



OCHRANA PODZEMNÍCH VOD s.r.o.

***Aktualizace stavu nejvíce rizikových
úložných míst těžebního odpadu***

OÚM ID0024 Šváby, Koštofal

Kutná Hora – Kaňk



Praha, únor 2015

Úkol: **Aktualizace stavu nejvíce rizikových
úložných míst těžebního odpadu**

Evidenční číslo ČGS – Geofond: **3361/2014**

Objednavatel: **Česká republika – Ministerstvo životního
prostředí, Vršovická 65, 100 10 Praha 10
IČ 00164801**

Zhotovitel: **Ochrana podzemních vod s.r.o.
Bělohorská 31/264, 169 00 Praha 6
IČ 26750066**

Hodnotitel rizik: **RNDr. Jiří Čížek**

Odpovědný řešitel: **RNDr. Stanislav Fojtík**

Datum zpracování: **únor 2015**

OBSAH

1	ÚVOD – ZÁKLADNÍ IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE.....	8
1.1	Název úkolu a druh prací.....	8
1.2	Rozsah a cíl prací, identifikace vymezení OÚM.....	8
2	VŠEOBECNÉ ÚDAJE O OÚM.....	10
2.1	Historie OÚM.....	10
2.2	Údaje o zájmovém území a jeho využívání.....	11
2.3	Těžená surovina a těžební odpad.....	15
2.4	Chráněná území a ochranná pásma	15
3	POPIS PŘÍRODNÍCH POMĚRŮ	16
3.1	Klimatické, hydrografické a hydrologické poměry.....	16
3.2	Geomorfologické poměry.....	17
3.3	Geologické poměry zájmového území.....	18
3.4	Hydrogeologické poměry	20
3.5	Geochemické a hydrochemické údaje	24
3.5.1	Horniny a zeminy	24
3.5.2	Vody	24
4	PRŮZKUMNÉ PRÁCE.....	26
4.1	Metodika archivních a nových geologických prací.....	26
4.2	Stručný popis nově provedených prací	27
4.3	Vyhodnocení výsledků prací	28
4.3.1	Voda podzemní a povrchová.....	32
4.3.2	Zeminy – výluhy	33
4.3.3	Acidifikační potenciál tělesa OÚM	33
5	INŽENÝRSKO-GEOLOGICKÉ HODNOCENÍ.....	35
5.1	Popis tělesa OÚM a uloženého těžebního odpadu	35
5.2	Geotechnická charakteristika OÚM a jeho podloží	36
5.3	Stabilita OÚM	36
6	KONCEPČNÍ MODEL A ZHODNOCENÍ OÚM.....	38
6.1	Koncepční model lokality, identifikace exp. cest a charakteristika příjemců	38

7	HODNOCENÍ VLIVU OÚM NA ZDRAVÍ LIDÍ.....	40
7.1	Hodnocení expozičních cest.....	40
7.2	Prioritní škodliviny.....	40
7.3	Výpočet a hodnocení rizik na zdraví lidí.....	44
8	GEOBOTANICKÉ HODNOCENÍ	49
9	CELKOVÉ HODNOCENÍ RIZIK OÚM	50
9.1	Identifikace rizik.....	50
9.2	Shrnutí celkové míry rizika	51
10	ODHAD MNOŽSTVÍ PRIORITNÍCH ŠKODLIVIN V OÚM	54
11	ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ.....	55
11.1	Závěry.....	55
11.2	Doporučení dalšího postupu.....	56
12	LITERATURA	57

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Přehledná mapa lokality s vyznačením pozice OÚM ID0024 Šváby, Koštofal a okolními OÚM.....	9
Obrázek 2a: Situace OÚM a chráněná zástavba v okolí na leteckém snímku (www.seznam.cz).....	11
Obrázek 3b: Výřez z územního plánu města Kutná Hora (www.mu.kutnahora.cz)	13
Obrázek 4: Poddolované území s vyznačením polohy OÚM (zdroj: www.geofond.cz)	14
Obrázek 5: Výřez ze základní vodohospodářské mapy 1:50 000 (dle HEIS-VÚV)	17
Obrázek 6: Výřez z geologické mapy 1:50 000 (dle ČGS)	18
Obrázek 7.: Nejvýznamnější žilné struktury v severní části revíru (podle Holub 1975)	20
Obrázek 8: Výřez z hydrogeologické mapy 1:50 000 (dle ČGS).....	23
Obrázek 9: Schematický koncepční model lokality	38

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Obsahy vybraných stopových prvků v horninách kutnohorského krystalinika.....	24
Tabulka 2: Analýzy vzorků haldovin (Malec, 1999).....	24
Tabulka 3: Obsahy sledovaných prvků v zeminách (archivní výsledky)	29
Tabulka 4: Obsahy sledovaných prvků v zeminách (nové výsledky)	29
Tabulka 5: Obsahy sledovaných prvků v zeminách v porovnání RTG a laboratorního stanovení.....	29
Tabulka 6: Porovnání obsahů vybraných prvků v zeminách.....	29
Tabulka 7: Posouzení možnosti tvorby kyselých výluhů (ABA).....	34
Tabulka 8: Přehled expozičních cest.....	40
Tabulka 9: Základní toxikologické parametry potenciálních kontaminantů	43
Tabulka 10: Parametry četnosti a doby trvání expozice pro uvažované cílové skupiny populace.....	46
Tabulka 11: Vyhodnocení potenciálu expozice pro ingesci kontaminovaného prachu, zeminy a těžebními odpady	47
Tabulka 12: Vyhodnocení potenciálu expozice pro dermální kontakt s prachem, zeminou a těžebními odpady	48
Tabulka 13: Kategorie celkové míry rizika	51
Tabulka 14: Vyhodnocení celkové míry rizika	53
Tabulka 15: Odhad celkového množství škodlivin v tělese OÚM.....	54

Seznam příloh

A. Textové přílohy:

- A1 Dokumentace odběru vzorků
- A2 Výsledky měření přenosným RTG - analyzátozem
- A3 Protokoly laboratorních zkoušek

B. Grafické přílohy

- B1 Situace OÚM s vyznačením průzkumných sond
- B2 Situace OÚM v katastrální mapě s vyznačením plochy
- B3 Situace OÚM v katastrální mapě s vyznačením využití pozemků

C. Doklady

- C1 Osvědčení odborné způsobilosti

Seznam zkratk

ČBÚ	Český báňský úřad
ČGS-Geofond	Česká geologická služba, útvar Geofond
DP	dobývací prostor
CHLÚ	chráněné ložiskové území
ID	identifikační číslo opuštěného úložného místa
MP	metodický pokyn
MŽP	Ministerstvo životního prostředí ČR
OÚM	opuštěné úložné místo (v databázi ČGS – Geofondy dříve vedeno jako „deponie“)
PUPFL	pozemek určený k plnění funkce lesa
PROÚM	potenciálně rizikové opuštěné úložné místo
ROÚM	rizikové opuštěné úložné místo
SBS	Státní báňská správa
ÚSES	územní systém ekologické stability
ZPF	zemědělský půdní fond

1 ÚVOD – ZÁKLADNÍ IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

1.1 Název úkolu a druh prací

Název úkolu: Aktualizace stavu nejvíce rizikových úložných míst těžebního odpadu

Druh prací: doplňkový průzkum geologických činitelů ovlivňujících životní prostředí za účelem aktualizace hodnocení rizikovosti vybraného opuštěného úložného místa těžebních odpadů po těžbě rud ID0024 – odval dolů Šváby, Koštofal

Místopisné určení:	Česká republika [CZ]
kraj:	Středočeský [CZ020]
okres:	Kutná Hora [CZ0205]
obec:	Kutná Hora [533955]
katastrální území:	Kaňk [678015]

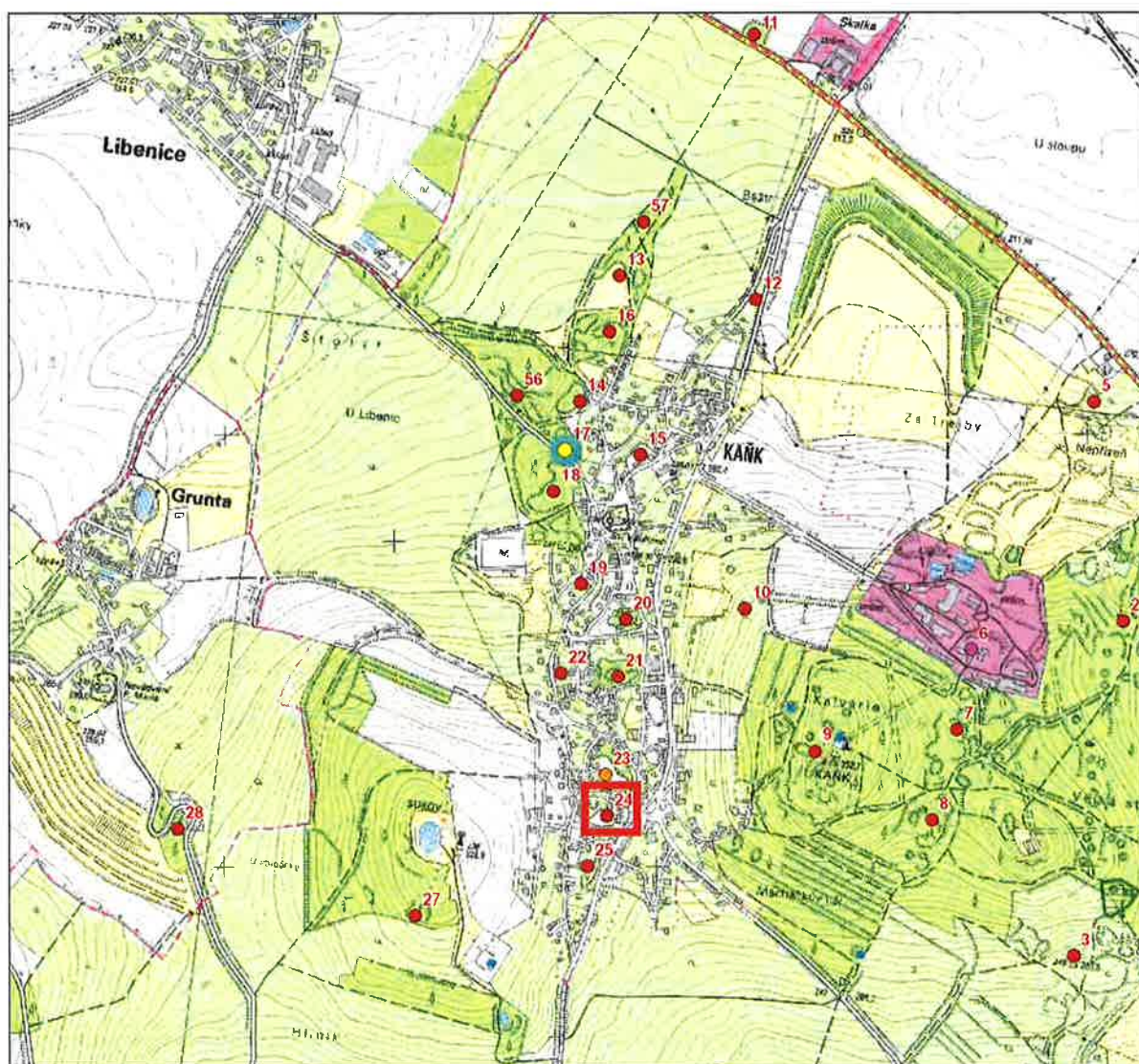
Přehledná mapa lokality s vyznačením pozice OÚM je zařazena dále v textu (viz Obrázek 1) a v grafických přílohách B1 až B3. Pokud v dalším textu není uveden u obrázků zdroj nebo citace, jedná se o obrázky z aplikace Registr rizikových úložných míst (RROUM) ve správě ČGS – Geofond, která byla vytvořena pro řešení úkol.

1.2 Rozsah a cíl prací, identifikace vymezení OÚM

Ministerstvo životního prostředí ve spolupráci s Českým báňským úřadem je ze zákona č. 157/2009 Sb., o nakládání s těžebním odpadem a o změně některých zákonů, je zmocněno do registru vedeného podle § 17, odst. 4, písm. b) uvedeného zákona zjistit výskyt těch uzavřených a opuštěných úložných míst, která mají nebo by mohla mít závažný nepříznivý vliv na životní prostředí nebo na lidské zdraví. V průběhu roku 2011 byly na lokalitě realizovány průzkumné práce v rámci úkolu „Provedení průzkumných a analytických prací na vybraných lokalitách a hodnocení rizikových úložišť těžebních odpadů“ (evidenční číslo ČGS – Geofond 1236/2011). Hlavním cílem tohoto úkolu bylo zpracovat podkladový materiál pro registr rizikových úložných míst (RROÚM), který byla Česká republika povinna zprovoznit a zveřejnit ke dni 1. 5. 2012. Průzkum předmětného OÚM ID0024 Šváby, Koštofal byl vyhodnocen zprávou z března 2012 (Čížek J, et al., 2012: Provedení průzkumných a analytických prací na vybraných lokalitách a hodnocení rizikových úložišť těžebních odpadů, závěrečná zpráva o průzkumu OÚM ID0024 Šváby, Koštofal, Kutná Hora – Kaňk). Z výsledků úvodního průzkumu byla vyhodnocena poměrně velmi vysoká míra rizika, podmíněná zejména vysokými obsahy arzenu a některých dalších prvků v materiálu

odvalu, který je situován bezprostředně v obytné zástavbě Kaňku. Vyhodnocená míra rizika je v rámci všech hodnocených OÚM v České republice jednou z nejvyšších. Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto provést doplňkový průzkum a aktualizaci hodnocení rizik tohoto OÚM.

OÚM ID0024 Šváby, Koštofal bylo vyhodnoceno a zařazeno do databáze jako rizikové (ROÚM), protože se jedná o odval starého dolu po těžbě stříbrných a polymetalických rud s výskytem rudních a sekundárních minerálů s obsahem těžkých a toxických kovů a metaloidů (zejména As, Cu, Pb, Sb, Zn a dalších). Hlavním rizikovým faktorem je vysoký obsah arzenu v zeminách s možností dlouhodobé expozice obyvatel zástavby v bezprostředním okolí OÚM.



Obrázek 1: Přehledná mapa lokality s vyznačením pozice OÚM ID0024 Šváby, Koštofal a okolními OÚM

2 VŠEOBECNÉ ÚDAJE O OÚM

2.1 Historie OÚM

Historii těžby na Kutnohorsku se detailně zabývala řada autorů, např. Kořan (1950, 1988), Malec (1999), Bílek (2000a – f), Holub (2009). Počátky dolování v okolí Kutné Hory se datují do poloviny 13. století, někteří autoři Bílek (2000) však kladou počátky těžby stříbra do 10. století. V oblasti Kaňku bylo stříbro těženo mělkými úklonnými šachticemi, které byly od sebe vzdáleny jen 20 – 30 m (Malec, 1999). Pro dosažení větších hloubek se posléze těžilo žentourovými šachtami ve větších vzdálenostech. Těžební postup do hloubky měl ovšem i ekonomické dopady, což se na přelomu 14. a 15. století projevilo poklesem těžby. Po úpadku dolování za husitských válek došlo k oživení těžby ve druhé polovině 15. století a posléze hlavně v první polovině 16. století, kde se dolovalo především na Hlavní žíle Staročeského pásma (do tohoto pásma patřil i důl Šváby, Koštofal). Ve druhé polovině 16. století ještě těžbu oživil nález rudního sloupu na Benátecké žíle, který byl otevřen Panskou jámou. Na přelomu 16. a 17. století přichází na celý revír úpadek (r. 1625 byly doly opuštěny). Další práce na konci 17. a 18. století neměly větší úspěch a nemají velký význam. Velmi slibným byl náhodný nález Skaleckého pásma v 18. století, po vytěžení mimořádně bohatých reliktů stříbrných černí, průzkumném rozfárání nalezených žil a zjištění nezvládnutelných přítoků vod z báze křídových sedimentů byla lokalita opuštěna. Poslední etapa dobývání v kutnohorském rudním revíru byla vyvolána zájmem o Zn, Cu, Pb a Sb. Od roku 1939 probíhaly báňské práce, navazující na průzkum z přelomu 19. a 20. století. Staročeské pásmo bylo nově otevřeno Panskou jámou až v letech 1943 – 1945. Těžba polymetalických rud v kutnohorském revíru byla na posledním činném dole Turkaňk ukončena až roku 1992.

Hornická činnost na Staročeském pásmu byla zahájena oproti jiným rudonosným strukturám v Kutné Hoře relativně později a to až ve 14. století. Vznik OÚM Šváby, Koštofal lze rozdělit do více fází. Doly v této části revíru byly zřejmě hloubeny v období pohusitské obnovy, jámy byly hloubené při nadloží struktury převážně ve slabě až středně hydrotermálně alterovaných rulách malínské jednotky. Z jámy v dalším období pokračovalo dobývání až do svislé hloubky okolo 300 m. V tomto období byly na den vynášeny hlavně zrudněné kusy, které byly na povrchu přebírány a po analýze na obsah stříbra dodávány do hutě či shromažďovány na kyzové části deponie. Hlušina byla zakládána do opuštěných děl a obvykle nebyla vynášena na povrch. S postupem do hloubky klesal obsah stříbra v kyzech,

chudé kyzy (zejm. pyrit a arzenopyrit) byly ukládány zvlášť a nejpozději od druhé poloviny 16. století sloužily k výrobě vitriolu (zelené skalice).

2.2 Údaje o zájmovém území a jeho využívání

OÚM ID0024 Šváby, Koštofal se nachází v bezprostřední blízkosti obytné zástavby, která se nachází v celém jeho okolí (viz Obrázek 2). V blízkosti OÚM jsou i rekreační objekty trvale neobydlené. Kaňk je součástí města Kutná Hora, která měla dle údajů ČSÚ k 1.1.2011 celkem 21 295 obyvatel. Počet obyvatel, kteří by mohli být zkoumaným OÚM bezprostředně ovlivněni, je zhruba v řádu prvních desítek. Jedná se zejména o bezprostředně související zástavbu městské části Kaňk (viz obrázek č. 2 a příloha B3).



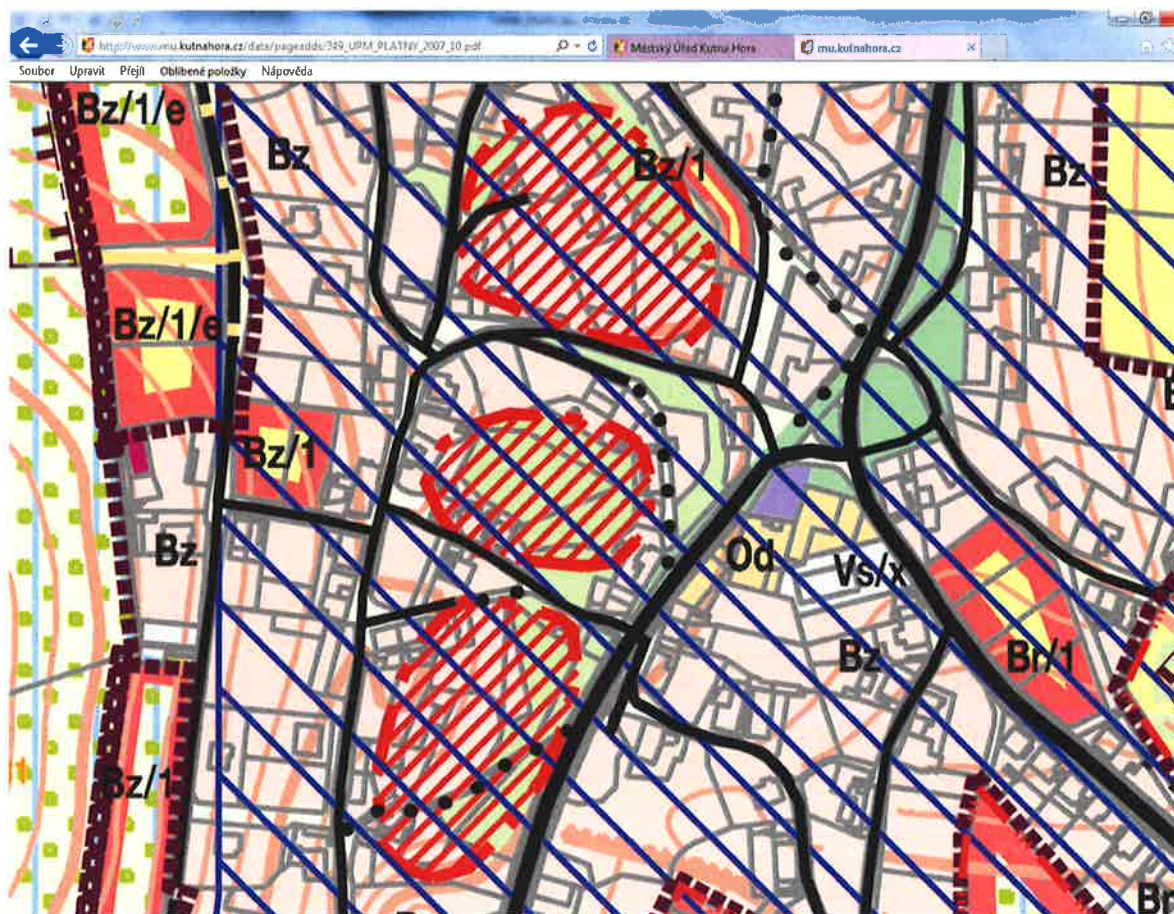
Obrázek 2: Situace OÚM a chráněná zástavba v okolí na leteckém snímku (www.seznam.cz)

Pozemky, na nichž je situováno těleso OÚM, jsou v katastru nemovitostí z většiny evidovány jako ostatní plocha se způsobem využití manipulační plocha. Část pozemků, zejména na okrajích tělesa, je evidována jako zemědělský půdní fond (ZPF) se způsobem využití jako zahrada nebo trvalý travní porost. V bezprostřední blízkosti tělesa, resp. na jeho povrchu v okrajových částech, jsou pozemky zastavěné nemovitostmi (zastavěná plocha a nádvoří). Většina pozemků je ve vlastnictví soukromých osob, pouze menší část pozemků na severním

svahu OÚM vlastní město Kutná Hora. Situaci obytných a rekreačních objektů a pozemků využívaných jako zahrady bezprostředně na tělese OÚM či v jeho bezprostředním okolí lze označit jako hlavní rizikový faktor. Přehled pozemků uvádí následující tabulka:

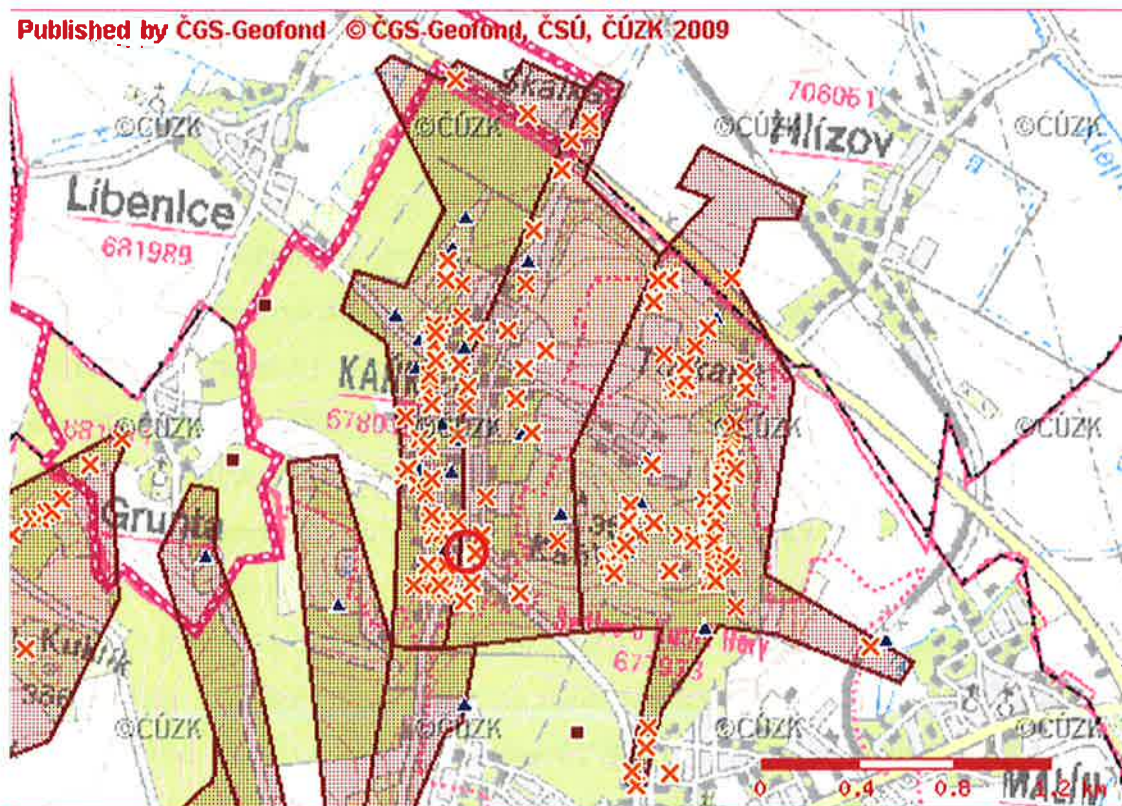
parc.č.	výměra m ²	druh pozemku - využití
377	673	ZPF - zahrada
425	520	OsPl. - zastavěná plocha
426	490	ZPF - zahrada
428/1	415	ZPF - zahrada
429	484	ZPF - zahrada
434	202	ZPF - trvalý travní porost
436	407	OsPl. - zastavěná plocha
437	101	ZPF - zahrada
438	1505	OsPl. - manipulační plocha
439	1773	OsPl. - manipulační plocha
441	687	OsPl. - manipulační plocha
613/1	661	OsPl. - manipulační plocha
613/1	661	OsPl. - manipulační plocha

Širší okolí je využíváno pro trvalé bydlení (B_z) vesnického typu, částečně i jako rekreační objekty. Plochy pro bydlení jsou na následujícím obrázku vyznačeny růžovou barvou, jejich součástí jsou i plochy využívané jako zahrady, obslužné objekty (garáže, altány, přístřešky aj.), nádvoří apod. Zelenou barvou jsou pak vyznačeny plochy, začleněné do městské zeleně. Popsanou situaci ilustruje výřez z územního plánu města Kutná Hora na následujícím obrázku ze kterého je zřejmé, že většina zájmového území v okolí OÚM je využívána jako plochy pro bydlení. Červená šrafa pak orientačně označuje tělesa starých odvalů.



Obrázek 3: Výřez z územního plánu města Kutná Hora (www.mu.kutnahora.cz)

V širším území městské části Kaňk probíhala až do sedmdesátých let minulého století hornická činnost – těžba stříbrných a polymetalických rud. Většina zde provozovaných dolů ukončila těžbu již v období pozdního středověku, resp. po krátkodobém oživení v 16. a 17. století. Posledním využívaným důlním dílem v zájmovém území byla Panská jáma (OÚM ID0015). Pozůstatky hornické činnosti jsou v území dodnes patrné a tvoří je většinou zarostlé, z větší části aplanované a z části zachovalé hlušinové odvaly, úpravárenské a struskové deponie (tzv. lezofy), které tvoří souvislý pás sledující rudonosné struktury zhruba severojižním směrem. Posuzované OÚM ID0024 leží na jižním okraji rudonosné struktury Staročeského pásma a navazují na ně sousedící OÚM ID0023 (důl Nyklasy) a ID0025 (důl Tolpy - Sedlák), které od sebe oddělují místní komunikace a cesty. Nelze vyloučit, že tato OÚM spolu původně souvisela. V konečné fázi bude tedy nutno vyhodnotit vliv jak jednotlivých OÚM, tak působení celého pásma jako celku.



Obrázek 4: Poddolované území s vyznačením polohy OÚM (zdroj: www.geofond.cz)

Celé území městské části Kaňk je poddolováno, rozsah poddolovaných ploch je orientačně vyznačen na předchozím obrázku. Stará důlní díla, resp. jejich ústí, v této části území již nejsou na povrchu patrná, resp. v některých případech se projevila jako mělké propadliny.

Za provozu dolu Turkaňk byly vody ze stařin z větší části sváděny k jámě Turkaňk, mimo zájmovou lokalitu. Část stařinových vod však, stejně jako dnes, odtékala dědičnými štolami pásem Staročeského (přibližně ke dvoru Skalka) a Niffelského (cca 200 - 300 m východněji). Ústí a části dědičných štol vybudované ve spraších jsou již po staletí zavalena a povrch aplanován. Stařinové vody nevyvěrají na povrch, ale vsakují se do štěrkopísků v podloží spraší. (Kubát et al. 1995). Vlivem důlní činnosti (pinky, záломové trhliny apod.) se specifický odtok podzemní vody v poddolovaném území postupně zvyšoval. Kubát (1995) uvádí, že se přítok důlních vod kolem roku 1982 ustálil na hodnotě $5,5 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$. Na přítoku důlních vod se v té době v ne přesně specifikované míře podílel i přítok statických zásob ze stařin (do cca $2,0 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$).

2.3 Těžená surovina a těžební odpad

Na žilných pásmech kutnohorského revíru jsou vyčleňována (Hoffman a Trdlička 1976, Hofman et al. 1994, Bílek et al. 1965) čtyři mineralizační vývojová stadia, z nich každé je dále členěno na 1 až 3 mineralizační periody. Nejvýznamnější je vývojové stadium I s jeho periodami 1. a 2., kdy hlavními minerály jsou pyrit, arzenopyrit a křemen s podružným kasiteritem a dále ve druhé periodě sfalerit, stannin a pyrhotin s podružným chalkopyritem. Třetí mineralizační perioda přinesla především karbonáty (dolomit, kutnohorit). Karbonáty byly vázány na nejmladší přínosové periody jednotlivých stadií. Stříbrné rudy jsou vázány na III. (mj. galenit, tetradrit) a IV. mineralizační stadium (ušlechtilé Ag rudy - pyrargyrit, miargyrit, stefanit, akantit). „Kyzové žíly“ byly charakteristické pro oblast Kaňku. Doprovodným minerálem byl mj. arzenopyrit, který vytvářel výrazné sloupy v nejhlubších částech hlavní žíly. Směrem k povrchu jeho obsah přibývá a vyplňuje celou plochu žíly, posléze opět klesá. Ve spodních partiích se arzenopyrit vyskytuje převážně v žíle, výše převládá v okolních alteracích. Je tedy zřejmé, že se jedná o zásadní doprovodný minerál Ag zrudnění, který byl, pokud neobsahoval dostatečné množství stříbra, vybírán a ukládán na haldách. Zvětráváním na haldách se měnil na sekundární minerály (bukovskýit, zýkait, skorodit, paraskorodit, kaňkit aj.). Zvětrávání pyritu a arzenopyritu je nejvýznamnějším procesem z hlediska hodnocení rizik jednotlivých OÚM v oblasti severní části revíru, tj. především Staročeské, Turkaňské, Skalecké a Rejské pásmo. Největší podíl v materiálu hodnoceného OÚM mají zvětralé a zcela rozvětralé pararuly, které tvoří úlomkovitou písčitou hlínu. Směrem do hloubky se zvyšuje podíl úlomků a přibývá štěrkové, resp. kamenité frakce. Stupeň navětrání pararul je závislý na míře jejich alterace (prokřemenění), poměrně značnou část materiálu odvalu pak tvoří křemenná žilovina s obsahem rudních minerálů s převahou pyritu a arzenopyritu ve formě zrn, závalků, žilek a impregnačního zrudnění.

2.4 Chráněná území a ochranná pásma

OÚM není součástí žádného zvláště chráněného území (ZCHÚ) přírody ve smyslu zák. č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny. Nezasahuje ani do městské památkové rezervace MPR Kutná Hora. Nenachází se ani ve vojenském újezdu či jiném chráněném území důležitém pro obranu státu a je mimo vyhlášená (horní zákon) chráněná ložisková území (CHLÚ) a dobývací prostory (DP).

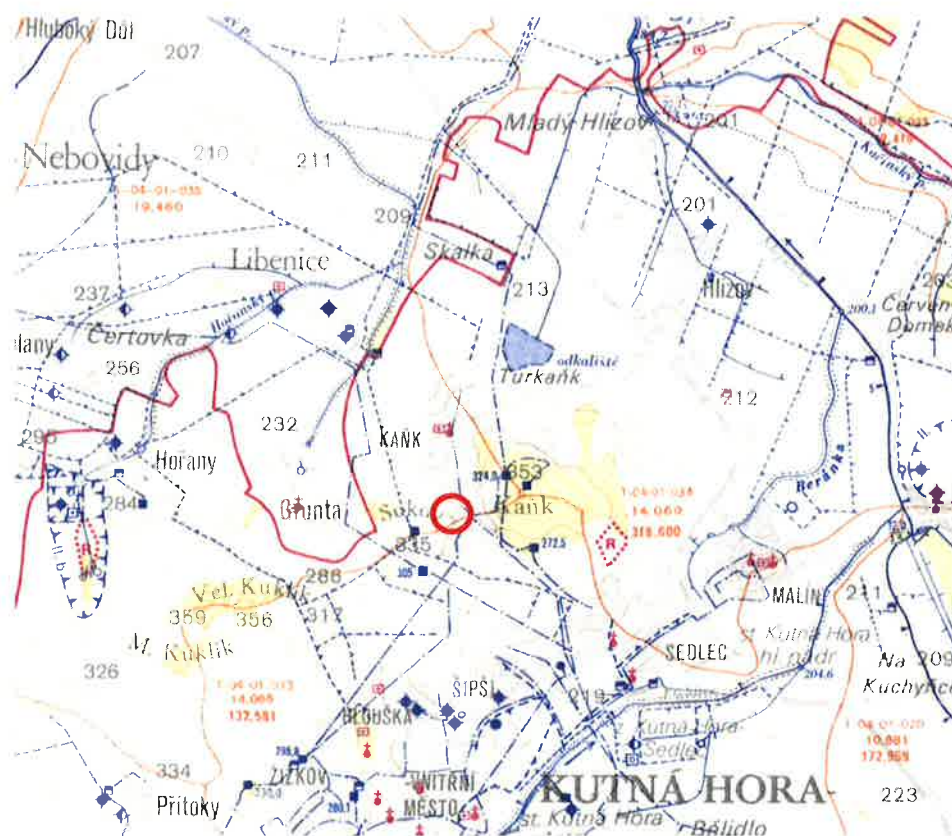
3 POPIS PŘÍRODNÍCH POMĚRŮ

3.1 Klimatické, hydrografické a hydrologické poměry

Zájmové území náleží k teplé klimatické oblasti T2 (dle Quitt, 1971). Oblast charakterizuje dlouhé léto, teplé a suché, velmi krátké přechodné období s teplým až mírně teplým jarem i podzimem, krátkou, mírně teplou, suchou až velmi suchou zimou, s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky. Srážkové poměry charakterizují údaje ze srážkoměrné stanice HMÚ Kutná Hora (260 m n. m.). Dlouhodobý roční úhrn srážek (kolektiv HMÚ, 1961) se v území pohybuje kolem 570 mm s maximem v červenci (75 mm) a minimem v lednu (35 mm). Průměrná roční teplota je 9°C (Tolasz, 2007). Roční hodnota výparu z povrchu se pohybuje kolem 450 mm. Výpar nad srážkovou činností převažuje v průměru od května do srpna, v dubnu a srpnu jsou hodnoty srážek a výparu srovnatelné. Z rozdílu průměrného srážkového úhrnu a výparu z povrchu půdy lze orientačně stanovit průměrný celkový specifický odtok v zájmovém území na 4-5 l.s⁻¹.km⁻². Z toho průměrný specifický odtok podzemních vod vychází 1,5 l.s⁻¹.km⁻².

Lokalita náleží hydrograficky do povodí Horního a středního Labe (1-04-01), a nachází se na rozvodnici povodí 4. řádu. Jednak je odvodňována prostřednictvím bezejmenné vodoteče, pravostranného přítoku Hořanského potoka (č. h. p. 1-04-01-038), a menší, jižní část, je odvodňována do povodí Vrchlice (č. h. p. 1-04-01-033). Bezejmenná vodoteč i Hořanský potok mají upravené koryto. Soutok Hořanského potoka a bezejmenné vodoteče představuje lokální erozní bázi na kótě cca 210 m n. m. Regionální erozní bázi představuje tok Labe. Hořanský potok je ve své dolní části po většinu roku suchý. Pouze v období jarního tání nebo intenzivních srážek protéká voda korytem až k Labi. V ostatních obdobích se ztrácí několik set metrů za obcí Čertovka (Machovská, 2006). V suchých obdobích vysychá také koryto bezejmenné vodoteče.

V zájmovém území se nenacházejí žádné otevřené vodní plochy ani vodoteče. Převážná většina srážek se vsakuje do podloží nebo se spotřebuje evapotranspirací. Situace je zřejmá z následujícího obrázku.



Obrázek 5: Výřez ze základní vodohospodářské mapy 1:50 000 (dle HEIS-VÚV)

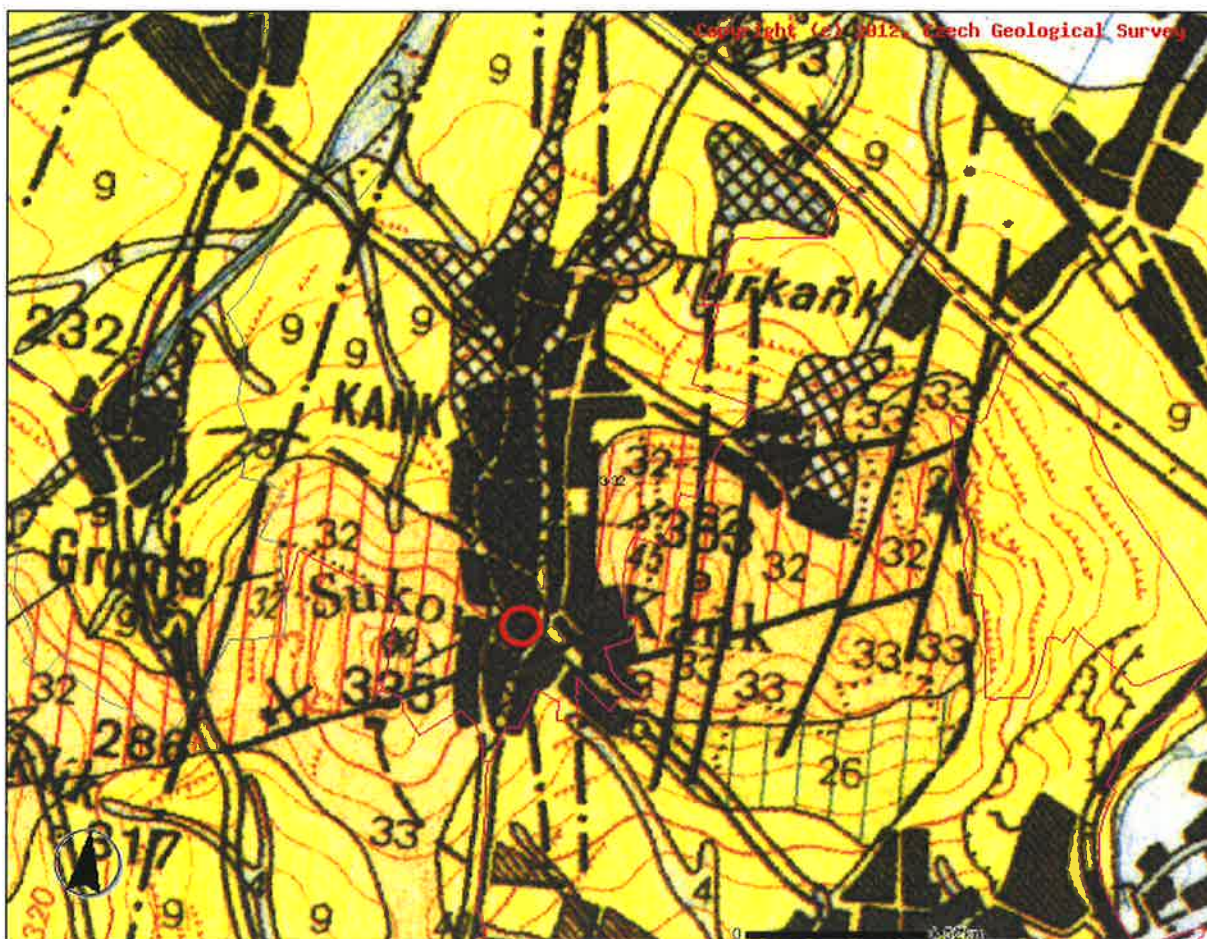
3.2 Geomorfologické poměry

Podle geomorfologického členění Demka et al. (1987) je zájmové území součástí celku Hornosázavská pahorkatina, podcelku Kutnohorská plošina, okrsek Malešovská pahorkatina (dřívější označení IIC-2A-a). Malešovská pahorkatina tvoří západní část Kutnohorské plošiny. Je to plochá pahorkatina se sklonem od J k S na svorech, svorových rulách a rulách s ostrůvky křídových a neogenních usazenin, kvartérních štěrkopísků v nivách vodotečí a kvartérních vápnitých spraší. Nejvyšším bodem je Kaňk (lokálně obecně, i v mapách používaný název Turkaňk, 352 m n. m.) omezený zlomovými svahy.

Vlastní lokalita se nachází v nejvyšším bodě v lokální sníženině (sedla) mezi výraznými morfologickými vrchy Kaňk (352,7 m n.m.) a Sukov (cca 335 m n.m.). Lokalita se nachází v nadmořské výšce kolem 300 m n.m. a tvoří ji mírné svahy, jejichž členitost ovlivňují pozůstatky hornické činnosti. Povrch území je zastavěný nízkopodlažní zástavbou s plochami městské zeleně.

3.3 Geologické poměry zájmového území

Kutnohorský revír (Holub 1975) je budován dvěma krystalinickými sériemi (skupinami), malínskou (tzv. nadložní) a šternbersko – časlavskou (tzv. podložní). V malínské skupině převládají dvojslídne až biotitické ruly, migmatity a migmatizované ruly (na obrázku 6 označené 32). Šternbersko-časlavskou skupinu (33) tvoří svorové ruly, svory a ortoruly s pestrými vložkami (amfibolity, erlany, serpentinity apod.). Obě skupiny jsou intenzivně provrášněny a metamorfovány v subfacii disten-almandinové. Malínská skupina tvoří celou severní část revíru, jejíž součástí byl i důl Magdalena. Svrchní partie rul mohou být v některých místech kaolinizovány. Horniny krystalinika jsou porušeny četnými dislokacemi většinou S-J až SSV-JJZ směru s velmi strmým sklonem. Na tyto tektonicky predisponované zóny jsou pak vázány rudunosné struktury – většinou křemen-karbonátové žíly a žilníky. Mladší sedimentární pokryv tvoří horniny svrchní křídly (26), terciéru a kvartéru (3,9). Podrobný popis hornin podal mj. Koutek (1967).



Obrázek 6: Výřez z geologické mapy 1:50 000 (dle ČGS)

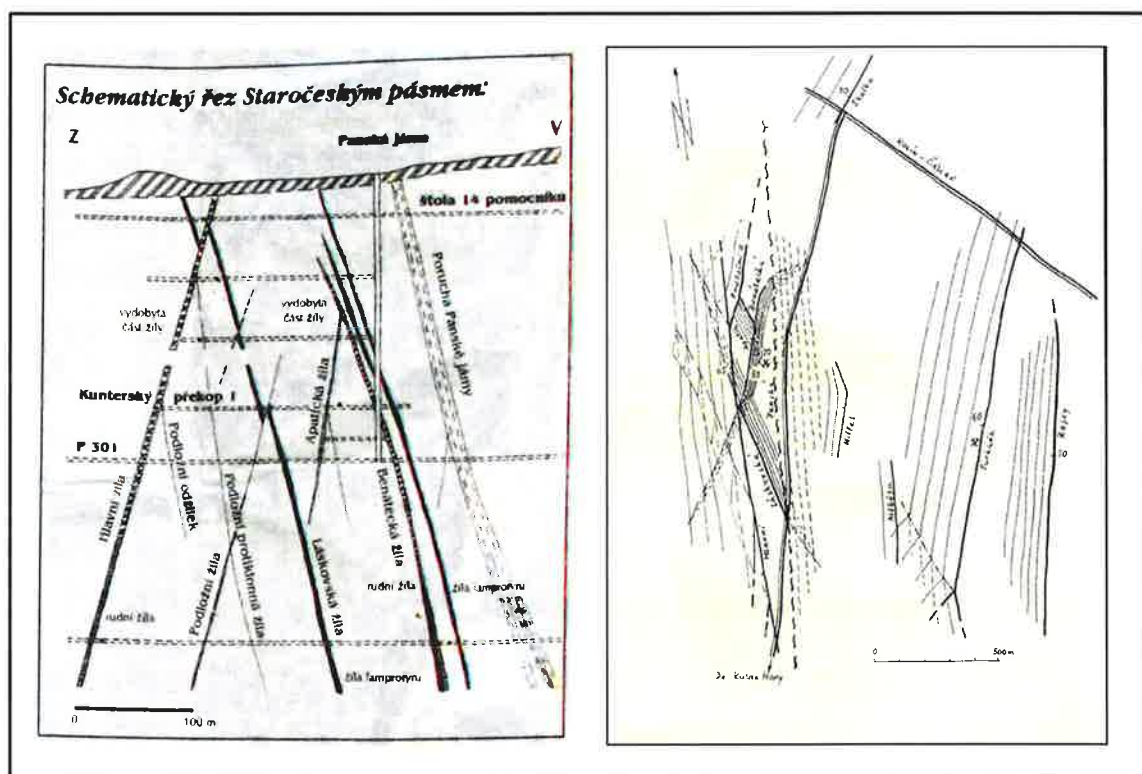
Sedimentární pokryv je vyvinut především ve východní a severovýchodní části revíru. Křídové sedimenty představují hlavně vápnité pískovce, písčité vápence a glaukonitické pískovce cenomanu (28,29). Na svazích Kaňku je na bázi křídý vyvinuta tzv. příbojová facie, tvořená hrubými slepenci a lumachelovými vápenci spodního turonu bělohorského souvrství (26, 27). Mladší sedimenty turonu představují vápnité jílovce, slínovce a písčité slínovce. Mocnost křídových uloženin cenomanu je v maximech 25 m, turonu 30 m. Terciární terasové štěrky a písky o mocnosti max. 8 m jsou vyvinuty na plošinách při východním a jihovýchodním okraji revíru. Kvartérní sedimenty reprezentují zejména spraše a sprašové hlíny, deluviální hlíny (9) a terasové štěrky a další fluviální sedimenty v okolí vodních toků.

Celý kutnohorský revír má plochu cca 3×9 km a je protažený ve směru S – J a je tvořen systémem subpararelních žilných pásem, která pronikají horninami krystalinika. V pracích různých autorů (Malec a Pauliš 1997, Kořan 1950, Bílek 1962-1987, Mikuš 1992) je vyčleňováno až 16 žilných pásem, jejichž délka se pohybuje od prvních stovek metrů až do 2,5 km. Historické centrum města Kutná Hora leží přibližně uprostřed (Malec 1999). Holub (1975) rozdělil revír podle strukturní, minerální a geochemické příbuznosti v jeho severní části na tyto žilné pásma (od Z k V):

- Kuklické pásmo (např. doly Mládenec, Pražany, Stará a Nová trejbová šachta, Český důl),
- Staročeské pásmo, (např. doly Trmandl, Šafary, Kuntery, Panská jáma, Hoppy, Mladá a Stará Plimle, Nyklasy, Šváby, Tolpy aj.),
- Turkaňské pásmo, (např. doly Kaple, Naděje, Holuby, Turkaňk, Vidrhol, Kříž, Anna aj.),
- Skalecké pásmo (např. doly Skalka, Karel Boromejský, František, Zvětralínová aj.),
- Rejské pásmo (např. doly Ruthardt, Magdalena, Liška, Jiří, Žáby, Mečíř, Halěře aj.).

Do oblasti Staročeského pásma patří sledované OÚM Šváby, Koštofal. Prvořadou strukturní jednotkou tohoto pásma je S-J dislokace Panské jámy, která upadá pod 75° k V. Je mocná od několika m až do 20 m a v její výplni převládají intenzivně mylonitizované a hydrotermálně alterované metamorfity. Strukturou druhého řádu a nejdůležitější mineralizovanou poruchou pásma je Hlavní žíla, ve směru S – J, sklonem 70° k Z a známou délkou cca 1500 m. Křemenná žíla a rudní mineralizace je uložena při nadložní části až 50 m

mocného alterovaného pásma. Další (druhou nejvýznamnější žilou – strukturou třetího řádu) je Benátecká žíla, která je ve dvou směrech – produktivním ($20^\circ/70^\circ$ k V) a neproduktivním ($30^\circ/80-85^\circ$ k V). Další žíly (Láskovská, Podložní, Apatická, Podložní protiklonná atd.) již nebyly ekonomicky významné a s výjimkou Láskovské žíly ani nebyly rozfárány. Polohu hlavních strukturních pásem a řez Staročeským pásmem ukazují následující obrázky:



Obrázek 7.: Nejvýznamnější žilné struktury v severní části revíru (podle Holub 1975)

3.4 Hydrogeologické poměry

Dle vyhlášky č. 5/2011 Sb. náleží zájmové území k hydrogeologickému rajónu základní vrstvy 6531 - Kutnohorské krystalinikum, k základnímu útvaru podzemní vody 65310 - Kutnohorské krystalinikum.

V širším okolí existuje několik hydrogeologických struktur. Z nich vodohospodářsky nejvýznamnější je vázána na kvartérní fluvialní sedimenty v povodí Labe a jeho přítoků. Mocnost zvodně je ovlivněna reliéfem předkvartérního podloží a dosahuje 5 - 15 m. Tato zvodně má volnou hladinu a dosti silnou průlinovou propustnost. Podzemní voda je prostá, s mineralizací $0,3-1 \text{ g.l}^{-1}$, v převaze $\text{Ca(Mg)-HCO}_3(\text{SO}_4)$ chemického typu. Je dotována

především infiltrací ze srážek a drénována koryty vodotečí. Mělký obzor podzemní vody je vázán také na kvartérní sedimenty v deluviálním nebo eolickém vývoji. V okolí Kaňku dosahuje mocnost spraší a sprašových hlín až 15 m (Kubát, 1995). Propustnost spraší i deluviálních sedimentů je však řádově nižší. Pro deluviální sedimenty udává Hrazdilová (1987) koeficient filtrace $k_f = 4,4 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ a pro spraše koeficient filtrace $k_f = 5 \cdot 10^{-7} - 7 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$.

Podloží kvartérních sedimentů je budováno křídovými sedimenty nebo krystalinikem. Křídové sedimenty jsou zastoupeny jednak slabě až velmi slabě propustnými jílovci a slínovci turonského stáří, jednak pískovci, vápenci a slepenci kolektoru perucko-korycanského souvrství (cenoman). Turonské sedimenty představují relativní izolátor v podloží kvartérních sedimentů i v nadloží cenomanské zvodně. V přípovrchové zóně rozvolnění jsou turonské sedimenty zvodnělé. Mocnost zvodně je 15-50 m. Hladina podzemní vody je volná, propustnost průlinovo-puklinová. Podzemní voda je prostá, s mineralizací $0,3-1 \text{ g.l}^{-1}$, v převaze $\text{Ca(Mg)-HCO}_3(\text{SO}_4)$ chemického typu. Zvodeň vázaná na cenomanské sedimenty má průměrnou mocnost 5-15 m, hladina podzemní vody je v převaze napjatá, propustnost průlinovo-puklinová s koeficientem filtrace v intervalu $k_f = n \cdot 10^{-5} - n \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$. Podzemní voda je prostá, s mineralizací $0,3-1 \text{ g.l}^{-1}$, v převaze chemického typu Ca(Na)-HCO_3 .

Podloží kvartérních i křídových sedimentů tvoří metamorfované horniny kutnohorského krystalinika. Na horniny krystalinika je vázán jednak mělký a relativně rychlý oběh podzemní vody v zóně přípovrchového rozvolnění, jednak hluboký oběh vázaný na zóny tektonického porušení hlubšího dosahu. Zvodnění mělkého oběhu je vázáno na málo mocné slaběji průlinově propustné eluvium hornin, charakteru písčitých až prachovitých jílů nebo jílovitých písků, a na puklinově propustnou zónu v dosahu zvětrávacích procesů. Koeficient filtrace se pohybuje v rozmezí několika řádů, $k_f = n \cdot 10^{-6} - n \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$ (Kubát, 1995). Podzemní voda je (mimo dosah vlivů důlní činnosti a zrudnění hornin) prostá, s mineralizací $0,3-1 \text{ g.l}^{-1}$, v převaze $\text{Ca(Mg)-HCO}_3(\text{SO}_4)$ chemického typu.

Hydrogeologické poměry v zájmovém území i jeho okolí jsou ovlivněny hornickou činností. Hladina podzemní vody byla v různé míře plošně snižována od středověku až do roku 1990, kdy byla ukončena těžba na dole Turkaňk. Charakter proudění podzemní vody v horninovém masivu je ovlivněn rozfáráním ložiska. Otevřené štoly, chodby a jiná otevřená důlní díla vytváří preferenční cesty pro proudění podzemní vody. V zavalených nebo

založených důlních dílech je podzemní voda naopak zadržována a vznikají statické zásoby podzemní vody se specifickým chemismem.

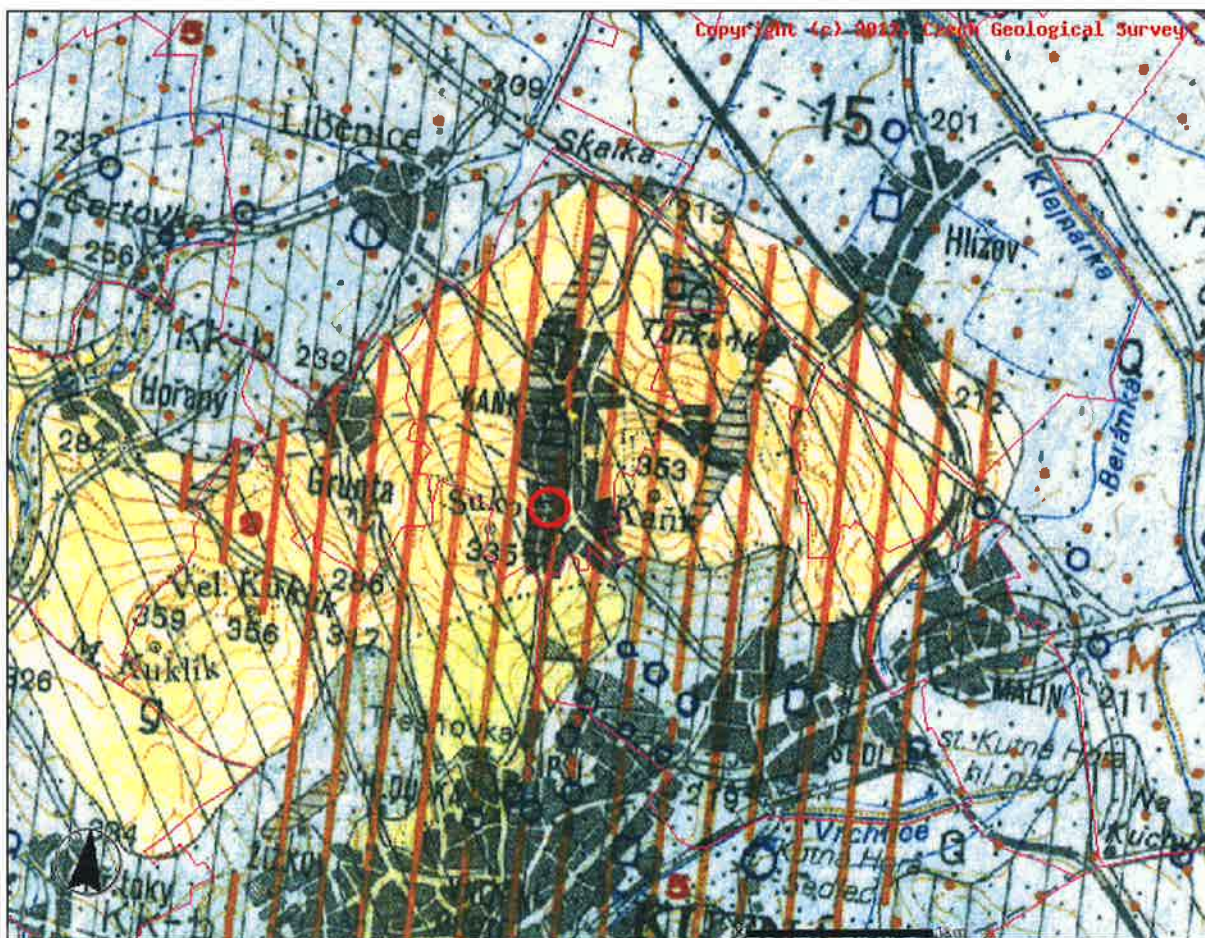
Po ukončení těžby došlo od roku 1991 k postupnému vyplňování existující depresní kotliny a nástupu hladiny podzemní vody. Po nástupu hladiny do úrovně 1,2 m nad I. patro jámy Turkaňk začala silně mineralizovaná, silně kyselá důlní voda pronikat přes puklinový systém do dědičné štolý 14-ti pomocníků a vytékat na povrch terénu a následně do koryta Beránky (Machovská, 2006). V roce 2001 bylo obnoveno čerpání důlních vod a hladina je udržována pod úrovní I. patra, v úrovni cca 206 m n. m., aby nedocházelo k výtoku kyselých důlních vod na povrch. Čerpaná voda je čištěna v areálu bývalého dolu Turkaňk a vypouštěna do strouhy zvané Šífovka, levostranného přítoku Klejnárky. Vyjádření RŽP OkÚ Kutná Hora ze dne 21.5.2002 (č. j. ŽP/vl498ú3909/02/Zv) doporučilo dosáhnout ustáleného stavu hladiny důlních vod na kótě 209 m n. m., která byla stanovena jako prozatímně nejvyšší přijatelná úroveň důlních vod. V roce 2009 dosahovalo množství čerpaných důlních vod 8 l.s^{-1} (Kodrová, 2009).

V zájmovém území je místy vyvinuta mělká zvodeň vázaná na kvartérní sedimenty (spraše, prachovité hlíny) a zónu přípovrchového rozvolnění hornin krystalinika. Zvodeň je dotována především infiltrací ze srážek a drénována korytem bezejmenné vodoteče. Spád hladiny podzemní vody je v generelu k SZ, konformně se spádem terénu. K doplňování zvodně dochází celoročně, v závislosti na okamžitých srážkových poměrech. Maximální rozdíly hladiny podzemní vody mělké zvodně v průběhu roku dosahují 1 m (Machovská, 2006).

Těleso OÚM se uplatňuje jako prostředí infiltrace srážkových vod. Vzhledem k nehomogenitě těžebního odpadu a přítomnosti poloh přemístěných hlín vznikají v tělese OÚM nad spojitou hladinou mělké zvodně dílčí plošně a kapacitně omezené zvodnělé obzory, s převažujícími statickými zásobami a s omezenou hydraulickou spojitostí s okolím. Srážky infiltrující tělesem OÚM postupně z části dotují mělkou zvodeň v podloží. Úroveň hladiny podzemní vody v širším okolí OÚM Šváby, Koštofal tak je dokumentována pouze v hydrogeologických vrtech provedených při průzkumu severně ležícího OÚM ID0022 Šmitna, kde byla hladina podzemní vody zastřižena zhruba 10,5 – 12,5 m pod terénem. Studna ST 1 v centru obce Kaňk nedaleko kostela má hladinu podzemní vody rovněž zhruba 10 - 12 m pod terénem. Obdobné poměry lze předpokládat i v prostoru hodnoceného OÚM,

kdy souvislou hladinu podzemní vody lze očekávat v hloubkách kolem 12 -15 m pod terénem. Podzemní voda je vázána na kolektor přípovrchového rozpukání a rozvětrání pararul kutnohorského krystalinika. Lokální zavěšené zvodnění v tělese odvalu nebylo průzkumem indikováno, ani nebyly zjištěny vývěry vod z materiálu odvalu.

Propustnost prostředí v podloží OÚM lze hodnotit jako velmi slabou, koeficient filtrace se pohybuje v řádu 10^{-7} m.s⁻¹. Naopak propustnost materiálu OÚM lze hodnotit jako dosti silnou až mírnou, třída propustnosti III až IV dle klasifikace Jetela (in Jetel, 1982), koeficient filtrace k_f se pohybuje v řádu $1 \cdot 10^{-4}$ - $1 \cdot 10^{-5}$ m.s⁻¹, výjimečně vyšší.



Obrázek 8: Výřez z hydrogeologické mapy 1:50 000 (dle ČGS)

3.5 Geochemické a hydrochemické údaje

3.5.1 Horniny a zeminy

Ze studia archivních materiálů se podařilo získat některé údaje o obsazích některých stopových prvků v horninách kutnohorského krystalinika nepostižených mineralizačními procesy (Hoffman et al., 1980), viz Tabulka 1. Pro hodnocené OÚM mají největší význam data získaná analýzou dvojslídnych rul, mezi něž patří i ruly malínské skupiny, tedy nejhojnější těžební odpad ukládaný na OÚM.

Tabulka 1: Obsahy vybraných stopových prvků v horninách kutnohorského krystalinika

petrografický typ	stopové prvky – obsah v ppm (mg/kg)					
	Ag	Pb	Zn	Sn	Co	Ni
dvojslídne ruly	0,21	28	238	73 (17*)	15	28
biotitické ruly	0,11	37	182	13,3	15	41
migmatizované ruly	0,09	29	135	15	10	27
migmatity	0,15	42	88	14	10	9

* údaj z: Holub, Vodochodský (1977) pro svrchní ruly malínské skupiny

Malec (1999) odebral z OÚM Kuntery 2 vzorky, ve kterých byly stanoveny stopové prvky. Analýzy byly provedeny na vzorcích rozložených lučavkou královskou. Vzorky z OÚM Kuntery jsou označeny jako KHH-1 (odebrán ze západního svahu odvalu dolu Kuntery) a KHH-2 (odebrán z SZ úpatí svahu odvalu dolu Kuntery).

Tabulka 2: Analýzy vzorků haldovin (Malec, 1999)

vzorek	pH	As	Cd	Cu	Pb	Zn	Scelk.
	vodný výluh	mg/kg					%
KHH-1	7,28	3 260	22,1	594	52	2 005	2,38
KHH-2	4,81	11 350	4,2	332	246	600	0,65

3.5.2 Vody

Podzemními vodami v Kutné Hoře a jejím okolí se detailně zabýval Zýka (1976) ve své doktorské disertační práci. Studniční vody na Kaňku jsou typu Ca-HCO₃-SO₄ a vyznačují se poměrně vysokým obsahem Pb (max. 0,058 mg.l⁻¹) a As (max. 0,0427 mg.l⁻¹), ovšem se značnými výkyvy v čase. Spektrální analýzou byla ve vodách zjištěna přítomnost Ag, Al, B, Ba, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Si, Sr, Ti a Zn. Z archivních údajů lze vyvozovat, že celková mineralizace podzemních vod ve studních v oblasti Kaňku (jedná se o zvodnění mělkého oběhu) se pohybuje kolem 1000 – 1500 mg.l⁻¹, přičemž významně zvýšený je obsah síranů (kolem 1500 – 250 mg.l⁻¹), z kationtů převládá vápník (cca 100-150 mg.l⁻¹).

Ve studni severně od kostela v Kaňku, která je od hodnoceného OÚM vzdálena zhruba 300 m, byla zjištěna (Raus 2011), poměrně velmi vysoká celková mineralizace (2247 mg.l^{-1}) způsobená převážně sírany (807 mg.l^{-1}) a vápníkem (504 mg.l^{-1}). Za mírně zvýšený lze označit i obsah chloridů (132 mg.l^{-1}). Voda v této studni je kalcium- bikarbonát síranového typu, kyselá, vysoce mineralizovaná. Z analyzovaných škodlivin (kovy a metaloidy) byl identifikován (v porovnání s požadavky na pitnou vodu ve smyslu vyhl. 252/2004 Sb.) pouze poměrně značně zvýšený obsah arzenu – $0,211 \text{ mg.l}^{-1}$ oproti přípustnému limitu $0,01 \text{ mg.l}^{-1}$, u ostatních analyzovaných škodlivin byly obsahy pod přípustným limitem. Ve 3 hydrogeologických vrtech, které zastihly mělkou zvěten v okolí OÚM Kuntery, uvádí tentýž autor poměrně významně zvýšené obsahy As, Cd, Cu, Ni, Pb a Zn oproti kritériím Metodického pokynu MŽP. Při průzkumu OÚM ID 022 Šmitna byla zjištěna mineralizace podzemní vody v jeho podloží zhruba ve výši 2600-2700 mg/l se zvýšenými obsahy mědi a zinku a mírně zvýšenými obsahy arzenu a kadmia.

Ve vodě zatopené jámy Turkaňk byla (Kopřiva et al.,2005) analyzována poměrně velmi vysoká mineralizace, která se skokově zvýšila v polovině roku 2001 společně se změnou pH. Obsahy sulfátů se pohybovaly kolem 17 g/l, obsahy arzenu kolem 50 mg/l (maxima až na 140 mg/l), obsahy zinku kolem 1,6 g/l, železa kolem 6 g/l.

Souborné údaje o chemismu podzemních vod v bezprostředním zájmovém území nejsou k dispozici, do území lze z části aproximovat údaje získané z výše citovaných prací.

4 PRŮZKUMNÉ PRÁCE

4.1 Metodika archivních a nových geologických prací

V letech 2011–2012 byl v zájmovém území proveden základní průzkum opuštěných úložných míst těžebního odpadu, jehož cílem bylo zejména vyhodnotit jejich rizikovost z hlediska poměrů geologických, hydrogeologických, geochemických a hydrogeochemických, inženýrsko-geologických a z hlediska vlivů na lidské zdraví a ekosystémy. V terénu bylo provedeno terénní měření pH a vodivosti výluhů spolu s geobotanickým průzkumem, laboratorně byly provedeny chemické analýzy zemin a výluhů, sledován byl i acidifikační potenciál, inženýrskogeologické poměry apod. Archivní průzkumné práce zahrnovaly zejména:

- a) rešerše dostupných publikovaných i nepublikovaných zpráv;
- b) terénní rekognoskace a ověření údajů v databázi ČGS – Geofond, zpracování předběžného hodnocení;
- c) geobotanický průzkum a vypracování předběžného koncepčního modelu lokality;
- d) odběr vzorků zemin a vod pomocí ruční techniky
- e) laboratorní zkoušky odebraných vzorků;
- f) posouzení výsledků laboratorních zkoušek, porovnání s limitními hodnotami, stanovení reálných expozičních scénářů a koncepčního modelu;
- g) posouzení a vyhodnocení výsledků formou závěrečné zprávy, vyhodnocení míry rizik s návrhem zatřídění OÚM a doporučením dalšího postupu.

Výsledky tohoto průzkumu byly souhrnně vyhodnoceny závěrečnou zprávou s vyhodnocením rizik z března 2012 (Čížek J, et al., 2012: Provedení průzkumných a analytických prací na vybraných lokalitách a hodnocení rizikových úložišť těžebních odpadů, závěrečná zpráva o průzkumu OÚM ID0024 Šváby, Koštofal, Kutná Hora – Kaňk).

Postup nově provedených prací v rámci úkolu „aktualizace“ vycházel opět z Metodiky prací na „Provedení průzkumných a analytických prací na nejvíce lokalitách a hodnocení rizikových úložišť těžebních odpadů“, která byla zpracována sdružením OPV-GET-GV v roce 2011 - 2012. Důraz byl kladen na vyhodnocení změn, které na rizikových lokalitách mohly

nastat v průběhu posledních třech let. Postup prací vycházel z projektu geologických prací, který byl zpracován ke dni 6. 11. 2014. Byly provedeny následující práce:

- a) terénní práce: sondážní a vzorkovací práce (9 ručních sond v místech nad, uprostřed a pod OÚM) včetně jejich dokumentace a zaměření GPS; dle projektu odběr 8 vzorků zemin a 1 vzorku povrchových a/nebo podzemních vod (na lokalitě nebyla podzemní ani povrchová voda zastižena, proto byl odebrán jeden vzorek sedimentů pod OÚM), celkem bylo odebráno 9 vzorků zemin;
- b) laboratorní zkoušky odebraných vzorků (celkové obsahy těžkých a toxických prvků – zejména arzén - As, kadmium - Cd, kobalt - Co, celkový chrom - Cr, měď - Cu, rtuť - Hg, nikl - Ni, olovo - Pb, antimon - Sb, selen - Se, vanad - V, zinek - Zn) v laboratoři firmy GET (RTG fluorescenčním analyzátozem bylo proměřeno všech 9 vzorků zemin), 3 vzorky byly následně analyzovány v laboratoři ALS);
- c) vyhodnocení průzkumných a laboratorních prací, porovnání s předchozími výsledky;
- d) aktualizace hodnocení rizik;
- e) posouzení a vyhodnocení výsledků formou závěrečné zprávy.

4.2 Stručný popis nově provedených prací

Na OÚM proběhla v souladu s metodikou (viz výše) terénní rekognoskace a sondážní vzorkovací práce, jejich dokumentace a zaměření (příloha A1).

K odběru vzorků bylo na lokalitě vyhloubeno devět ručních sond do hloubky zhruba 1,0 m pod povrch terénu. Ruční sondy byly situovány tak, aby z nich bylo možno odebrat vzorky přímo z tělesa OÚM a z potenciálně ovlivňovaného území bezprostředně v okolí OÚM. Podzemní ani povrchová voda nebyla v lokalitě zastižena.

Z každé sondy byl odebrán směsný vzorek z celého profilu. Svrchní humusovitá vrstva ovlivněná atmosférickými depozicemi nebyla vzorkována. Vzorky zemin byly uloženy do PE sáčků a přepraveny k analýzám. V laboratořích firmy GET byly vzorky proměřeny RTG-analyzátozem na obsahy těžkých a toxických prvků. Tři vybrané vzorky byly následně analyzovány v akreditované laboratoři ALS (viz příloha A3).

K základnímu zjištění obsahů těžkých a toxických prvků byl použit bateriově napájený energiově disperzní fluorescenční spektrometr (ED-XRF) DELTA PREMIUM výrobce Innov-X Systems Inc., který je obzvláště vhodný pro rychlou nedestruktivní kvalitativní a kvantitativní analýzu chemického složení různých typů vzorků o různé velikosti a geometrii. Ve spektrometru je vestavěn výkonný průmyslový počítač s floating point procesorem. V přístroji jsou zabudované 3 výkonné custom-made dedicated DSP a iDPP procesory (signálové procesory) a multikanálový analyzátor MCA (4096 kanálů), které provádí snímání, filtrování a kompletní zpracování energiového spektra v reálném čase. Spektrometr DELTA je vybaven high&floating point procesorem. Záření je detekováno velkoplošným elektricky chlazeným SDD detektorem s Be okénkem a speciální geometrií.

Spektrometr DELTA pracuje ve dvou základních měřicích režimech. Mód MINING (těžební) je vhodný pro sedimenty, půdy a rudy. Mód SOIL (lehká matrice) je určen pro materiály typu zemin, písků, jílu, usazenin, stavebních sutí, strusek atp. a byl proto použit i v rámci řešeného úkolu. Mód SOIL je kalibrován pro kvantitativní analýzy K, Ca, S, P, Cl, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Hg, As, Pb, Se, Rb, Sr, Zr, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, V, Co, W a Bi.

Obsahy škodlivin zjištěné XRF-spektrometrem (průměr 3 měření) jsou uvedeny v příloze A2. Protokoly laboratorního rozboru zemin jsou uvedeny v příloze A3.

Místa sond byla zaměřena GPS. Souřadnice jsou uvedeny v Dokumentaci odběru v příloze A1 a v situaci příloze B1.

4.3 Vyhodnocení výsledků prací

Při průzkumu OÚM ID 0024 Šváby, Koštofal bylo odebráno celkem 9 vzorků zemin, které byly označeny S10 až S18. Vzorky S10, S11 a S12 byly odebrány z paty jižního svahu tělesa odvalu bezprostředně nad obytnou zástavbou, vzorky S13, S14, S15 byly odebrány z koruny odvalu a vzorky S16, S17 a S18 byly odebrány z paty severního svahu tělesa v blízkosti obytné zástavby. Výsledky stanovení byly pro zachování kontinuity s archivními výsledky porovnány s kritérii A,B,C dnes již zrušeného metodického pokynu MŽP z roku 1996 „Kriteria znečištění zemin a podzemních vod“ a dále s kritérii zavedenými metodickým pokynem MŽP „Indikátory znečištění (Věstník MŽP 1/2014).

Následující Tabulka 3 ukazuje archivní výsledky koncentrace ve vzorcích předchozího průzkumu a jejich srovnání s limitními hodnotami kritérií A, B, C.

Tabulka 3: Obsahy sledovaných prvků v zeminách (archivní výsledky)

Parametr	Jednotka	Kritéria znečištění zemin			název vzorku		
		A	B	C-obyt	0024-S1-1,0z-OPV	0024-S2-0,5-3,0z-OPV	0024-S3-1,0z-OPV
Extrahovatelné kovy / hlavní kationty							
Antimon Sb	mg/kg suš.	1	25	40	34,3	87,9	34,5
Arzén As	mg/kg suš.	30	65	70	7950	50400	5850
Baryum Ba	mg/kg suš.	600	900	1000	193	60,3	102
Beryllium Be	mg/kg suš.	5	15	20	2,14	0,497	0,98
Kadmium Cd	mg/kg suš.	0,5	10	20	6,86	13,8	14,4
Chrom Cr	mg/kg suš.	130	450	500	26,4	13	21,8
Kobalt Co	mg/kg suš.	25	180	300	11	4,77	8,55
Měď Cu	mg/kg suš.	70	500	600	549	570	416
Olovo Pb	mg/kg suš.	80	250	300	368	173	148
Rtuť Hg	mg/kg suš.	0,4	2,5	10	0,4	<0,2	<0,2
Nikl Ni	mg/kg suš.	60	80	250	26	11,5	27
Selen Se	mg/kg suš.				<2	<2	<2
Stříbro Ag	mg/kg suš.				24,8	47,1	17,5
Tellur Te	mg/kg suš.				<1	<1	<1
Thalium Tl	mg/kg suš.				<0,5	<0,5	<0,5
Cín Sn	mg/kg suš.	15	200	300	320	472	215
Vanad V	mg/kg suš.	180	340	450	37,9	15,9	30,1
Zinek Zn	mg/kg suš.	150	1500	2500	833	1030	1810
Anorganické parametry							
celkový anorg. uhlík (TIC)	% suš.					0,03	
síra celková	% suš.					2,01	
Ropné uhlovodíky							
>C10 - C40 frakce	mg/kg suš.	100	400	500		<20	
Fyzikální parametry							
sušina při 105 °C	%				91,3	89,6	93,6

Vysvětlivky:

	překročen limit A
	překročen limit B
	překročen limit C

Z vyhodnocení v tabulce vyplývá, že v tělese OÚM ID0024 Šváby, Koštofal i v jeho okolí byly zjištěny jako nejzávažnější extrémně vysoké obsahy arzenu, mnohonásobně překračující úroveň Kritéria „C“ o několik řádů. Z dalších prvků byly vysoké koncentrace identifikovány u mědi, antimonu, cínu, kadmia, zinku a olova, a to i ve vzorku odebraném „nad“ i „pod“ tělesem OÚM. U ostatních prvků byly limitní hodnoty „C“ překročeny pouze u antimonu ve vzorku pod OÚM (S3). V ostatních vzorcích nebylo překročení kritérií významné.

Tabulka 4: Obsahy sledovaných prvků v zeminách (nové výsledky)

	obsahy v mg.kg ⁻¹ suš (ppm)						srovnávací kritérium mg.kg ⁻¹ suš (ppm)				
označení vzorku	0024-KS-10		0024-KS-11	0024-KS-12	0024-KS-13		clark	A	B	C _{obyt}	IZ
ukazatel	rtg.	lab.	rtg.	rtg.	rtg.	lab.					
stříbro Ag	23	40,9	39	23	22	35,8	0,53	n.e.	n.e.	n.e.	390
arzén As	9225	10300	6645	8316	5601	9320	4,81	30	65	70	0,61
kadmium Cd	n.d.	<0,4	n.d.	n.d.	n.d.	<0,4	0,29	0,5	10	20	70
kobalt Co	n.d.	5,02	352	195	270	3,61	17,3	25	180	300	23
chrom Cr _{celk}	n.d.	11,5	n.d.	n.d.	n.d.	9,08	92	130	450	500	n.e.
měď Cu	169	217	136	157	195	223	28	70	500	600	3100
rtuť Hg	n.d.	<0,2	n.d.	n.d.	n.d.	<0,2	0,05	0,4	2,5	10	10
nikl Ni	n.d.	5,8	n.d.	n.d.	n.d.	4,4	47	60	180	250	1500
olovo Pb	127	109	89	134	215	264	17	80	250	300	400
antimon Sb	39	24,4	48	43	41	37,6	0,4	1	25	40	31
selen Se	n.d.	<2	n.d.	n.d.	n.d.	<2	0,09	n.e.	n.e.	n.e.	390
cín Sn	562	610	911	704	442	382	2,1	15	200	300	47000
vanad V	39	16,2	26	42	35	13,2	97	180	340	450	390
zinek Zn	283	237	223	290	398	254	67	150	1500	2500	23000

	obsahy v mg.kg ⁻¹ suš (ppm)						srovnávací kritérium mg.kg ⁻¹ suš (ppm)				
označení vzorku	0024-KS-14	0024-KS-15	0024-KS-16		0024-KS-17	0024-KS-18	clark	A	B	C obyt	IZ
ukazatel	rtg.	rtg.	rtg.	lab.	rtg.	rtg.					
stříbro Ag	28	20	17	15,7	16	n.d.	0,53	n.e.	n.e.	n.e.	390
arzén As	4063	3891	4212	5450	3044	3530	4,81	30	65	70	0,61
kadmium Cd	n.d.	n.d.	35	<0,4	32	23	0,29	0,5	10	20	70
kobalt Co	270	264	227	8,96	n.d.	205	17,3	25	180	300	23
chrom Cr	n.d.	n.d.	n.d.	19,9	n.d.	n.d.	92	130	450	500	n.e.
měď Cu	190	173	462	628	524	252	28	70	500	600	3100
rtuť Hg	n.d.	n.d.	n.d.	<0,2	n.d.	n.d.	0,05	0,4	2,5	10	10
nikl Ni	n.d.	n.d.	n.d.	15,5	n.d.	n.d.	47	60	180	250	1500
olovo Pb	212	224	61,8	86,7	59,9	90	17	80	250	300	400
antimon Sb	n.d.	n.d.	n.d.	22,6	41	n.d.	0,4	1	25	40	31
selen Se	n.d.	n.d.	n.d.	<2	n.d.	n.d.	0,09	n.e.	n.e.	n.e.	390
cín Sn	539	397	417	301	305	408	2,1	15	200	300	47000
vanad V	34	38	44	26,9	34	28	97	180	340	450	390
zinek Zn	362	378	3702	3170	2964	1953	67	150	1500	2500	23000

Z porovnání výsledků v tabulkách vyplývá, že podobně jako v předchozí etapě průzkumu byly indikovány velmi vysoké obsahy arzenu a cínu, lokálně jsou zvýšené i obsahy zinku, kadmia a antimonu. U ostatních sledovaných prvků (zejména u mědi a olova) jsou koncentrace pouze mírně zvýšené nad úroveň běžného pozadí.

S ohledem na větší počet odebraných vzorků lze sledovat odlišnosti v lokální distribuci sledovaných prvků. Obsahy arzenu jsou zřetelně vyšší v prostoru jižního svahu tělesa (S10-S12), a to zejména v porovnání s jeho severním svahem (S16-S18), kde jsou koncentrace poloviční. To je způsobeno zřejmě faktem, že jižní část tělesa je více zachovalá a nejsou zde znatelné úpravy povrchu, zatímco severní část byla zřejmě aplanována a rozvezena a patrně zde došlo i k promísení těžebních s výkopovými zeminami s nižším obsahem škodlivin. Podobná distribuce je patrná i v případě cínu a antimonu, u kterého jsou maximální hodnoty vázány na prostor koruny odvalu a v její severní části antimon nebyl prakticky vůbec zjištěn.

Zcela opačná situace je v plošné distribuci zinku a kadmia, kde naopak maxima se vyskytují v severní části odvalu.

Oproti předchozím výsledkům nebyly zaznamenány extrémní obsahy arzenu v řádu 50 000 mg/kg, maximální nově detekovaná hodnota je v řádu 10 000 mg/kg, průměrnou hodnotu koncentrace arzenu lze z RTG měření stanovit na 5400 mg/kg, u cínu na 520 mg/kg.

Rozdíl ve stanovení RTG analýzou terénním přístrojem a laboratorní analýzou metodou ICP-OES ukazuje další tabulka:

Tabulka 5: Obsahy sledovaných prvků v zeminách porovnání RTG a laboratorního stanovení (mg/kg)

označení vzorku	0024-KS-10		%	dif.	0024-KS-13		%	dif.	0024-KS-16		%	dif.
	rtg.	lab.			rtg.	lab.			rtg.	lab.		
stříbro Ag	23	40,9	43,8	17,9	22	35,8	38,5	13,8	17	15,7	-8,3	-1,3
arzén As	9225	10300	10,4	1075	5601	9320	39,9	3719	4212	5450	22,7	1238
kadmium Cd	0	<0,4			0	<0,4			35	<0,4		
kobalt Co	0	5,02		5,02	270	3,61	-7379,2	-266,39	227	8,96	-2433,5	-218,04
chrom Cr _{celk}	0	11,5		11,5	0	9,08		9,08	0	19,9		19,9
měď Cu	169	217	22,1	48	195	223	12,6	28	462	628	26,4	166
rtuť Hg	0	<0,2			0	<0,2			0	<0,2		
nikl Ni	0	5,8		5,8	0	4,4		4,4	0	15,5		15,5
olovo Pb	127	109	-16,5	-18	215	264	18,6	49	61,8	86,7	28,7	24,9
antimon Sb	39	24,4	-59,8	-14,6	41	37,6	-9,0	-3,4	0	22,6		22,6
selen Se	0	<2			0	<2			0	<2		
cín Sn	562	610	7,9	48	442	382	-15,7	-60	417	301	-38,5	-116
vanad V	39	16,2	-140,7	-22,8	35	13,2	-165,2	-21,8	44	26,9	-63,6	-17,1
zinek Zn	283	237	-19,4	-46	398	254	-56,7	-144	3702	3170	-16,8	-532

Z tabulky vyplývá, že nejhorší shodu výsledků vykazuje stanovení kobaltu a vanadu, tj. ukazatelů, které nejsou v posuzovaném případě podstatné. Naproti tomu v případě nejvýznamnějších ukazatelů (arzén, cín, měď, zinek olovo) lze většinou konstatovat diferenci v rámci chyby laboratorního stanovení, tj. 20%. Lze proto konstatovat dobrou využitelnost terénního RTG analyzátoru pro stanovení obsahu kovů a metaloidů v zeminách.

Z hlediska kvalitativního i kvantitativního lze konstatovat, že aktualizací průzkumu byly potvrzeny výsledky předchozí etapy. Nejvýznamnější škodlivinou je arzén a antimon, menší význam lze přisoudit olovu, cínu, zinku a kadmiu. Zvýšené koncentrace zinku a kadmia se vyskytují pouze v severní (aplanované) části odvalu. Koncentrace arzenu a v menší míře i cínu je vyšší naopak v jižní (zachovalé) části tělesa.

V kvantitativním porovnání archivních a nových stanovení se obsahy hlavního polutantu, tj. arzenu, významně neliší, s tím, že nebyla potvrzena dříve zjištěná extrémní hodnota v řádu 50 000 mg/kg.

V následující tabulce jsou porovnány vybraných ukazatelů maximální, minimální a průměrné hodnoty koncentrací získané měřením terénním analyzátozem, novými a archivními laboratorními analýzami. Pro vyhodnocení bylo pro každá prvek k dispozici 9 měření terénním analyzátozem, tři archivní a tři nové laboratorní rozborů.

Tabulka 6: Porovnání obsahů vybraných prvků v zeminách (mg/kg)

měření	arzén As			cín Sn			antimon Sb		
	min	Max	Ø	min	Max	Ø	min	Max	Ø
nové rtg.	3044	9225	5392	305	911	521	38	48	37
nové lab.	5450	10300	8357	301	610	431	22,6	37,6	28,2
archivní lab.	5850	50400	21400	215	472	336	34,3	87,6	57,2
měření	olovo Pb			kadmium Cd			zinek Zn		
	min	Max	Ø	min	Max	Ø	min	Max	Ø
nové rtg.	59,9	215	135	0,4	35		223	3702	1173
nové lab.	86,7	264	153	0,4	0,4	0,4	237	3170	1220
archivní lab.	148	368	230	6,86	14,4	11,7	833	1810	1224

Vyloučíme – li extrémní hodnotu maxima archivního laboratorního stanovení v případě arzénu, vykazují výsledky nových a archivních měření poměrně dobrou shodu s výjimkou kadmia, kde jsou výsledky poměrně značně rozkolísané v závislosti na situaci sondy. S výjimkou cínu byly archivními laboratorními analýzami zjištěny o něco vyšší hodnoty obsahů sledovaných prvků v zeminách.

4.3.1 Voda podzemní a povrchová

Při archivním ani novém průzkumu OÚM nebyly vzorky vod odebrány – podzemní ani povrchová voda nebyla průzkumnými díly zastižena a nevyskytovala se ani v bezprostředním okolí OÚM. V případě podzemní vody lze do prostoru OÚM ID0024 částečně aproximovat archivní výsledky získané při průzkumu dalších OÚM na území Kaňku (Šmitna, Kuntery, Šafary, Panská jáma) – viz kapitola 3.5.2.

V okolí OÚM ID0024 se nenacházejí žádné povrchové vodoteče ani vodní plochy. K přímému ovlivnění kvality vody v povrchových vodotečích přítoky z tělesa OÚM tedy nedochází. Dochází k nepřímému ovlivnění kvality vody v povrchových vodotečích, které drénují mělké podzemní vody z území OÚM a jejího okolí. Ovlivněním kvality vody v povrchových vodotečích důlními vodami z oblasti Kaňku se zabývala např. diplomová práce Machovské (2006).

4.3.2 Zeminy – výluhy

Analýzy obsahů sledovaných prvků ve výluzích nebyly v rámci aktualizace archivních údajů prováděny. Obsahy látek ve vodném výluhu dokumentují mobilitu znečišťujících látek (především těžkých kovů a metaloidů) z tělesa těžebních odpadů a to s přihlédnutím k terénním měřením pH a potenciálu k tvorbě kyselých výluhů. Geochemické hodnocení ukazuje, že na OÚM ID0024 jsou v těžebním odpadu extrémně vysoké obsahy As a zvýšené některých dalších kovů, zejména antimonu a cínu, v menší míře i olova a kadmia. V archivních výluzích se významně projevil pouze obsah As, vyšší vyluhovatelnost lze pozorovat i u mědi, zinku a kadmia. Z toho lze usuzovat na zvýšenou mobilitu arzenu, který je vázán především na rozpustné sekundární minerály (především azeničnany), v případě zinku a kadmia jsou to pak především sekundární sírany a jejich hydratované formy, což dokládá i vysoký obsah síranů (1390 mg/l) ve výluhu z materiálu tělesa OÚM. Vyluhovatelnost ostatních sledovaných kovů je poměrně nízká, v případě antimonu, cínu a olova obsahy ve výluzích nekorelují se zvýšenými celkovými obsahy, což nasvědčuje tomu, že tyto prvky jsou vázány na omezeně rozpustné sloučeniny. V OÚM dochází a i nadále bude docházet k oxidaci sulfidických minerálů, především pyritu a arzenopyritu a tvorbě kyselých výluhů. O tom také svědčí poměrně vysoká vodivost a nízká hodnota pH výluhů z materiálu OÚM. Neutralizační kapacita uložených těžebních odpadů je minimální.

4.3.3 Acidifikační potenciál tělesa OÚM

Acidifikační potenciál nebyl v rámci aktualizace ověřován. Pro určení potenciální možnosti vzniku kyselých výluhů těžebních odpadů uložených na opuštěném úložném místě (acid mine drainage – AMD) byla v předchozí fázi průzkumu využita metoda Sobka. Stanovuje se tzv. acidifikační potenciál (acid-base accounting – ABA), jehož číselné vyjádření je indikátorem, zda může či nemůže k tvorbě AMD docházet. V principu vychází z poměru celkového obsahu síry a celkového obsahu anorganického uhlíku. Určíme parametr AP (acid potencial) v $\text{kg CaCO}_3 \cdot \text{t}^{-1}$ odpadu vynásobením celkové síry v hm. % hodnotou 31,25. Obdobně určíme parametr NP (neutralization potencial) v $\text{kg CaCO}_3 \cdot \text{t}^{-1}$ vynásobením obsahu celkového anorganického uhlíku (TIC) v hm. % hodnotou 10. Z takto stanoveného AP a NP dostáváme dvě hodnoty.

- absolutní hodnota neutralizačního potenciálu (net neutralization potential)

$$\text{NNP} = \text{NP} - \text{AP}$$

- neutralizační poměr (neutralization potential ratio)

$$\text{NPR} = \text{NP/AP}$$

Hodnoty rozhodující pro výpočet a stanovení neutralizačního potenciálu uvádí následující Tabulka 4:

Tabulka 4: Posouzení možnosti tvorby kyselých výluhů (ABA)

Určení acidifikačního potenciálu	
celkový obsah S (váh. %)	2,010
celkový obsah $C_{\text{anorg.}}$ (váh. %)	0,030
AP (kg $\text{CaCO}_3 \cdot \text{t}^{-1}$ odpadu)	62,813
NP (kg $\text{CaCO}_3 \cdot \text{t}^{-1}$ odpadu)	0,300
NNP	-62,513
NPR	0,005

Hodnoty NNP větší než $+20 \text{ kg CaCO}_3 \cdot \text{t}^{-1}$ odpadu indikují, že ke vzniku AMD pravděpodobně nedojde, hodnoty NNP menší než $-20 \text{ kg CaCO}_3 \cdot \text{t}^{-1}$ odpadu indikují pravděpodobný vznik AMD. Hodnoty NNP v rozmezí -20 až $+20$ lze považovat za oblast nejistoty. Obdobně hodnoty NPR větší než 3 indikují, že ke vzniku AMD pravděpodobně nedojde, hodnoty NPR menší než 1 indikují pravděpodobný vznik AMD. Hodnoty NPR v rozmezí 1 až 3 lze považovat za oblast nejistoty.

U vzorku reprezentujícího materiál těžebního odpadu OÚM ID0024 dosahuje neutralizační potenciál hodnot menších než -20 (NNP), resp. menších než 1 (NPR) a indikují, že neutralizační kapacita pevné fáze byla vyčerpána a pravděpodobně bude docházet k tvorbě kyselých výluhů (AMD). Lze předpokládat, že sulfidická síra v případě značně starých úložných míst byla pravděpodobně nadhodnocena na úkor sulfátové síry a neutralizační kapacita je pravděpodobně o něco vyšší.

Měření rentgefluorescenčním analyzátozem na odebraných 9 vzorcích v rámci aktualizace potvrdily velmi vysoké obsahy celkové anorganické síry, v maximech až 80 g/kg , což společně s velmi malým obsahem karbonátů (resp. celkového anorganického uhlíku) v uložených těžebních odpadech vytváří příznivé podmínky pro tvorbu kyselých výluhů.

5 INŽENÝRSKO-GEOLOGICKÉ HODNOCENÍ

5.1 Popis tělesa OÚM a uloženého těžebního odpadu

V rámci aktualizace byla provedena rekognoskace tělesa posuzovaného OÚM se zřetelem na změny od posledního průzkumu. OÚM ID0024 Šváby, Košťofal má tvar nepravidelného komolého kužele, která leží v mírně svažitém terénu na jižním okraji Kaňku. Z hlediska morfologie lze těleso členit na poměrně zachovalou jihozápadní část se základnou o ploše zhruba 3600 m² a výšce koruny zhruba 8 - 10 m nad terénem. Severovýchodní část odvalu o ploše zhruba 4400 m², kde jsou situovány i zastavěné pozemky se zahradami, byla patrně aplanována a upravena navážkami. Situace ilustrují přílohy B1 - B3. Svahy tělesa, zejména u více zachovalé části, jsou poměrně příkré se sklonem cca 45 – 50 stupňů, svahy jsou však minimálně narušené, stabilizované vegetací a nejsou zde žádné projevy nestability (sesuvy, sjíždění apod.). Podloží OÚM je patrně tvořeno starší navážkou (haldovinou), která je uložena na kvartérních sprašových a deluviálních hlínách, které postupně přecházejí do eluvia pararul, které tvoří prachovitá a jílovitá hlína s úlomky zvětralé matečné horniny. Pevné podloží tvoří prokřemenělé ruly, svrchu zvětralé a kaolinizované. Objem tělesa lze hrubým výpočtem stanovit zhruba v rozmezí 18 – 20000 m³.

Převládající horninové typy v materiálu uloženém nahodnoceném OÚM tvoří horniny kutnohorského krystalinika, prokřemenělé pararuly z bezprostředního okolí rudních žil a dále převážně křemenná žilovina s proměnlivým obsahem rudních kyzových minerálů. Obsah rudních minerálů v žilovině je proměnlivý od vtroušených zrn až po masivní shluky až „lité“ polohy. Z rudních minerálů převládá pyrit (krystalické agregáty, žilky až masivní shluky a krystaly v dutinách), dále byl hojně zaznamenán arzenopyrit (zrnité agregáty a shluky s krystaly v dutinách), méně častý je sfalerit a galenit (drobná zrnka a krystalické agregáty v křemenné žilovině), ostatní rudní minerály lze označit za vzácné a jejich podíl je zanedbatelný. Z jaloviny zcela převládá křemen, karbonáty se prakticky nevyskytují. Poměrně hojně jsou produkty přeměny (větrání) pyritu a arsenopyritu – práškovité výkvěty a hlinité masy a hlinky sekundárních minerálů. Převážně se jedná o sulfáty a arzeničnany – nejhojnější je sádrovec (drobné krystalky a krystalické povlaky), „limonit“ (rezavě hnědé povlaky) alunogen (žlutobílé až žlutohnědé povlaky a kůry) a melanterit (žlutozelené práškovité povlaky). Sekundární arzeničnany jsou vzácnější, relativně nejčastější je kaňkit (nazelenalé povlaky složené z mikrokystalů), dále bukovskýit (žlutozelené hlízy složené z

mikrokrystalů), vzácný je zýkait a paraskorodit. Podrobnější popis minerálů podává mj. Pauliš (1998).

5.2 Geotechnická charakteristika OÚM a jeho podloží

Materiál tělesa OÚM ID0024 má převážně hlinito- až písčítokamenitý charakter, přičemž podíl šterkové a kamenité frakce lze odhadnout na 30 – 40%, výplň meziprostoru tvoří písčitá hlína a rozvětralý materiál s podílem sekundárních minerálů. Kamenitá a šterková frakce je tvořena jednak pararulou a prokřemenělou pararulou s různým stupněm navětrání a jednak křemennou žilovinou s proměnlivým obsahem sulfidů s převahou pyritu. Hlavními minerály žiloviny jsou křemen se vtroušenými sulfidy, které na povrchu poměrně rychle oxidují a výrazně při tom obohacují prosakující vodu iontem SO_4^{2-} a kovy. Tato agresivní voda přispívá k rychlému rozkládání hornin v uloženém materiálu OÚM. Postupem času část hrubé frakce degraduje, mezerovitost se snižuje. Materiál OÚM ID0024 Šváby, Koštofal lze z geotechnického hlediska charakterizovat převážně jako hnědožlutě až okrově zbarvené **hlinité až jílovité šterky**. Podíl šterkovité frakce značně kolísá a hlušina přechází až do **hlinitých a jílovitých písků** s úlomky zvětřalých rul. Zeminy jsou místy slabě stmelené. Konzistenci vykazují pevnou až tuhou.

Podloží OÚM tvoří kvartérní sprašové sedimenty uložené na horninách kutnohorského krystalinika – převážně pararulách malínské série. Kvartérní sedimenty jsou zastoupeny převážně sprašemi a sprašovými hlínami s typickou sprašovou strukturou, silně vápnitými a s hojnými pseudomycelií. Pouze v bazálních partiích jsou sprašové zeminy charakteru jílovitých hlín s příměsí písku a podložních hornin. V sedimentech dominuje prachovitá frakce. Jedná se o zeminy málo únosné a poměrně silně stlačitelné.

Horniny krystalinika - jedná se o metamorfované, popřípadě žilné horniny, které jsou v převaze silně rozpukané při povrchu silně až zcela zvětřalé, ve větších hloubkách do různého stupně navětralé. Převažují různé typy pararul, často značně prokřemenělých, méně jsou zastoupeny migmatity a ortoruly.

5.3 Stabilita OÚM

Materiál OÚM je, vzhledem k délce uložení (předpokládá se, že důl Šváby byl založen v období po husitských válkách), zcela konsolidovaný, u něhož je již prakticky ukončeno sedání vlivem vlastní hmotnosti. Svahy OÚM dosahují výšek v maximu cca 11 m při

generelním sklonu svahů okolo 30 - 45°. Povrch svahů je prakticky rovinný, při patě místy konkávní, na svazích jsou patrné pozdější úpravy sklonu, zejména v severní a východní části. Svahy nejeví známky nestability, neobjevují se ani dílčí menší deformace (sjíždění, sesuvy). Paty svahů v severní části a na okrajích po obvodu tělesa byly z části odtěženy a stabilizovány tarasy, a získané plochy jsou využívány jako zahrady či zázemí rodinných domů. U nemovitosti při východním svahu je do tělesa zahlobben menší sklep a nelze zcela vyloučit, že obdobné prostory jsou i u dalších nemovitostí přilehlých k tělesu OÚM. Celkově je však těleso OÚM konsolidované bez zřejmých projevů nestability. Nelze však zcela vyloučit zásahy do tělesa odvalu majiteli přilehlých nemovitostí

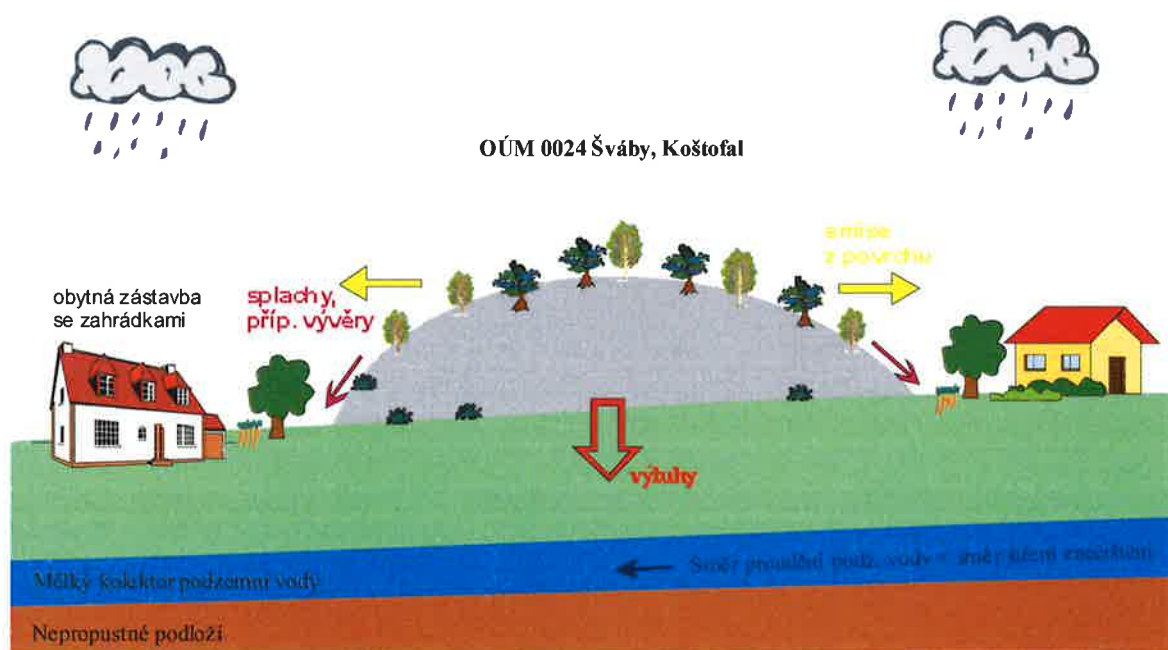
Ačkoli to nesouvisí přímo s existencí OÚM, je třeba se zmínit o riziku, vyplývajícím z poddolování území starými těžebními a průzkumnými díly. Z hlediska poddolování se jako nejvíce ohrožené logicky jeví území přímo nad vydobytými rudními žilami a zasypnými svislými důlními díly. Ovšem hlubinné rozfárání masivu vzniklé sledováním a ražbou žil v hloubce nevytváří nebezpečí související s propady terénu. Středověká důlní díla byla kutána ručně bez střelných prací a tak rozměry štol a výrubů jsou vesměs malé a část dutin je vyplněna základkou. Navíc krystalinické horniny jsou překryty kvartérními zeminami a materiálem odvalů, takže eventuální porušení masivu vyznívá v hloubce pod povrchem území. Závažné nebezpečí představují stará důlní díla vertikální - šachty svislé i úklonné těžní (vodotěžní) i průzkumné, procházející přes kvartérní pokryv do rulového masivu. Šachtice při negativním průzkumu a po ukončení těžby zpravidla nebyly zcela zaplněny základkou - byly tzv. "zapíněny". V hloubce několika metrů byla obvykle šachta zakryta dřevěným povalem a pouze prostor nad povalem byl zasypán. V průběhu doby docházelo k vyhnívání dřeva a propadům terénu. Dle archivních materiálů se v oblasti sledované OÚM ID0024 v jeho jižní části nachází sanovaná propadlina důlního díla ID 2721 – Šachta Šváby, která se nachází na patě jižního svahu hodnoceného OÚM. Menší propadliny důlních děl byly zaznamenány i v okolí UOM (propadlina č. 36, propadlina č.44).

Těleso OÚM ID0024 Šváby, Koštofal je poměrně konsolidované a nejsou zde patrné i přes poměrně strmý sklon svahů žádné projevy nestability či narušení povrchu výkopy. V rámci aktualizace nebyly zjištěny žádné významné změny oproti dříve popsanému stavu. OÚM ID0024 proto představuje z hlediska inženýrsko-geologického nízkou míru rizika pro bezprostřední okolí.

6 KONCEPČNÍ MODEL A ZHODNOCENÍ OÚM

6.1 Koncepční model lokality, identifikace expozičních cest a charakteristika příjemců

OÚM ID0024 Šváby, Košťofal je v bezprostřední blízkosti chráněné obytné zástavby a zahrádek, které sousedí s OÚM, resp. nacházejí se přímo na tělese. Pozemky (viz předchozí kapitola), na nichž je situováno těleso OÚM, je většinou evidován jako ostatní plocha s využitím jako manipulační plocha. Severní aplanovaná a upravená část odvalu je však využívána jako zastavěná plocha (individuální rodinné domy využívané k trvalému bydlení) a zemědělský půdní fond (zahrady a travní porosty trvale využívané). Povrch jižní zachovalé části je zatravněn a zalesněn (pokrytí cca 60%), jižní část je z části zastavěna a pokryta udržovanými trvalými travními porosty a zahradami, svahy jsou sporadicky porostlé dřevinami a spontánní vegetací. Povrchová voda se v bezprostředním okolí OÚM nevyskytuje, v bezprostředním okolí nebylo zjištěno ani využití podzemní vody pro závlahu či zálivku (individuální studny). Škodliviny se z tělesa OÚM mohou šířit jako emise z povrchu tělesa, nebo jako odnos nebo výluhy srážkovými vodami z povrchu (ron) a vlastního materiálu tělesa. Oproti dříve zjištěnému stavu nedošlo k žádným podstatným změnám ve způsobu využití pozemku v okolí OÚM. Koncepční model lokality je na následujícím obrázku (Obrázek 9).



Obrázek 9: Schematický konceptní model lokality

Jako nejpravděpodobnější byly s ohledem na uvedené skutečnosti a využití území v okolí vytipovány tyto možné způsoby expozice:

- přímý dermální kontakt se zeminou a prachem s obsahem škodlivin,
- náhodné požití (ingesce) při venkovním pohybu a pracích (ve formě vdechu a požití prachu).

Příjemci rizik (dlouhodobá expozice) jsou především obyvatelé Kutné Hory – místní části Kaňk, trvale bydlící v bezprostředním okolí hodnoceného OÚM.(zhruba 6 nemovitostí) a obyvatelé v širším okolí. Dalšími příjemci mohou být náhodní návštěvníci a dělníci pracující buď na údržbě zeleně, nebo na infrastruktuře. Rizikovou skupinou jsou rovněž osoby pravidelně využívající těleso OÚM a jeho okolí k relaxaci a rekreaci (rekreačně využívaná nemovitost ve východní části odvalu).

Z hlediska potenciálního ohrožení okolních ekosystémů připadá v úvahu ovlivnění bezprostředního okolí úložného místa gravitačně přemístěnými těžebními odpady (sesuvy a splachy). Na ekosystém působí kromě toho i prach, případně podzemní voda. Vliv na floru byl v rámci předchozí etapy průzkumu zdokumentován geobotanickým průzkumem.

7 HODNOCENÍ VLIVU OÚM NA ZDRAVÍ LIDÍ

7.1 Hodnocení expozičních cest

Možné expoziční cesty byly stanoveny v rámci předchozí etapy průzkumu a v rámci této práce upřesněny a aktualizovány. Přehled hodnocených expozičních cest z hlediska možného ohrožení lidského zdraví shrnuje následující tabulka.

Tabulka 5: Přehled expozičních cest

Způsob expozice	Scénář	Cílová skupina	Expoziční médium	Pravděpodobnost expozice	Důvod pro vybrání nebo zanedbání
Ingesce (požití, vdech)	A	Náhodní návštěvníci	Těžební odpady, zeminy a prach	Ano/nepravidelně	Relaxační aktivity – rekreační nemovitost
			voda	ne	nezjištěn využívaný zdroj vody
	B	Terénní pracovníci-údržba zeleně infrastruktury	Těžební odpady, zeminy a prach	Ano/náhodně	Během prací se mohou dostat do kontaktu s uloženými těžebními odpady a prachem
			voda	ne	Nezjištěn využívaný zdroj vody
	C	Obyvatelé	Těžební odpady, zeminy a prach	Ano/dlouhodobě	OÚM je v blízkosti chráněné zástavby, využití jako stavební materiál, využívané zahrady travní porosty
			voda	ne	V okolních nemovitostech bezprostředním okolí nezjištěn zdroj vody
Dermální kontakt	A	Náhodní návštěvníci	Těžební odpady, zeminy a prach	Ano/nepravidelně	Relaxační aktivity – rekreační nemovitost
			voda	ne	není
	B	Terénní pracovníci-údržba zeleně	Těžební odpady, zeminy a prach	Ano/náhodně	Během prací se mohou dostat do kontaktu s uloženými těžebními odpady a prachem
			voda	ne	Nezjištěn využívaný zdroj vody
	C	Obyvatelé	Těžební odpady, zeminy a prach	Ano/dlouhodobě	OÚM je v blízkosti chráněné zástavby, využití jako stavební materiál, využívané zahrady travní porosty
			voda	ne	V bezprostředním okolí nezjištěn zdroj vody

7.2 Prioritní škodliviny

Rizikovým těžebním odpadem jsou především zejména v oxidickém prostředí větrání nestabilní primární minerály obsahující škodliviny – především těžké a toxické kovy a metaloidy. Nejméně stabilními jsou sulfidické fáze. Mobilita a migrace uvolněných složek je pak kontrolována vznikem sekundárních minerálů, či intenzitou sorpčních procesů zejména na jílové minerály, hydroxidy Fe či organickou hmotu. Vysoké hodnoty byly identifikovány

u As, zvýšené pak u Cd, Cu, Sb, Pb, Sn a Zn. Toto zjištění není překvapující, vysoké koncentrace v těžebním odpadu souvisejí s charakterem zrudnění, které bylo ve středověku na Staročeském pásmu dobýváno. Nevyužitelné minerály z hlediska v tehdejší době prioritního získávání stříbra a mědi (tj. především pyrit a arzenopyrit) byly zřejmě ukládány s hlušinou na odvaly.

Jako prioritní škodliviny byly na základě výsledků průzkumných prací stanoveny:

- **Arsen (As)** – je nejrizikovějším prvkem v těžebním odpadu. Koncentrace As jsou výrazně zvýšené ve všech vzorcích zemin, což je především následek zvětrávání arzenopyritu (FeAsS), který byl doprovodným minerálem Ag v hlubších partiích Staročeského pásma (Holub 1975). Arzén je redox citlivým prvkem a proto může být v těžebním odpadu přítomen v různých redukčně – oxidačních stavech, které pak společně s pH prostředí, popřípadě i mikrobiálními procesy, ovlivňují jeho mobilitu. Vysoký obsah arzenu ve vzorcích zemin ukazují na možnost, že v těžebním odpadu může existovat i částečně nerozložený arzenopyrit (to potvrzují i jeho nálezy v materiálu OÚM). Spolu se Zn a Cd může pocházet i z úletů pražicích a hutních pecí. Kromě sorpce se v oxidační zóně uplatňuje i tvorba sekundárních fází As, popsanych právě z kutnohorských OÚM (bukovskýit, zýkait, skorodit apod.). Vzhledem k tomuto faktu lze nalézt vysoké koncentrace As i v materiálech blízko povrchu OÚM a v půdách.
- **Kadmium (Cd)** – patří stejně jako As k velmi rizikovým prvkům. Jeho obsahy v těžebním odpadu korelují s vyššími koncentracemi Zn – hlavním zdrojem kadmia je zde pravděpodobně sfalerit, v podružné míře pak i karbonáty. Proto lze vyšší obsahy očekávat v doprovodné žilovině. Sfalerit je v oxidických podmínkách nestabilní a uvolněné Cd při zvětrávání poměrně snadno migruje (většinou ve formě síranů) a sorbuje na jílové minerály a organickou hmotu (Callender 1994). Poměrně vysoké obsahy Cd byly nalezeny i v železitých okrech, které vznikají při srážení důlních vod. Vzhledem k preferenční sorpci Cd na organickou hmotu lze jeho vyšší obsahy očekávat v půdách, což ostatně popisuje Malec (2003). CdSO_4 v redukčním prostředí snadno přechází ve žlutý, práškovitý CdS (greenockit), vyskytující se spolu s minerály Fe ve spodní části oxidační zóny. Část Cd může pocházet z úletů pražicích a hutních pecí.

- **Měď (Cu)** – vyšší obsahy jsou doprovodným jevem původní rudní mineralizace, částečně je obsah mědi kontrolován sorpcí tohoto prvku na nově vzniklé železité okry, v menší míře pak bude Cu adsorbována jílovými minerály. Chalkopyrit byl vedlejší součástí rudniny z hlubších částí Hlavní žíly (0,1 – 0,3 % Cu). Tyto rudy byly samostatně hutněny na Cu-kamínek, ze kterého bylo získáváno stříbro a měď. Proto byly jeho mladší žilky z kyzů ručně vybírány. V okolí míst této manipulace lze očekávat zvýšené obsahy Cu, postupně rozptylované do okolí.
- **Olovo (Pb)** – patří mezi méně migrující prvky v podmínkách zvětrávání, proto jeho koncentrace jsou logicky ve vzorcích, kde převládá šterkovitá frakce. Olovo je vázáno na reliktu galenitu, popř. v menší míře na karbonáty, tedy na minerály. V rudnině z Hlavní žíly byl galenit, podle výsledků historického výzkumu a moderních báňských prací, přítomen v akcesorickém množství. A to na rozdíl od později těžného rudního sloupu na Benátecké žíle, na níž byl galenit srůstající s freibergitem hlavním zájmovým minerálem. Rozdílné obsahy Pb v těžebním odpadu by tak mohly přispět k poznání vnitřní stavby OÚM. Galenit totiž při větrání vytváří obrněné reliktu, jeho zrna se obalují málo rozpustnými minerály - anglezitem a cerusitem. Lze očekávat, že migrující chloridy Pb reagovaly s kalcitem a cerusit zůstával ve vápnitých horninách a půdách v podloží a nejbližším okolí OÚM.
- **Zinek (Zn)** – tmavý, až smolně černý sfalerit je podstatnou součástí kyzů na Hlavní i Benátecké žíle. Byl považován za škodlivinu hutního procesu, a proto byl ručně vybírán a snad i samostatně ukládán. Sfalerit zbylý v rudě byl pražením oxidován a při hutnění rozpouštěn ve strusce. Protože přibližně do poloviny 16. století pracovala huť na severu Staročeského pásma mezi dolem Trmandl a Skalkou, je zřejmé, že úlety pražicích a hutních pecí kontaminovaly i prostor OÚM Šváby, Koštofál. Migrující síran zinku bývá srážen v karbonátovém prostředí (smithsonit). Proto zvýšené obsahy tohoto prvku lze očekávat ve sprašových hlínách v podloží OÚM, případně v reliktu křídových sedimentů. Vzhledem k tomu, že ZnCO_3 je snadno rozpustný v síranových vodách, mohly být jeho původně vzniklé sraženiny znovu rozpouštěny, odnášeny z prostoru OÚM a zčásti deponovány na vzdálených místech.

Hlavní oblasti působení prioritních škodlivin spolu s relevantními toxikologickými daty jsou uvedeny v následující tabulce (Tabulka 6):

Tabulka 6: Základní toxikologické parametry potenciálních kontaminantů

Složka	CAS	Typ rizika	RfD (orálně) mg/kg-den	RfD (dermálně) mg/kg-den	ABS	Oblast působení**
Ag	7440224	Nekarcinogenní	0,005	0,0009	0,01 ⁺⁺	g
As	7440382	Obojí	0,0003	0,000123	0,03 ⁺⁺⁺	A, B, c, d, e, f, g, h, i, j, k
Be	7440417	Obojí	0,002	0,00002	0,01 ⁺⁺	A, c, e, f, g, h, j, k
Cd	7440439	Obojí	0,0005	0,00001	0,001 ⁺⁺⁺	A, B, E, d, f, h, i, j, k
Co	7440484	Obojí	0,02	0,016	0,01 ⁺⁺	A, b, c, d, e, f, g, h, j, k
Cr	18540299	Obojí	0,003	0,00006	0,01 ⁺⁺	A, f
Cu	7440508	Nekarcinogenní	0,04	0,012	0,01 ⁺⁺	b, c, e, f, h, k
Hg	7439976	Nekarcinogenní	0,0003	0,000021	0,01 ⁺⁺	B, c, d, e, f, i, j, k
Ni	7440020	Obojí	0,02	0,0054	0,01 ⁺⁺	A, b, d, f, f, g, h, j, k
Pb	7439921	Obojí	0,0000785 ⁺	0,0000785 ⁺	0,01 ⁺⁺	A, B, E, c, d, f, g, h, i, j, k
Sb	7440360	Nekarcinogenní	0,0004	0,00008	0,01 ⁺⁺	d, e, f, g, h
Se	7782492	Nekarcinogenní	0,005	0,002	0,01 ⁺⁺	g, h, d
Sn	7440315	Nekarcinogenní	0,6	0,06	0,001	d, e, f, g, h, j
Tl	7440280	Nekarcinogenní	0,00008*	0,000016	0,01 ⁺⁺	c, d, e, g, h, k
V	7440622	Nekarcinogenní	0,007	0,00007	0,01 ⁺⁺	f, j, k
Zn	7440666	Nekarcinogenní	0,3	0,06	0,01 ⁺⁺	b, e, f, g, h, j

Zdroje dat: ⁺Scorecard (Scorecard Home. [citováno 20. 8. 2010],

EPA (1995): Region III Dermal Guidance

EPA (2001): Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health

Evaluation Manual (Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment)

ostatní hodnoty: databáze SADA (Spatial Analysis and Decision Assistance, The Institute For Environmental Modeling, University of Tennessee, 2007).

Pozn.: *Oblast působení (X – prokázané riziko, x – předpokládané riziko):

- A, a karcinogen, B, b vývojový toxikant, C, c zažívací trakt nebo játra, D, d neurotoxikant, E, e reprodukční toxikant, F, f toxikant respirační soustavy, G, g toxikant pro pokožku nebo smysly, H, h toxikant oběhového systému, I, i endokrinní toxikant, J, j imunitní toxikant, K, k toxikant vylučovací soustavy

7.3 Výpočet a hodnocení rizik na zdraví lidí

S odkazem na vyhodnocené expoziční scénáře je hodnocena expozice ingescí a dermálním kontaktem, a to pro hlavní kontaminanty: arzén, antimon, olovo,.

Vyhodnocení potenciálu expozice pitím kontaminované vody

Ke kvantifikaci potenciálu expozice náhodného požití kontaminované podzemní vody byl použit následující vztah:

$$CDI = CW \times IR \times EF \times ED / (BW \times AT)$$

CDI	chronický denní příjem (mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹)
CW	koncentrace kontaminantu v podzemní vodě (mg.l ⁻¹)
IR	množství požití zeminy za den (mg.den ⁻¹)
EF	frekvence expozice (den.rok ⁻¹)
ED	trvání expozice (rok)
BW	hmotnost těla (kg)
AT	doba průměrování (den)

pro nekarcinogenní účinek: ED (rok) × 365 dní.rok⁻¹

pro karcinogenní účinek: 70 let × 365 dní.rok⁻¹

Vyhodnocení expozice náhodným požitím (ingescí) kontaminovaného prachu či zeminy

Ke kvantifikaci expozice náhodného požití zeminy nebo prachu byl použit vztah:

$$CDI = CS \times IR \times CF \times FI \times EF \times ED / (BW \times AT)$$

CDI	chronický denní příjem (mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹)
CS	koncentrace kontaminantu v zemině (mg.kg ⁻¹)
IR	množství požití zeminy za den (mg.den ⁻¹)
CF	konverzní faktor pro přepočet jednotek kg a mg (10 – 6 kg.mg ⁻¹)
FI	podíl požití zeminy z kontaminovaných zdrojů (0 – 1, bezrozměrný)
EF	frekvence expozice (den.rok ⁻¹)
ED	trvání expozice (rok)
BW	hmotnost těla (kg)
AT	doba průměrování (den)

pro nekarcinogenní účinek: ED (rok) × 365 dní.rok⁻¹

pro karcinogenní účinek: 70 let × 365 dní.rok⁻¹

Vyhodnocení expozice dermálním kontaktem s kontaminovanou zemínou

Ke kvantifikaci dermálního kontaktu s kontaminovanou zemínou byl použit vztah:

$$ADD / LADD = CS \times CF \times SA \times AF \times ABSd \times EF \times ED / (BW \times AT)$$

ADD/LADD průměrná denní / celoživotní denní absorbovaná dávka ($\text{mg.kg}^{-1}.\text{den}^{-1}$)

CS koncentrace kontaminantu v zemině (mg.kg^{-1})

CF konverzní faktor pro přepočítání kg a mg ($10^{-6} \text{ kg.mg}^{-1}$)

SA exponovaný povrch kůže ($\text{cm}^2.\text{den}^{-1}$ eventuálně $\text{cm}^2.\text{případ}^{-1}$)

AF adhezenční faktor specifický podle typu zeminy a exponované části těla (mg.cm^{-2})

ABSd dermální absorpční faktor (0 až 1, bezrozměrný)

EF frekvence expozice (den.rok^{-1} eventuálně případ.rok^{-1})

ED trvání expozice (rok)

BW váha těla (kg)

AT doba průměrování (den)

pro nekarcinogenní účinek: $ED (\text{rok}) \times 365 \text{ dní.rok}^{-1}$

pro karcinogenní účinek: $70 \text{ let} \times 365 \text{ dní.rok}^{-1}$

Potenciál expozice je vypočítán ve formě kvocientu rizika (hazard quotient - **HQ**) jako podíl průměrné denní adsorbované dávky **E** ($\text{mg.kg}^{-1}.\text{den}^{-1}$) a referenční dávky **RfD** ($\text{mg.kg}^{-1}.\text{den}^{-1}$) pro danou škodlivinu (viz Tabulka 6) prostřednictvím jednoduché rovnice:

$$HQ = E / RfD$$

E je průměrná denní absorbovaná dávka ADD nebo průměrná celoživotní denní absorbovaná dávka LADD resp. chronický denní příjem CDI ($\text{mg.kg}^{-1}.\text{den}^{-1}$)

RfD je referenční dávka ($\text{mg.kg}^{-1}.\text{den}^{-1}$)

Hodnoty HQ pro jednotlivé prioritní škodliviny jsou následně sečteny. Výsledkem je index rizika HI (hazard index):

$$HI = \sum HQ_{1-n}$$

Rizikový potenciál expozice je signalizován hodnotami $HI > 1$.

Hodnoty parametrů EF a ED kvantifikujících četnost a dobu trvání expozice pro jednotlivé cílové skupiny populace A, B, C použité pro výpočet jsou uvedeny v následující tabulce (Tabulka 7).

Tabulka 7: Parametry četnosti a doby trvání expozice pro uvažované cílové skupiny populace

Způsob expozice	Scénář	Expoziční médium	Frekvence expozice EF (den.rok ⁻¹)	Doba expozice ED (rok)
Ingesce (požití, vdech)	A	Těžební odpady, zeminy a prach	12	9
		voda	12	9
	B	Těžební odpady, zeminy a prach	75	25
		voda	75	25
	C	Těžební odpady, zeminy a prach	274	70
		voda	274	70
Dermální kontakt	A	Těžební odpady, zeminy a prach	12	9
		voda	12	9
	B	Těžební odpady, zeminy a prach	75	25
		voda	75	25
	C	Těžební odpady, zeminy a prach	43	70
		voda	43	70

Hodnoty expozičních parametrů vychází z platné metodiky pro hodnocení rizik MŽP

Výpočty potenciálu expozice jsou pro jednotlivé reálné expoziční scénáře uvedeny v následujících tabulkách. V rámci aktualizace byl oproti předchozí etapě průzkumu odebrán větší počet vzorků, které poskytly přesnější obraz distribuce škodlivin v tělese OÚM a jeho okolí. Celkově byly k dispozici výsledky analýz a měření z 12 sond (3 v první etapě a 9 v rámci aktualizace). Výsledky nepotvrdily dříve indikovanou extrémní hodnotu koncentrace arzenu 50 400 mg/kg, pro aktualizaci hodnocení rizik byly proto použity hodnoty získané jednoduchým statistickým vyhodnocením (použita byla maximální hodnota aritmetického průměru získaná z nových měření a analýz).

Tabulka 8: Vyhodnocení potenciálu expozice pro ingestci kontaminovaného prachu, zeminy a těžebními odpady

Scénář A Náhodná expozice, rekreační pobyt											
Parametr	CS (mg/kg)	IR (mg/den)	CF (kg/mg)	FI	EF (dny/ro)	ED (roky)	BW (kg)	AT (dny)	CDI _{ing} (mg/kg/den)	RfD (orálně) mg/kg-den	HQ
As	10 300	100	1,00E-06	0,5	12	9	70	3285	0,000241879	0,0003	0,81
Pb	264	100	1,00E-06	0,5	12	9	70	3285	6,19961E-06	0,0000785	0,08
Sb	48	100	1,00E-06	0,5	12	9	70	3285	1,1272E-06	0,0004	0,00
Hazard Index HI											0,89
Scénář B Krátkodobý pobyt, pravidelná expozice											
Parametr	CS (mg/kg)	IR (mg/den)	CF (kg/mg)	FI	EF (dny/ro)	ED (roky)	BW (kg)	AT (dny)	CDI _{ing} (mg/kg/den)	RfD (orálně) mg/kg-den	HQ
As	10 300	100	1,00E-06	0,5	75	25	70	9125	0,001511742	0,0003	5,04
Pb	264	100	1,00E-06	0,5	75	25	70	9125	3,87476E-05	0,0000785	0,49
Sb	48	100	1,00E-06	0,5	75	25	70	9125	7,04501E-06	0,0004	0,02
Hazard Index HI											5,55
Scénář C Obyvatelstvo, dlouhodobá (celoživotní) expozice											
Parametr	CS (mg/kg)	IR (mg/den)	CF (kg/m)	FI	EF (dny/ro)	ED (roky)	BW (kg)	AT (dny)	CDI _{ing} (mg/kg/den)	RfD (orálně) mg/kg-den	HQ
As	10 300	100	1,00E-06	0,5	274	70	70	25550	0,005522896	0,0003	18,41
Pb	264	100	1,00E-06	0,5	274	70	70	25550	0,000141558	0,0000785	1,80
Sb	48	100	1,00E-06	0,5	274	70	70	25550	2,57378E-05	0,0004	0,06
Hazard Index HI											20,27

Tabulka 9: Vyhodnocení potenciálu expozice pro dermální kontakt s prachem, zeminou a těžebními odpady

Scénář A Náhodná expozice, rekreační pobyt												
	CS (mg/kg)	SA (cm ²)	CF (kg/m ²)	AF (mg/c)	ABS _d	EF (den/h)	ED (roky)	BW (kg)	AT (dny)	ADD (mg/kg/den)	RfD (dermálně)	HQ
As	10 300	5700	1,00E-06	0,2	0,03	12	9	70	3285	0,000165445	0,000123	1,35
Pb	264	5700	1,00E-06	0,2	0,01	12	9	70	3285	1,41351E-06	0,0000785	0,02
Sb	48	5700	1,00E-06	0,2	0,01	12	9	70	3285	2,57002E-07	0,00008	0,00
Hazard Index HI												1,37
Scénář B Krátkodobý pobyt, pravidelná expozice												
	CS (mg/kg)	SA (cm ²)	CF (kg/m ²)	AF (mg/c)	ABS _d	EF (den/h)	ED (roky)	BW (kg)	AT (dny)	ADD (mg/kg/den)	RfD (dermálně)	HQ
As	10 300	5700	1,00E-06	0,2	0,03	20	25	70	9125	0,000275742	0,000123	2,24
Pb	264	5700	1,00E-06	0,2	0,01	20	25	70	9125	2,35585E-06	0,0000785	0,03
Sb	48	5700	1,00E-06	0,2	0,01	20	25	70	9125	4,28337E-07	0,00008	0,01
Hazard Index HI												2,28
Scénář C Obyvatelstvo, dlouhodobá (celoživotní) expozice												
	CS (mg/kg)	SA (cm ²)	CF (kg/m ²)	AF (mg/c)	ABS _d	EF (den/h)	ED (roky)	BW (kg)	AT (dny)	ADD (mg/kg/den)	RfD (dermálně)	HQ
As	10 300	5700	1,00E-06	0,2	0,03	43	70	70	25550	0,000592845	0,000123	4,82
Pb	264	5700	1,00E-06	0,2	0,01	43	70	70	25550	5,06508E-06	0,0000785	0,06
Sb	48	5700	1,00E-06	0,2	0,01	43	70	70	25550	9,20924E-07	0,00008	0,01
Hazard Index HI												4,89

K překročení hodnoty 1,0 pro index rizika HI v případě hodnoceného OÚM ID0024 dochází pro všechny hodnocené expoziční cesty s výjimkou náhodné expozice ingescí. To znamená, že bylo překročeno reálné riziko nekarcinogenního účinku pro většinu hodnocených expozičních scénářů.

Jako nejrizikovější je nutno hodnotit trvalé bydlení v blízkosti hodnoceného OÚM, kdy jako rizikové se projevují ponejvíce extrémní obsahy arzenu, které se podílejí na hodnotě HI zhruba 90%. Přesto, že se nepotvrdily extrémní obsahy arzenu indikované předchozím průzkumem, lze jeho koncentrace v materiálu OÚM a jeho okolí označit jako vysoké v maximech kolem 10 000 mg/kg, v průměru kolem 5500 mg/kg. Obsahy ostatních sledovaných prvků jsou řádově nižší a jejich podíl na celkovém riziku je zřetelně nižší. Z tohoto důvodu představují vysoké koncentrace arzenu stěžejní rizikový faktor.

8 GEOBOTANICKÉ HODNOCENÍ

Archivní geobotanický průzkum zjistil na tělese dobře vyvinuté travní společenstvo, ve vrcholové partii (koruně) odvalu je ovsíková loučka svazu Arrhenatherion. Travní porost pokrývá 90% plochy. Stromové patro je ochuzené (pokryvnost zhruba 60%) a je tvořeno břízou, topoly, duby, borovicemi a višní. Keřové patro je chudé (10%). Halofilní vegetace nebyla zjištěna, stejně jako fytoindikační anomálie. Vlivem materiálu OÚM nelze očekávat žádné významné změny v místním ekosystému.

V rámci aktualizace nebyl geobotanický průzkum prováděn, ve vegetačním pokryvu hodnoceného OÚM nenastaly žádné významné změny.

9 CELKOVÉ HODNOCENÍ RIZIK OÚM

9.1 Identifikace rizik

Pro identifikaci rizik vycházíme z Metodického pokynu MŽP z roku 1996 (Věstník MŽP ČR č. 8), protože hodnoty kritéria A, B a C v něm stanovené lze stále považovat za signální a lze je použít tam, kde nejsou jiné ukazatele dané legislativou.

Kritéria A: Hodnoty odpovídají přibližně přirozeným obsahům v přírodě. Jejich překročení je možné posoudit jako znečištění, ale pouze v oblastech, kde není dokumentován přirozený výskyt ve vyšších koncentracích.

Kritéria B: Uměle zavedené hodnoty, ležící přibližně v průměru mezi hodnotami A a C. Jejich překročení se posuzuje jako znečištění, které může mít negativní vliv na zdraví člověka a jednotlivé složky ŽP. Při jejich překročení je třeba shromáždit další údaje, aby bylo možné rozhodnout, zda je nutné znečištěním se dále zabývat.

Kritéria C: Překročení těchto hodnot může znamenat výrazné riziko ohrožení člověka a složek ŽP.

Přestože byl tento metodický pokyn v mezidobí zrušen, pro zachování kontinuity hodnocení a komparaci s nově zavedenými indikátory znečištění byly kritéria A,B,C pro hodnocení nadále využita. Metodickým pokynem MŽP „Indikátory znečištění“ (Věstník MŽP 1/2014), byly pro komparaci využity i tato nově zavedené kritéria. Pro komparaci zjištěných hodnot jsou jako srovnávací kritéria využity i klarkové obsahy ve svrchní zemské kůře udávané v literatuře (Rudnik a Gao 2004, Elsevier).

Na základě analytických údajů byly vytypovány hlavní kontaminanty u zemin. U zemin proto, že lze mít za prokázané, že obnažené boky některých OÚM ovlivňují kvalitu půdy a potažmo prachu v širším okolí. Podzemní a povrchové vody nejsou v okolí OÚM využívány a v bezprostřední blízkosti není žádná studna či povrchový tok – k expozici vodou proto nedochází.

9.2 Shrnutí celkové míry rizika

Míra rizika je hodnocena ve čtyřech kategoriích, jejichž význam je shrnut v následující tabulce (Tabulka 10):

Tabulka 10: Kategorie celkové míry rizika

Míra rizika	Pravděpodobnost účinku	Závažnost následků vlivem OÚM (stačí, aby bylo splněno jedno z kritérií)
Vysoká	Určitě, nebo s vysokou pravděpodobností	Vlivy na složky ŽP a infrastrukturu: - došlo k neobnovitelnému nebo velmi obtížně obnovitelnému poškození ekosystému nebo horninového prostředí, hydrogeologických a hydrologických struktur; - velmi výrazné nestabilní projevy (sesuvy apod.); - došlo nebo může dojít k závažnému poškození staveb, infrastruktury ap. Vlivy na zdraví obyvatel: - hrozí těžká nemoc trvale bydlících obyvatel; - hrozí negativní ovlivnění zdraví krátkodobě pobývajících lidí; - hrozí nebezpečí těžkého nebo smrtelného poranění osob díky sklonu nebo stabilitě svahů.
Střední	Odůvodněná pravděpodobnost	Vlivy na složky ŽP a infrastrukturu: - došlo k významnému ovlivnění ekosystému nebo horninového prostředí, hydrogeologických a hydrologických struktur, - významné nestabilní projevy (sesuvy apod.); - došlo nebo může dojít k menšímu poškození staveb, infrastruktury apod. Vlivy na zdraví obyvatel: - prokazatelné negativní ovlivnění zdraví trvale bydlících obyvatel; - hrozí nebezpečí lehkého poranění osob díky sklonu nebo stabilitě svahů.
Nízká	Malá pravděpodobnost	Vlivy na složky ŽP a infrastrukturu: - došlo k ovlivnění ekosystému nebo horninového prostředí, hydrogeologických a hydrologických struktur; - méně významné, ale pozorovatelné nestabilní projevy (sesuvy ap.). Vlivy na zdraví obyvatel: - zdraví obyvatel může být ovlivněno.
Zanedbatelná	Nízká pravděpodobnost, spíše nenastane	Vlivy na složky ŽP a infrastrukturu: - nedošlo, nebo nejsou pozorovatelné a měřitelné. Vlivy na zdraví obyvatel: - zdraví obyvatel není ovlivněno.

Rizika byla hodnocena, resp. aktualizována s odkazem na schválenou metodiku v pěti kategoriích:

V kategorii **Geologické poměry** jsou hodnocena rizika spojená s petrografickou skladbou uloženého těžebního odpadu vůči přirozenému geologickému podloží, přičemž hodnoceným faktorem je míra odlišnosti petrografického typu hornin, stupně jejich navětrání, prohoření či jiných sekundárních procesů a obsahu složky s potenciálním obsahem škodlivin.

V kategorii **Hydrogeologické a hydrologické poměry** jsou hodnocena rizika spojená s vlivem OÚM na režim podzemních a povrchových vod, rizikovými faktory jsou vývěry a výtoky vod z tělesa OÚM, vytváření lokálních zvodní, ovlivnění odtokových poměrů nebo kontakt OÚM s vodními plochami a toky.

V kategorii **Geochemické a hydrochemické poměry** jsou hodnocena rizika spojená s chemickým složením materiálu OÚM, přičemž hodnoceným faktorem je míra překročení obsahů prvků vůči srovnávacím kritériím a obsah rizikových prvků v tělese OÚM.

V kategorii **Inženýrskogeologické poměry** jsou hodnocena rizika spojená se stabilitou tělesa OÚM, zejména do jaké míry hrozí rizika projevů nestability – řícení a sesuvy svahů, propady, poklesy zejména ve vztahu k okolním stavbám či jiným přírodním či antropogenním systémům.

V kategorii **Hodnocení vlivů na lidské zdraví** jsou hodnoceny reálné expoziční scénáře, které v souvislosti s posuzováním OÚM mohou ve vztahu k jeho okolí nastat. Přitom se vychází z metodiky MŽP pro zpracování analýzy rizika z března 2011. (Věstník MŽP 3/2011). Výsledné riziko je determinováno „hazard indexem“ HI.

Celková míra rizika je hodnocena dle nejvyššího dosaženého stupně v jednotlivých kategoriích.

Celkové vyhodnocení míry rizika pro OÚM ID0024 Šváby, Koštofal je v následující tabulce (Tabulka 11):

Tabulka 11: Vyhodnocení celkové míry rizika

Typ rizika	Míra rizika	Stručné zdůvodnění
Geologické poměry	nízká	Těžební odpad odpovídá svojí skladbou podloží. Uložené těžební odpady obsahují významné množství rudniny do 10% objemu.
Hydrogeologické poměry	zanedbatelná	OÚM bezprostředně neovlivňuje hydrogeologické poměry, odpady jsou uloženy nad úrovní hladiny podzemní vody, nebyly zjištěny lokální zvodně ani vývěry z tělesa OÚM. V bezprostředním okolí se nenachází využívané zdroje podzemní vody ani vodní tok.
Geochemické a hydrogeochemické poměry	vysoká	Těžební odpady mají vysoké obsahy některých kovů a metaloidů, které byly zjištěny i v okolí OÚM. Zejména obsahy arzenu řádově překračují jak požadové hodnoty, tak indikátory a kritéria znečištění dané metodikami. V OÚM dochází a v budoucnosti i nadále bude docházet k oxidaci sulfidických minerálů. Neutralizační kapacita uložených těžebních odpadů je velmi nízká. To má za následek tvorbu kyselých výluhů a mobilizaci kovů a metaloidů - těleso OÚM má vysoký potenciál k tvorbě kyselých výluhů.
Inženýrskogeologické poměry	nízká	Těleso OÚM je konsolidované a málo narušené bez projevů nestability ohrožující okolí. Strmé svahy a úpravy tělesa majiteli okolních nemovitostí mohou potenciálně přispět k menším projevům nestability.
Hodnocení vlivů na lidské zdraví a ekosystémy	vysoká	K překročení hodnoty 1,0 pro index rizika HI v případě hodnoceného OÚM dochází pro všechny hodnocené expoziční cesty s výjimkou krátkodobé expozice ingescí. To znamená, že bylo překročeno reálné riziko nekarinogenního účinku pro většinu hodnocených expozičních scénářů. Potenciál expozice je vysoký – nemovitosti využívané k trvalému (obytné domy) i krátkodobému pobytu (rekreační nemovitosti) jsou situovány bezprostředně na tělese odvalu a v jeho bezprostředním okolí.
Celková míra rizika	vysoká	V tělese OÚM i jeho bezprostředním okolí byly zjištěny velmi vysoké obsahy arzenu a zvýšené koncentrace dalších kovů a metaloidů, které mohou představovat riziko pro zdraví lidí a složky životního prostředí. Uložené těžební odpady mají velmi vysoký potenciál pro tvorbu kyselých výluhů. Potenciál expozice daný indexy rizika je vysoký.

10 ODHAD MNOŽSTVÍ PRIORITNÍCH ŠKODLIVIN V OÚM

Na základě požadavku SBS bylo v tělese OÚM odhadnuto celkové množství vybraných toxických prvků. Za význačně toxické lze považovat zejména As, Sb, Pb. V rámci aktualizace byl odebrán větší počet vzorků, což umožnilo přesnější stanovení průměrných hodnot koncentrací v uloženém materiálu. Rovněž byl upřesněn i odhad objemu uložených těžebních odpadů.

Přesto lze konstatovat, že se jedná pouze o odborný odhad, kde uvedené hodnoty jsou orientační a slouží pouze pro komparaci a hodnocení faktoru množství uložených těžebních odpadů v hodnoceném OÚM.

Na základě aktualizovaného výpočtu kubatury OÚM ID0024 Šváby, Koštofal (18000 m³) lze předpokládat, že celková tonáž OÚM je cca 38700 t (objemová hmotnost zahliněných a zvětralých rul a žiloviny je odhadnuta na úrovni cca 2150 kg.m⁻³). Výsledky jsou v následující tabulce (Tabulka 12).

Tabulka 12: Odhad celkového množství škodlivin v tělese OÚM

prvek	objem tělesa OÚM (m ³)	prům. měrná objemová hmotnost tělesa OÚM (kg/m ³)	tonáž tělesa OÚM v (t)	průměrná koncentrace prvku (g/t)	obsah prvku v tělese OÚM (t)
As	18000	2150	38700	8357	323,42
Cu	18000	2150	38700	570	22,06
Pb	18000	2150	38700	153	5,92
Sb	18000	2150	38700	37	1,43

11 ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

11.1 Závěry

Opuštěné úložné místo ID0024 Šváby, Koštofal bylo vybráno jako potenciálně rizikové na základě archivního studia a známých faktů (pozůstatek po těžbě kyzových polymetalických rud, výskyt sekundárních minerálů As). Proto na místě OÚM proběhl úvodní průzkum, jehož výsledkem bylo hodnocení rizik, které bylo v rámci této práce aktualizováno a přehodnoceno na základě nově zjištěných faktů.

OÚM má dostatečně známé geologické a hydrogeologické poměry, míra rizika je u těchto hodnocení stanovena jako zanedbatelná. OÚM Šváby, Koštofal má relativně stabilní inženýrsko-geologické poměry a významněji neohrožuje svojí stabilitou okolí, míra rizika je stanovena jako zanedbatelná.

OÚM ID0024 Šváby, Koštofal výrazně ovlivňuje okolí díky vysokým obsahům arzenu, olova a dalších těžkých kovů a toxických prvků v zeminách (těžební odpad). Vysoké koncentrace arzenu nebyly zjištěny pouze v tělese OÚM, ale i v jeho okolí včetně bezprostřední blízkosti obytné zástavby. Na OÚM prokazatelně dochází ke geochemickým procesům, které se projevují dlouhodobou mobilizací škodlivin (např. tvorbou kyselých výluhů). Vzhledem k tomu, že As a Pb patří k vysoce rizikovým prvkům, bylo by vhodné detailně poznat minerální fáze těchto prvků v těžebním odpadu a jeho zvětralinách. Proto je míra rizika u geochemického hodnocení a u hodnocení vlivů na lidské zdraví a ekosystémy stanovena jako vysoká.

OÚM významně ovlivňuje okolí a může tak negativně působit na lidské zdraví a ekosystémy. K překročení hodnoty 1,0 pro index rizika HI v případě hodnoceného OÚM dochází s výjimkou jedné pro všechny hodnocené expoziční cesty. To znamená, že bylo překročeno reálné riziko nekarinogenního účinku pro všechny hodnocené expoziční scénáře.

Průzkum OÚM v rámci aktualizace přinesl některé nové poznatky, které vyústily k přehodnocení míry rizika. Zejména nebyly potvrzeny extrémně vysoké obsahy arzenu indikované předchozím průzkumem, v důsledku čehož byla vypočtena nižší hodnota hazard indexu HI – pro nejhorší expoziční scénář z původního HI = 92,75 na aktualizovaný HI = 20,27. Přes provedenou korekci je míra rizika opuštěného úložného

místa ID0024 Šváby, Koštofál vysoká, proto je plně opodstatněné nadále vést toto OÚM v registru rizikových opuštěných úložných míst (RROÚM).

Aktualizací výsledků hodnocení rizik OÚM ID0024 byla snížena míra nejistot v hodnocení a nepřesnosti pramenící z extrémních hodnot, hodnocení OÚM ID0024 tak odpovídá dalším srovnatelným objektům tohoto typu v oblasti Kaňku.

11.2 Doporučení dalšího postupu

V této fázi není návrh sanačních opatření zpracován. Lokalitu je nutné dlouhodobě monitorovat a aktualizovat hodnocení rizika – především z hlediska stavu a vývoje koncentrací rizikových prvků (především As) v zeminách a podzemních vodách. Celý komplex pozůstatků důlní činnosti v oblasti městské části Kaňk bude zřejmě nezbytné vyhodnotit jako celek, protože jednotlivá OÚM není možno posuzovat odděleně bez širšího kontextu. Případný monitorovací systém či eliminační opatření pro snížení rizik tak může být navržen po souhrnném vyhodnocení kumulativních vlivů pozůstatků a vlivů těžební činnosti v oblasti Kaňku jako celku.

Při projektování případných sanačních opatření je třeba mít na mysli, že OÚM po historické těžbě nerostných surovin jsou cennou kulturně-technickou památkou.

V Praze dne 25.1.2015

Zpracoval: RNDr. Stanislav Fojtík

12 LITERATURA

- Bílek J. (1976): Báňskohistorický výzkum okolí kutnohorského revíru.- MS, archiv ČGS – Geofond, P25199
- Bílek J. (1985): Historický přehled dolování v Kutnohorském revíru. - In: Oraský, F. et al., Tisíc let kutnohorského dolování a mincování. Rudné Doly Příbram, závod Kutná Hora, 21 - 52.
- Bílek J. (2000a): Kutnohorské dolování 1: Grejfské žilné pásmo. Kuttna, Kutná Hora.
- Bílek J. (2000b): Kutnohorské dolování 2: Roveňské žilné pásmo. Kuttna, Kutná Hora.
- Bílek J. (2000c): Kutnohorské dolování 4: Hloušecké a Sipecké žilné pásmo. Kuttna, Kutná Hora.
- Bílek J. (2000d): Kutnohorské dolování 5: Staročeské žilné pásmo. Kuttna, Kutná Hora
- Bílek J. (2000e): Kutnohorské dolování 7: Oselské žilné pásmo. Kuttna, Kutná Hora.
- Bílek J. (2000f): 2000f: Kutnohorské dolování 8: Skalecké žilné pásmo. Kuttna, Kutná Hora.
- Broukal (1980): Libenice. Vyhodnocení sondážních prací a čerpací zkoušky. Agroprojekt, Praha. Archiv ČGS – Geofond P033198.
- Callender E. (2004) : Heavy metals in the environment – historical trends. – in Treatise on geochemistry, vol. 9, pp. 67 – 105, Elsevier
- Čížek J, et al., 2012: Provedení průzkumných a analytických prací na vybraných lokalitách a hodnocení rizikových úložišť těžebních odpadů, závěrečná zpráva o průzkumu OÚM ID0024 Šváby, Koštofál, Kutná Hora – Kaňk
- Demek J. et al. (1987): Zeměpisný lexikon ČSR – Hory a nížiny. Academia, Praha
- Grmela A. (1982): Hydrogeologie. Vyhodnocování a interpretace výsledků hydrodynamických zkoušek. Skripta VŠB. VŠB Ostrava.
- Hoffman V., Trdlička Z., Rezek K., Mikuš M. (1980): Mineralogicko-geochemický výzkum charakteru alterací v severní části kutnohorského rudního revíru.- MS, archiv ČGS – Geofond, P97197
- Homola V., Klír S. (1975): Hydrogeologie ČSSR. Díl III. Hydrogeologie ložisek nerostných surovin. Academia, Praha.
- Holub M. (1975): Geologická stavba a distribuce mineralizace v severní části kutnohorského revíru. Kandidátská disertační práce.- MS, archiv ČGS – Geofond, P25361
- Holub M. (2009): Odhad množství stříbra obsaženého v rudě vytěžené ze Staročeského pásma. In: Příspěvky k dějinám dolování

- stříbra, Kutnohorský - vlastivědný sborník 11/09, 30 – 56, Kutná Hora
- Holub M., Vodochodský L. (1977): Model zonálnosti primárních aureol polymetalických žil v severní části kutnohorského revíru.- MS, archiv ČGS – Geofond, P34286
- Homola V., Klír S. (1975): Hydrogeologie ČSSR. Díl III. Hydrogeologie ložisek nerostných surovin. Academia, Praha.
- Hrazdilová I.(1987): Závěrečná zpráva inženýrskogeologického průzkumu Kutná Hora –zvýšení odkaliště. Geoindustria, Praha. Archiv ČGS – Geofond P055007.
- Jetel J. (1982): Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrtech. ÚÚG Praha.
- Kodrová Z. (2009): Analýza rizik bývalého důlně-úpravárenského závodu Kaňk-Kutná Hora. Aquatest, Praha. Archiv ČGS – Geofond P128215
- Kolektiv (2003): Dějiny rudního a uranového hornictví v Čechách a na Moravě. ANAGRAM, Ostrava
- Kolektiv HMÚ (1961): Podnebí Československé socialistické republiky. Tabulky, atlas. Hydrometeorologický ústav, Praha.
- Kořan J. (1950): Dějiny dolování v rudním okrsku kutnohorském.- Geotechnica 11, Praha
- Kořan J. (1988): Sláva a pád starého českého rudního hornictví.- Hornická Příbram ve vědě a technice. Zvláštní tisk. Příbram
- Krahulcová Z., Hartlová D., Žalud L. (2002): Hodnocení prašnosti z plošných zdrojů – starých hald po dobývání a zpracování rud v oblasti Kutná Hora,- MS, KHS Středočeského kraje, archiv ČGS – Geofond, P101784
- Krásný J. et al.(1982): Odtok podzemní vody na území Československa. Český hydrometeorologický ústav, Praha.
- Krausová J. (1984): Závěrečná zpráva inženýrskogeologického průzkumu Kutná Hora – Kaňk; lokalita Kaňk.- MS, archiv ČGS – Geofond, P40018
- Kubát M. et al. (1995): Závěrečná likvidační zpráva ložiska Kutná Hora. Surovina: Zn, Pb, Ag rudy. Rudné doly Příbram. Archiv ČGS –Geofond FZ6620.
- Malec J. (1999): Komplexní zhodnocení starých hald po těžbě rud na kutnohorsku.- MS, Archiv ČGS – Geofond, P097359
- Malec J. (2002): Identifikace těžkých kovů v částicích prašných spadů v okolí Kutné Hory.- MS, Archiv ČGS – Geofond, P112195
- Malec J. (2003): Orientační zhodnocení kontaminace prostředí arsenem a těžkými kovy v okolí KUtné Hory.- MS, Archiv ČGS – Geofond, P112196

- Malec J., Kolomazník J. (1998): Podmínky migrace a srážení arsenu a těžkých kovů ve vodách vytékajících z opuštěných důlních děl v kutnohorském revíru a návazná rizika kontaminace. Ústav nerostných surovin-výzkum, Kutná Hora. Archiv ČGS – Geofond P095058.
- Machovská, J. (2006): Diplomová práce. Hydrogeologické poměry širšího okolí Kaňku u Kutné Hory. PřF UK Praha. Geofond P117124.
- Quitt E. (1971): Klimatické oblasti Československa. *Studia geographica* 16, ČSAV Brno.
- Rudnik R.L., Gao S. (2004) : Composition of the continental crust. - In *Treatise on geochemistry*, vol. 3, pp 1 – 67, Elsevier
- Stibitz V. (1970): Dílčí zpráva o hydrogeologickém průzkumu Staročeského pásma. *Geoindustria*, Praha. Archiv ČGS –Geofond P131754.
- Tolasz R. et al. (2007): Atlas podnebí Česka. ČHMÚ Praha.
- Tomlain J. (1965): Priestorové a časové rozloženie výparu z povrchu vody na území ČSSR.- *Geografický časopis*, ročník XVII, 3.
- Vránová O. (1964): Úplný hydrogeologický výzkum těžebních ložisek s ohledem na účinky agresivních vod a obsahy užitečných prvků. Ústav pro výzkum rud, Praha. Archiv ČGS –Geofond P017033
- Vránová O. (1965): Závěrečná zpráva-úplný hydrogeologický výzkum těžebních ložisek. Ústav pro výzkum rud, Praha Archiv ČGS –Geofond P017547
- Zýka V. (1976): Geochemie podzemních vod Kutnohorska. Doktorská disertační práce,- MS, Archiv ČGS – Geofond, P25486