-01-02    | HS-01-03    | HS-01-04    |
|------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                        | TOC (hm %)   | 0,92        | 3,18        | 2,05        | 1,21        |
| naftalen               | mg/kg sušiny | 0,24        | 0,08        | 0,12        | 7,36        |
| acenaftýlen            | mg/kg sušiny | 0,02        | 0,01        | 0,00        | 0,00        |
| acenaften              | mg/kg sušiny | 0,03        | 0,15        | 0,26        | 5,52        |
| fluoren                | mg/kg sušiny | 0,04        | 0,13        | 0,24        | 1,83        |
| fenantren              | mg/kg sušiny | 0,58        | 2,64        | 2,91        | 8,03        |
| antracen               | mg/kg sušiny | 0,32        | 0,56        | 0,60        | 2,91        |
| fluoranten             | mg/kg sušiny | 2,70        | 5,78        | 5,61        | 9,57        |
| pyren                  | mg/kg sušiny | 2,97        | 4,77        | 4,42        | 8,36        |
| benzo(a)anthracen      | mg/kg sušiny | 2,14        | 2,21        | 2,18        | 4,37        |
| chrysen                | mg/kg sušiny | 1,98        | 2,23        | 2,08        | 4,02        |
| benzo(b)fluoranthén    | mg/kg sušiny | 1,50        | 1,68        | 1,72        | 3,00        |
| benzo(k)fluorantene    | mg/kg sušiny | 0,95        | 1,13        | 1,04        | 1,91        |
| benzo(a)pyren          | mg/kg sušiny | 1,02        | 1,14        | 1,12        | 2,12        |
| Indeno(1,2,3-c,d)pyren | mg/kg sušiny | 0,25        | 0,29        | 0,27        | 0,55        |
| dibenzo(a,h)antracen   | mg/kg sušiny | 0,12        | 0,11        | 0,13        | 0,23        |
| benzo(ghi)perylene     | mg/kg sušiny | 0,19        | 0,23        | 0,24        | 0,45        |
| <b>Suma 16 PAHs</b>    | mg/kg sušiny | <b>15,1</b> | <b>23,1</b> | <b>22,9</b> | <b>60,2</b> |
| <b>Suma 12 PAHs</b>    | mg/kg sušiny | <b>14,8</b> | <b>22,7</b> | <b>22,3</b> | <b>52,7</b> |

Tabulka 5: Výsledky analýzy celkového organického uhlíku (TOC) a polyaromatických uhlovodíků (PAU) ve vzorcích ze sondy HS-01. extrakce ASE, analýza GCMS.

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*  
*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*  
*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum*  
*kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 18 / Listů celkem 24 (vč. příloh)

|                        | Vzorek       | HS-02-01   | HS-02-02    | HS-02-03    | HS-02-04    |
|------------------------|--------------|------------|-------------|-------------|-------------|
|                        | TOC (hm %)   | 1,09       | 1,3         | 0,98        | 2,76        |
| naftalen               | mg/kg sušiny | 0,00       | 0,15        | 0,22        | 0,17        |
| acenaftýlen            | mg/kg sušiny | 0,00       | 0,01        | 0,00        | 0,00        |
| acenaften              | mg/kg sušiny | 0,01       | 0,27        | 0,70        | 0,32        |
| fluoren                | mg/kg sušiny | 0,02       | 0,23        | 0,30        | 0,72        |
| fenantren              | mg/kg sušiny | 0,37       | 2,49        | 2,17        | 9,24        |
| antracen               | mg/kg sušiny | 0,05       | 0,41        | 0,29        | 2,15        |
| fluoranten             | mg/kg sušiny | 0,89       | 3,97        | 3,90        | 8,35        |
| pyren                  | mg/kg sušiny | 0,77       | 3,07        | 3,02        | 6,39        |
| benzo(a)anthracen      | mg/kg sušiny | 0,38       | 0,97        | 0,97        | 1,11        |
| chrysen                | mg/kg sušiny | 0,45       | 1,00        | 1,01        | 1,09        |
| benzo(b)fluoranthen    | mg/kg sušiny | 0,40       | 0,72        | 0,71        | 0,48        |
| benzo(k)fluorantene    | mg/kg sušiny | 0,25       | 0,38        | 0,37        | 0,31        |
| benzo(a)pyren          | mg/kg sušiny | 0,23       | 0,42        | 0,40        | 0,26        |
| Indeno(1,2,3-c,d)pyren | mg/kg sušiny | 0,06       | 0,10        | 0,11        | 0,05        |
| dibenzo(a,h)antracen   | mg/kg sušiny | 0,03       | 0,05        | 0,06        | 0,02        |
| benzo(ghi)perylene     | mg/kg sušiny | 0,06       | 0,10        | 0,10        | 0,06        |
| <b>Suma 16 PAHs</b>    | mg/kg sušiny | <b>4,0</b> | <b>14,3</b> | <b>14,3</b> | <b>30,7</b> |
| <b>Suma 12 PAHs</b>    | mg/kg sušiny | <b>3,9</b> | <b>13,8</b> | <b>13,3</b> | <b>29,7</b> |

Tabulka 6: Výsledky analýzy celkového organického uhlíku (TOC) a polyaromatických uhlovodíků (PAU) ve vzorcích ze sondy HS-02. extrakce ASE, analýza GCMS.

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*  
*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*  
*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 19 / Listů celkem 24 (vč. příloh)



## Protokol o zkoušce

Geršl Milan Mgr., PhD.  
Habrůvka 158  
679 05 Křtiny

VZOREK č. : **5145/23**

Analýzovaný materiál : **Zemina**  
Identifikace vzorku : **HS-01-01; hl. 30 cm.**  
Odebral, dne : **Zadavatel 16.11.2023**  
Zahájení analýzy : **20.11.2023**

Místo odběru :  
Datum příjmu : **20.11.2023**  
Ukončení analýzy : **20.12.2023**

< Hodnota parametru leží pod mezí stanovitelnosti

Odběr vzorku není předmětem akreditace. Odebráno zákazníkem, výsledky se týkají vzorku tak, jak byl přijat. Výše uvedené údaje o vzorku s výjimkou data příjmu a data zahájení a ukončení analýzy dodal zákazník.

**Výsledky se týkají pouze zkoušených předmětů. Jejich nejistoty jsou vztaženy k naměřeným hodnotám a nezohledňují vliv odběru ani nehomogenitu vzorku. Byly zpracovány podle dokumentu ILAC - G17 jako tzv. rozšířené nejistoty s koeficientem k=2 (tj. 95% pravděpodobnost pokrytí).**  
Bez písemného souhlasu laboratoře nesmí být tento protokol reprodukován jinak než celý. Nenahrazuje jiné dokumenty např. správního charakteru a státního odborného dozoru.  
Normy a jiné uznávané specifikace pro tvorbu SOP jsou dostupné ve Zkušební laboratoři.

Protokol č. : **5145/23**  
vydán dne : **20.12.2023**  
Strana / celkem : **1 / 2**



odborná vedoucí chemie, manažerka jakosti

MND a.s., Úprkova 807/6, 695 01 Hodonín, Česká republika, IČ: 28483006, DIČ: CZ699003312, ID - cnxflht, [www.mnd.eu](http://www.mnd.eu)  
Zkušební laboratoř, Velkomoravská 900/405, 696 18 Lužice, Tel.: +420 602 526 765, E-mail: [cjprysd@mnd.cz](mailto:cjprysd@mnd.cz)  
Místo provedení zkoušek: Velkomoravská 900/405, 696 18 Lužice  
Společnost zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Brně, sp. zn. B.6209

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017**Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021**Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 20 / Listů celkem 24 (vč. příloh)

| Parametr                             | Jednotka     | Hodnota          | Metoda            | Nej. |
|--------------------------------------|--------------|------------------|-------------------|------|
| <b>Polyaromatické uhlovodíky PAU</b> | mg/kg sušiny | <b>15,0</b>      | SOP 38/06, část B | ±40% |
| <b>Naftalen</b>                      | mg/kg sušiny | <b>&lt;0,234</b> | SOP 38/06, část B |      |
| <b>Fenantren</b>                     | mg/kg sušiny | <b>1,52</b>      | SOP 38/06, část B | ±40% |
| <b>Antracen</b>                      | mg/kg sušiny | <b>0,318</b>     | SOP 38/06, část B | ±40% |
| <b>Fluoranten</b>                    | mg/kg sušiny | <b>4,58</b>      | SOP 38/06, část B | ±40% |
| <b>Pyren</b>                         | mg/kg sušiny | <b>2,67</b>      | SOP 38/06, část B | ±40% |
| <b>Benzo(a)antracen</b>              | mg/kg sušiny | <b>1,09</b>      | SOP 38/06, část B | ±40% |
| <b>Chrysen</b>                       | mg/kg sušiny | <b>0,934</b>     | SOP 38/06, část B | ±40% |
| <b>Benzo(b)fluoranten</b>            | mg/kg sušiny | <b>0,861</b>     | SOP 38/06, část B | ±40% |
| <b>Benzo(k)fluoranten</b>            | mg/kg sušiny | <b>0,693</b>     | SOP 38/06, část B | ±40% |
| <b>Benzo(a)pyren</b>                 | mg/kg sušiny | <b>1,07</b>      | SOP 38/06, část B | ±40% |
| <b>Benzo(g,h,i)perylene</b>          | mg/kg sušiny | <b>0,696</b>     | SOP 38/06, část B | ±40% |
| <b>Indeno(1,2,3-cd)pyren</b>         | mg/kg sušiny | <b>0,585</b>     | SOP 38/06, část B | ±40% |

- Konec výsledkové části -

Protokol č. : 5145/23  
vydán dne : 20.12.2023  
Strana / celkem : 2 / 2



odborná vedoucí chemie, manažerka jakosti

MND a.s., Úprkova 807/6, 695 01 Hodonín, Česká republika, IČ: 28483006, DIČ: CZ699003312, ID - cnxfht, www.mnd.eu  
Zkušební laboratoř, Velkomoravská 900/405, 696 18 Lužice, Tel.: +420 602 526 765, E-mail: cijprysd@mnd.cz  
Místo provedení zkoušek: Velkomoravská 900/405, 696 18 Lužice  
Společnost zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Brně, sp. zn. B.6209

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*  
*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*  
*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 21 / Listů celkem 24 (vč. příloh)



Protokol o zkoušce

Geršl Milan Mgr., Ph.D.  
Habrůvka 158  
679 05 Křtiny

VZOREK č. : 5146/23

Analyzovaný materiál : Zemina  
Identifikace vzorku H5-01-02; hl. 1 m.  
Odebral, dne : Zadavatel 16.11.2023  
Zahájení analýzy : 20.11.2023

Místo odběru :  
Datum příjmu : 20.11.2023  
Ukončení analýzy : 19.12.2023

< Hodnota parametru leží pod mezí stanovitelnosti

Odběr vzorku není předmětem akreditace. Odebráno zákazníkem, výsledky se týkají vzorku tak, jak byl přijat. Výše uvedené údaje o vzorku s výjimkou data příjmu a data zahájení a ukončení analýzy dodal zákazník.

**Výsledky se týkají pouze zkoušených předmětů. Jejich nejistoty jsou vztaženy k naměřeným hodnotám a nezohledňují vliv odběru ani nehomogenitu vzorku. Byly zpracovány podle dokumentu ILAC - G17 jako tzv. rozšířené nejistoty s koeficientem k=2 (tj. 95% pravděpodobnost pokrytí).**

Bez písemného souhlasu laboratoře nesmí být tento protokol reprodukován jinak než celý. Nenahrazuje jiné dokumenty např. správního charakteru a státního odborného dozoru.

Normy a jiné uznávané specifikace pro tvorbu SOP jsou dostupné ve Zkušební laboratoři.

Protokol č. : 5146/23  
vydán dne : 19.12.2023  
Strana / celkem : 1 / 2



odborná vedoucí chemie, manažerka jakosti

MND a.s., Úprkova 807/6, 695 01 Hodonín, Česká republika, IČ: 28483006, DIČ: CZ699003312, ID - cnotiit, www.mnd.eu  
Zkušební laboratoř, Velkomoravská 900/405, 696 18 Lužice, Tel.: +420 602 526 765, E-mail: cjpysdl@mnd.cz  
Místo provedení zkoušek: Velkomoravská 900/405, 696 18 Lužice  
Společnost zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Brně, sp. zn. B.6209

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*

*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*

*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 22 / Listů celkem 24 (vč. příloh)

| Parametr                      | Jednotka     | Hodnota | Metoda            | Nej. |
|-------------------------------|--------------|---------|-------------------|------|
| Polyaromatické uhlovodíky PAU | mg/kg sušiny | 17,4    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Naftalen                      | mg/kg sušiny | <0,234  | SOP 38/06, část B |      |
| Fenantren                     | mg/kg sušiny | 1,24    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Antracen                      | mg/kg sušiny | 0,256   | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Fluoranten                    | mg/kg sušiny | 4,41    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Pyren                         | mg/kg sušiny | 2,42    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Benzo(a)antracen              | mg/kg sušiny | 1,35    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Chrysen                       | mg/kg sušiny | 1,26    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Benzo(b)fluoranten            | mg/kg sušiny | 1,49    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Benzo(k)fluoranten            | mg/kg sušiny | 1,11    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Benzo(a)pyren                 | mg/kg sušiny | 1,68    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Benzo(g,h,i)perylene          | mg/kg sušiny | 1,11    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren         | mg/kg sušiny | 1,08    | SOP 38/06, část B | ±40% |

- Konec výsledkové části -

Protokol č. : 5146/23  
vydán dne : 19.12.2023  
Strana / celkem : 2 / 2



odborná vedoucí chemie, manažerka jakosti

MND a.s., Úprkova 807/6, 695 01 Hodonín, Česká republika, IČ: 28483006, DIČ: CZ699003312, ID - cnoxftt, [www.mnd.eu](http://www.mnd.eu)  
Zkušební laboratoř, Velkomoravská 900/405, 696 18 Lužice, Tel.: +420 602 526 765, E-mail: [cjprysd@mnd.cz](mailto:cjprysd@mnd.cz)  
Místo provedení zkoušek: Velkomoravská 900/405, 696 18 Lužice  
Společnost zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Brně, sp. zn. B.6209

*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*  
*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*  
*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum*  
*kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 23 / Listů celkem 24 (vč. příloh)



## Protokol o zkoušce

Geršl Milan Mgr., Ph.D.  
Habrůvka 158  
679 05 Křtiny

VZOREK č. : **5147/23**

Analýzovaný materiál : Zemina

Místo odběru :

Identifikace vzorku H5-01-04

Odebral, dne : Zadavatel 16.11.2023

Datum příjmu : 20.11.2023

Zahájení analýzy : 20.11.2023

Ukončení analýzy : 19.12.2023

*Odběr vzorku není předmětem akreditace. Odebráno zákazníkem, výsledky se týkají vzorku tak, jak byl přijat. Výše uvedené údaje o vzorku s výjimkou data příjmu a data zahájení a ukončení analýzy dodal zákazník.*

**Výsledky se týkají pouze zkoušených předmětů. Jejich nejistoty jsou vztaženy k naměřeným hodnotám a nezohledňují vliv odběru ani nehomogenitu vzorku. Byly zpracovány podle dokumentu ILAC - G17 jako tzv. rozšířené nejistoty s koeficientem  $k=2$  (tj. 95% pravděpodobnost pokrytí).**

*Bez písemného souhlasu laboratoře nesmí být tento protokol reprodukován jinak než celý. Nenahrazuje jiné dokumenty např. správního charakteru a státního odborného dozoru.*

*Normy a jiné uznávané specifikace pro tvorbu SOP jsou dostupné ve Zkušební laboratoři.*

Protokol č. : 5147/23  
vydán dne : 19.12.2023  
Strana / celkem : 1 / 2



odborná vedoucí chemie, manažerka jakosti

MND a.s., Úprkova 807/6, 695 01 Hodonín, Česká republika, IČ: 28483006, DIČ: CZ699003312, ID - cnxřht, [www.mnd.eu](http://www.mnd.eu)  
Zkušební laboratoř, Velkomoravská 900/405, 696 18 Lužice, Tel.: +420 602 526 765, E-mail: [ciprysd@mnd.cz](mailto:ciprysd@mnd.cz)  
Místo provedení zkoušek: Velkomoravská 900/405, 696 18 Lužice  
Společnost zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Brně, sp. zn. B.6209



*Osoba s odbornou způsobilostí v geochemii, hydrogeologii a zkoumání geologické stavby; č. 2335/2017*

*Osoba s odbornou způsobilostí v sanační geologii; č. 2564/2021*

*Znalec jmenovaný Ministrem spravedlnosti ČR; specializace hydrogeologie, geochemie, průzkum kontaminace horninového prostředí a podzemních vod*

Číslo: 047-2023 OV

List 24 / Listů celkem 24 (vč. příloh)

| Parametr                      | Jednotka     | Hodnota | Metoda            | Nej. |
|-------------------------------|--------------|---------|-------------------|------|
| Polyaromatické uhlovodíky PAU | mg/kg sušiny | 52,7    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Naftalen                      | mg/kg sušiny | 7,35    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Fenantren                     | mg/kg sušiny | 6,13    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Antracen                      | mg/kg sušiny | 1,42    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Fluoranten                    | mg/kg sušiny | 12,9    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Pyren                         | mg/kg sušiny | 8,23    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Benzo(a)antracen              | mg/kg sušiny | 3,48    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Chrysen                       | mg/kg sušiny | 3,08    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Benzo(b)fluoranten            | mg/kg sušiny | 2,54    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Benzo(k)fluoranten            | mg/kg sušiny | 1,81    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Benzo(a)pyren                 | mg/kg sušiny | 2,73    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Benzo(g,h,i)perylene          | mg/kg sušiny | 1,50    | SOP 38/06, část B | ±40% |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren         | mg/kg sušiny | 1,48    | SOP 38/06, část B | ±40% |

- Konec výsledkové části -

Protokol č. : 5147/23  
 vydán dne : 19.12.2023  
 Strana / celkem : 2 / 2



odborná vedoucí chemie, manažerka jakosti

MND a.s., Úprkova 807/6, 695 01 Hodonín, Česká republika, IČ: 28483006, DIČ: CZ699003312, ID - cnxfiht, [www.mnd.eu](http://www.mnd.eu)  
 Zkušební laboratoř, Velkomoravská 900/405, 696 18 Lužice, Tel.: +420 602 526 765, E-mail: [cp@prysd@mnd.cz](mailto:cp@prysd@mnd.cz)  
 Místo provedení zkoušek: Velkomoravská 900/405, 696 18 Lužice  
 Společnost zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Brně, sp. zn. B.6209