

**Odborné hydrogeologické a geochemické
posouzení znaleckého posudku doc. Mgr. Milana
Geršla, Ph.D. a hodnocení návrhu sanace a
rekultivace úložného místa těžebního odpadu –
odval Heřmanice a vlivy na životní prostředí,
zejména hydrosféru.**

doc. Mgr. Monika Ličbinská, Ph.D.

zpracovatel

prof. Ing. Nad'a Rapantová, CSc.

odborně způsobilá osoba v oboru hydrogeologie, geochemie, sanační geologie



Zpracováno pro: **DIAMO, státní podnik
odštěpný závod Karviná
Sirotcí 1145/7, Vítkovice,
703 00 Ostrava**

Odborné hydrogeologické a geochemické posouzení znaleckého posudku doc. Mgr. Milana Geršla, Ph.D. a hodnocení návrhu sanace a rekultivace úložného místa těžebního odpadu – odval Heřmanice a vlivy na životní prostředí, zejména hydrosféru.

OBSAH:

1. Zadání, kvalifikační způsobilost a literární zdroje	3
2. Stručný přehled vývoje problému	6
3. Posouzení zadaných cílů	14
4. Shrnutí	23
5. Závěrečná doporučení	24

PŘÍLOHY :

Příloha 1 Legenda k Hydrogeologické mapě 1:50 000, list 15-43 Ostrava.



Ostrava, červen 2025

1. Zadání, kvalifikační způsobilost a literární zdroje

Na základě žádosti ze dne 7.5.2025 Ing. R. Dudáše – vedoucího o. z. Karviná, DIAMO, s. p. bylo zpracováno odborné hydrogeologické a geochemické posouzení (dále jen „**hodnocení**“) znaleckého posudku doc. Mgr. Milana Geršla, Ph.D. s názvem „Posouzení navrženého technického řešení sanace ÚMTO Heřmanice formou sarkofágu, včetně vyhodnocení jeho vhodnosti či nevhodnosti a možných dopadů na řeku Odru a lokalitu Heřmanického rybníka, který je součástí EVL Natura 2000“ z března 2025 (ZP01HG/2025; dále jen **ZP**). Cílem objednávaného posouzení je výrok:

a) zda znalecký posudek vykazuje nebo nevykazuje odborné vady nebo nepřesnosti v oblasti hydrogeologie nebo hydrogeochemie,

b) zda zpracovatel ZP dostatečně vyhodnotil veřejně dostupné podklady, ze kterých bylo možno získat bližší informace ke konstrukci sarkofágu vycházející ze zadávací dokumentace pro již vyhlášenou (12/2024) veřejnou zakázku, jejímž předmětem je zpracování projektové dokumentace, která zahrnuje mj. také návrh konstrukčního řešení plánovaného sarkofágu na odvalu Heřmanice,

c) zda při vzetí v úvahu těchto bližších informací musí nezbytně docházet k chemickým procesům popsaným ve ZP s následným rizikem kontaminace podzemní vody produkty pyrolýzy,

d) zda zahraniční příklady řešení sanace termicky aktivních odvalů, které jsou uváděny ve ZP, odpovídají koncepci technického řešení sarkofágu pro odval Heřmanice ve smyslu bližších informací z veřejně dostupných podkladů.

1.1 Kvalifikační způsobilost

V souladu s § 3 odst. 1 zákona ČNR č. 62/1988 Sb. (novelizováno zákonem č. 366/2000 Sb. a upřesněno vyhláškou MŽP č. 206/2001 Sb.) je hodnocení opřeno o odbornou způsobilost k hydrogeologii, geochemii a sanační geologii, vydanou Rozhodnutím MŽP ČR ev. č. ENV/2021/56662, poř. č. 2510/2021, ze dne 27.5.2021.

1.2 Poskytnuté podklady

Poskytnuté podklady od DIAMO, s. p. a seznam použitých zdrojů v rámci výše citované objednávky práce lze rozdělit do dvou částí:

1) POSKYTNUTÉ PODKLADY

- I. Znalecký posudek doc. Mgr. Milana Geršla, Ph.D.
- II. Zpracování projektové dokumentace – Sanace a rekultivace úložného místa těžebního odpadu – odval Heřmanice, dostupné z: <https://tenderarena.cz/dodavatel/seznam-profilu-zadavatele/detail/Z0004730/zakazka/756524>

2) INTERNETOVÉ A LITERÁRNÍ ZDROJE

- [1] Grycz D., 2018: Výsledky vzorkování podzemní a povrchové vody v okolí odvalu v Ostravě-Heřmanicích. Závěrečná zpráva monitoringu za rok 2018. Green Gas DPB, a.s.
- [2] IARC, 2018: Benzene. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, No. 120. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Lyon (FR): International Agency for Research on Cancer; 2018: ISBN-13: 978-9283201588 (paperback) ISBN-

13: 978 9283201878 (pdf). Dostupné z: <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Benzene-2018>

[3] Kresta F., Hájovský J., 2021: ÚMTO Heřmanice. Termický monitoring. Závěrečná zpráva. SG Geotechnika a.s., 2021.

[4] Malucha P., 2020: Zpráva o výsledcích hydrochemického monitoringu lokality ÚMTO Heřmanice a zhodnocení dosavadního hydrochemického vývoje na lokalitě. DIAMO s.p., o.z. Odra.

[5] Malucha P., 2019: Výsledky vzorkování podzemní a povrchové vody v místě a okolí odvalu v Ostravě-Heřmanicích. Závěrečná zpráva monitoringu za rok 2019. DIAMO s.p., o.z. Odra.

[6] Ondrašíková, I., 2021: Aktualizace analýzy rizik v lokalitě ÚMTO Odval Heřmanice. Závěrečná zpráva aktualizace a analýzy rizik. AZ Geo s.r.o., Ostrava, 2021, Ss. 1–131.

[7] Štancl, L. (2024): Multikriteriální analýza variant sanace ÚMTO Heřmanice. Závěrečná zpráva AZ Geo, s.r.o., Ostrava, Ss. 1–53.

[8] Vencelides Z., Čížek J., 2021: Vyhodnocení analýz vzorků těžebních odpadů, podzemních a povrchových vod – Odval Heřmanice: Geochemický model lokality Odval Heřmanice. Ochrana podzemních vod, s. r. o.

[9] Vilímová, Z., 2010: Analýza rizik (Heřmanice). Analýza rizik odvalů zasažených endogenním hořením ve správě DIAMO, s.p., o.z. Odra. GEOTest Brno, a.s., Brno, 2010, Ss. 1–673.

[10] US EPA, 2002: Toxicological review of benzene (noncancer effects) [report no. EPA/635/R-02/001F]. Washington (DC): US Environmental Protection Agency. [cit 25 Jun 2012]. Dostupné z: <http://www.epa.gov/iris/toxreviews/0276tr.pdf>.

[11] US EPA, 2017: Toxicological Review of Benzo[a]pyrene Executive Summary [CASRN 50-32-8] January 2017 Integrated Risk Information System National Center for Environmental Assessment Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC. Dostupné z: https://iris.epa.gov/ChemicalLanding/&substance_nmbr=136

[12] Watzlík, T., 2024: Informativní zpráva k Odvalu Heřmanice. Informativní zpráva. Statutární město Ostrava, městský obvod Slezská Ostrava, zastupitelstvo městského obvodu, 2024. Dostupné z: <https://slezska.ostrava.cz/cs/radnice/organy-samospravy/zastupitelstvo/prehled-materialu/volebni-obdobi-2022-2026/InformativnizpravakodvaluHermanice.pdf>

[13] Olmer et al., 2005: Hydrogeologická rajonizace. Hydroekologický informační systém VÚV T.G.M

[14] Šmolka, M., Malucha, P., Koníček, P., Šperlín, K., 1997: Důl ODRA, lokalita Heřmanice. Závěrečná zpráva analýzy rizika staré ekologické zátěže. OKD, DPB Paskov, a.s.

[15] Zdráhalová, 2019: Souhrnné vyhodnocení jakosti povrchových vod ve vodních tocích v dílčím povodí Horní Odry v období 2017-2018. Povodí Odry, s.p., odbor vodohospodářský koncepcí a informací. Ostrava, 2019.

[16] Phenrat T., 2020: Community Citizen Science for Risk Management of a Spontaneously Combusting Coal-Mine Waste Heap in Ban Chaung, Dawei District, Myanmar. Geohealth. 2020; 4(6); e2020GH000249. doi: 10.1029/2020GH000249

[17] Lu, W., Cao, Y.-J., & Tien, J. C., (2017): Method for prevention and control of spontaneous combustion of coal seam and its application in mining field. International Journal of Mining Science and Technology, 27(5), 839–846. doi: 10.1016/j.ijmst.2017.07.018

[18] Querol, X., Zhuang, X., Font, O., Izquierdo, M., Alastuey, A., Castro, I., van Drooge, B. L., Moreno, T., Grimalt, J. O., Elvira, J., Cabañas, M., Bartroli, R., Hower, J. C., Ayora, C., Plana, F. &

López-Soler, A., 2011: Influence of soil cover on reducing the environmental impact of spontaneous coal combustion in coal waste gobs: A review and new experimental data. *International Journal of Coal Geology*, 85(1), 2–22. doi: 10.1016/j.coal.2010.09.002

[19] Fabiańska M, Ciesielczuk J, Nádudvari Á, Misz-Kennan M, Kowalski A, Kruszewski Ł. , 2019: Environmental influence of gaseous emissions from self-heating coal waste dumps in Silesia, Poland. *Environ Geochem Health*. 2019; 41(2); 575-601. doi: 10.1007/s10653-018-0153-5

[20] Hallman, D.S., 2024: A review of coal mine fire extinguishment methods. *Emergency Management Science and Technology*, 4; e005. doi: 10.48130/emst-0024-0004

[21] Spray K., 2017: Southern Ute Indian tribe westside CBM seep capture and use project. Monitoring Report #6. Southern Ute Indian Tribe Growth Fund, Department of Energy, US. http://externalassets.cooleffect.org/lib/content/wp-content/uploads/2018/05/03001653/Southern-Ute-CBM-MONIT_REP_937_01JAN2016_TO_30NOV2016.pdf

[22] Shellenberger FH, Donner DL, 1979: Controlling fires in unmined coal deposits and abandoned coal mines in the Western United States and Alaska. US Bureau of Mines Progress Report 10047. US Government Printing Office, Washington DC. pp. 150.

[23] <https://www.osmre.gov/programs/mine-fires>

2. Stručný přehled vývoje problému

Odval hlušinového materiálu Heřmanice je tvořen komplexem spojených odvalů Karolina, Svoboda, Autoodvalu a provozního odvalu, situovaných v Moravskoslezském kraji, v okrese Ostrava-město v obci Ostrava na ploše katastrálních území 714917 Hrušov a 714691 Heřmanice (obr. 1).



Obr. 1 Situační náčrtek předmětné lokality v rámci katastrálního členění širší zájmové oblasti.

Jedná se o nesourodé těleso tvořené hlušinovým materiálem z hlubinné těžby černého uhlí ukládaným v rozmezí let 1838–1990, které bylo zařazeno v roce 2009 do seznamu úložných míst těžebního odpadu. Úložné místo těžebního odpadu zabírá plochu 103,55 ha [12]. Součástí odvalu jsou rovněž tři bývalé kalové nádrže K1, K2 a K3. Nádrže K1 a K2 sloužily jako čistírna odpadních vod z koksovny Svoboda, nádrž K3 jako rezerva, která nebyla pro vypouštění použita [1]; dále v textu označeno jako „odkaliště bývalé ČOV Heřmanice“.

Odval Heřmanice je na SZ vymezen tratí Ostrava – Bohumín, na V Heřmanickým rybníkem a poľní cestou vedoucí od Heřmanického rybníka podél východního úpatí odvalu k železniční trati, na J sousedí s areálem bývalého Dolu Heřmanice a heřmanickou věznicí. Území je velmi členité a málo přehledné. Situace širších vztahů na lokalitě je znázorněna na obr. 2.

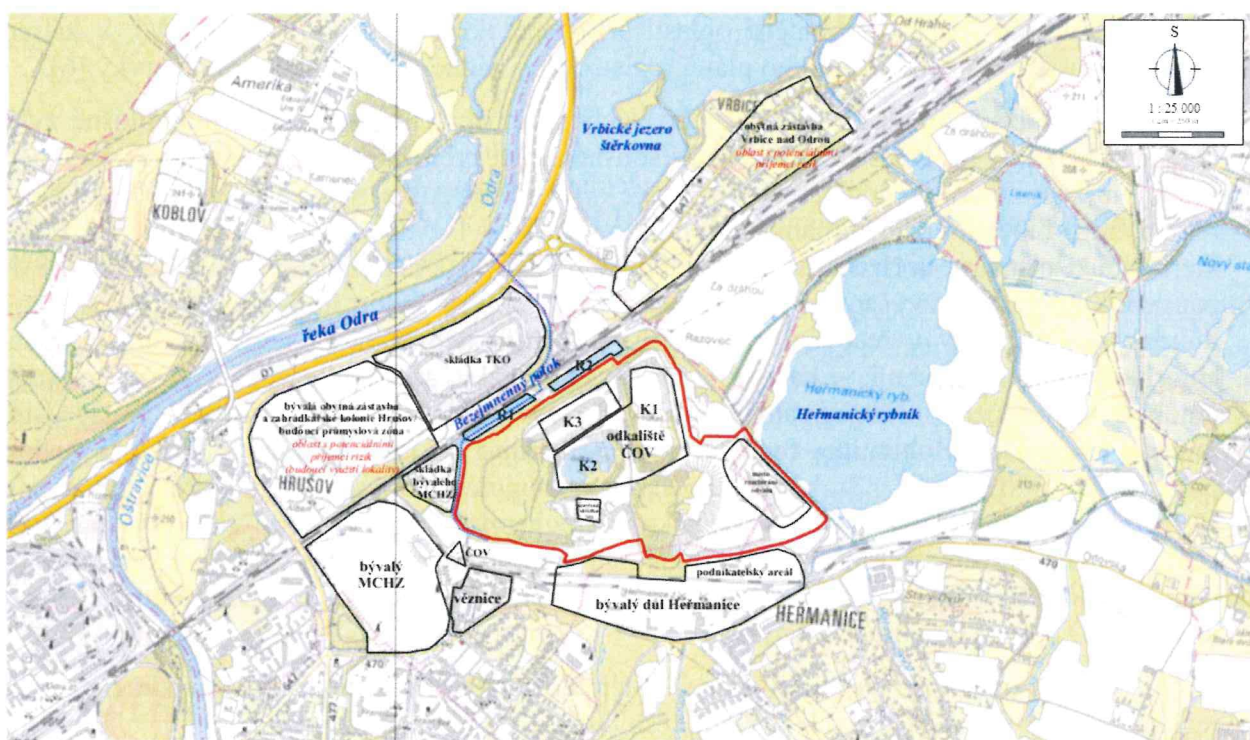
Následující informace vychází z textu Aktualizované analýzy rizik ekologické zátěže v lokalitě ÚMTO odval Heřmanice z roku 2021, kde je konstatováno, že nejbližší obydlenou oblastí je městská část Vrbice (město Bohumín), která je situována více než 300 m SV až SSV směrem od odvalu. Jedná se především o zástavbu rodinných domů. Tato lokalita je považována za hlavní cílovou oblast případné kontaminace podzemní vody, související s ÚMTO.

Mezi intravilánem obce Vrbice a řekou Odrou se nachází zatopená vytěžená štěrkovna, využívaná ke koupání. Kvalita vody je pravidelně sledována krajskou hygienickou stanicí. I zde

je však riziko možné kontaminace povrchové vody přítokem kontaminovaných podzemních vod z ÚMTO.

Severozápadním směrem od zájmové lokality se realizuje záměr „Rozvojová zóna Hrušov – Contera park Ostrava D1“. Jedná se o území o rozloze cca 37 ha, kde jsou plánovány haly lehkého průmyslu, logistiky, administrativy a rovněž je zde uvažována stavba vědeckotechnologického parku. V této části území byl v roce 2021 (zpracování aktualizované analýzy rizik) omezený počet možných vodních zdrojů, expoziční scénáře plynoucí z využívání podzemní vody byly uvažovány pouze jako potenciální. V současné době je pravděpodobnost tohoto scénáře prakticky nulová.

Další obydlené části se nacházejí jižně od odvalu. Jedná se především o rodinnou zástavbu v městské části Heřmanice, v okolí ulic Vyhlídalova, Kladivova, Suchá, Gruntovní, Parcelní, resp. Bažantí, U Dolu, K Důlkům, Na Vrchu a Kanczuckého. Z hlediska transportních scénářů vázaných na podzemní vodu ve vlivu ÚMTO se jedná o přítokovou zónu, tedy mimo jeho přímý vliv.



Vysvětlivky: zájmové území

Zdroj podkladů: Základní topografická mapa ČR 1 : 25 000, Český úřad zeměměřický a katastrální.

Obr. 2 Situační nákres širších vztahů na odvalu Heřmanice a v jeho okolí [6] (upraveno autory).

Odval Heřmanice je dlouhodobě monitorován z hlediska vlivu termické aktivity na kvalitu vnějšího ovzduší v okolí odvalu a možného dopadu na zdraví obyvatel Heřmanic. Jedná se o sezónní 24hodinové měření imisí na předem definovaných místech v občanské zástavbě i přímo na odvalu za přísně sledovaných meteorologických podmínek a hodnoty jsou vždy orientačně porovnávány s imisními limity dle zákona o ochraně ovzduší (monitoring již dlouhodobě provádí a vyhodnocuje Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě). Z dosavadních výsledků monitoringu nevyplývá, že by odval Heřmanice měl významný vliv na kvalitu ovzduší v jeho okolí, což opakovaně potvrdily i závěry odborného hodnocení zdravotních rizik z provozu odvalu Heřmanice pro obyvatele v okolí.

Stejně tak se pravidelně sleduje kvalita podzemních vod v lokalitě ÚMTO a dále ve směru proudění podzemních vod (odtokový profil) i podzemní voda na přítoku k lokalitě (přítokový profil). Hodnoty látkových koncentrací v podzemních vodách pod odvalem a na odtokovém profilu jsou srovnávány s koncentracemi polutantů v podzemních vodách z přítokové oblasti. Samostatnou kapitolou je pravidelný monitoring povrchových vod v oblasti.

Všechna tato měření probíhala také jako součást Analýzy rizik realizované pro ÚMTO odvalu Heřmanice v letech 2010 [9] a 2021 [6]. Závěry těchto studií jsou veřejně dostupné.

2.1 Přírodní poměry

Z pohledu zaměření odborného posudku jsou v této kapitole řešeny přírodní poměry zájmové oblasti z hlediska geologické, geochemické, hydrologické a hydrogeologické situace na lokalitě ÚMTO odvalu Heřmanice a v jeho blízkém okolí.

Lokalita leží mimo ochranná pásma vodních zdrojů (dle § 30 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, v platném znění), stejně tak není součástí velkoplošného ani maloplošného, zvláště chráněného území (dle § 14 zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění) a není ani součástí Chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV). V zájmové ploše nejsou dle platného územního plánu registrovány žádné významné krajinné prvky [6].

V nejbližším okolí ÚMTO, za jeho východním okrajem, se nachází maloplošné zvláště chráněné území – PP Heřmanický rybník (soustava pěti rybníků s rozsáhlými porosty rákosin a přilehlými mokřadními loukami, významné výskytem čolka velkého), který je současně regionálním biocentrem. Heřmanický rybník je fakticky Dávkovací nádrž Heřmanice (DNH), která slouží primárně k řízenému vypouštění důlních vod z petřvaldské a části karvinské dílčí pánve OKR (typická zvýšená salinita důlních vod) [1]. Prvořadou funkcí je dávkování slaných důlních vod tak, aby v řece Odře v profilu Bohumín nebyla překročena maximální hranice chloridových iontů. Rybník je napájen z Orlovské Stružky, ze které je voda do DNH přiváděna umělým přiváděčem od Rychvaldského jezu, který rozděluje vody Orlovské Stružky mezi rameno tekoucí do Bohumína, rameno směřující přímo do Odry (původní koryto Stružky) a přiváděč do DNH. Další přítok vody do DNH je vodoteč Korunka, která přitéká od zástavby Heřmanic a vtéká do DNH od JZ. Z hlediska hydrochemického stavu vody v DNH je zásadní, že jsou zde akumulovány salinní důlní vody (Na-Cl typu) přitékající z petřvaldské a karvinské dílčí pánve OKR. Chemismus vody v DNH je tedy primárně silně alterován bez ohledu na případný vliv ÚMTO odvalu Heřmanice [6].

V okolí odvalu se nacházejí území systému ekologické stability (ÚSES) nadregionálního a regionálního významu, zejména řeka Odra, řeka Ostravice a okolní krajinná zeleň.

Odval tvoří antropogenní elevaci s převýšením 20–60 metrů. Přirozený povrch terénu má rovinatý charakter a jedná se o typickou říční nivu.

2.1.1 Hydrologické poměry

Z hydrologického hlediska se zkoumaná oblast řadí do povodí dolního toku české části Odry, pod číslo hydrologického povodí 2–03–02, s číslem hydrologického pořadí 2-03-02-001. Vodnost toku se zde pohybuje od 10 do 50 m³. Většina přebytečných povrchových vod z odvalu však odtéká systémem obvodových příkopů přes bývalé dočišťovací rybníky (rybník R-3 je již zazeměný) na jeho SZ úpatí do Bezejmenného potoka (ID CEVT 10211969), který lokalitu odvodňuje směrem k SZ. Bezejmenný potok ústí do Odry, s ohledem na jeho malý průtok ale voda zasakuje do dna jeho koryta ještě několik stovek metrů před soutokem s Odrou (obr. 3) [9].



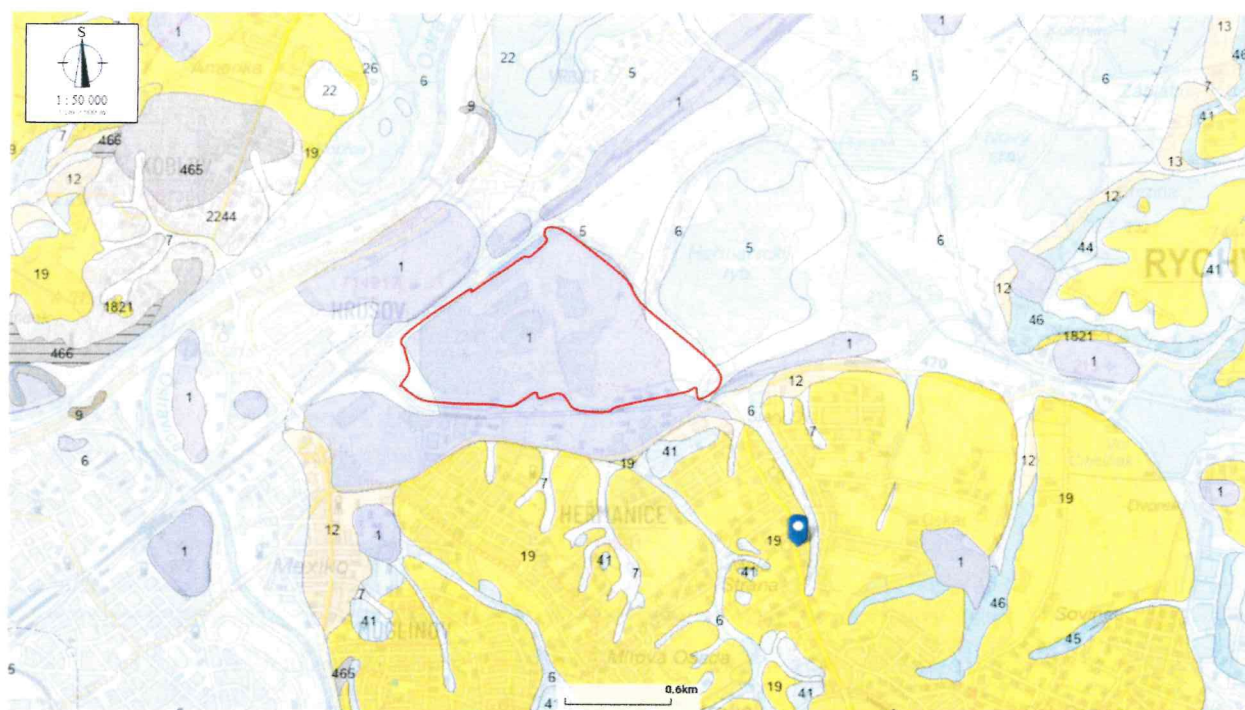
Obr. 3 Výřez vodohospodářské mapy 1:50 000, list 15-43 Ostrava (upraveno autory).

Kromě Odry, která je vzdálena cca 800 m na SZ, je nejbližším hydrologickým objektem již zmíněná DNH (Heřmanický rybník), která navazuje na těleso odvalu od V až JV (obr. 3). Povrchový odtok činí 0,31-0,45 l/s, režim II-B-4-d, tedy málo vodná oblast s malou retenční schopností, odtok silně rozkolísaný, koeficient odtoku dosti vysoký [15].

Z hlediska kvality povrchové vody je řeka Odra zařazena do třídy jakosti II. až III. z důvodu zatížení látkami především anorganického původu. Z okolních vodních toků, které jsou do Odry zaústěny a jsou zatíženy vypouštěním slaných důlních vod, se jedná o drobný vodní tok Stružka (pod výstí Vodní jámy Žofie), dolní Ostravici od km 8,1 (pod výstí Vodní jámy Jeremenko) a Olši (pod soutokem s Karvinským potokem, do něhož jsou vypouštěny důlní vody z dolů ČSA, Darkov a ČSM). Vodní toky negativně ovlivněné průmyslovými odpadními vodami jsou především Bajcůvka a Bohumínská Stružka. Nejvyšší obsah rozpuštěných anorganických solí ve vodě vykazuje dlouhodobě Karvinský potok [15].

2.1.2 Geologické a hydrogeologické poměry

Z geologického hlediska v zájmové oblasti rozlišujeme kvartérní sedimenty a na nich uložené antropogenní navážky. Předkvartérní podloží tvoří miocenní sedimenty spodnobadenského stáří spočívající na horninách karbonu. Geologické poměry studované lokality jsou znázorněny na obr. 4.



Vysvětlivky: zájmové území

Zdroj: Geologická mapa ČR 1 : 50 000, 5/2025, Česká geologická služba.

Horniny GeoČR50

kvartér

KENOZOIKUM KVARTÉR

1	navážka, haldy, výsypka, odval
5	nívní sediment
6	nívní sediment
7	smíšený sediment
9	slatina, rašelina, hnílokal
12	píscito-hlinitý až hlinito-písčité sediment
13	kamenitý až hlinito-kamenitý sediment
19	sprašová hlína
22	písek, štěrk
26	písek, štěrk

kvartér akumulčních oblastí Českého masívu

KENOZOIKUM KVARTÉR

40	jíl, varvy
41	písek až štěrk
45	tlil
46	písek, štěrk
47	jíl

kvartér - terciér

KENOZOIKUM

NEOGEN-KVARTÉR

2244 kamenitá písčito-hlinitá eluvia sedimentárních hornin spodního karbonu

svrchní karbon a perm moravskoslezský svrchní karbon

PALEOZOIKUM KARBON

465	pískovce, jílovce, prachovce
466	pískovce, prachovce a jílovce

karpatská předhlubeň

KENOZOIKUM

NEOGEN

1821	vápnnitý jíl (těžl), místy s polohami písku
------	---

Obr. 4 Geologické poměry širšího okolí lokality (<https://mapy.geology.cz/geo/>; 29/5/2025).

Kvartérní sedimenty v zájmovém území a jeho blízkém okolí jsou hlavně glaciální, fluviální a eolické geneze. Samotné zájmové území leží při vnějším okraji spojené pravobřežní údolní nivy řek Odry a Ostravice. Údolní niva je souvisle vyplněna údolní terasou würmského stáří. Mocnost *štěrkopísků údolní terasy* je průměrně 5–8 m, výjimečně 10–12 m, a to v oblastech tzv. přehloubených koryt. Fluviální štěrkopísky a štěrky údolní terasy Odry tvoří nejdůležitější vrstevní člen zájmové lokality [6]. Udávaný průměrný koeficient hydraulické vodivosti $n \cdot 10^{-4}$ m/s je vlivem zahlinění snižován až na hodnoty $6-8 \cdot 10^{-6}$ m/s (slabá propustnost). Průměrná mocnost kvarterního kolektoru, stanovená z cca 200 údajů (Geofond), je 6 m [1].

Fluviální sedimenty jsou překryty *krycími náplavovými a přeplavenými sprašovými hlínami* o mocnosti 3–4 metry. Koeficienty hydraulické vodivosti dosahují hodnot $1 \cdot 10^{-8}$ m/s až $3 \cdot 10^{-11}$ m/s, což znamená, že tyto hlíny jsou nepropustné a plní v oblasti funkci stropního poloizolátoru až izolátoru. Hlíny jsou jedinou bariérou proti možnému průniku polutantů z antropogenních navážek do štěrkové zvodně. Mocnost hlín je kolem 2 m; místně dosahují až

4 m, ale nelze vyloučit jejich lokální absenci, a tedy přímé propojení antropogénu a fluvialní zvodně.

Antropogenní navážky jsou představovány komplexem karbonských hlušinových a kalových formací, souhrnně označovaných jako odval. Reliéf odvalu převyšuje okolní terén místy až o padesát metrů. Plošná rozloha a velká mocnost činí z odvalu samostatný zvodněný systém. Samotná hlušina se vyznačuje značnou propustností. Ověřený koeficient hydraulické vodivosti $1,6 \cdot 10^{-3}$ m/s zařazuje haldovinu mezi dosti silně propustné materiály. Vzniká zde možnost ohrožení šterkové fluvialní zvodně prostřednictvím průsaku kontaminovaných atmosférických vod a vod z vodních ploch na odvalu přes tuto propustnou hlušinu a krycí hlíny (pokud jsou vyvinuty). Odval je u své báze zvodněný průsakovou vodou, která má zvýšené koncentrace určitých fyzikálně-chemických parametrů, které odráží charakter materiálu odvalu. Odvodnění probíhalo (a probíhá v menší míře i dnes) především odparem (místy zvýšeným vlivem termické aktivity) a filtrací hrázemi do dočišťovacích rybníků R1 a R2 na SZ straně podél železniční trati, ze kterého je voda dál odváděna do Odry.

Ve smyslu hydrogeologické rajonizace patří zájmové území do hydrogeologického rajonu 1510 „Kvartér Odry“ [13]. V blízkosti studované lokality se však nachází hranice tří hydrogeologických rajónů (2261 Ostravská pánev, 6611 Kulm Nízkého Jeseníku v povodí Odry a 2212 Oderská brána) a oblast je významnou hydrogeologickou rozvodnicí.

Hlavním hydrogeologickým kolektorem v rajonu jsou **kvartérní šterkopísčité uloženiny terasových stupňů řeky Odry** a přilehlých glacigenních sedimentů. **Povodňové hlíny** ležící v nadloží bazálního souvrství údolní nivy řeky Odry tvoří různé typy hlín, jílu, prachů a jemnozrnných jílovitých písků a z hlediska propustnosti se jedná o horniny slabě propustné vytvářející nedokonalý hydrogeologický izolátor. Výřez hydrogeologické mapy se zájmovou lokalitou je znázorněn na obr. 5 a legenda k mapě je v příloze 1.



Obr. 5 Hydrogeologické poměry širšího okolí lokality (<https://mapy.geology.cz/hgcr50/>; 29/5/2025).

Hladina podzemní vody je ve fluvialních sedimentech Odry volná nebo mírně napjatá a na lokalitě a v jejím bezprostředním okolí se nachází převážně v hloubkách 3–4 m pod rostlým terénem. V severozápadní části lokality (v oblasti dnešní kalové nádrže K1 bývalé ČOV Heřmanice) byl v minulosti Hrušovský rybník, který vznikl velmi pravděpodobně v místě původního slepého ramene Odry v okrajové části údolní nivy, kde existoval odkrytý kolektor

Rozlehlé těleso heřmanického odvalu tvoří **antropogenní hydrogeologický kolektor**, kde se zvodně vyskytuje při bázi odvalu. Ta je od zvodně v bazálním souvrství údolní nivy Odry oddělena 2–3 m mocnou polohou povodňových hlín, které, jak bylo již uvedeno výše, mají charakter nedokonalého hydrogeologického izolátoru. V místech, kde povodňové hlíny mají relativně vyšší propustnost pro vyšší přítomnost písčité složky, nebo menší mocnost, nedokážou zabránit v komunikaci obou zvodní. Tyto zóny představují přírodní preferenční cesty pro průnik zvodně z „antropogenního kolektoru“ do kolektoru kvartérního [1].

Obr. 6 Mapa hydroizohyps v zájmové oblasti [6] (upraveno autory).

Pro fluviální a glacienní sedimenty v povodí Odry jsou charakteristické převážně vody hydrochemického typu (dle Kurlovovy klasifikace) Ca-Na-HCO₃, resp. Ca-HCO₃-SO₄. Jedná se o vody prosté, většinou slabě mineralizované. Zájmová lokalita náleží k území, které je z

hlediska vhodnosti podzemní vody pro zásobování pitnou vodou hodnoceno jako území s převažující vodou III. kategorie (voda málo vhodná nebo nevhodná) [14].

Při hodnocení hydrochemického charakteru lokality je nutno vzít v úvahu i další zdroje kontaminace jednotlivých složek ŽP, protože jejich negativní projevy je možné zjistit při monitoringu odvalu. Jde o areál bývalé chemičky MCHZ – závod Dukla, kde jsou identifikovány především anorganické polutanty (těžké kovy) a skládku chemického provozu MCHZ. Bývalý areál Dolu Heřmanice pak představuje možný zdroj kontaminace hlavně organickými polutanty (PAU, ropné produkty aj.). Dalším zdrojem kontaminace může být potenciálně skládka TKO v Ostravě-Hrušově. Seznam a specifikace okolních starých ekologických zátěží vycházející z Aktualizované analýzy rizik z roku 2021 [6] je pak shrnuta v tab. 1.

Tab. 1 Specifikace okolních starých ekologických zátěží [6].

poř.č.	ID	název	priorita	výrok	prioritní kontaminanty
1	14917002	Větrní jáma Vrbice	P4.1	žádné informace o kontaminaci – na lokalitu je nutno nahlížet jako na podezřelou	-
2	11352007	Skládka TKO Hrušov- stará část	P1.1	stávající kontaminace by znamenala vznik neakceptovatelného zdravotního rizika v případě změny funkčního využívání lokality či dotčeného okolí na více citlivé ve srovnání s využitím současným	Cl ⁻ , NH ₄ ⁺
3	14917007	Větrní jáma Ida	P4.1	žádné informace o kontaminaci – na lokalitu je nutno nahlížet jako na podezřelou	-
4	14917009	Bývalý důl Albert	P4.1	žádné informace o kontaminaci – na lokalitu je nutno nahlížet jako na podezřelou	-
5	14917005	Laguny Hrušov	P4.1	žádné informace o kontaminaci – na lokalitu je nutno nahlížet jako na podezřelou	-
6	11352054	H-Zone, a.s. - MCHZ Hrušov	A2.2	potvrzeno aktuální neakceptovatelné zdravotní riziko	As, Pb, Cd, Zn, PAU, SO ₄ ²⁻
7	11352095	Skládka MCHZ Hrušov	A2.3	kontaminace nad úrovní přípustných legislativních limitů nebo nemožnost využívání lokality v souladu s platným územním plánem nebo šíření kontaminace z lokality	kovy, anorganická zátěž
8	14917008	Důl Ida	P4.1	žádné informace o kontaminaci – na lokalitu je nutno nahlížet jako na podezřelou	-
9	11352041	DIAMO, s.p. - důl Heřmanice	N2.0	nadpozaďová, avšak nízká kontaminace – žádné zdravotní riziko ani rozpor s legislativou*	NEL, Pb, PAU
10	14691004	DTS 8181 Heřmanice-Požární zbrojnice	N2.0	nadpozaďová, avšak nízká kontaminace – žádné zdravotní riziko ani rozpor s legislativou	-

3. Hodnocení zadaných cílů

Cílem předkládaného odborného posudku je zhodnotit relevantnost Znaleckého posudku doc. Mgr. Milana Geršla, Ph.D. a odborně se vyjádřit k otázkám definovaným zadavatelem tohoto odborného posudku:

a) zda znalecký posudek vykazuje nebo nevykazuje odborné vady nebo nepřesnosti v oblasti hydrogeologie nebo hydrogeochemie,

b) zda zpracovatel ZP dostatečně vyhodnotil veřejně dostupné podklady, ze kterých bylo možno získat bližší informace ke konstrukci sarkofágu vycházející ze zadávací dokumentace pro již vyhlášenou (12/2024) veřejnou zakázku, jejímž předmětem je zpracování projektové dokumentace, která zahrnuje mj. také návrh konstrukčního řešení plánovaného sarkofágu na odvalu Heřmanice,

c) zda při vzetí v úvahu těchto bližších informací musí nezbytně docházet k chemickým procesům popsáným ve ZP s následným rizikem kontaminace podzemní vody produkty pyrolýzy,

d) zda zahraniční příklady řešení sanace termicky aktivních odvalů, které jsou uváděny ve ZP, odpovídají koncepci technického řešení sarkofágu pro odval Heřmanice ve smyslu bližších informací z veřejně dostupných podkladů.

3.1 Hodnocení I

Otázka: „Vykazuje nebo nevykazuje znalecký posudek odborné vady nebo nepřesnosti v oblasti hydrogeologie nebo hydrogeochemie?“

Odborné hodnocení:

- 1) V posudku jsou pouze prezentovány obecně známé procesy rozkladu organické hmoty bez přístupu kyslíku. Z dostupných informací je však možné konstatovat, že pokud bude plánovaný sarkofág odplyňován, nebude docházet ke koncentrování plynů a par ve volném prostoru, čímž se zabrání akumulování plynů podporujících hoření (metan aj.) a dalších látek a nebude se tak zvyšovat tlak par v tělese ÚMTO odvalu Heřmanice. Odplynění je účinná metoda, jak eliminovat produkci škodlivých látek vznikajících při hoření organických látek v prostředí bez kyslíku, protože tyto látky nebudou mít tendenci kondenzovat a vytvářet agresivní roztoky, které by mohly protékat haldou, interagovat s organickým i anorganickým materiálem a dostávat se tak vertikálním pohybem na hladinu podzemních vod.
- 2) Závěry posudku nekorespondují s daty prezentovanými v posudku (predikce vývoje kontaminace podzemních vod vlivem překrytí odvalu). Data uváděná v posudku pouze dokumentují to, že mělké podzemní vody v okolí haldy mají podobnou genezi jako povrchové vody tamtéž, a tudíž povrchové vody mohou být zdrojem vod podzemních a naopak. Velmi málo dat na relevantní závěry.
- 3) Závěry posudku vyplývají pouze z literární rešerše autora, kde vychází z odborných článků, ve kterých se řeší podobná problematika, nikoliv však totožná. Na lokalitách, uvedených v člancích v posudku, bylo provedeno zakonzervování hlušinového materiálu pod sarkofágem bez odplynění, které je však v případě odvalu Heřmanice požadováno jako součást celkového řešení sanace. Jak je uvedeno výše, odplynění zabrání vzniku agresivního kondenzátu. Nemělo by tedy dojít ke scénáři uvedeném v posudku v kapitole 6.2. (bod 1), kde autor uvádí, že kondenzát se po interakci s materiálem haldy dostane do podzemních vod a takto kontaminovaná podzemní voda se dostane do řečiště Odry. Tato situace bez přítomnosti kapalné fáze v tělese odvalu nemůže nastat.

- 4) Překrytí materiálu odvalu sarkofágem navíc zabrání infiltraci srážkových vod a jejich gravitačnímu protékání (a zároveň jejich kontaminaci vlivem interakce s materiálem odvalu) až na hladinu mělkých podzemních vod. Vybudováním sarkofágu se systémem odplynění se tedy zamezí nabohacování podzemních vod o kontaminované gravitační vody.
- 5) Odpověď v bodě 1 nepopisuje skutečné zhodnocení navrženého technického řešení sanace ÚMTO Heřmanice formou sarkofágu ve vztahu k hydrogeologické situaci lokality, protože autor posudku zřejmě nebyl seznámen s projektovým návrhem, který uvažuje jak odplyňování sarkofágu, tak i možnost monitoringu procesů probíhajících v tělese odvalu po překrytí sarkofágem. Tyto informace jsou veřejně dostupné na adrese <https://tenderarena.cz/dodavatel/seznam-profilu-zadavatele/detail/Z0004730/zakazka/756524> a autor ZP si je měl před realizací posudku nastudovat, aby se mohl odborně a zodpovědně vyjádřit k otázkám uvedeným v jeho ZP.
- 6) Nesrovnalosti v odpovědi v bodě 2 kapitoly 6.2.:
- Autor posudku uvádí, že „...produkty neřízeného rozkladného procesu org. hmoty se budou pohybovat gravitačně tělesem odvalu bez možnosti monitoringu...“. Dle projektu na realizaci sarkofágu se uvažuje o monitorovacích vrtech, které budou sledovat procesy probíhající v tělese odvalu po jeho překrytí.
 - Autor uvádí, že slané vody Heřmanického rybníka představují dosud **funkční hydraulickou bariéru** vůči odvodnění ÚMTO odvalu Heřmanice a jakmile dojde k jejich vysazení, bude tato bariéra odstraněna. Sám ale uvádí, že v Aktualizované analýze rizik na lokalitě z roku 2021 [6] se konstatuje: „...Heřmanický rybník tedy s největší pravděpodobností nebude přímo ovlivněn obohacenými podzemními vodami, resp. rybník se nenachází v přímém vlivu proudění podzemních vod z odvalu, což dokládá i mapa hydroizohyps...“. Přímý vliv podzemních vod odtékajících z oblasti pod haldou na Heřmanický rybník není tedy prokázán.
 - V kontextu posudku se domnívám, že autor mylně použil pojem hydraulická bariéra místo správného termínu geochemická bariéra. Slané vody mohou fungovat jako inhibitor (tedy forma geochemické bariéry) pro některé anorganické kontaminanty, především těžké kovy, ale skutečně jen některé. Pro organické látky však toto nebylo prokázáno vůbec. Relevance těchto tvrzení by měla být doložena odbornými články, výsledky vlastního výzkumu nebo výstupy z hydrochemických modelů.
 - Komunikace mezi povrchem terénu a hlavní kvartérní zvodní na Ostravsku je zřejmý fakt. Ke komunikaci ale dochází v celém intravilánu města Ostravy, které je plné různých zdrojů kontaminace pro tuto kvartérní zvodň; nejen výluhy z odvalu Heřmanice tedy představují riziko pro řeku Odru. Navíc v dokumentu Aktualizovaná analýza rizik z roku 2021 [6], citovaném autorem posudku, se uvádí: „Jednoznačný vliv samotného odvalu na kvalitu vod v řece Odře nelze definovat.“

Závěrečný výrok:

Znalecký posudek doc. Mgr. Milana Geršla, Ph.D. vykazuje odborné vady a nepřesnosti jak v otázkách hydrogeologických, tak i v otázkách geochemických, což je uvedeno v textu výše. Vyplývá to především z nedostatečného sběru relevantních materiálů ke studované problematice, nedostatku dat pro tvorbu znaleckých závěrů a tendenčnosti posudku.

3.2 Hodnocení 2

Otázka: „Vyhodnotil zpracovatel ZP dostatečně veřejně dostupné podklady, ze kterých bylo možno získat bližší informace ke konstrukci sarkofágu vycházející ze zadávací dokumentace pro již vyhlášenou (12/2024) veřejnou zakázku, jejímž předmětem je zpracování projektové dokumentace, která zahrnuje mj. také návrh konstrukčního řešení plánovaného sarkofágu na odvalu Heřmanice?“

Odborné hodnocení:

Ve ZP měl autor „...zhodnotit **navržené** technické řešení sanace úložného místa těžebního odvalu Heřmanice formou sarkofágu ve vztahu k hydrogeologické situaci lokality.“ V první řadě lze diskutovat nad pojmem „technické řešení“. Autor ZP hodnotil „technické řešení sarkofágu“ bez zjištění relevantních skutečností a reálného návrhu zadaného firmou DIAMO, s. p. V době zadání znaleckého posudku byla totiž navržena spíše koncepce řešení sanace odvalu formou sarkofágu; skutečné technické řešení bude známo až po jeho zpracování do formy projektové dokumentace. Je tedy otázkou, zda vůbec bylo možno splnit zadání posudku.

Do ZP autor navíc nezahrnul informace, vyplývající ze zadávací dokumentace pro vyhlášenou veřejnou zakázku, která byla ve veřejném prostoru dostupná již od prosince 2024 a byly v ní zveřejněny bližší specifikace požadavků, které má DIAMO, s. p. na konstrukci sarkofágu a které jsou klíčové z hlediska možné tvorby polutantů. Zpracovatel své závěry ZP staví jen na odborných publikacích z jiných lokalit ve světě, které řeší problematiku sanace hořících hald formou úplného nebo částečného zatěsnění bez dalších technických doplňků. Naopak v projektové dokumentaci **řešení plánovaného sarkofágu na odvalu Heřmanice** je jasně uvedeno, že musí obsahovat mimo jiné:

- řešení odvodnění srážkových a průsakových vod v průběhu provádění prací a po jejich dokončení,
- opatření proti rozplavování povrchu těsnících vrstev sarkofágu vlivem atmosférických srážek,
- technická opatření k zabránění akumulace plynů (vč. metanu) v tělese sarkofágu.

Požadavky na toto konstrukční řešení sanace ÚMTO odvalu Heřmanice vychází z Multikriteriální analýzy variant sanace ÚMTO Heřmanice zpracované firmou AZ GEO, s.r.o. v září 2024 [7].

Závěrečný výrok:

Autor ZP doc. Mgr. Milan Geršl, Ph.D. se důkladně neseznámil s veřejně dostupnými zdroji a závěry jeho ZP se tedy nezakládají na skutečnosti. ZP neřeší **konkrétní technické požadavky zadavatele veřejné zakázky**, vyplývající ze zadávací dokumentace pro tuto již vyhlášenou (12/2024) veřejnou zakázku, přičemž ony požadavky jsou klíčové pro další úvahy o „chování odvalu“ směrem k předmětu zadání ZP (popsat „...možné procesy, které mohou probíhat v souvislosti s vybudováním sarkofágu vzhledem k ochraně životního prostředí.“). ZP je jen odbornou, ale především obecnou rešerší problematiky sanace hořících hald na jiných lokalitách.

3.3 Hodnocení 3

Otázka: „Vynést výrok, zda při vzetí v úvahu těchto bližších informací musí nezbytně docházet k chemickým procesům popsaným ve ZP s následným rizikem kontaminace podzemní vody produkty pyrolýzy?“

Odborné hodnocení:

Ve ZP jsou popsány procesy, které mohou probíhat v hořících uhelných haldách bez přístupu kyslíku, v souvislosti s vybudováním sarkofágu bez možnosti odplynování tělesa odvalu. Autor uvádí, že „...hoření za přítomnosti kyslíku přejde na rozklad organického materiálu za nedostatku kyslíku, což bude proces analogický procesům probíhajícím v koksovně...to způsobí u hořícího odvalu vznik přírodní neřízené “koksovny“ s násobně vyšší produkcí toxických látek.“

Tyto jeho výroky vychází z citací odborných článků na jiných lokalitách ve světě. Zarážející je, že zpracovatel ZP nenechal analyzovat možné produkty pyrolýzy ve vzorcích vod, které v rámci zakázky odebral a poslal na analýzu do Vodohospodářské laboratoře Povodí Moravy, s.p. Bylo by účelné pro zpracování relevantních závěrů zjistit, zda jsou podzemní vody v okolí předmětné lokality kontaminované toxickými látkami, které mohou mít původ v pyrolýze hořící haldy. Ve ZP zpracovatel rovněž cituje aktualizovanou Analýzu rizik na lokalitě ÚMTO odval Heřmanice z roku 2021 [6]. Měl tedy k dispozici data prezentovaná v této zprávě a mohl své závěry alespoň podložit reálnými výsledky ze studované lokality publikovanými v této zprávě.

Abychom mohli zodpovědně vynést výrok k možným probíhajícím chemickým procesům v prostoru ÚMTO odval Heřmanice po výstavbě sarkofágu a posoudit vliv na podzemní vody v okolí lokality, je nutné posoudit předmětnou lokalitu z hlediska kontaminační zátěže jednotlivých složek ZP už v současnosti.

Z Aktualizace analýzy rizik [6] vyplývá, že ve vzorcích zeminy ze studené části odvalu i v hlušině z aktivní části odvalu jsou na většině monitorovaných míst překročeny limity (MP MŽP IZ 2014) pro benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranten, benzo(a)anthracen a dibenzoanthracen. V hořící části odvalu se objevují i nadlimitní hodnoty pro naftalen. V podzemních vodách na studované lokalitě a v jejím okolí jsou dle analýz z laboratoří Zdravotního ústavu v Ostravě místy překročeny limity (MP MŽP IZ 2014 a vyhlášky č. 5/2011 Sb.) pro Ba, Cd, Ni, Pb a dusičnany; koncentrace amonných iontů, dusičnanů, chloridů, síranů a fenanthrenu překračovaly limity téměř na všech monitorovaných místech. Podobné výsledky vyplývají i z monitoringu povrchových vod z okolí haldy [6].

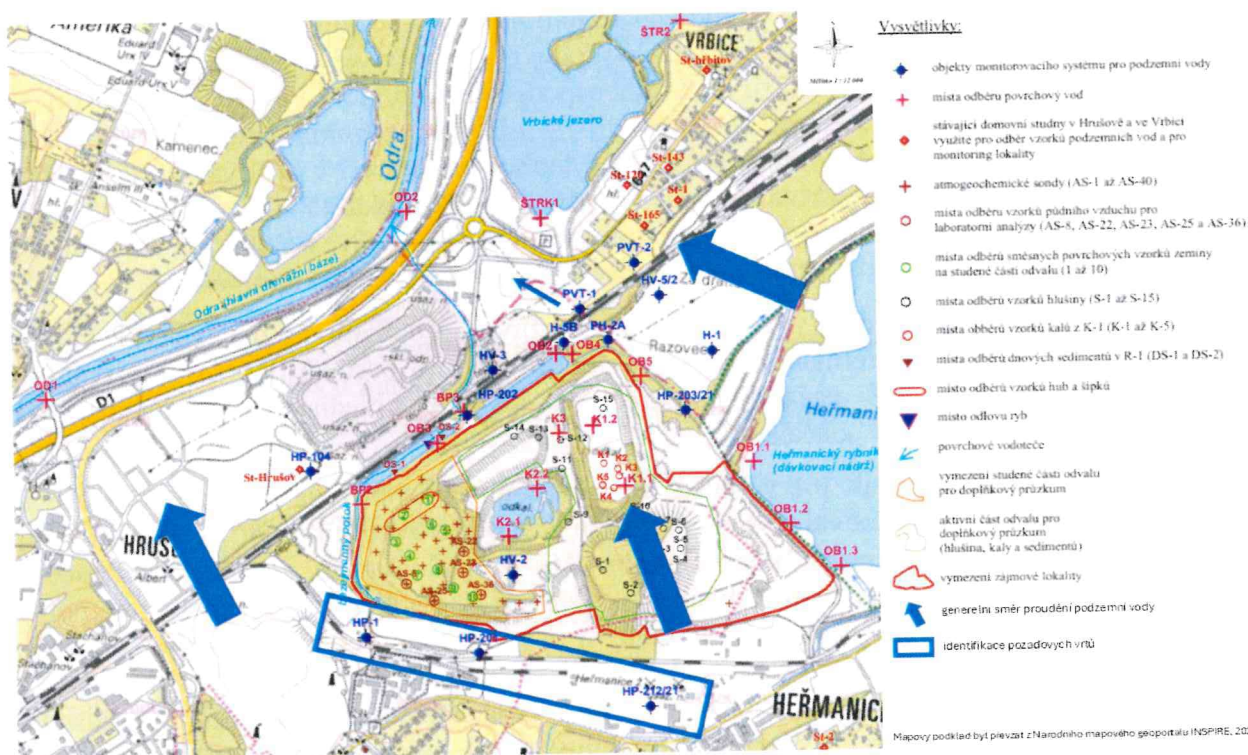
Organické látky analyzované v zeminách, hlušině i podzemních a povrchových vodách (benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranten, benzo(a)anthracen, dibenzoanthracen, fenanthren, naftalen) jsou možné produkty pyrolýzy uhlí a patří mezi polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU), které vznikají při nedokonalém tepelném rozkladu organického materiálu za nízkého nebo žádného přístupu kyslíku. Vznikají ve vrstvě s nedostatkem kyslíku při teplotách 300–800 °C, jsou přítomné v dehtu a dehtových kondenzátech a patří k nejtoxičtějším složkám emisí z hořících hald s karcinogenními účinky [2,10,11].

Zde je však nutné uvést, že v okolí ÚMTO odvalu Heřmanice se vyskytují další zdroje potenciálních producentů těchto kontaminantů, jak je uvedeno v tab. 1 přejaté z Aktualizované analýzy rizik z roku 2021 [6]. Na základě předložených informací lze tedy prohlásit:

- zvýšené koncentrace detekovaných polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) v zemině studené části odvalu mohou pocházet ze zdroje H-Zone, a.s. (MCHZ Hrušov), kde byly vyráběny léčiva, gumárenské produkty, plasty aj. a lokalita je označovaná za

kontaminovaný areál s neakceptovatelným zdravotním rizikem, kde byly monitorovány zvýšené koncentrace těchto látek v půdách;

- zvýšené koncentrace detekovaných polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) v hlušině hořící části odvalu jsou nejspíše produktem procesu pyrolýzy z hořící haldy;
- zvýšené koncentrace fenanthrenu v podzemních a povrchových vodách na monitorovacích místech v okolí ÚMTO nelze jednoznačně označit za kondenzační produkty pyrolýzy hořící haldy především proto, že zvýšené koncentrace těchto polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) byly detekovány i ve vrtech HP-1, HP-212/21, HP-201 na obr. 7, které se z hlediska generelního směru proudění podzemních vod na studované lokalitě nachází před studovanou lokalitou (přítoková oblast) a reprezentují tak podzemní vody nepostižené kontaminací z ÚMTO odval Heřmanice (obr. 7).

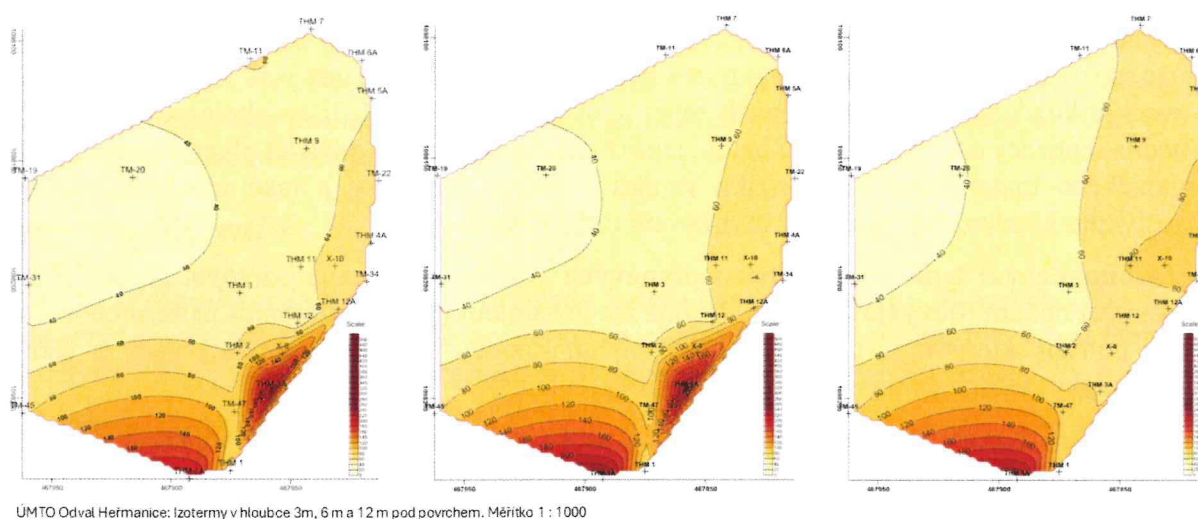


Obr. 7 Mapa území s vyznačením průzkumných objektů a odběrových míst realizovaných v rámci Aktualizované analýzy rizik v roce 2021 [6] (upraveno autory).

Z hlediska chemických procesů probíhajících v hořícím odvalu, složeného převážně z hlušinyového materiálu po těžbě černého uhlí, je nutné si uvědomit, že pyrolýza je běžnou součástí těchto procesů. Dochází k ní zejména v hlubších nebo špatně provzdušněných vrstvách, kde není dostatek kyslíku pro dokonalé hoření [10]. Výsledné produkty pyrolýzy mohou následně přispívat k dalším fázím hoření či k emisím toxických látek (např. dehtů, PAU, plynů) [11]. Také typ uhlí, které bylo a je těženo v OKR, odpovídá kvalitnímu černému uhlí s výhřevností ≈ 30 MJ/kg a vysokým obsahem uhlíku (≥ 75 %) a jeho zbytky na odvalech hlušiny po jeho těžbě jsou tak typickým příkladem prostředí, kde k procesům pyrolýzy docházet může a pravděpodobně i dochází. K pyrolýze obvykle dochází při teplotách 300–900 °C. Při teplotách v rozmezí 500–600 °C mají vznikající produkty pyrolýzy tyto hmotnostní podíly: plynné produkty 10–15 %; kapalný kondenzát 10–30 %; pevné produkty 50–80 %. Pyrolýzu však nelze

zaměnit za koksárenský proces (koksování). Koksování nastává až při teplotách 1000–1200 °C. Jaký proces tedy bude probíhat, závisí především na teplotě, množství hoření podporujícího materiálu a přísunu kyslíku do jednotlivých částí odvalu.

Na základě dostupných materiálů [3,6] lze konstatovat, že nejintenzivnější termické procesy se vyskytují na JJZ a jihovýchodní straně odvalu, kde byly v některých sondách zjištěny i teploty vyšší než 200 °C (termicky aktivní část odvalu). Největší plošný rozsah termického procesu můžeme interpretovat v hloubkové úrovni 6 m pod terénem [3]. V hloubce 12 metrů však termická aktivita slábne. Grafické znázornění monitorované termické aktivity na odvalu z měření na lokalitě v první polovině roku 2021 (obr. 8) je přejato ze zprávy ÚMTO Heřmanice, termický monitoring (2021), zpracované firmou SG Geotechnika a.s. [3] a upraveno autory hodnocení.



Obr. 8 Mapa termické aktivity v aktivní části ÚMTO odval Heřmanice v roce 2021 v hloubkách 3, 6 a 12 metrů pod povrchem [3] (upraveno autory).

Výrazné a četné kolísání teplot, jak plyne ze zprávy [3], je způsobeno kolísáním množství hořlavé látky (hlavně rozptýlené uhelné hmoty v průvodních „hluchých“ horninách) a množstvím vzduchu, který má přístup k ohnisku. A ukazuje to také na přesuny ohnisek v rámci haldy.

Monitorované teploty však dosahují hodnot, kdy už může být nastartován proces pyrolýzy. V hlubších partiích tělesa odvalu, kde probíhá hoření, tak mohou vznikat produkty související s tímto procesem.

Po realizaci sarkofágu na odvalu Heřmanice dle požadavků vycházejících ze zadávací dokumentace k výběrovému řízení na zpracování projektové dokumentace – Sanace a rekultivace úložného místa těžebního odpadu – odval Heřmanice, jejímž předmětem je i požadavek na realizaci odplynění, tak bude dosaženo několika pozitivních výsledků tohoto sanačního přístupu:

- 1) Primárně bude zabráněno průsaku atmosférických vod tělesem odvalu. Nedojde tak k protékání srážkových vod kontaminovaných po interakci s materiálem odvalu gravitačními silami až na hladinu mělkých podzemních vod. Zamezí se tak tedy nabohacování podzemních vod o kontaminované gravitační vody.
- 2) V důsledku odplynění nebude docházet ke koncentrování plynů a par v mezizrnných prostorech tělesa odvalu, čímž se zabrání akumulování plynů podporujících hoření (metan aj.) a dalších

látek a nebude se také zvyšovat tlak par v tělese odvalu. Sníží se přetlak a tím i riziko exploze plynů.

- 3) Při odplynění lze také velmi výrazně omezit množství vznikajícího agresivního kondenzátu.
- 4) Vybudování sarkofágu s řízeným odplyněním a přečištěním plyných zplodin hoření se rovněž sníží emise škodlivých plynů, pevných částic, popílků apod. v ovzduší.

Vybudování sarkofágu s řízeným odplyněním a pravidelným monitoringem všech složek ŽP představuje účinnou metodu, jak snížit produkci škodlivých látek vznikajících při hoření organických látek, omezit možnosti vzniku výbušné atmosféry z hoření vznikajících plynů a tlumit proces hoření v tělese odvalu.

Přesto je nutné při realizaci odplynění sarkofágu postupovat správně, aby se minimalizovala kondenzace zplodin, nebo se zajistilo její kontrolované zachycení. Odplynění nezabrání tvorbě kondenzátu, ale změni jeho lokalizaci a často zkoncentruje kondenzaci do konkrétních míst, kde se může snáze akumulovat a následně odtud odstraňovat. Odplyněné haldy jsou lépe monitorovatelné, a vzniklý kondenzát lze sbírat a analyzovat, což je výhodné z hlediska ekologické bezpečnosti. Vhodná realizace odplynění hořící haldy, jejímž cílem je efektivně odvádět plyné produkty hoření organického materiálu a snížit riziko vzniku výbušné atmosféry a také minimalizovat vznik agresivního kondenzátu, vychází z dodržování těchto zásad:

1. **Minimalizovat teplotní gradient v plynových cestách** – cílem je udržovat plyné fáze nad rosným bodem (obvykle $>100\text{ }^{\circ}\text{C}$), čehož lze dosáhnout např. používáním izolačních materiálů na potrubí, kterými je plánovaný únik plynů. Zabrání se tak kondenzaci vody a těkavých organických látek uvnitř systému.
2. **Aplikovat řízený aktivní odtah plynů** – např. instalací odsávacích ventilátorů, což zamezí stagnaci nebo šokovému zchlazení plynů. Stabilní proud plynů sníží tvorbu tzv. „studených zón“, kde by docházelo ke kondenzaci.
3. **Instalovat odlučovače kondenzátu (kondenzační jímky)** – na místech, kde ke kondenzaci bude docházet z důvodu změn fyzikálněchemických parametrů prostředí (teplota, tlak, oxidační podmínky apod.), např. na konci plynového potrubí. V kondenzačních jímkách musí být zajištěna těsnost systému, aby nemohlo dojít k úniku kondenzátu do prostředí.
4. **Aplikace aktivní filtrace plynů nebo průchod přes spalovací systém** – v tomto případě je možné použít sorpční jednotky nebo je možné nechat plyné exhalace procházet přes spalovací zařízení, kde dojde k destrukci organických toxických látek. Výsledkem je méně kondenzovatelných látek a tím méně kondenzátu a nižší toxicita.
5. **Pravidelný monitoring a údržba** – umožní včasnou reakci v případě poruchy nebo havárie a tím i bezpečný provoz odplyňovacího zařízení.

Uplatnění těchto technických postupů zásadně ovlivňuje účinnost odplyňovacích systémů. V případě realizace sarkofágu s odplyňovacím systémem na odvalu Heřmanice je vhodné, aby tyto zásady realizace byly dodrženy. Bude tak dosaženo efektivní sanace a minimalizovány dopady na životní prostředí a zdraví obyvatel.

Závěrečný výrok:

Na základě výše uvedených poznatků lze konstatovat, že realizace odplyňovacího systému jako součást plánovaného sarkofágu překrývajícího hořící odval Heřmanice zásadně omezí kumulaci plyných produktů procesu pyrolýzy v tělese odvalu, což povede ke snížení přetlaku v tělese odvalu a tím se sníží i riziko vzniku výbušné atmosféry. Při dodržování zásad správného odplyňování sarkofágu bude také významně redukována produkce kapalného kondenzátu a zajištěno jeho kontrolované zachycování a řízená likvidace.

Pyrolyzním procesům v prohořívajícím tělese odvalu po těžbě uhlí nelze zabránit, ale sarkofág s fungujícím systémem odplynění minimalizuje dopad na jednotlivé složky životního prostředí, rozhodně nezhorší kvalitu vod v okolí realizace sarkofágu a v případě kontaminační zátěže ovzduší se situace ještělepší.

Ze studia zadávací dokumentace pro vyhlášenou (12/2024) veřejnou zakázku, jejímž předmětem je zpracování projektové dokumentace – Sanace a rekultivace úložného místa těžebního odpadu – odval Heřmanice (formou sarkofágu a oddělovacích stěn) a při vzetí v úvahu všech výše uvedených informací lze objektivně prohlásit, že k chemickým procesům popsaným ve ZP může docházet, ale jen při dosažení vhodných podmínek k nastartování pyrolýzy. „Přírodní neřízená koksovna s násobně vyšší produkcí toxických látek“ se zde nedá objektivně předjímat a také riziko kontaminace podzemní vody produkty pyrolýzy je, při dodržování popsaných zásad správné realizace odplynění, minimální.

Závěrem je nutné zmínit, že vybudování sarkofágu s řízeným odplyňováním a pravidelným monitoringem všech složek životního prostředí představuje účinnou sanační metodu, jak snížit produkci kontaminantů z hoření organických látek, snížit riziko vzniku výbušné atmosféry a účinně tlumit endogenní hoření.

3.4 *Hodnocení 4*

Otázka: „Posoudit, zda zahraniční příklady řešení sanace termicky aktivních odvalů, které jsou uváděny ve ZP, odpovídají koncepci technického řešení sarkofágu pro odval Heřmanice ve smyslu bližších informací z veřejně dostupných podkladů.“

Odborné hodnocení:

ZP obsahuje 41 literárních zdrojů, z čehož 2 se nepodařilo dohledat. Ze zbývajících 39 článků se 17 věnuje tématům, které nesouvisí přímo s procesy na hořících haldách. Jedná se především o metody zjištění původu podzemních vod, nebo se jedná o odborné knihy věnující se izotopům, skleníkovým plynům a obecným tématům.

22 odborných článků se pak zabývá problematikou hořících hald, monitoringem na těchto lokalitách a jsou v nich rovněž obsaženy návrhy opatření, jak předcházet samovznícení. Články se věnují především plynným exhalacím unikajícím do ovzduší. Popisují jejich tvorbu, šíření haldou, škodlivé dopady na lidské zdraví apod. Problematice kontaminace vod v okolí hořících hald se pak věnuje 5 článků.

Závěrečný výrok:

Žádný z předložených článků ve ZP, který se zabývá sanací termicky aktivních odvalů, neodpovídá koncepci technického řešení sarkofágu pro odval Heřmanice ve smyslu bližších informací z veřejně dostupných podkladů. Některé z těchto článků však představují důležitý zdroj informací o výsledcích obdobného sanačního postupu na hořících odvalech, šíření kontaminantů prostředím odvalu a v jeho okolí a o kontaminaci jednotlivých složek ŽP. Především články prof. Fabiaňské z odvalů v Hornoslezské i Dolnoslezské pánvi mají nejen vědeckou, ale i praktickou relevanci pro environmentální hodnocení odvalů, sledování potenciálních rizik spjatých s procesy hoření uhelného materiálu a jsou zdrojem informací pro realizaci budoucích revitalizačních zásahů.

Autor ZP se neseznámil s požadavky zadávací dokumentace na projektovou dokumentaci řešící stavbu plánovaného sarkofágu, jejíž součástí je i požadavek na řešení problematiky plynů vznikajících při hoření haldy, a tak ani výběr jeho zdrojů neobsahuje relevantní články, zabývající se účinností sanace hořícího odvalu výstavbou sarkofágu s odplyněním.

Ve světě tato metoda není zatím běžně používanou sanační technikou. Jedinou zemí, kde je běžně využívána metoda povrchového utěsnění s odplyněním (Surface Seal Application) pro sanaci hořících uhelných odvalů, je USA [23]. Tato metoda zahrnuje zakrytí celé oblasti požáruvzdornou vrstvou, která zabraňuje přístupu kyslíku a tím omezuje nebo zcela zastavuje hoření. Součástí tohoto zakrytí jsou také větrací otvory a potrubní systémy, které umožňují kontrolované odvádění plynů a kondenzátů vznikajících při hoření, čímž se předchází akumulaci nebezpečných plynů a případnému vzniku výbušné atmosféry a šíření kontaminovaného kondenzátu odvalem [20–22].

Ve Slezsku (Polsko) byly prováděny studie zaměřené na emise plynů ze samovzněcujících se uhelných odvalů. I když tyto studie nepopisují konkrétní implementaci sarkofágu s odplyněním, upozorňují na vysoké koncentrace škodlivých plynů, jako je metan a oxid uhličitý, které mohou přetrvávat i po uhašení požáru. To podtrhuje důležitost efektivních metod zakrytí a odvětrávání pro ochranu životního prostředí a zdraví obyvatel [16–19].

Tyto příklady ukazují, že zakrytí hořících uhelných hald s integrovaným systémem odplynění (degazace) je mezinárodně uznávanou metodou pro sanaci těchto environmentálních problémů.

4. Shrnutí

Znalecký posudek doc. Mgr. Milana Geršla, Ph.D. zodpovědně a fakticky nehodnotí reálné následky sanace ÚMTO odvalu Heřmanice, protože nevychází z koncepce technického řešení sarkofágu pro odval Heřmanice ve smyslu bližších informací z veřejně dostupných podkladů. Jeho závěry jsou v tomto ohledu jen velmi obecné a hypotetické.

Rovněž jeho závěr o ovlivnění vod Heřmanického rybníka vodami ovlivněnými sanací odvalu Heřmanice není dostatečně vědecky podložený a nevychází ani z vlastního realizovaného výzkumu. Autor ZP hovoří o konci funkčnosti hydraulické bariéry v případě vysazení rybníka po ukončení vypouštění důlních vod, ale: (i) nejedná se o hydraulickou, nýbrž hydrochemickou bariéru (jejíž funkčnost nebyla spolehlivě prokázána a měla by být předmětem dalších výzkumů) a (ii) problematika vysazení Heřmanického rybníka není momentálně aktuálním tématem, protože dosud nebylo rozhodnuto o ukončení/neukončení vypouštění důlních vod v OKR.

Jako další problematické konstatování ve ZP shledáváme informaci o vzniku „neřízené koksovny“ na odvalu Heřmanice. Z konceptu technického řešení s plánovaným odplyněním by k nastartování takovýchto vysokoteplotních procesů nemělo dojít (důvody popsané výše). Jiné je to s pyrolýzními procesy, které mohou probíhat i po vybudování sarkofágu a které na lokalitě místně mohou probíhat již nyní, avšak bez monitoringem jednoznačně zjištěných dopadů na již existující kvalitu podzemních vod. Proto je nutné plánované sanační opatření správně technicky navrhnout, dodržet všechny známé limity takového technického zásahu, a hlavně optimálně nastavit průběžný i následný monitoring všech složek ŽP zasazených diskutovanou sanací.

Ve ZP se dále popisuje, jak kondenzát obohacený o různé kontaminanty vznikající v hořícím odvalu projde až na hladinu mělkých podzemních vod a jimi se bude dále šířit do okolí a kontaminovat prostředí látkami typu PAU a těžkými kovy. Opět jsou to jen hypotetické úvahy vycházející z literárních zdrojů řešících obdobnou problematiku na jiných lokalitách ve světě. Nevztahují se ke konkrétním podmínkám a technickým opatřením na studované lokalitě ÚMTO odvalu Heřmanice. Na základě dostupných informací je možné prohlásit, že podzemní vody v přítokové linii na vtoku do prostoru odvalu již vykazují znečištění organickými i anorganickými polutanty, které pochází ze starých antropogenních zátěží v okolí haldy. Navíc koncentrace těchto kontaminantů na výtoku podzemních vod z prostoru haldy nijak výrazně nenarůstají [1,4,5,6,8,14].

Jako zásadní odborný nedostatek předloženého ZP je nutné uvést, že ZP v rámci svého hodnocení neodpovídá avizovanému předmětu posudku: „Posouzení navrženého technického řešení sanace úložného místa těžebního odpadu Heřmanice formou sarkofágu, včetně jeho vhodnosti či nevhodnosti a možných dopadů na řeku Odru a lokalitu Heřmanického rybníka, který je součástí evropsky významné lokality NATURA 2000.“

Ad 1) Posudek ve skutečnosti nehodnotí navržené technické řešení sanace, protože:

- a) toto řešení dosud není rozpracováno do formy projektu (k dispozici je koncept řešení sanace a požadavky na jeho technické řešení),
- b) autor se neseznámil ani s veřejně dostupnými požadavky na technické řešení sarkofágu a ve svém posudku je nezohledňuje.

Ad 2) Neposoudil vhodnost či nevhodnost řešení na konkrétní lokalitě, diskutuje výsledky sanací na jiných lokalitách.

Ad 3) V posudku je uvedeno, že po „...změně typu vod Heřmanického rybníka, poklesu celkové mineralizace těchto vod...“, což dává do souvislosti s ukončením vypouštění důlních vod z vodní jámy Žofie, o kterém ale nebylo dosud rozhodnuto, „... bude odstraněna dosud funkční hydraulická bariéra vůči odvodnění ÚMTO odval Heřmanice.“ Není pravdou, že pokud dojde

k vysazení vod Heřmanického rybníka, změni se směry proudění podzemních vod a podzemní vody protékající pod odvalem a směřující nyní k Odře, se náhle začnou odvodňovat do Heřmanického rybníka. Nejsou pro to odborné argumenty, které by vycházely z hydraulických a geochemických principů. Pokud závěry autora ZP vychází z relevantních dat, modelů atd., bylo by vhodné je v případě konstatování takovýchto závěrů uvést.

Předložený znalecký posudek tak tedy fakticky neodpovídá na 2 ze 3 odborných otázek zadavatele posudku.

5. Závěrečná doporučení

- 1. Odborně posoudit technickou koncepci plánovaného sarkofágu se zabudovaným systémem odplynění.**
- 2. V případě realizace sarkofágu s odplyňovacím systémem na odvalu Heřmanice je vhodné, aby byly dodrženy zásady realizace odplynění hořících odvalů na základě informací, z již realizovaných obdobných staveb. Bude tak zajištěno efektivní odvádění plynných produktů hoření organického materiálu a sníženo riziko vzniku výbušné atmosféry a také minimalizována možnost vzniku agresivních kondenzátů.**
- 3. Provést důkladnou rešerši vědeckých a technických publikací zabývajících se studovanou problematikou (metody realizace, použité materiály, průběžný a následující monitoring možných polutantů, návrh monitoringu z hlediska relevantních parametrů, návrhy technických řešení a opatření atd.).**
- 4. Nastavit důkladný monitoring všech zasažených složek ŽP (ovzduší, půda, povrchové a podzemní vody). Kontinuální monitoring by měl být zahájen již nyní a pokračovat i v přípravných a realizačních fázích stavby, aby bylo možné posoudit dopady sanačního opatření v následujícím období po realizaci sarkofágu na lokalitě ÚMTO odvalu Heřmanice.**

1 Qh 1 n	2 Qh 1 1	3 Qh 2 2	4 Qh 3 3	5 Qh 2 2	6 Qh 3 3	7 Qh 3 3
8 Qh 2 2	9 Qh 3 3	10 Qh 7 n	11 Qp 3 n	12 Qp 2 1	13 Qp 3 3	14 Qp 3 n
15 Qp 7 n	16 Qp 2 2	17 Qp 5 4	18 Qp 5 n	19 Qp 7 n	20 Qp 3 n	21 Qp 7 n
22 Chk 3 7	23 Co 7 n	24 Kt 10 2	25 Pgt 3 n	26 Kl 3 n	27 Kth 3 n	28 Nb 3 n
29 Q	30 Q	31 . .	32	33 Fe	34 (N)	35 ~
36 ~	37 - - -	38 + + + +	39 .	40 .	41 .	42 .
43 250	44 ↗	45 o	46 o	47 o	48 o	49 o
50 □	51 ▢	52 ▢	53 ⬆	54 #	55 ⊙	56 ~
57 ~						

Průlínový kolektor: fluvální převážně písčitochlátné sedimenty (kvartér - holocén Qh, 1-10); 1 - přehlobená subglaciální deprese záblžského koryta: T > $6 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n nelze stanovit; 2 - nižší nívní stupeň Opavy: T $8,51 \cdot 10^{-9} - 2,82 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n = 0,26; 3 - a) dttó Odry: T $1,23 \cdot 10^{-8} - 1,17 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n = 0,49; b) dttó Ostravice pod Paskovem: T $4,57 \cdot 10^{-8} - 3,81 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n = 0,46; 4 - údolí dolního toku Lubiny: T $3,09 \cdot 10^{-8} - 5,37 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n = 0,62; 5 - nižší nívní stupeň Ostravice nad Paskovem: T $6,3 \cdot 10^{-8} - 1,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n = 0,59; 6 - údolí Lučiny: T $2,6 \cdot 10^{-8} - 1,1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n = 0,81; 7 - údolí Porubky, Polanceho, Přesenského a Lužního potoka a údolí dolnic toků Seziny, Jamníku, Bílovky, Trnávky a Ondřejnice: T $1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n nelze stanovit; 8 - a) údolí Lubiny nad Petřvaldem: T $2,2 \cdot 10^{-8} - 2,3 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n = 0,51; b) údolí Ondřejnice nad Starou Vsi: T $2,3 \cdot 10^{-8} - 1,1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n = 0,33; 9 - vyšší nívní stupeň Ostravice: T $1,41 \cdot 10^{-8} - 3,89 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n = 0,72; 10 - údolí horních toků Seziny a Bílovky: T $1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n nelze stanovit; fluvální písčité a štěrkové sedimenty výškových teras (kvartér - pleistocén Qp, 11-15); 11 - záblžská terasa v prostoru přehlobené subglaciální deprese záblžského koryta: T $1 \cdot 10^{-8} - 6 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n nelze stanovit; 12 - hlavní terasa Odry u Petřvaldu: T (dle analógie s řátem 25-21) $1,8 \cdot 10^{-8} - 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n = 0,29; 13 - záblžská terasa: T $1,74 \cdot 10^{-8} - 4,17 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n = 0,89; 14 - neochlazená hlavní terasa Odry: T $1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n nelze stanovit; 15 - kunčíková terasa s příměsí organických sedimentů: T $1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n nelze stanovit; glaciální sedimenty (kvartér - pleistocén Qp, 16-20); 16 - glaci-fluvální písky a písčité štěrky u Petřvaldu: T (dle analógie s řátem 25-21) $5,6 \cdot 10^{-8} - 6,9 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n = 0,54; 17 - a) dttó na levém břehu Odry mezi Studenkou a Porubou: T $5,62 \cdot 10^{-8} - 9,77 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n = 1,12; b) dttó mezi Vyškovicemi a Kramlinem: T $1,05 \cdot 10^{-8} - 7,94 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n = 0,94; c) dttó v j. výběžku Hlučinské pahorkatiny: T $8,91 \cdot 10^{-8} - 8,51 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n = 0,99; 18 - dttó v ostatních vyskyttech: T (odhad) $1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n nelze stanovit; 19 - glaci-fluvální písky a štěrky s podílem glaciakustinních jílovitých sedimentů: T (odhad) $5 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n nelze stanovit; 20 - tily: T (odhad) $1 \cdot 10^{-8} - 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n nelze stanovit.

puklinový kolektor s proměnlivým podílem průlínové porozity v příporchové zóně zvětřalin a rozetření puklin: 21 - vyvěřliny těsninové asociace (w): T (odhad) $1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n nelze stanovit; 22 - břidlice, prachovce a droby hradecko-kyjovického souvrství (ChK): T $5,62 \cdot 10^{-8} - 1,35 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n = 0,89; 23 - pískovce, prachovce a jílovce ostravského souvrství (Co): T (dle analógie) $1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n nelze stanovit;

regionální izolátor, v němž se jako kolektor uplatňuje jen příporchová zóna zahrnující svahově uložené s přilehlým pásmem podpovrchového rozvolnění hornin: 24 - prachovce a pískovce frydeckých vrstev (KF): T $9,55 \cdot 10^{-8} - 7,24 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n = 0,44; 25 - jílovce a pískovce třineckého souvrství (PTG); 26 - jílovce hotečského souvrství (HČ): a 27 - drobné rytmické flyš těšínsko-hradištěkého souvrství (KH): T (odhad) $1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n nelze stanovit;

nepravděsné střídaní většího počtu izolátorů a průlínových vrstvových kolektorů: 28 - jly a písky miocénu karpatské předhlubně (Pb): T (odhad) $8 \cdot 10^{-8} - 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n nelze stanovit;

prostředí s nevýhraněnou hydrogeologickou funkcí: 29 - antropogenní uložeriny - haldy, navážky, plošné deponie, uhelné kaaly, skladyky ("Q"); 30 - hnědkaty a statinné zeminy ("Q"): T $1 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_n nelze stanovit;

KVALITA PODZEMNÍ VODY Z HLEDISKA VYUŽITELNOSTI PRO ZÁSOBOVÁNÍ PITNOU VODOU je vyjádřena v kategoriích jakosti I až III a s přihlédnutím k ukazatelům ČSN 757111. Území s vyhovující kvalitou vody (I. kategorie) nevyžadující kromě dezinfekce a mechanického odkyselení úpravu je bez oranžového nastř. V územích s vodami II. a III. kategorie vyznačených oranžovým nastřem je symboly znázorněna regionální přítomnost kritických složek podmiňujících zhoršenou kvalitu podzemní vody. Ojedinelá přítomnost jedné z kritických složek, která pouze lokálně zhoršuje o stupeň vymezenou kvalitu vody, je vyznačena jen oranžovým symbolem. Hlavní kritérii pro vyčlenění území s vodami II. a III. kategorie jsou tyto koncentrace rozhodujících složek (upraveno podle Žacka 1981):

I. kategorie: $\text{Ca} + \text{Mg} < 1 \text{ mmol.l}^{-1}$ nebo $3,5\text{--}9 \text{ mmol.l}^{-1}$, $\text{Fe} 0,3\text{--}30 \text{ mg.l}^{-1}$, $\text{Mn} 0,1\text{--}1 \text{ mg.l}^{-1}$, $\text{NH}_4 0,1\text{--}1 \text{ mg.l}^{-1}$, $\text{NO}_3 15\text{--}50 \text{ mg.l}^{-1}$, $\text{NO}_2 0,1\text{--}3 \text{ mg.l}^{-1}$, $\text{SO}_4 250\text{--}500 \text{ mg.l}^{-1}$, celková mineralizace $< 0,1 \text{ g.l}^{-1}$ nebo $0,6\text{--}1 \text{ g.l}^{-1}$.

II. kategorie: $\text{Ca} + \text{Mg} > 9 \text{ mmol.l}^{-1}$, $\text{Fe} > 30 \text{ mg.l}^{-1}$, $\text{Mn} > 10 \text{ mg.l}^{-1}$, $\text{NH}_4 > 1 \text{ mg.l}^{-1}$, $\text{NO}_3 > 50 \text{ mg.l}^{-1}$, $\text{NO}_2 > 3 \text{ mg.l}^{-1}$, $\text{SO}_4 > 500 \text{ mg.l}^{-1}$, celková mineralizace $> 1 \text{ g.l}^{-1}$.

31 - území s výskytem podzemní vody vyžadující složitější úpravu (voda II. kategorie); **32** - území s výskytem málo vhodné nebo nevhodné podzemní vody (voda III. kategorie); **33** - symbol kritické složky podmiňující zhoršenou kvalitu podzemní vody v regionálním měřítku (M pro celkovou mineralizaci, N pro NO_3 , Fe pro Fe + Mn); **34** - symbol kritické složky lokálně zhoršující o stupeň vymezenou kvalitu podzemní vody;

HYDROGEOLOGICKÉ HRANICE: **35** - hranice typu hydrogeologického prostředí; **36** - hranice území s různou velikostí transmisivity nebo s různým stupněm variability transmisivity; **37** - hranice litostratigrafických jednotek; **38** - hlavní rozvodnice podzemní vody v první zvodni (upraveno podle Základní vodohospodářské mapy);

PRAMENNÍ VÝVĚRY (rozlišení podle průměrné vydatnosti $Q [\text{L.s}^{-1}]$): **39** - Q do $0,1$; **40** - Q $0,1$ až 1 ; **41** - Q 1 až 10 ; **42** - Q nad 10 ;

DYNAMIKA PODZEMNÍCH VOD: **43** - předpokládaný průběh hydroizohyby první zvodně [m n. m.]; **44** - směr proudění podzemní vody v první zvodni;

UMĚLE HYDROGEOLOGICKÉ OBJEKTY: hydrogeologické vrty s provedenými přítokovými zkouškami jsou rozlišeny podle jednotkové specifické vydatnosti $q [\text{L.s}^{-1}.\text{m}^{-2}]$: **45** - q do $0,1$; **46** - q $0,1$ až 1 ; **47** - q 1 až 10 ; **48** - q nad 10 ; číslo u značky vrty (1 - 16) označuje vybraný vrt, jehož základní parametry jsou uvedeny v tabulce vysvětlujícího textu; **49** - vrt, který poskytl pouze informace o chemismu nebo úrovni hladiny podzemní vody; **50** - významná studna s hydrogeologickými údaji; **51** - jímací zářez; **52** - jímací štola; **53** - pramen zachycený jímkou; **54** - řachla s dokumentovaným přítokem podzemní vody;

MINERÁLNÍ VODY: **55** - výskyt natrium-chloridové jodobromové minerální vody ve vrty;

STRUKTURNĚ-TEKTONICKÉ PRVKY: **56** - zlom zjištěný; **57** - výchoz násunové plochy karpatské příkrovové stavby.

KLASIFIKACE HORNIN PODLE TRANSMISIVITY (upraveno podle Krásného 1986, 1990)

Barva v mapě	Koeficient transmisivity T		Odpovídající srovnávací regionální parametry		Označení transmisivity horninového prostředí	Vodohospodářský význam - výše transmisivity naznačuje prostředí s následujícími předpoklady využití podzemní vody	Přibližná vydatnost jednotlivých vrty při snížení cca 5 m (l/s)
	m^2/s	m^2/d	specifická vydatnost q (l/s.m)	index transmisivity $T = \log(10^6 q)$			
1 2	$6 \cdot 10^{-2}$	500	5,0	6,7	velmi vysoká	velké soustředěné odběry regionálního významu (velké skupinové vodovody)	> 25
3 4	$1 \cdot 10^{-2}$	100	1,0	6,0	vysoká	soustředěné odběry menšího regionálního významu (menší skupinové vodovody)	5-25
5 6	$1 \cdot 10^{-3}$	10	0,1	5,0	střední	větší odběry pro místní zásobování (menší obce)	0,5-5
7 8	$1 \cdot 10^{-4}$	1	0,01	4,0	nízká	menší odběry pro místní zásobování (jednotlivé domy)	0,05-0,5
9 10	$1 \cdot 10^{-5}$	0,1	0,001	3,0	velmi nízká	jednotlivé malé odběry pro místní (individuální) zásobování při omezené spotřebě	0,005-0,05
11 12	$1 \cdot 10^{-6}$	0,01	0,0001	2,0	nepatrná	zajištění zdrojů pro individuální zásobování obyvatelstva i při velmi omezené spotřebě obtížné, často nemožné	$< 0,005$

Zdroj: <https://mapy.geology.cz/geo/>; citováno 29.5.2025