



Staré Ransko - Analýza rizik ohrožení povrchových a podzemních vod těžkými kovy

Závěrečná zpráva Textová část

IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**Zakázka: Staré Ransko - Analýza rizik ohrožení povrchových a podzemních vod těžkými kovy**

Číslo smlouvy:	24115 1139
Objednatel:	Městys Krucemburk
Sídlo:	Nám. Jana Zrzavého 13, 582 66 Krucemburk
Zhotovitel:	AECOM CZ s.r.o.
Sídlo:	Trojská 92, Praha 7, 171 00
Zástupci zhotovitele:	RNDr. Vladimír Kinkor, jednatel Mgr. Pavel Kořínek, řešitel projektu
Stupeň dokumentace:	Závěrečná zpráva – o geologicko-průzkumných pracích

Úvod

Na základě objednávky Městysu Krucemburk zpracovala společnost AECOM CZ s. r. o. geologický průzkum a Analýzu rizik (AR) ohrožení podzemní a povrchové vody těžkými kovy na lokalitě Staré Ransko.

Předmětem průzkumných prací a posouzení rizik je okolí města Staré Ransko, kde v minulosti probíhala hornická činnost zaměřená hlavně na vyhledávání a těžbu rud (Fe-Ni-Co-Cu). V rámci předchozích průzkumů (říjen 2012) zde byly zjištěny nadlimitní koncentrace arsenu, kobaltu a železa v sedimentu, arsenu v povrchových vodách a niklu a arsenu v podzemních vodách. Cílem současných geologicko průzkumných prací je komplexně posoudit míru znečištění těchto složek životního prostředí. Pozornost je zaměřena na posouzení míry akumulace těžkých kovů v dnovém sedimentu místních vodotečí (zejm. Doubrava, Ranský potok a Borovský potok). V rámci analytických prací je sledováno v jaké chemické formě se těžké kovy v sedimentu vyskytují. Navazující geochemické modelování hodnotí potenciál uvolňování toxických kovů při změnách vnějších podmínek (zejm. pH a Eh). Identifikované znečištění je dáno do souvislosti platnou legislativou a dále hodnoceno z pohledu možného ohrožení zdraví potenciálně exponovaných osob a potencionálních negativních dopadů na místní chráněné ekosystémy (NPR/EVL Ransko a PR/EVL Řeka – Štíří důl) vázané na koryta zdejších vodotečí.

Provedené průzkumné práce byly realizovány dle schváleného realizačního projektu. v souladu s požadavky metodického pokynu MŽP Analýza rizik kontaminovaného území (březen 2011), metodického pokynu MŽP č. 13 pro průzkum kontaminovaného území, MP č. 14 - Hodnocení a kategorizace priorit pro odstraňování starých ekologických zátěží, resp. kontaminovaných míst a MP k plnění databáze SEKM - Systém evidence kontaminovaných míst včetně hodnocení priorit (březen 2011).

1 Údaje o území

1.1 Všeobecné údaje o území

1.1.1 Geografické vymezení území

Zájmové území se ze správního hlediska nachází v:

kraj:	Vysočina (CZ 063)
okres:	Havlíčkův Brod (CZ 0631)
obec s rozšířenou působností:	Chotěboř 61041
obec s pověřeným obecním úřadem:	Chotěboř
stavební úřad:	Chotěboř
obec:	Krucemburk
katastrální území:	Staré Ransko

Zájmovou oblastí je okolí městyse Krucemburk a místní části Staré Ransko spojené s důsledky hornické činnosti (historická těžba železné rudy, těžba Cu-Ni-Co rud). Městys Krucemburk se rozkládá podél komunikace I. třídy číslo 37 dva kilometry od Ždírcce nad Doubravou směrem na Žďár nad Sázavou. Místní část Staré Ransko se nachází 1,5 km jihozápadně od centra městyse. Městys leží v okrese Havlíčkův Brod, kraj Vysočina.

Řešené území se rozkládá jižně od zástavby Starého Ranska a rybníku Řeka. Z východní strany je ohraničeno řekou Doubravou a místní částí Hluboká. Jižní hranici tvoří severní svah Synkova kopce a Borovský potok, západní hranici potom Ranský potok. Ve vymezeném území se nacházejí stará důlní díla Staré Ransko, Staré Ransko – U Obrázku, jáma Tereza, Josef, Řeka a další šachty.

Poloha průzkumného území je patrná z mapové přílohy (*Příloha 1*).

1.1.2 Stávající a plánované využití území

1.1.2.1 Historie zájmového území

Dolování rud v ranském masívu má dlouhou tradici. První zmínky v literatuře o založení hamru na zpracování železa v katastru obce Ransko pocházejí z roku 1393 a od roku 1470 je uváděn majitel hamru - mistr Jakub. Dále jsou vedeni ostatní majitelé hamru až do konce 16. století. Železnou rudu nejspíše využívali z místních zdrojů.

V roce 1623 zakoupil polenské panství, ke kterému náležela i obec Ransko, rod Dietrichštejnů. Na základě zjištěných výskytů železné rudy u Ranska nechal Ferdinand, kníže z Dietrichštejna, roku 1669 postavit první vysokou pec na železnou rudu. Stála pod hrází Ranského rybníka, dříve zvaného Dlouhý.

Železná ruda se těžila z několika šachet u tzv. Ranské hory. Horníci těžili rudu do zásoby, když pracovali sezónně, převážně v jarních a podzimních měsících. Výše těžby není udávána, vysoká pec produkovala denně jednu "houšku" železa o hmotnosti 250–300 kg.

V období let 1756–1760 byl provoz této pece zastaven, zřejmě v důsledku nedostatku dřeva, z něhož se páliło pro pec a výhně dřevěné uhlí. Následovalo zastavení hornické činnosti u obce Ransko na více jak 40 let.

Obnovení hornické činnosti si začátkem 19. století vynutil rozmach průmyslu, vyžadující železo k výrobě strojů. Dietrichštejnové se rozhodli znovu otevřít opuštěné doly na železnou rudu a provést jejich průzkum z hlediska výskytu ložisek železných rud v širší oblasti Ranska.

Výsledky výzkumu byly nad očekávání dobré. Byla zjištěna nová velká ložiska železných rud především v centrální části staroranského bazického masívu.

Tím byl dán v roce 1811 podnět ke stavbě vysoké pece a v roce 1813 k vybudování výhně, kovárný a kuplovný. S rozmachem těžby železných rud byly v letech 1837 a 1847

postaveny další dvě vysoké pece, v roce 1820 další výheň, kuplovna a v roce 1822 soustružnické dílny.

Železná ruda, limonit a hematit, s obsahu Fe 20–30 %, se těžila ze tří dolů a jedenácti povrchových nalezišť. Mezi nejznámější patřily doly Ranský (založen 1810), Gabriel (založen 1822) a lomy Staro a Novoborovské (1814–1884), Josef (1822–1872), Prokop (1824–1860) a Mikuláš (1838–1883). V druhé polovině 19. století nad rybníkem Řeka byl otevřen důl Alfréd. Ruda se do hutí dovážela také z nedalekého Krucemburka (dnes Křížové), z dolu Václav (1820–1849).

Lomy a doly byly odvodňovány štolami. K ražení štol, pokud postupovaly neztvářalým horninovým masívem, se používalo starého způsobu "sázení ohněm". Nejdelší štola byla vyražena v délce 1008 m a odvodňovala Staro a Novoborovské lomy až do údolí Doubravy.

Výše těžby kolísala v průběhu let. Na počátku těžby v roce 1810 jsou údaje o 200-250 t vytěžené rudy. Postupně těžba rudy narůstala a to až do roku 1848, kdy bylo dosaženo maxima. V souhrnu bylo ze všech ložisek vytěženo v tomto roce přibližně 9500 t rudy. Za dobu rozkvětu těžby lze považovat období mezi roky 1842–1853, kdy se ročně těžilo více než 5 000 t rudy. Od roku 1854 nastal v oblasti Starého Ranska postupný pokles těžby. Těžba byla ukončena v druhé polovině roku 1885. K 9. 9. 1886 je uváděn konec prací ve staroranských železárnách.

V polovině 19. století zaměstnávaly železárny 1150 pracovníků, z toho 120 horníků, 200 dělníků na dobývání rašeliny, 400 vozků a nakladačů, 240 dělníků u vysokých pecí, v kuplovnách a dílnách, dalších 170 zaměstnanců pracovalo v pomocných profesích - tesaři truhláři, zedníci, sedláři atd., v administrativě pracovalo 20 lidí.

Podle množství výroby v době rozkvětu těžby se železárny ve Starém Ransku spolu se svým pobočným závodem v Polničce řadily na třetí místo mezi železárnami v Čechách a na Moravě.

V roce 1885 nastalo v hornické činnosti v širší oblasti Starého Ranska delší období klidu. Teprve v období 2. světové války se soustředila pozornost na možné nové výskyty ložisek železných rud v ranském bazickém masivu. Výsledky průzkumu se nedochovaly.

1.1.2.2 Stávající a plánované využití zájmového území

V zájmové lokalitě Staré Ransko mimo zastavěnou oblast se jedná o území vedeném v územním plánu jako plochy lesní, s obslužnými lesními komunikacemi a dále plochy přírodní - lesní a plochy přírodní - vodní, jejichž součástí jsou národní přírodní rezervace Ransko a přírodní rezervace Jezírka. V okolí rybníka Řeka jsou roztroušeny plochy pro individuální (rodinnou) rekreaci. Nepředpokládá se změna využití území.

Zástavba Starého Ranska je tvořena převážně samostatně stojícími rodinnými domy se zahradami, v severní části obce při komunikaci do Nového Ranska výrobním areálem. Objekty jsou zásobeny pitnou vodou z veřejného vodovodu. U některých objektů se nachází studny, které mohou být využívány k zásobování objektů vodou pro pitné a užitkové účely.

Zástavba Krucemburku je městského charakteru s převahou rodinných domů se zahradami, plochy pro průmysl se nacházejí v jižní a západní části městyse. Objekty v Krucemburku jsou převážně zásobeny pitnou vodou z veřejného vodovodu, u některých se však nacházejí studny.

V okolí rybníka Řeka se nachází chatová osada. Zásobení vodou některých objektů probíhá z pramenů v okolí.

Výstavbu rodinných domů v místní části územní plán předpokládá v západní části obce, do lesních porostů nebude zasahovat.

1.1.2.3 Ochrana vodních zdrojů hromadného zásobování

V rámci zájmového území nejsou oficiálně stanovená žádná ochranná pásma vodních zdrojů (OPVZ) ani pásma hygienické ochrany vodních zdrojů (PHO).

Nejbližší takovéto pásmo se nachází zhruba 5,5 km východně od středu posuzované oblasti (Starý Babylon) v k.ú. Vojnův Městec a 6,5 km severně od středu posuzované oblasti v k. ú. Krucemburk.

1.1.2.4 Ochrana přírody a krajiny

Zájmové území spadá dle NV č. 72/2003 Sb. do povodí lososových vod s názvem Doubrava horní.

V zájmovém území je stanoveno chráněné ložiskové území Staré Ransko.

Zájmové území spadá do CHKO Žďárské vrchy. Centrální část zájmového území leží v I. zóně tohoto velkoplošně chráněného území. Ostatní části území spadají do II. zóny ochrany.

1.1.2.4.1 NPR Ransko / EVL Ransko

Okolí nejvyššího bodu oblasti Ranský Babylon ležícího zhruba v centrální části průzkumného území je vedeno jako národní přírodní rezervace **NPR Ransko** (695 ha) a evropsky významná lokalita **EVL Ransko** (263 Ha). Předmětem ochrany je rozsáhlý komplex rozmanitých lesních ekosystémů ranského masivu s autochtonními populacemi lesních dřevin a výskytem řady chráněných a ohrožených druhů rostlin a živočichů. Jedná se zejména o následující chráněné zástupce flóry a fauny:

KVĚTENA: Pestré mozaice stanovištních podmínek rozsáhlé rezervace odpovídá i bohatá škála zachovaných přírodních společenstev. Na skalnatých peridotitových výchozech Ranského Babylonu jsou vytvořena společenstva hadcových borů svazu *Dicrano-Pinion sylvestris* s borovicí lesní (*Pinus sylvestris*), ojedinělým výskytem sleziníku hadcového (*Asplenium cuneifolium*) a chrastavce rolního hadcového (*Knaulia arvensis* subsp. *serpentinicola*). Na hřbetech s chudšími kamenitými půdami jsou zachovány fragmenty společenstev blízkých bikovým bučinám svazu *Luzulo-Fagion sylvaticae*, přecházející níže na svazích a na bohatším gabrovém podloží v květnaté bučiny asociací *Dentario enneaphylli-Fagetum sylvaticae* a *Festuco altissimae-Fagetum sylvaticae*. V těchto společenstvech je hlavním edifikátorem buk lesní (*Fagus sylvatica*). Na vlhčích stanovištích jsou ojediněle zastoupeny fragmenty jedlin asociace *Galio rotundifolii-Abietetum albae* se svízelem okrouhlolistým (*Galium rotundifolium*). Jedle bělokora (*Abies alba*) se však již v dřevinné skladbě vyskytuje jen v příměsí. Na podmáčených a oglejených typech chudších stanovišť se nachází porosty s převahou smrku ztepilého (*Picea abies*). Na bohatších zamokřených stanovištích jsou ve výjimečném rozsahu zachovány prameništní a potoční jasanové olšiny asociace *Carici remotae-Fraxinetum excelsioris* s olší lepkavou (*Alnus glutinosa*) a jasanem ztepilým (*Fraxinus excelsior*), hostící nejbohatší populace bledule jamní (*Leucojum vernum*) na Českomoravské vrchovině. Dále zde rostou mj. řeřišinice trojlístá (*Cardamine trifolia*), oměj pestrý (*Aconitum variegatum*), lilie zlatohlávek (*Lilium martagon*), lýkovec jedovatý (*Daphne mezereum*), prvosenka vyšší (*Primula elatior*), kyčelnice devítilístá (*Dentaria enneaphyllos*), zeměžluč okolíkatá (*Centaureum erythraea*), čarovník alpský (*Circaea alpina*), č. prostředí (*C. x intermedia*), ostřice převislá (*Carex pendula*), prstnatec Fuchsův (*Dactylorhiza fuchsii*), vemeník zelenavý (*Platanthera chlorantha*), třezalka rozprostřená (*Hypericum humifusum*), ptačinec dlouholistý (*Stellaria longifolia*), růže převislá (*Rosa pendulina*), česnek medvědí (*Allium ursinum*), barvínek menší (*Vinca minor*) a v roce 1990 zde byla nalezena i korállice trojklaná (*Corallorhiza trifida*).

ZVÍŘENA: Území obývají četní střevlíci, mj. *Carabus auronitens*, *C. coriaceus*, *C. cancellatus*, *C. convexus*, *C. linnei*, *Abax carinatus* a pavouci *Agyneta cauta*, *Gonatium corallipes*, *Maro minutus*, *Notioscopus sarcinatus*, *Walckenaeria kochi* aj. Vlhčí stanoviště jsou biotopem obojživelníků a hostí stabilní populace čolka horského (*Triturus alpestris*), skokana hnědého (*Rana temporaria*), ropuchy obecné (*Bufo bufo*) a rosničky zelené (*Hyla arborea*). Nejčtenějším plazem je ještěrka živorodá (*Zootoca vivipara*), dále se vyskytuje slepýš křehký (*Anguis fragilis*) a řídčeji zmije obecná (*Vipera berus*). Bohatá je avifauna území. Hnízdí zde mj. ještěrba lesní (*Accipiter gentilis*), sluka lesní (*Scolopax rusticola*), kulíšek nejmenší (*Glaucidium passerinum*), sýc rousný (*Aegolius funereus*), datel černý (*Dryocopus martius*), holub doupňák (*Columba oenas*), ořešník kropenatý (*Nucifraga caryocatactes*), lejsek malý (*Ficedula parva*), pěvuška modrá (*Prunella modularis*), krkavec velký (*Corvus corax*), občas i čáp černý (*Ciconia nigra*). Žijí zde mj. rejsek obecný (*Sorex araneus*), r. malý (*S. minutus*), rejsek černý (*Neomys anomalus*), hraboš mokřadní (*Microtus agrestis*), lasice hranostaj (*Mustela erminea*), kuna lesní (*Martes martes*) a jezevec lesní (*Meles meles*). V rozsáhlém lesním komplexu je stálá populace jelení zvěře (*Cervus elaphus*) a ojediněle se zatoulá rys ostrovid (*Lynx lynx*).

1.1.2.4.2 PR Ranská jezírka

Jižně od Ranského Babylonu je stanovena přírodní rezervace **PR Ranská jezírka** (Rozloha 27 ha). Předmětem ochrany jsou zavodněné plochy po dřívější těžbě rud, kde

přirozenou sukcesí vznikla mokřadní společenstva s výskytem chráněných a ohrožených druhů rostlin a živočichů. Jedná se zejména o následující chráněné zástupce flóry a fauny:

KVĚTENA: Ve skladbě lesního porostu typů vlhké smrkové bučiny devětsilové, kyselé smrkové jedliny a hadcového boru naprosto převládá smrk ztepilý (*Picea abies*), dosahující místy značných dimenzí. Vtroušeny jsou zde buk lesní (*Fagus sylvatica*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), bříza bělokora (*Betula pendula*), ojediněle i jedle bělokora (*Abies alba*) a na okrajích jezírek olše lepkavá (*Alnus glutinosa*). Ve vodních a mokřadních společenstvech sekundárně sukcesně zarůstajících okrajů jezírek roste mj. rdest alpský (*Potamogeton alpinus*), bublinka menší (*Utricularia minor*), zevar nejmenší (*Sparganium natans*), leknín bělostný (*Nymphaea candida*), rosnatka okrouhlostlá (*Drosera rotundifolia*), zábělník bahenní (*Comarum palustre*), tolije bahenní (*Parnassia palustris*), ostřice dvoumužná (*Carex diandra*), prstnatec Fuchsův (*Dactylorhiza fuchsii*) a kozlík dvoudomý (*Valeriana dioica*). V lesním podrostu na svazích dřívějších hald roste vranec jedlový (*Huperzia selago*), čarovník prostřední (*Circaea x intermedia*), růže převislá (*Rosa pendulina*), lýkovec jedovatý (*Daphne mezereum*), hruštička menší (*Pyrola minor*) aj.

ZVÍŘENA: V epigeonu žijí mj. střevlci *Carabus coricaeus*, *C. cancellatus* a *C. convexus*. Vodní plochy slouží k rozmnožování čolka horského (*Triturus alpestris*), skokana hnědého (*Rana temporaria*) a ropuchy obecné (*Bufo bufo*). V okolí jezírek je běžná ještěrka živorodá (*Zootoca vivipara*), méně častý slepýš křehký (*Anguis fragilis*) a řídce se vyskytuje i užovka obojková (*Natrix natrix*). Bohatá je avifauna území. Hnízdí zde mj. sluka lesní (*Scolopax rusticola*), kulíšek nejmenší (*Glaucidium passerinum*), sýc rousný (*Aegolius funereus*), datel černý (*Dryocopus martius*), holub doupňák (*Columba oenas*), lelek lesní (*Caprimulgus europaeus*), lejsek malý (*Ficedula parva*) a za potravou sem často zalétá čáp černý (*Ciconia nigra*).

1.1.2.4.3 PR Řeka / EVL Řeka – Štíří důl

V západní části přilehá k posuzovanému území přírodní rezervace **PR Řeka** (rozloha 16 ha). Jedná se o Rozsáhlý komplex slatinných luk a ostřicových mokřadů nad rybníkem, doprovázený dřevinnými porosty, vyniká bohatým výskytem řady chráněných a ohrožených druhů organismů. Toto chráněné území má stanovené širší ochranné pásmo (OP) Řeka (29,5 ha). Jedná se zejména o následující chráněné zástupce flóry a fauny:

KVĚTENA: Je zde zachován v CHKO ojedinělý komplex slatinných lučních společenstev asociací *Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae*, *Caricetum diandrae*, *C. appropinquatae* a *Campylio stellati-Trichophoretum alpini*. Na ně navazují vlhkomilná společenstva stojící na pomezí svazu *Calthion palustris* a *Molinion caeruleae*. Rybník Řeka je lemován porosty vysokých ostřic svazu *Magno-Caricion gracilis*. Kolem meandrujícího toku Doubravy jsou vytvořeny břehové porosty, přecházející v roztroušené dřevinné nálety, inklinující ke svazu *Salicion cinereae*. Rostou zde mj. ostřice dvoudomá (*Carex dioica*), o. dvoumužná (*C. diandra*), o. přibuzná (*C. appropinquata*), o. Hartmanova (*C. hartmanii*), o. Davalova (*C. davalliana*), rosnatka okrouhlostlá (*Drosera rotundifolia*), suchopýrek alpský (*Trichophorum alpinum*), bahnička chudokvětá (*Eleocharis quinqueflora*), baňička bahenní (*Triglochin palustris*), vachta trojlístá (*Menyanthes trifoliata*), prstnatec májový (*Dactylorhiza majalis*), zábělník bahenní (*Comarum palustre*), tolije bahenní (*Parnassia palustris*), všivec lesní (*Pedicularis sylvatica*), v. bahenní (*P. palustris*), bublinka jižní (*Utricularia australis*), vrba rozmarýnolistá (*Salix rosmarinifolia*), škarda měkká čertkusolistá (*Crepis mollis* subsp. *succisifolia*), žlutucha orlíčkolistá (*Thalictrum aquilegifolium*) a kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*).

ZVÍŘENA: Území hostí početné populace obojživelníků. Rozmnožují se v něm čolek horský (*Triturus alpestris*), skokan hnědý (*Rana temporaria*), s. ostronosý (*R. arvalis*), s. zelený (*R. kl. esculenta*), s. krátkonohý (*R. lessonae*), ropucha obecná (*Bufo bufo*) a rosnička obecná (*Hyla arborea*). Z plazů zde žije ještěrka živorodá (*Zootoca vivipara*), zmije obecná (*Vipera berus*) a užovka obojková (*Natrix natrix*). Na loukách hnízdí mj. bekasina (*Gallinago gallinago*), hýl rudý (*Sarpedacus erythrinus*), tuhýk obecný (*Lanius collurio*), bramborníček hnědý (*Saxicola rubetra*), linduška luční (*Anthus pratensis*), cvrčilka zelená (*Locustella naevia*) a řada dalších druhů ptáků. Za potravou často zaletují moták pochop (*Circus aeruginosus*), čáp bílý (*Ciconia ciconia*) i č. černý (*C. nigra*) a pravidelně zde loví hmyz netopýři, nejčastěji netopýř vodní (*Myotis daubentonii*).

1.1.3 Základní charakterizace obydlivosti území

Městys Krucemburk se nachází v Kraji Vysočina, okres Havlíčkův Brod. V letech 1949 až 1993 byla obec nazývána Křížová. V Krucemburku a přilehlých místních částech bylo k datu 31. 12. 2011 evidováno 1656 obyvatel, z toho v produktivním věku 759 obyvatel. Průměrný věk obyvatel městyse činí 37,5 let. Krucemburk má dvě místní části: Staré Ransko a Hlubokou.

Zásobování obyvatel pitnou vodou

Místní část Staré Ransko (545 - 578 m. n. m.) je zásobena pitnou vodou z veřejného vodovodu, napojeného na rozvodnou síť obce Krucemburk. Ta je zásobována z původního VDJ Krucemburk 145 m³ (597,18 / 600,18 m. n. m.) Provozovatelem místního vodovodu je obec.

Místní část Hluboká (560 - 606 m. n. m.) má vybudovaný veřejný vodovod, zásobený pitnou vodou gravitačně z VDJ Hluboká 50 m³. Zdrojem pitné vody jsou dvě místní studny, z

nichž je voda čerpána do zemního vodojemu. Vlastníkem místního vodovodu je obec, provozovatelem je VaK Havlíčkův Brod, a.s.

Krucemburk (553 - 608 m. n. m.) má vybudovaný veřejný vodovod, rozdělený do dvou tlakových pásem. Nižší tlakové pásmo je zásobováno z původního VDJ Krucemburk 145 m³ (600,18 / 597,18 m. n. m.), který je zásobován z prameniště „Kožíškova louka“ (vydatnost cca 1 l/s). Tento vodojem je kromě toho ještě propojen s novým vodojemem, VDJ Krucemburk - Nový 2 x 250 m³ (619,79 / 614,62 m n. m.), který zásobuje vyšší tlakové pásmo. Je napojen na novější vodní zdroje na severním břehu rybníka Řeka (vydatnost 6 - 8 l/s) a současně na přivaděč z ÚV Hamry do vodojemů Homole.

1.1.4 Majetkoprávní vztahy

Většina z rozlohy průzkumného území se nachází v rámci k. ú. Staré Ransko, Ždírec nad Doubravou, Radostín u Vojnova Městce, Havlíčkova Borová a Krucemburk. Vzhledem ke značnému rozsahu posuzované oblasti je také výčet pozemků průzkumem, případně potencionálním šířením znečištění dotčených velmi rozsáhlý (několik set parcelních čísel). Z tohoto důvodu není v přílohové části uveden kompletní seznam parcelních čísel a vlastníků, ale pouze zkrácený seznam pozemků dotčených zbudováním průzkumných děl. V příloze (*Příloha 6*) jsou výřezy z katastrálních map, do kterých jsou zaneseny průzkumné hydrogeologické vrty (HVR a HJR). Dále jsou zde uvedeny ke každému dotčenému pozemku podrobné specifikace jako číslo LV, seznam vlastníků, výměra pozemku, typ parcely, druh pozemku, atd.

1.2 Přírodní poměry

1.2.1 Geomorfologické a klimatické poměry

1.2.1.1 Geomorfologické poměry

Dle geomorfologického členění (Demek a kol., 1987) leží lokalita v severní části geomorfologickém okrsku Henzličská vrchovina. Území je součástí podcelku Bítešská vrchovina, která je součástí celku Křižanovská vrchovina, podsoustavy Českomoravská vrchovina, soustavy Česko-moravské a jednotky prvního řádu provincie České vysočiny. Vrchovinný charakter zájmového území přechází ve sníženinu Dářské brázdy a výběžek Přibyslavské pahorkatiny. Ve střední části ranského masivu se nacházejí kryoplanáčně modelované sruby Ranského Babylonu. Od tohoto spadají táhlé svahy, převážně jižně exponované, do údolí Doubravy. Na svazích jsou místy vytvořeny drobné skalní výchozy a rozplečené balvanité pokryvy, přecházející do plochých terénních sníženin, pomáčených četnými vrstevními a suťovými prameny do levostranných přítoků Doubravy. Terén zájmové oblasti se nachází v nadmořské výšce 540 až 673 m, nejvyšším bodem oblasti je Ranský Babylon s výškou 673,2 m n.m.

1.2.1.2 Klimatické poměry

Zájmovým zemím probíhá hranice dvou klimatických oblastí. Severní část zájmového území je dle Quitta (1971) součástí mírně teplé oblasti MT3. Průměrná červencová teplota dosahuje 16–17°C, průměrná lednová teplota je –3 až –4°C. Po období 120–140 dní v roce se průměrná denní teplota vyskytuje nad hodnotou 10°C, 130–160 dní je teplota pod bodem mrazu. Sněhová pokrývka se v průměru drží na zemském povrchu po dobu 60–100 dní v roce. Úhrn srážek dosahuje hodnoty 600–750 mm/rok, přičemž většina srážek spadne ve vegetačním období (350–450 mm), v zimním období spadne v průměru 250–300 mm.

Jižní část zájmového území leží v klimatické oblasti chladné CH7. Průměrná červencová teplota v tomto regionu dosahuje 15–16°C, průměrná lednová teplota je –3 až –4°C. Po období 120–140 dní v roce se průměrná denní teplota vyskytuje nad hodnotou 10°C, 140–160 dní je teplota pod bodem mrazu. Sněhová pokrývka se v průměru drží na zemském povrchu po dobu 100–120 dní v roce. Úhrn srážek dosahuje hodnoty 850–1000 mm/rok, přičemž většina srážek spadne ve vegetačním období (500–600 mm), v zimním období spadne v průměru 350–400 mm.

1.2.2 Geologické poměry

Z regionálně geologického hlediska spadá zájmové území do ranského masivu střežedočeské oblasti. Jedná se o komplex bazických a ultrabazických hornin, jež leží v jižní části železnohorského plutonu (Vachtl, 1979), kde tvoří tzv. ranskou kru. Jedná se o intruzivní těleso přibližně kruhovitěho tvaru o velikosti cca 10 km² a dosahující hloubek až 5 km (Vávra, Štelcl, 2012). V minulosti zde docházelo k těžbě Fe-Co-Ni-rud. Ranský (gabro-peridotový) masiv se nachází na rozhraní Moldanubika, kutnohorského-svrateckého krystalinika (ohebské krystalinikum) a střežedočeské oblasti, přičemž na východě až severovýchodě leží na krystalinických horninách sedimenty křídly dlouhá mez. Stáří ranského masivu je kadomské. V rámci masivu lze vyčlenit několik horninových těles (dle Vávra, Štelcl, 2012):

1. severní ultrabazické těleso
2. severní gabrové těleso
3. centrální ultrabazické těleso

4. jižní gabrové těleso
5. jižní ultrabazické těleso.

Na stavbě uvedených masivů se podílejí ultrabazické olivinické horniny, tj. především dunity, peridotity, troktolity a olivinická gabra, a dále pak gabroidní horniny, jako jsou gabra, amfibolová gabra a gabrodiority. V ranském masivu jsou dále v menší míře zastoupeny granodiority, aplity, pegmatity a mikrogranity.

Železné rudy se zde těžily důlním způsobem od 60. let minulého století, přičemž těžba byla ukončena v roce 1989. Historická těžba zde probíhala již v 19. století, kdy docházelo k těžbě druhotných železitých rud při povrchu. Předmětem těžby bylo jednak Ni-Cu zrudnění vázané na ssv. – jjz. zónu v délce cca 3 km (ložisko Řeka). Nejvýznamnější však byla těžba Cu-Zn rudního ložiska „Obrázek“ v jižním peridotovém tělese. Rudní těleso mělo rozměr 300 x 150 m s maximální mocností 72 m.

V zájmové oblasti dochází ke křížení významných zlomových struktur, přibyslavské zlomové zóny (ssv. – jjz.), hlinské zóny (sv. – jz.) a pokračování železnohorského zlomu (sz. – jv.).

Pokryv skalních hornin je na masivu tvořen deluviálními jílovito-hlinitými až jílovitými sedimenty, jež mají mocnost v řádu prvních jednotek metrů. Vyšší akumulace lze očekávat zejména při úpatích svahů, v údolních nivách vodních toků, kde se mísí se sedimenty fluviálními. Po důlní činnosti jsou v oblasti též zastoupeny navážky, haldy či výsypky hlušiny aj.

1.2.3 Hydrogeologické poměry

Z hydrogeologického hlediska řadíme zájmové území do hydrogeologického rajónu 6531 (Kutnohorské krystalinikum).

Oběh podzemní vody je v oblasti soustředěn ve svrchní zóně zvětrání a přípovrchového rozpojení hornin (společně se zvodněním kvartérních sedimentů), a dále pak v hlubších puklinových zónách skalních hornin. Propustnost hornin směrem do hloubky vyznívá. Propustnost zvětralinového pláště a kvartéru je průlinová, propustnost krystalinických hornin je výrazně puklinová. Jednotlivá zvodnění spolu ve větší či menší míře komunikují, a proto kolektor chápeme jako spojitý, tj. jednokolektorový zvodnělý systém regionálního charakteru (hydrogeologický masív) s volnou hladinou. Výrazným zásahem do přirozeného oběhu podzemních vod na lokalitě byla samotná důlní činnost.

Infiltrační plochou je většinou celá plocha rajónu. K odvodnění kolektoru dochází prostřednictvím vodních toků, přičemž podzemní vody z lokality mohou též tvořit infiltrační čelo křídy dlouhá mez.

Transmisivita kolektoru je vesměs nízká v řádu $<1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, mineralizace odpovídá $<0,3 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$, chemický typ pozemních vod Ca-Mg-HCO₃-SO₄. V místech vyšších akumulací fluviálních sedimentů podél místních vodotečí se vytváří mělké zvodnění kvartérních uloženin, které přechází do zvětralinového pláště podložních hornin. Hladina podzemní vody se většinou pohybuje mělce pod úrovní terénu, v závislosti na pozici v terénu.

Obdobnou charakteristiku hydrogeologických podmínek lze očekávat u okolních geologických struktur, vyjma křídy dlouhá mez. Zde je podzemní voda vázána na bazální souvrství v klastikách cenomanu.

1.2.4 Hydrologické poměry

Severozápadní část zájmového území je odvodňována Ranským potokem, číslo hydrologického pořadí 1-09-01-026 (0–5 ř. km, plocha dílčího povodí je 8,535 km²). Jihovýchodní část zájmového území je odvodňována Doubravou, číslo hydrologického pořadí 1-03-05-001/0 (78–88 ř. km, plocha dílčího povodí je 22,606 km²). Území spadá pod

povodí III. řádu Doubrava a oblast povodí Horního a středního Labe. Hydrologický režim je významně ovlivněn přítomností soustavy rybníků Řeka – Ranský rybník – Pobočný rybník.

1.2.5 Geochemické a hydrochemické údaje o lokalitě

Na geochemické poměry lokality a její okolí má zásadní vliv přítomnost ultrabazických hornin Ranského masívu. V důsledku erozivních procesů se zvětralinové produkty gabro-peridotitového tělesa odrážejí jak v zeminách kvartérního pokryvu zejména deluviální a aluviální geneze, tak v sedimentech fluviálních teras i dnových uloženin v korytech toků. Ve všech těchto typech sedimentů je možné sledovat v různé míře zvýšené obsahy prvků typických pro ultrabazika Ranského masívu. Z rizikových prvků, sledovaných tímto průzkumem, dochází v důsledku zvětrávání sulfidických minerálů k obohacení zemin, podzemních i povrchových vod zejména o kovy Ni, Cu, Zn, Co a Fe. Jednotnou míru přírodního pozadí platnou pro řešenou lokalitu nelze v tomto případě díky pestrosti a složitosti ranského masívu určit. Ze starších průzkumů zaměřených na kvalitativní popis těžných rud se průměrná kovatost těžné rudy pohybovala mezi 20-30 % Fe, 3,17 % Zn a 0,7 % Cu, což odpovídá až 7 000 mg/kg Cu, 31 700 mg/kg Zn a až 300 000 mg/kg Fe v sušině. V menším měřítku se při zvětrávání sulfidických minerálů do prostředí uvolňují i ostatní toxické kovy Cd, Pb, As a Cr.

Přítomnost ultrabazických hornin se odráží také v charakteru podzemních vod, u nichž převládá chemický typ Ca-Mg-HCO₃-SO₄. Mineralizace odpovídá < 0,3 g.l⁻¹.

Povrchové vody jsou slabě mineralizované, s celkovým obsahem hlavních kationů 140 – 380 mg/l Dominantními kationy jsou převážně Ca a Mg, z anionů převažují HCO₃⁻ a SO₄²⁻.

2 Průzkumné práce

2.1 Dosavadní prozkoumanost

2.1.1 Základní výsledky dřívějších průzkumných a sanačních prací na lokalitě

Oblast Starého Ranska byla v minulosti podrobně zkoumána v rámci ložiskových průzkumů. Postup průzkumných prací je uveden kapitole č. 6 Historie hornické činnosti. Výsledky průzkumných prací v rámci ložiskového průzkumu byly průběžně uváděny v závěrečných zprávách, které jsou k dohledání v archivu České geologické služby.

V oblasti ranského masivu došlo v roce 1957 k zahájení průzkumných prací na zjištění nových ložisek železných rud. Průzkum prováděla organizace Českomoravský rudný průzkum. Vyhlobila několik šachtic v sousedství Borovských dolů a asi 20 mělkých vrtů, ověřujících ložiskové výskyty Fe rud pod křídovými sedimenty západně od rybníka Doubravník. Výsledky průzkumu, který byl ukončen v roce 1959, ukázaly na možnost výskytu rozměrově nevelkých pánviček železných rud. Jejich těžba by byla z ekonomického hlediska značně ztrátová.

O ložiscích barevných kovů ve Starém Ransku nebylo do roku 1958 nic známo. První zmínky v literatuře o výskytu sulfidických minerálů v bazikách ranského masivu jsou uváděny J.Krejčím a R.Holmbackerem v roce 1891. Podrobněji se o těchto výskytech sulfidů zmiňuje J.Weiss, který provedl v letech 1957–1958 podrobnější geologické mapování ranského bazického masivu. Podnět k zahájení průzkumných prací na Ni-Cu-Co rudy vyšel od J.Janečky, když v místě ložiska Jezírka objevil bohatěji zrudněné bazické horniny.

V roce 1958 bylo na ložisku Jezírka odvrtno prvních 5 povrchových vrtů, z nich 3 s pozitivním výsledkem. V roce 1959 byly na průzkum tohoto ložiska nasazeny 3 vrtné soupravy a začátkem roku přikročeno k hloubení šachtice, ze které byl ještě v tomto roce z části vyražen průzkumný horizont v hloubce 30 m pod povrchem. Nad očekávání dobré výsledky prováděných průzkumných prací i geologickým mapováním vymezená perspektivní ložisková oblast na ploše 8 km², daly základ k vybudování stabilního geologicko-průzkumného úseku, jako odnože závodu Geologický průzkum Velké Meziříčí.

Geologické mapování masivu v roce 1959 a 1960 bylo zaměřeno na bohatší výskyty sulfidických minerálů v sutích a byla objevena další dvě ložiska Řeka a Doubravka. Pak následovalo zvýšení objemu technických prací. Na úsek byly převedeny 3 vrtné soupravy s možností vrtní do hloubky 650 m. Rovněž bylo v roce 1960 započato s hloubením šachtic na uvedených nových rudních výskytech. Velmi dobré výsledky vyhledávacího průzkumu umožnily realizovat též těžký báňský průzkum. V prosinci roku 1960 bylo přistoupeno k zahloubení jámy Tereza na ložisku Jezírka.

V roce 1961 byly již k dispozici výsledky použitých geofyzikálních a geochemických metod. Byly vyhodnoceny anomální rudní zóny v masivu a konfrontovány s výsledky geologicko-ložiskového mapování. Následovalo ověřování ložiskově nadějných míst povrchovými vrty. Bylo zjištěno 7 nových ložiskových výskytů: Řeka jih, Obrázek sever, Tůně, Jezírka jih, Synkův kopec, Okrouhlice a Hluboká. Na lokalitě Obrázek koncem roku 1961 zachytil vrt V 91 třímetrovou polohu masivního Zn zrudnění.

Rok 1962 je charakteristický soustředěním vrtných souprav na průzkum ložiska Obrázek. Z 16 vrtů délky 200–250 m bylo 15 ložiskově pozitivních. Z výsledku vrtní bylo možné v hrubých rysech si učinit představu o tvaru a vnitřní stavbě ložiska Cu-Zn rud Obrázek. Menší počet vrtných souprav v roce 1962 byl nasazen na dokončení vyhledávacího průzkumu ložisek Ni-Cu-Co rud - Jezírek, Řeka a Doubravky. Z báňských prací bylo v tomto roce dokončeno hloubení jámy Tereza a v hloubce 150 m pod povrchem bylo vylámano náraží. Byly dokončeny chodby průzkumného horizontu v hloubce 30–40 m na šachticích ložisek Řeka a Doubravka.

Roky 1963 a 1964 se vyznačovaly nejvyšším počtem vrtných souprav na úseku. Bylo to 11–12 vrtných souprav nasazených na vyhledávací průzkum obou známých typů rud po celé ploše ranského bazického masivu směru SV– JZ, ve které byla objevena další 3 ložiska Ni-Cu-Co rud (Řeka východ, Tůně jih, Jezírka nadloží) se další pozitivní výsledky nedostavily. Z báňských prací bylo propojeno s jámou mezipatro na ložisku Jezírka, ražené v hloubce 30 m. Rovněž zde byl ražen průzkumný horizont v hloubce 150 m pod povrchem. Překopem vedeným od jámy směrem k ložisku Obrázek se narazilo na zrudněnou zónu Ni-Cu-Co rud a to v místě kontaktu bazických a ultrabazických hornin a odtud nové ložisko dostalo název Příkontakt. Z dalších významnějších báňských prací lze uvést ražení štol kilometrové délky u Hluboké nad rybníkem Řekou a u Doubravky v centrální části masivu. Měly prospekční charakter, ale rudní zóny nezachytily, stejně jako mezipatro šachtičky ražené v hloubce 40 m pod povrchem nad ložiskem Obrázek.

V roce 1964 byly průzkumné práce s převahou orientovány na typ Cu-Zn zrudnění. Výsledky vrtného průzkumu v širším okolí ložiska Obrázek byly zanedbatelné, když došlo pouze k ověření indicií Zn zrudnění, jako zón kvarcitzace s přítomností pyritové a pyrotinové impregnace, nebo zjištění nízkého obsahu Zn v ojedinělých vzorcích. Rovněž 13 povrchových vrtů, odvrťavající nejbližší okolí ložiska Obrázek, postrádalo zajímavé výsledky z hlediska bilančního zrudnění. V tomto roce v úrovni 1. patra jámy bylo provedeno směrné rozfárání ložiska Obrázek v délce 250 m a ve vzdálenosti 50 m od sebe vyraženy překopy. Získaná ruda z těchto prací byla jako poloprovozní vzorek zpracována v úpravně v Kutné Hoře a to s příznivými výsledky výtěžnosti obou kovů.

Pokles zájmu o Ni-Cu-Co rudy ze strany nadřazeného hospodářského orgánu a další negativní výsledky v průzkumu ložisek Cu-Zn rud ve staroranském masivu si vynutily od roku 1965 značné omezení povrchových vrtných prací.

Proto se v roce 1965 průzkumné práce soustředily na hospodářsky využitelné ložisko Cu-Zn rud Obrázek. Zde byl ukončen předběžný průzkum, když směrné rozfárání v úrovni 1. patra dosáhlo SV okraje ložiska. Byl vyhodnocen maloprofilový vrtný průzkum, zahušťující vrtné linie na vzdálenost 25 m. V 2. polovině roku bylo započato s etapou podrobného průzkumu, a to v místě maximální mocnosti ložiska nad 1. patrem. Koncem roku 1965, na základě předběžného jednání mezi organizacemi Geologický průzkum, n.p., Praha a Rudnými doly, n.p., Příbram, byly stanoveny podmínky předání ložiska do těžby v roce 1966 a podmínky spolupráce na realizaci etapy těžebního průzkumu v severovýchodní části ložiska.

V roce 1966 byly vrtné práce z povrchu na lokalitě omezeny jen na některé nedořešené ložiskové problémy a koncem roku byly prakticky zastaveny. Rovněž byl ukončen a vyhodnocen podrobný průzkum v centrální části ložiska.

K 1.12.1966 bylo ložisko Obrázek protokolárně předáno těžební organizaci n.p. Rudné doly Příbram, závod Kutná Hora. Závod převzal 1 265 kt zásob rudy o kovnatosti 3,17 % Zn a 0,7 % Cu.

V říjnu 2012 proběhl na lokalitě předběžný průzkum, který byl zaměřen na zjištění kontaminace v povrchových tocích a podzemní vodě. V rámci orientačního průzkumu byly odebrány 4 ks vzorků povrchových vod z vodotečí, 1 vzorek podzemní vody a 1 vzorek sedimentu. Výsledky laboratorních analýz jsou uvedeny v *tabulkách č. 1 - 3*.

Tabulka 1: Výsledky laboratorních analýz podzemní vody (říjen 2012)

Ukazatel	jednotky	studánka	Indikátory znečištění 2013 (MP MŽP 2013)	Vyhláška č. 252/2004 Sb. – limitní hodnoty rizikových prvků pro pitnou vodu
Stříbro	mg/l	<0,02	0,071	0,05
Arsen	mg/l	0,011	0,000045	0,01
Kobalt	mg/l	<0,05	0,0047	-
Měď	mg/l	<0,02	0,62	1,0
Železo	mg/l	<0,01	11	0,2

Ukazatel	jednotky	studánka	Indikátory znečištění 2013 (MP MŽP 2013)	Vyhláška č. 252/2004 Sb. – limitní hodnoty rizikových prvků pro pitnou vodu
Nikl	mg/l	0,03	0,3	0,02
Zinek	mg/l	<0,02	4,7	-

Tabulka 2: Výsledky laboratorních analýz povrchové vody (říjen 2012)

Ukazatel	jednotky	Profil 1	Profil 2	Profil 3	Profil 4	NV č. 61/2003 Sb. NEK-RP
Stříbro (Ag)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,0035
Arsen (As)	mg/l	<0,005	0,006	<0,005	0,011	0,011
Kobalt (Co)	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,003
Měď (Cu)	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,014
Železo (Fe)	mg/l	0,12	0,19	0,15	<0,02	1
Nikl (Ni)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02
Zinek (Zn)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,092

Tabulka 3: Výsledky laboratorních analýz sedimentu z vodoteče (říjen 2012)

Parametr	jednotka	Indikátor znečištění pro ostatní oblast (MP MŽP 2013)	Norma environmentální kvality – sediment (NV č. 61/2003 Sb. NEK-RPC)	Uložení odpadu na povrchu terénu (Vyhl. č. 294/2005, Tab. 10.1)	Profil 2
Arsen (As)	mg/kg	0,61	-	10	41,7
Stříbro (Ag)	mg/kg	390	-	-	<0,5
Kobalt (Co)	mg/kg	23	-	-	27,4
Měď (Cu)	mg/kg	3 100	-	-	21,8
Železo (Fe)	mg/kg	55 000	-	-	59 730
Nikl (Ni)	mg/kg	1 500	3	80	38,9
Zinek (Zn)	mg/kg	23 000	-	-	25,4

Zhodnocení výsledků laboratorních analýz

Při porovnání výsledků laboratorních analýz s příslušnou legislativou, kterou je nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, jsou prokázány nadlimitní koncentrace u povrchové vody v případě arsenu.

U vzorku sedimentu byly hodnoty porovnávány s Indikátory znečištění (MŽP MP 2014), což je metodický pokyn MŽP umožňující základní zhodnocení rizikosti koncentrací vyjmenovaných kontaminantů. Z uvedeného srovnání vyplývá, že byly překročeny hodnoty koncentrací v případě arsenu, kobaltu a železa, viz. *tabulka 2*.

Z výsledků analýzy vzorku podzemní vody ze studánky „U písečáku“ vyplynulo, že vzorek vody přesahuje limitní hodnoty dané vyhláškou č. 252/2004 Sb. v ukazatelích As a Ni.

2.1.2 Přehled zdrojů znečištění

Vzhledem k charakteru lokality lze za zdroje znečištění považovat většinu bývalých důlních děl spojených s historickou těžbou rud v rámci posuzované lokality. Jedná se zejména o četné staré odvaly a deponie hlušiny v okolí těchto důlních děl. Tyto pozůstatky po těžbě jsou však v terénu v současnosti velmi obtížně identifikovatelné z důvodů postupujících erozivních procesů a přirozené sukcese. V rámci *přílohy 2* jsou vyznačeny

oblasti starých důlních děl (A-G), které jsou považovány za potencionální zdroje znečištění, a které byla v průběhu průzkumně geologických prací zaměřena pozornost. Za sekundární zdroj kontaminace těžkými kovy lze považovat také sedimenty v místních vodotečích, v rámci nichž může docházet k akumulaci toxických kovů. Při změně eH, Ph podmínek povrchových vod může potencionálně docházet k desorpci akumulovaných kovů v sedimentech a jejich migraci povrchovými vodami.

2.1.3 Vytipování látek potencionálního zájmu

Za látky potencionálního zájmu jsou vytipovány zejména následující těžké kovy *Tabulka 4*.

Tabulka 4: Základní fyzikálně-chemické parametry látek potencionálního zájmu

Kontaminant	CAS	Molární hmotnost	Henryho konstanta	K _{oc}	Rozpustnost ve vodě	Hustota	
		[g/mol]	-	[l/kg]	[mg/l]	[g/cm ³]	
Kovy	arsen	7440-38-2	78	-	-	5,75	
	chrom (CrVI)	18540-29-9	-	-	1,69E+06	-	
	chrom celk.	7440-47-3	52	-	-	7,15	
	kadmium	7440-43-9	112	-	-	8,69	
	mangan	7439-96-5	54,9	-	-	7,3	
	nikl	7440-02-0	58,7	-	-	8,9	
	olovo	7439-92-1	207	-	-	11,3	
	rtuť	7439-97-6	201	4,67E-01	-	6,00E-02	13,5
	sodík	7440-23-5	23	-	-	0,97	
	stroncium	7440-24-6	87,6	-	-	2,64	
	železo	7439-89-6	55,9	-	-	7,87	

2.1.4 Předběžný koncepční model znečištění

V rámci zpracování analýzy rizik budou zvažovány možné transportní cesty a expoziční scénáře, které připadají v úvahu při hodnocení rizika pro posuzovanou lokalitu. Následující tabulka (*Tabulka 5*) obsahuje soupis všech uvažovaných expozičních cest, pro které je uvažován rozsah prací v analýze rizik.

Předběžný koncepční model znázorňuje předpokládané expoziční cesty od zdroje znečištění k příjemcům rizik. V tomto předběžném koncepčním modelu znečištění jsou pro názornost zahrnuta ohniska znečištění – bývalá důlní díla a jako příjemce kontaminace levostranné přítoky řeky Doubravy, Borovského potoka, rybníky Řeka, Ranský rybník, ekosystémy a obyvatelstvo využívající podzemní vodu v domovních studních.

Hlavní transportní cestou je přestup kontaminovaných důlních vod do povrchových vodotečí a transport podzemní vodou a následné jímání domovními studněmi.

Tabulka 5: Předběžný koncepční model

Expoziční cesta č.	Ohnisko znečištění	Transportní cesta	Příjemce rizik
1	Bývalá důlní díla	přestup kontaminovaných důlních vod do povrchových vodotečí	povrchové toky a vodní ekosystémy
2	Bývalá důlní díla	Únik kontaminace do podzemní vody a její následný transport – jímání vod studněmi a vrty	obyvatelstvo (užitková/pitná voda z domovních studní – expozice ingescí, dermální a inhalační)

2.2 Aktuální průzkumné práce

2.2.1 Metodika a rozsah průzkumných a analytických prací

2.2.1.1 Přípravné práce

Vzhledem ke skutečnosti, že území, na kterém je průzkum realizován, je součástí I. a II. zóny odstupňované ochrany přírody CHKO Žďárské Vrchy, součástí prvků ÚSES, část je vyhlášena jako NPR Ransko, jejíž součástí je i evropsky významná lokalita (EVL) Ransko a na části území se nachází PR Ranská jezírka, PR ŘEKA a EVL Řeka – Štíří důl bylo zajištěno povolení ke vstupu do této oblasti od Správy Chráněné krajinné oblasti Žďárské Vrchy.

Dále bylo provedeno ověření průběhu inženýrských sítí v rámci zájmových oblastí a zajištění povolení ke vstupu na dotčené pozemky od vlastníků těchto pozemků.

2.2.1.2 Geofyzikální průzkum

Geologická situace na lokalitě byla zkoumána komplexem geofyzikálních metod, které umožňují zjistit potřebné údaje a situovat navazující vrtné práce. **Hlavními metodami byly elektromagnetické profilování, termometrie a rezistivimetrie, které byly doplněny vertikálním elektrickým sondováním, odporovou tomografií a mělkou refrakční seismikou.**

Cílem geofyzikálního průzkumu bylo posouzení jak vlastního rudního masívu, tak jeho okolí z hydrogeologického hlediska, a to především:

- vymapovat tektonické linie v okolí dobývacího prostoru, které mohou sloužit jako preferenční cesty pro odvod kontaminovaných vod,
- zjistit přítoky důlních vod do řeky Doubravy a jejích přítoků,
- ve vybraných úsecích realizovat strukturní měření pro zjištění charakteru styku křídové tabule s ranským masívem

Výsledky geofyzikálního průzkumu jsou zpracovány v samostatné závěrečné zprávě, která je součástí příloh této zprávy (*Příloha 14*).

2.2.1.3 Vrtné práce

2.2.1.3.1 Mělké úzkoprofilové sondy (SJR)

Mělké sondy byly v rámci lokality provedeny v rozsahu stanoveném v realizačním projektu. Místa sond byla upřesněna během přípravné rekognoskace terénu. Sondy byly vyhloubeny v místech, kde se nacházejí pozůstatky důlní činnosti v podobě odvalů, hald a výsypek. **Celkem bylo vytipováno 7 oblastí v rámci nichž bylo vyhotoveno 40 ks sond do hloubky 2 m p.t. Celková vyhloubena metráž mělkých sond na lokalitě je 80 bm a byl dodržen projektovaný rozsah.**

Sondáž byla prováděna pomocí ruční vibrační vrtné soupravy Eijkelkamp s použitím jádrových sond o průměrech 60–50 mm a bouracího kladiva MAKITA HM 1400. Likvidace sond byla provedena záhozem odvrtným materiálem.

Poloha sond (SJR1-SJR40) v průzkumných oblastech (A-G) je znázorněna v příloze (*Příloha 3*). V následující tabulce (*Tabulka 6*) jsou uvedeny koordináty získané odečtením souřadnic z mapových podkladů.

Tabulka 6: Koordináty sond (SJR1-SJR40)

Oblast průzkumu	Označení sondy	JTSK koordináty		Oblast průzkumu	Označení sondy	JTSK koordináty	
		y	x			y	x
A.	SJR-1	647909,37	1101142,12	E.	SJR-31	647791,11	1103093,93
	SJR-2	647952,01	1101185,30		SJR-32	647737,66	1103033,36
	SJR-3	647955,62	1101067,75	F.	SJR-21	649304,32	1101492,34
	SJR-4	648010,87	1101086,94		SJR-22	649267,29	1101539,18
	SJR-5	648068,53	1101134,32		SJR-23	649220,12	1101587,93
	SJR-18	647512,26	1101465,68		SJR-24	649172,39	1101635,59
B.	SJR-6	647726,98	1101629,72		SJR-25	649138,93	1101701,87
	SJR-7	647694,66	1101731,07		SJR-26	649217,92	1101443,87
	SJR-8	647811,06	1101761,06		SJR-27	649166,36	1101489,33
	SJR-9	647985,23	1101722,67		SJR-28	649116,44	1101535,35
	SJR-10	647876,46	1101629,14		SJR-29	649072,01	1101583,55
C.	SJR-11	648038,88	1102124,11		SJR-30	649018,39	1101643,09
	SJR-12	648122,36	1102148,70	G.	SJR-33	649193,59	1102985,58
	SJR-13	648069,51	1102224,86		SJR-34	649672,45	1103341,36
SJR-14	647986,03	1102188,28	SJR-35		649419,29	1103550,98	
D.	SJR-15	647342,45	1102603,36		SJR-36	649270,34	1103700,91
	SJR-16	647378,49	1102559,58		SJR-37	649163,01	1103785,41
	SJR-17	647435,54	1102550,58		SJR-38	649018,87	1103754,83
E.	SJR-19	648602,54	1102993,25		SJR-39	648846,07	1103774,02
	SJR-20	648471,04	1103005,43		SJR-40	648748,78	1103794,41

2.2.1.3.2 Hydrogeologické vrty (HJR, HVR)

Hydrogeologické vrty byly realizovány v průběhu července 2015. Celkem bylo vyhloubeno 12 ks hydrogeologických vrtů. Vrty byly vytyčeny v místech doporučených v závěrečné zprávě o geofyzikálním průzkumu. Zároveň byly vytyčeny podzemní inženýrské sítě, tak aby nedošlo k jejich poškození. Vrtná jádra byly při vrtných pracích ukládána do vzorkovnic a dokumentována geologem. Po finálním vystrojení vrtů byly vrty vyčištěny metodou „airliftu“.

První typy vrtů (HJR1-HJR6) sledují mělké zvodnění pokryvných útvarů (kvartérní sedimenty + eluvia). Tyto objekty byly vyhloubeny v místech, kde se na základě geofyzikálního průzkumu předpokládala existence mělkého zvodnění. Hloubka vrtů se pohybuje od 3,0 – 8,0 m. Hloubení bylo provedeno rotačně jádrovou technologií pomocí vrtné soupravy UGB.

Druhý typ vrtů (HVR1-HV6) sleduje hlubší horizonty podzemních vod v případě krystalinika a křídly. Hloubka vrtů se pohybuje od 14,0 – 27,0 m. Tento typ vrtů byl vyhlouben technologií ponorného kladiva se vzduchovým výplachem pomocí vrtné soupravy ROTAMEC.

Vrtné jádro bylo ovzorkováno a na základě laboratorních analýz klasifikováno jako nebezpečný odpad. Jeho likvidace proběhla v souladu s Vyhláškou č. 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky. Doklad o uložení odpadu na skládce (ELPNO) je součástí přílohy této zprávy (Příloha 16).

Technický a geologický profil vrtů je znázorněn v příloze zprávy (Příloha 9). Technické parametry vrtů a záměru HPV jsou patrné z tabulky (Tabulka 7). Situace vrtů je patrná z přílohy (Příloha 3).

Tabulka 7: Technický a geologický profil vrtů

Vrt	Hloubka vrtu	Průměr výstroje	Úsek perforace	Naražená HPV
	[m p.t.]	[mm]	[m p.t.]	[m p.t.]
HJR1	9	110	1,5-8,0	8,0
HJR2	6	110	1,5-5,0	2,5
HJR3	3	110	1,5-2,1	1,5
HJR4	6	110	1,5-5,0	5,0
HJR5	6	110	1,5-5,0	4,5
HJR6	6	110	1,5-5,0	1,2
HVR1	25	110	7,0-24,0	2,5; 9,0; 15,0;18,0
HVR2	25	110	7,0-24,0	18,0
HVR3	25	110	7,0-24,0	2,5
HVR4	25	110	7,0-24,0	3,0; 5,0; 7,0;12,0; 18,0
HVR5	27	110	7,0-26,0	24,5
HVR6	14	110	7,0-13,0	4,5

2.2.1.4 Vzorkářské práce

2.2.1.4.1 Odběry vzorků zemin

Byl proveden kompletní projektovaný rozsah odběru vzorků zemin. Celkem bylo odebráno 52 ks vzorků zemin z vrtného jádra mělkých sond (SJR1-SJR40) a vrtného jádra hydrogeologických vrtů (HJR1-HJR6 a HVR1-HVR6).

Z mělkých nevystrojených sond (SJR) bylo odebráno celkem 40 ks vzorků zemin. Tyto vzorky byly odebíraný jako směsné z celého profilu sondy.

Z vrtného jádra hydrogeologických vrtů bylo celkem odebráno 12 ks vzorků zemin. Vzorek z jádra každého HG vrtu byl připraven rovněž jako směsný reprezentující celý vrtný profil, tak aby na něm mohla být provedena klasifikace dle platné legislativy o odpadech za účelem následné likvidace vrtného odpadu na skládce.

Vzorky byly odebírány vždy z celého profilu, přímo do připravených skleněných vzorkovnic o objemu 250 ml. Vzorkovnice byly plněny zeminou tak, aby byly zcela zaplněny. Vzorky byly dobře uzavřeny a chráněny před účinky světla a tepla v chladicím boxu (2–5 °C) a následně dopraveny do zpracovatelské laboratoře. Odebrané vzorky byly opatřeny štítkem, na kterém je napsána lokalita, označení vzorku a čas odběru. Do laboratoře byly vzorky předány s předávacím protokolem a s protokolem o odběru vzorků, ve kterém je vyplněn název lokality, číslo zakázky, důvod odběru vzorků, označení vzorku, čas odběru, popis místa odběru, způsob odběru vzorků, popis odběrového objektu, průměr vzorkovaného objektu, hloubka objektu, hloubka odběru vzorků, měření na místě (geologický popis, pach, barva), konzervace vzorku při odběru, použité měřidlo, kdo odebral vzorek, způsob uložení vzorků a doprava, datum a osoba při předání do laboratoře.

2.2.1.4.2 Odběr vzorků podzemních vod

Vzorkování podzemních vod bylo provedeno ve dvou etapách (červenec a listopad). **Byl uskutečněn kompletní projektovaný rozsah odběru vzorků podzemních vod z HG vrtů (HJR1-HJR6, HVR1-HVR6) a domovních studní (PZV1 – PZV21). Celkem bylo v rámci dvou etap odebráno 64 ks vzorků podzemních vod.**

V první etapě bylo odebráno celkem 11 ks vzorků z nově zbudovaných HG vrtů (vrt HJR-4 nevzorkován z důvodů ztráty vody) a 20 ks vzorků ze stávajících domovních studní v potencionálně ohrožených obcích Staré Ransko, Hluboká a Krucemburk.

Ve druhé etapě vzorkování v měsíci listopadu bylo odebráno celkem 12 ks vzorků z HG vrtů a 21 ks vzorků z domovních studní z první etapy.

Odběr vzorků podzemní vody byl proveden v dynamickém režimu, po ustálení sledovaných hodnot teploty, pH a vodivosti čerpané podzemní vody nebo po odčerpání min. trojnásobku množství vody v tělese stvolu průzkumných vrtů. Před vlastním odběrem byla měřena hloubka ustálené hladiny podzemní vody.

Vzorky se odebíraly čerpadlem, které bylo standardně umístěno 2m nade dnem vrtu. V rámci odběru vzorků podzemní vody probíhalo měření poklesu hladiny v objektu, měření množství čerpané vody, měření pH, redox potenciálu, obsahu kyslíku, konduktivity a teploty.

2.2.1.4.3 Odběr vzorků povrchových vod (PV)

Vzorkování povrchových vod bylo provedeno ve dvou etapách (červenec a listopad). **Odběr vzorků byl proveden v projektovaném rozsahu v počtu 35 ks (PV1-PV35).** Vzorkovány byly profily v rámci vodoteče Doubrava, Borovský a Ranský potok a jejich přítoky (Příloha 3).

První etapě odběrů povrchových vod byla provedena v červnu. Odběry vzorků byly provedeny v rozsahu 35 ks (PV1-PV35).

Ve druhé etapě bylo odebráno celkem 27 ks vzorků povrchových vod. Ověřovány byly profily (PV1-PV27).

Vzorky byly odebrány vzorkovačem těsně pod hladinou do skleněných vzorkovnic s teflonovým těsněním. Manipulace se vzorkovnicemi byla omezena na minimální technologicky nezbytnou dobu mimo dosah vnějších zdrojů kontaminace. Vzorky vod byly dobře uzavřeny a chráněny před účinky světla a tepla v chladicím boxu (2-5°C) a následně dopraveny k analýze do laboratoře.

Odebrané vzorky byly opatřeny štítkem, na kterém bude napsána lokalita, označení vzorku a čas odběru. Do laboratoře byly vzorky předány s předávacím protokolem a s protokolem o odběru vzorků, ve kterém bude vyplněn název lokality, číslo zakázky, důvod odběru vzorků, označení vzorku, název vodního útvaru, místo – poloha odběru, bod odběru – umístění odběru v profilu odběrového místa, datum a čas odběru, meteorologické podmínky (teplota vzduchu, srážky, oblačnost), vzhled, stav a teplota vodního útvaru, průtokové poměry vodního útvaru, vzhled vzorku, druh použitého vzorkovacího zařízení, způsob konzervace, informace o způsobu použité filtrace, měření na místě (pH, konduktivita aj.), použité měřidlo, kdo odebral vzorek, způsob uložení vzorků a doprava, datum a osoba při předání do laboratoře.

Jednotlivé profily, v rámci nichž byly vzorky odebrány, jsou zobrazeny v příloze 3. V následující tabulce (Tabulka 8) jsou uvedeny JTSK koordináty profilů získané odečtením souřadnic z mapových podkladů.

Tabulka 8: Koordináty odběrných profilů (PV) a dnových sedimentů (DS)

Profil	Koordináty JTSK		Profil	Koordináty JTSK		Profil	Koordináty JTSK	
	y	x		y	x		y	x
PV1	647270,73	1102065,42	PV13	650084,12	1101368,00	PV25	647249,24	1102920,14
PV2	647099,87	1102068,24	PV14	650277,88	1101059,31	PV26	647544,61	1102944,13
PV3	647462,41	1101534,65	PV15	650334,33	1101469,97	PV27	647789,31	1103168,30
PV4	647573,34	1101680,09	PV16	650331,03	1102042,40	PV28	648112,66	1103703,39
PV5	647801,91	1101027,48	PV17	650265,56	1102251,53	PV29	649632,22	1103235,21
PV6	648784,89	1100226,61	PV18	651264,55	1103272,25	PV30	649514,78	1103495,20
PV7	649000,04	1099944,04	PV19	650888,75	1103393,45	PV31	649557,42	1103636,74
PV8	649419,33	1100062,31	PV20	650845,51	1103108,58	PV32	649362,83	1103618,74
PV9	649200,50	1100445,79	PV21	650888,75	1103393,45	PV33	648764,39	1103835,19
PV10	650042,71	1099824,54	PV22	650845,51	1103108,58	PV34	648927,75	1103970,13
PV11	650155,62	1099963,68	PV23	648306,05	1103484,49	PV35	649139,59	1103744,63
PV12	650384,24	1100460,25	PV24	646922,10	1102566,34	-	-	-

2.2.1.4.4 Odběr vzorků sedimentu (DS)

Vzorkování sedimentů z místních vodotečí Doubrava, Borovský a Ranský potok a jejich přítoků bylo provedeno ve dvou etapách v měsíci červnu a listopadu. **V každé etapě bylo odebráno 25 ks vzorků. Celkem bylo v rámci obou etap odebráno 50 ks vzorků dnových sedimentů.** Místa odběru jsou totožná s místy odběru povrchových vod, to znamená, že pořadové číslo odpovídá pořadovému číslu u profilů (PV) pro odběry povrchových vod (např. DS2=PV2, DS13=PV13, atd.).

Vzorky byly odebrány do připravených skleněných vzorkovnic o objemu 250 ml. Vzorkovnice byly plněny tak, aby byly zcela zaplněny. Manipulace se vzorkovnicemi byla omezena na minimální technologicky nezbytnou dobu mimo dosah vnějších zdrojů kontaminace. Vzorky sedimentu budou dobře uzavřeny a chráněny před účinky světla a tepla v chladicím boxu (2 – 5°C) a následně dopraveny do zpracovatelské laboratoře.

Odebrané vzorky byly opatřeny štítkem, na kterém byla napsána lokalita, označení vzorku a čas odběru. Do laboratoře byly vzorky předány s předávacím protokolem a s protokolem o odběru vzorků, ve kterém bude vyplněn název lokality, číslo zakázky, důvod odběru vzorků, označení vzorku, popis místa odběru, přesná poloha odběrového místa, datum a čas odběru, počasí, okolní teplota, odběrové zařízení, druh odebíraného vzorku – prostý nebo směsný, počet jednotlivých vzorků ve směsi, měření na místě (hloubka vzorku od povrchu sedimentu, popis vzorku a číselné údaje o vrstvách ve vzorku, barva, pach aj.), hloubka průniku vzorkovače a délka jádra, použité měřidlo, kdo odebral vzorek, způsob uložení vzorků a doprava, datum a osoba při předání do laboratoře.

2.2.1.5 Laboratorní analýzy

Laboratorní analýzy všech odebraných matric byly provedeny v laboratoři Bioanalytika s.r.o., která je držitelem osvědčení o akreditaci CIA č. 138/2009. Výčet všech laboratorně sledovaných parametrů v jednotlivých maticích je patrný z následujících tabulek (*Tabulka 9 - 13*) a laboratorních protokolů (*Příloha 11*), kde jsou i popsány použité laboratorní metody stanovení.

Sekvenční extrakční analýzy byly provedeny v rámci analytických laboratoří geologického ústavu Masarykovy Univerzity v Brně a jejich výsledky jsou součástí *přílohy 10.5*.

Počty jednotlivých provedených analytických stanovení jsou patrné z následující tabulky (*Tabulka 9*) a souhlasí s projektovou dokumentací.

Tabulka 9: Přehled analytických stanovení

Parametr	Počet analýz / Matrice			
	Dnový sediment	Zemina	podzemní voda / pramen	povrchová voda
Těžké kovy	50	52	64	60
UCHR	-	-	20	20
tab. 10.1. 294/05 Sb.	-	6	-	-
tab. 2.1. 294/05 Sb.	-	6	-	-
TOC	-	6	-	-
Ekotoxicita tab. 10.2. 294/05 Sb	8	-	-	-
Sekvenční extrakční analýza	40	-	-	-

2.2.1.5.1 Zeminy

Laboratorní analýzy odebraných vzorků zemín byly provedeny v měsíci červenci (SJR) a srpnu (HVR a HJR). V rámci laboratorních analýz byly stanoveny projektované skupiny kontaminantů. **Celkový počet analytických stanovení na vzorcích zemín**

koresponduje s projektovaným rozsahem. Přehled provedených analytických stanovení ukazuje následující *tabulka 10*.

Tabulka 10: Přehled analýz vzorků zemin

Vrt / Sonda	Laboratorní analýza	Počet analýz
Úzkoprofilové sondy SJR1-SJR40:	Stanovení TK: As, Ag, Cd, Cr, Cu, Co, Ni, Pb, Fe, Mn, Sb, Zn	40 ks
HG vrty HVR1-HVR6, HJR1-HJ6:	Stanovení TK: As, Ag, Cd, Cr, Cu, Co, Ni, Pb, Fe, Mn, Sb, Zn	12 ks
	Stanovení dle tab. Č. 2.1. 294/05 Sb.	6 ks
	Stanovení dle tab. 10.1. 294/05 Sb.	6 ks
	Stanovení TOC	6 ks

2.2.1.5.2 Podzemní voda

Laboratorní analýzy na odebraných vzorcích podzemní vody byly provedeny v měsíci srpnu (I. kolo) a v listopadu (II. kolo). V rámci prací byly stanoveny projektované skupiny kontaminantů. **Celkový počet analytických stanovení na vzorcích podzemní vody koresponduje s projektovaným rozsahem.** Přehled provedených analytických stanovení ukazuje následující tabulka 11.

Tabulka 11: Přehled analýz vzorků podzemních vod

Objekt	Laboratorní analýza	Počet analýz
HG vrty HVR1-HVR6, HJR1-HJ6:	Stanovení TK: As, Ag, Cd, Cr, Cu, Co, Ni, Pb, Fe, Mn, Sb, Zn	23 ks
	Laboratorní analýza - alkalita, acidita, CO ₂ volný, CO ₂ agresivní, Na ⁺ , K ⁺ , NH ₄ ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , Mn, Fe, Cl ⁻ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SiO ₂ , CHSKMn/CHSKCr	7 ks
Domovní studny PZV1- PZV21	Stanovení TK: As, Ag, Cd, Cr, Cu, Co, Ni, Pb, Fe, Mn, Sb, Zn	41 Ks
Domovní studny PZV (1,2,6,8,9,10,12, 13,14,16,19,20)	Laboratorní analýza - alkalita, acidita, CO ₂ volný, CO ₂ agresivní, Na ⁺ , K ⁺ , NH ₄ ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , Mn, Fe, Cl ⁻ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SiO ₂ , CHSKMn/CHSKCr	12 ks
Přírodní pramen P1	Laboratorní analýza - alkalita, acidita, CO ₂ volný, CO ₂ agresivní, Na ⁺ , K ⁺ , NH ₄ ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , Mn, Fe, Cl ⁻ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SiO ₂ , CHSKMn/CHSKCr	1 ks

2.2.1.5.3 Povrchová voda

Laboratorní analýzy odebraných vzorků povrchových vod byly provedeny v měsíci červenci (I. kolo) a v listopadu (II. kolo). V rámci prací byly stanoveny projektované skupiny kontaminantů. **Celkový počet analytických stanovení na vzorcích odebraná povrchové vody koresponduje s projektovaným rozsahem.** Přehled provedených analytických stanovení ukazuje následující tabulka 12.

Tabulka 12: Přehled analýz vzorků povrchových vod

Odběrový profil	Laboratorní analýza	Počet analýz
PV1-PV34	Stanovení TK: As, Ag, Cd, Cr, Cu, Co, Ni, Pb, Fe, Mn, Sb, Zn	60 ks
PV-1 až PV-3, PV-5 až PV-16, PV-20 až PV-23, PV-27	Laboratorní analýza - alkalita, acidita, CO ₂ volný, CO ₂ agresivní, Na ⁺ , K ⁺ , NH ₄ ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , Mn, Fe, Cl ⁻ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SiO ₂ , CHSKMn/CHSKCr, (matrice:voda)	20 ks

2.2.1.5.4 Dnové sedimenty

Laboratorní analýzy odebraných vzorků sedimentů byly provedeny v měsíci červenci (I. kolo) a v listopadu (II. kolo). V rámci prací byly stanoveny projektované skupiny kontaminantů. **Celkový počet analytických stanovení na vzorcích odebraných dnových sedimentů koresponduje s projektovaným rozsahem.** Přehled provedených analytických stanovení ukazuje následující tabulka 13.

Za účelem posouzení formy výskytu těžkých kovů v sedimentu a následného zhodnocení rizika jejich mobilizace byly provedeny **sekvenční extrakční analýzy**. Vzorky pro provedení sekvenčních analýz byly zvoleny na základě analytických výsledků (nejvyšší koncentrace kovů) z druhého kola vzorkování, podle litologie a pozice odběrového místa daného vzorku, tak aby byly zastoupeny rovnoměrně sledované vodoteče. Cílem bylo zanalyzovat jak písčité dnové sedimenty, tak dnové sedimenty s vysokým obsahem organického materiálu a také sedimenty představující přechod mezi písčítým a organickým materiálem. Analýzy byly tedy provedeny na vzorcích DS6, 12, 15, 17, 19, 21 a 25.

Vzorky sedimentů byly nejdříve vysušeny při cca 40°C. Pak byly síťovány na sítě 0,5 mm. K sekvenční analýze bylo naváženo 2,0 g vzorku.

Postupnou extrakční analýzou byly sledovány vazby kovů na jednotlivé složky dnového sedimentu. Celkem je rozlišováno pět základních skupin, které jsou označovány na základě souslednosti extrakčního procesu za kroky:

- **Krok 1:** kovy slabě sorpčně vázané na jílové minerály; složky jsou snadno vyměnitelné a rychle reagují na změnu podmínek pH a složení vodního toku. Tyto formy lze považovat za aktuálně bio dostupné, popř. mobilní (extrakce z 2 g vzorku, 1 hod. třepány s 20 ml 1 M octanu sodného (pH = 8,2) při pokojové teplotě).
- **Krok 2:** kovy vázané v karbonátech; složky jsou do sedimentu vázány nebo uvolňovány především v důsledku změny pH. Tyto formy lze považovat za mobilizovatelné se změnou pH prostředí směrem k nižším hodnotám. (Zbytek po kroku 1 byl vyluhován při pokojové teplotě s 20 ml 1 M octanu sodného o pH = 5,0 (upraveno pomocí kyseliny octové); protřepáváno až do rozpuštění karbonátů). Kovy ve 2. kroku by se uvolňovaly při vymytí srážkovými vodami, které neinfiltrují do horninového prostředí a mají pH odpovídající karbonátové rovnováze s atmosférou (pH=5,5).
- **Krok 3:** kovy vázané na hydroxidy a oxidy železa a manganu; změny v obsahu složek jsou závislé na změně pH a oxidačně-redukčního potenciálu. Zvýšení oxidačně-redukčního potenciálu převádí iony Fe²⁺ a Mn²⁺ na Fe³⁺ a Mn⁴⁺, které se při zvýšení pH srážejí. V hydroxidech a oxidech jsou vázány další složky. Mezi změnou geochemických parametrů a následnou změnou koncentrací kovů v toku a v sedimentu se projevuje výraznější časová prodleva než u vazby na karbonáty. (Jako činidlo byl použit 0,04 M roztok hydroxylamin hydrochloridu v 25% kyselině octové; extrakce proběhla při 96 °C).
- **Krok 4:** kovy vázané na organickou hmotu a sulfidy; sledované složky vázané v organických látkách se uvolňují ze sedimentu až při rozkladu organické hmoty (především při její oxidaci a úplném rozkladu). Složení frakce představuje kovy uvolněné rozkladem organické hmoty oxidací. (Vyluhováno 2 hodiny v 3 ml 0,02 M HNO₃ + 5 ml 30% H₂O₂ při pH = 2 (upraveno HNO₃) při teplotě 85 ± 2°C. Poté přidány 3 ml 30% H₂O₂ a necháno znovu 3 hodiny vyluhovat za občasného míchání. Po ochlazení přidáno 5 ml 3,2 M octanu amonného ve 20% HNO₃, zředěno na 20 ml a 30 minut mícháno).
- **Krok 5:** kovy pevně vázané v minerálech (především v silikátech); složky jsou v sedimentu vázány stabilně a jsou transportovány ve vodním toku především mechanicky. (Reziduum po kroku 4 trojnásobně odkouřeno se směsí HF–HClO₄ (1. 2 ml HClO₄ + 10 ml HF, 2. 1 ml HClO₄ + 10 ml HF, 3. 1 ml HClO₄). Odkouřeno, zbytek rozpuštěn v HCl a zředěn na 20 ml).

Výsledky extrakčních analýz byly zpracovány formou grafických výstupů v programu Microsoft Excel a následně využity v procesu geochemického modelování. Analýzy byly provedeny v rámci analytických laboratoří geologického ústavu Masarykovy Univerzity v Brně.

Tabulka 13: Přehled analýz vzorků sedimentů

Odběrový profil	Laboratorní analýza	Počet analýz
DS-2, DS-3, DS-5 až DS-27	Stanovení TK: As, Ag, Cd, Cr, Cu, Co, Ni, Pb, Fe, Mn, Sb, Zn	50 ks
DS-2, DS-3, DS-5, DS-6, DS-9, DS-12, DS-25, DS-26	Stanovení ekotoxicity	8 ks
DS-6, DS12, DS-15, DS17-, DS-19, DS-21, DS-25, DS-6	Extrakce sekvence ze vzorků sedimentu	40 ks

2.2.1.6 Hydrodynamické zkoušky (HDZ)

Na vybraných hydrogeologických monitorovacích objektech byly z důvodu ověření filtračních parametrů horninového prostředí a vydatnosti vrtu, realizovány krátkodobé hydrodynamické zkoušky v rozsahu 6 - hodinové čerpací zkoušky a následné stoupací zkoušky. HDZ byly provedeny formou neustálého proudění s konstantní vydatností. Na základě předchozích laboratorních analýz bylo zjištěno, že podzemní voda na lokalitě není kontaminována a proto byla vypouštěná přímo na lokalitě na terén. Výsledky hydrodynamických zkoušek a jejich vyhodnocení je součástí příloh této zprávy (*Příloha 12*). Pro vyhodnocení zkoušek byla použita metoda Cooper-Jacobova přímkové proximace vycházející ze zjednodušení Theisovy studňové funkce a Theisova metoda pro vyhodnocení stoupacích zkoušek.

Platnost Theisovy rovnice je podmíněna předpoklady, že zvodnělý kolektor je homogenní a izotropní, nekonečný v ploše, jeho mocnost je konstantní v celé ploše dosahu čerpání, hladina podzemní vody je vodorovná, kolektor je otevřen čerpaným vrtem v celé své mocnosti, průměr vrtu je zanedbatelně malý a voda se z kolektoru odčerpává současně s poklesem tlaku. Přestože tyto předpoklady je možné v terénu jen zřídka splnit, představuje Theisova metoda řešení jednu z nejvíce přesných a používaných technik pro hodnocení hydraulických parametrů kolektoru. Pro vyhodnocení hydrodynamických zkoušek byly vrty uvažovány jako úplné a otevřené, ačkoliv ve skutečnosti nezastihly zřetelné rozhraní, které by bylo možné označit za bázi kolektoru. Ve výpočtu koeficientu filtrace byla proto zjednodušeně mocnost zvodně uvažována jako rozdíl hloubky dna vrtu a hloubky ustálené hladiny podzemní vody.

2.2.1.7 Geochemické modelování

Pro sestavení geochemického modelu byl použit program Geochemist's Workbench (GWB). Sestavený model je modelem stability a vychází z principů termodynamiky (neuvažuje se časový vývoj systému). Výhodou tohoto přístupu je, že se nezabývá cestou, kterou ke změně z nerovnovážného do rovnovážného stavu systém přejde. Ukazuje pouze směr, ve kterém budou změny probíhat. Základ geochemického modelování vychází z vyčíslení hodnoty Gibbsovy funkce a hledání jejího minima pro dané podmínky – tlak, teplotu a složení systému. V systému dochází ke změně fázového složení a přerozdělení jednotlivých složek mezi fázemi tak, aby bylo dosaženo minima Gibbsovy funkce.

Geochemické modelování je schopno určit, zda je studovaný systém v rovnováze a pokud není, k jakým změnám v systému dojde, aby této rovnováhy dosáhl. Protože je známá

závislost Gibbsovy fce na p , T a složení, umožňuje geochemické modelování určit, jaký vliv bude mít změna parametrů na stav systému a procesy, které se v něm odehrávají

Po zadání vstupních podmínek modelovací program sestaví na základě termodynamické databáze systém nelineárních rovnic a zjistí minimum Gibbsovy funkce. Pokud odpovídá stav systému minimu Gibbsovy funkce, tak tímto krokem modelování skončilo. Pokud program zjistí, že je systém v nerovnováze, pak pro dané podmínky najde rovnováhu a parametry systému příslušně upraví – např. vysráží nebo rozpustí určité množství minerálů, změni Eh, atd.

Pro sestavení stabilitního diagramu byl vybrán vzorek PV-6, ke kterému byla k dispozici kompletní analýza a zároveň představuje odběrový bod, ze kterého byl odebrán dnový sediment s nejvyšším obsahem sledovaných kovů.

Prvním krokem geochemického modelu byl geochemický model odebrané vody v modulu React. Ze získaných logaritmu aktivit jednotlivých složek byl v modulu Act2 sestaven stabilitní diagram se zohledněním teploty odebraného vzorku (10°C).

Pro přehlednost zobrazovaných dat byly sestaveny stabilitní diagramy v koordinátách pH a Eh. Takovéto zobrazení umožňuje dobrou orientaci v diagramu pro změnu těchto základních geochemických parametrů. Průmět analýzy do stabilitního diagramu je vyznačen kroužkem. Zpráva o geochemickém modelování je součástí přílohy 15.

2.2.1.8 Geodetické zaměření

Zhlaví hydrogeologických vrtů byly geodeticky zaměřeny v polohopisném systému S-JTSK a výškovém systému Bpv (Balt po vyrovnání) technologií GPS (RTK metoda). Podrobné měření bylo provedeno metodou elektronické tachymetrie. Získané koordináty a výška zhlaví jsou uvedeny v následující tabulce pro každý vrt (Tabulka 14).

Geodetické práce provedla autorizovaná firma pro měřické práce Geodezie Jehlička s.r.o. Měřická zpráva je součástí přílohy (Příloha 13).

Tabulka 14: Geodetické zaměření vrtů

Označení vrtu	y	x	z	Označení vrtu	y	x	z
HVR1	647332,88	1101845,73	561,80	HJR1	647485,47	1101311,70	552,27
HVR2	648568,46	1100604,75	566,63	HJR2	647233,84	1102574,74	569,57
HVR3	649682,60	1100360,95	548,90	HJR3	647801,07	1101072,18	553,37
HVR4	648006,85	1103160,86	589,33	HJR4	648690,22	1100477,18	557,61
HVR5	648564,35	1102593,33	630,10	HJR5	649261,89	1103974,89	633,02
HVR6	649458,87	1103867,39	637,53	HJR6	648200,26	1103596,51	592,77

2.2.1.9 Cíle a metodika zpracování analýzy rizika

Geologicko průzkumné práce a zpracování analýzy rizik je provedeno podle vyhl. 369/2004 Sb., o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek a Metodického pokynu MŽP pro analýzu rizik kontaminovaného území a Metodického pokynu MŽP pro průzkum kontaminovaného území z ledna 2011, a dále také podle Metodického pokynu „Vzorkování v sanační geologii“ z prosince 2006.

Cílem realizace průzkumných prací je zajištění dostatečné a aktuální prozkoumanosti potenciálního zdroje kontaminace ohrožujícího podzemní vody, s možností šíření do povrchových vod řeky Doubravy a modelaci procesu dalšího šíření.

Pro tento účel se předpokládá modelování a simulování geochemických procesů, při kterých dochází k akumulaci těžkých kovů v dnovém sedimentu a k jejich zpětnému uvolňování do povrchové vody.

Na základě výsledků průzkumných prací byly vyhodnoceny geologické a hydrogeologické poměry lokality, především z hlediska parametrů důležitých pro posouzení šíření kontaminace do okolí.

Z výsledků měření úrovně ustálené hladiny podzemní vody v dokumentačních bodech a geodetického zameření jednotlivých dokumentačních bodů byla sestavena mapa hydroizohyps a stanoven předpokládaný směr proudění podzemní vody a hydraulický gradient.

Na základě výsledků terénních měření a laboratorních analýz bylo provedeno vyhodnocení rozsahu kontaminace nesaturované a saturované zóny, jakož i kvality podzemní a povrchové vody a podrobně byl zhodnocen stav kontaminace dané lokality srovnáním s platnými limitními hodnotami dotčené legislativy. Jedná se především o následující legislativní předpisy:

- Metodický pokyn MŽP 2013 – Indikátory znečištění
- Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů
- Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ve znění NV 229/2007 Sb., kterým se stanoví ukazatele a hodnoty přípustného stupně znečištění povrchových vod, sedimentů a bioty
- Vyhláška č. 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady
- Vyhláška č. 257/2009 Sb. o používání sedimentů na zemědělské půdě
- ČSN 75 7143 - Jakost vod. Jakost vody pro závlahu

2.2.2 Výsledky průzkumných prací

2.2.2.1 Upřesnění geologických poměrů lokality

Základní geofyzikální průzkum po obvodu lokality identifikoval na jednotlivých profilech kontakty hornin a tektonické linie. Ve vybraných částech profilů pak bylo provedeno detailní měření seizmickými a odporovými metodami. Měření prokázalo pestrou variabilitu mocností kvartérního pokryvu v rámci lokality. V některých místech, zejména pak při severním okraji NPR Ransko je poloha skalního podloží předpokládaná až v hloubce přes 20 metrů. Mocnost kvartérních sedimentů v rámci jednotlivých profilů je detailně popsána v závěrečné zprávě o geofyzikálním průzkumu, která je součástí příloh této AR (*Příloha 14*). Ve zprávě jsou dále zmíněny pravděpodobné průběhy tektonických linií, kontaktní zóny hornin, případně místa s možným průběhem důlních děl. Na základě těchto závěrů byla vytipována místa potenciačních preferenčních migračních zón podzemních vod pro zbudování hydrogeologických vrtů.

Vrtné práce v místech vytipovaných geofyzikálním průzkumem ověřily předpokládané mocnosti kvartérního pokryvů. Jedná se zejména o jemnozrnné sedimenty s příměsí hrubozrnné frakce tvořené úlomky podložních ultrabazik. Z geologických profilů vrtů (*Příloha 9*) je patrné, že charakter skalního podloží pod kvartérním pokryvem koresponduje se základní geologickou mapou 1:50 000 (*Příloha 4*). V případě vrtů situovaných do ultrabazik Ranského masívu byly ve vrtných jádrech zaznamenány anortozity, gabra a peridotity o různém stupni zvětrání. Vrt (HVR 2) při severním okraji NPR Ransko ověřil již sedimenty svrchní křídly (prachovce, jílovce) a dokládá tak v těchto místech, ostrý kontakt mezozoických

mořských sedimentů s ultrabaziky Ranského masívu. Zpřesnění údajů o geologii posuzovaného území nad rámec dosavadních poznatků nebylo v možnostech průzkumu z důvodů omezeného rozsahu vrtných prací. Pro účely této AR lze považovat současné znalosti o geologii lokality za dostačující.

Sondážní průzkum (20 ks sond, do 2 m p. t.) zaměřený na haldy, deponie, odvaly a ostatní pozůstatky po hornické činnosti ověřil, že těžbou vyseparovaná hlušina je tvořena zejména jemnozrnnými písčito-jílovitými sedimenty s příměsí úlomků ultrabazických hornin. Povrch deponií v současné době již pokrývá humózní vrstva (cca 0,2 m) s bohatým vegetačním krytem. V důsledku přirozené sukcese a eroze již v současnosti nelze v terénu tyto pozůstatky po těžbě ve většině případů identifikovat.

2.2.2.2 Upřesnění hydrogeologických poměrů lokality

Oběh podzemní vody je v oblasti soustředěn na kvartérní sedimenty, svrchní zónu zvětrání a přípovrchového rozpojení hornin, a dále pak v hlubších puklinových zónách ultrabazických hornin. Směr proudění podzemní vody (*Příloha 7*) na lokalitě je dán výraznou morfologií oblasti, již dominuje Ranský Babylón (673 m n. m.). Všeobecně lze konstatovat, že vody ze západní oblasti posuzovaného území jsou drénovány do koryta Ranského potoka a jeho bezejmenných přítoků, severní část území od Babylonu je odvodňována soustavou rybníků Pobočný a Ranský a pravděpodobně také umělým kanálem vedoucím mezi Ranským rybníkem a Ranským potokem, případně podzemní vody infiltrují dále v korytě řeky Doubravy. Východní část území je drénována opět do koryta řeky Doubravy a rybníku Řeka a jižní část pak částečně v rámci Ranských jezírek, korytem Doubravy a Borovského potoka.

Propustnost zvětralinového pláště a kvartérních zemin je průlinová, propustnost ultrabazických hornin je výrazně puklinová. Jednotlivá zvodnění spolu ve větší či menší míře komunikují, a proto kolektor lze chápat jako spojitý, resp. jako jednokolektorový zvodnělý systém s volnou hladinou. Hydrodynamické zkoušky ověřily obdobné hydraulické parametry ve všech vrtech, a lze tak prostředí považovat za víceméně homogenní. Vrt HVR2 situovaný v mezozoických sedimentárních horninách (jílovce, prachovce), při styku této sedimentární pánve s Ranským masívem, nevykazuje významně rozdílné hydraulické vlastnosti oproti vrtům sledujícím vlastnosti kolektoru Ranského masívu. Pro účely této AR, resp. hodnocení potenciálního šíření znečištění bude uvažováno, že se jedná o spojitý kolektor, v rámci kterého dochází k volnému přetoku podzemních vod vázaných na ultrabazika Ranského masívu do infiltračního čela mezozoické pánve - Křídly dlouhé meze.

V následující tabulce (*Tabulka 15*) jsou uvedeny základní hydraulické parametry zjištěné během hydrodynamických zkoušek (HDZ) a úroveň hladiny podzemní vody ve vrtech. Podrobně je průběh HDZ uveden v rámci příloh (*Příloha 12*).

Tabulka 15: HPV ve vrtech a výsledky hydrodynamických zkoušek

Parametr / vrt	HVR-1	HVR-2	HVR-3	HVR-4	HVR-5	HVR-6
HPV naražená (m p. t.)	2,5	18	2,5	3	24,5	4,5
HPV ustálená (m p. t.)	2,35	5,41	1,7	2,4	12,09	8,51
Q (l/s)	0,019	0,053	0,046	0,4	0,2	0,05
k (m/s)	1,8 E-06	2,0 E-07	2,4 E-07	4,3 E-06	5,0 E-06	7,3 E-07
T (m ² /s)	7,8 E-06	1,8 E-06	2,3 E-06	4,7 E-05	7,8 E-05	6,9 E-06
v (m/s)	1,4 E-06	1,5 E-07	1,9 E-07	3,4 E-06	3,9 E-06	5,7 E-07

Pozn: HPV – hladina podzemní vody, Q - čerpané množství vody, T - koeficient průtočnosti, k - koeficient filtrace, v - rychlost proudění

2.2.2.3 Znečištění zemin

Posouzení znečištění nesaturované zóny bylo provedeno prostřednictvím odběrů vzorků těžebního odpadu uloženého na povrchu terénu. Za tímto účelem byly na základě

historické rešerše a terénní rekognoskace vytipovány oblasti starých důlních děl, odvalů, deponií hlušiny a ostatních antropogenních navážek spojených s historickou důlní činností. Vzhledem ke stáří těchto navážek a pokročilému stupni přirozené sukcese bylo jejich vymezení v terénu značně komplikované. Celkem bylo vytipováno 7 oblastí (A-G, viz. *Příloha 3*) v rámci nichž byly provedeny úzkoprofilové sondy do hloubky 2 m p. t.

Sondážní průzkum ověřil, že **historické deponie jsou tvořeny zejména směsí jemnozrnných zemin charakteru písčitých hlín a jílu**, okrové až šedé barvy a tuhé až tvrdé konzistence. Ve hmotě navážek se objevují úlomky podložních skalních hornin. Ani v jedné ze sond **nebylo pozorováno organoleptické znečištění zemin, ani jiné známky antropogenního znečištění či odpadu (např. komunální odpad)**.

Analytické rozbory odebraných vzorků prokázaly očekávané zvýšené koncentrace kovů (As, Cd, Co, Cr, Ni) nad ukazatel indikátoru znečištění (MP MŽP 2013). Tyto obsahy se pohybují v rozsazích běžných pro místní horniny a zeminy, které byly za tímto účelem zde těženy. Vzhledem k tomu, že **se jedná o hodnoty v míře přírodního pozadí, není nutné tyto zvýšené koncentrace brát za environmentální zátěž.**

Pro případ budoucího nutného odstranění (nepředpokládá se) těchto historických deponií bylo provedeno srovnání s hodnotami uváděnými v platné legislativě. V úvahu bylo bráno případné odtěžení materiálů a jeho uložení na skládku. Z toho důvodů je provedeno srovnání s limitními hodnotami, které jsou dané pro odpad ukládaný na povrchu terénu (*Vyhl. 294/2005 Tab. 10.1*), a dále je provedeno orientační srovnání s indikátory znečištění uváděnými v *MP MŽP 2013* danými pro ostatní oblasti.

Hodnocení dle Tab. 10.1 Vyhl. 294/2005 – Uložení odpadu na povrchu terénu

Z pohledu možného budoucího uložení na skládku se jako problematické jeví zejména zvýšené obsahy Cd, které prakticky ve všech vzorcích překračují několikanásobně legislativní limity pro uložení odpadu na povrchu terénu (limitní hodnota pro Cd je 1 mg/kg). Vyjma vzorků z lokality B a D dochází k několikanásobnému překročení také v případě obsahu Ni (limitní hodnota pro Ni je 80 mg/kg). U většiny vzorků z lokality A jsou překročeny také povolené limitní koncentrace pro Cr (limitní hodnota pro Cr je 200 mg/kg).

Indikátory znečištění MP MŽP 2013 – Ostatní plochy

Z pohledu srovnání s platnými indikátory znečištění pro ostatní/neprůmyslové oblasti lze nadlimitní považovat u všech lokalit (A-G) obsahy As, a vyjma lokality D také koncentrace Co. Ve vzorcích z lokality A byly zjištěny také nadlimitní koncentrace Fe. Ve všech těchto případech lze zvýšené koncentrace považovat za přírodní/geochemického původu, nepřekračující významně hodnoty těchto prvků v okolním horninovém prostředí, a proto dle *MP MŽP 2013* není nutné je dále hodnotit v rámci AR.

Obsahy ostatních sledovaných toxických kovů (Cd, Cr, Cu, Mn, Pb, Zn) nepřekračují hodnoty indikátoru znečištění a ve většině případů jsou hluboce pod jeho úrovní.

Srovnáním jednotlivých oblastí (*Tabulka 16*) lze konstatovat, že se průměrné kvalitativní (koncentrace kovů) složení mezi jednotlivými lokalitami příliš neliší. Za výjimku lze považovat pouze lokalitu A, kde oproti ostatním oblastem byly ve vzorcích zjištěny řádově vyšší koncentrace Cr. Všeobecně lze konstatovat, že vzorky z lokality A mají průměrnou větší míru koncentrací sledovaných kovů.

Tabulka 16: Průměrné koncentrace kovů v rámci vzorků z jednotlivých lokalit

Lokalita	As	Cd	Co	celk. Cr	Cu	celk. Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
A	5,4	5,7	78,3	589,9	95,7	84103	745,5	427,4	7,5	85,5

B	7,9	6,4	24,2	89,2	17,3	18231	583,0	35,4	8,6	23,4
C	8,3	7,4	23	38,5	310,8	27240	377,5	185,4	14,4	39,3
D	4,6	5,8	9,3	53,3	17,6	16220	229,7	26,7	7,3	16,9
E	8,5	16,2	26,7	61,2	144,9	34315	696,5	221,6	4,2	34,4
F	7,1	14,2	66,6	64,0	93,5	47912	1097,4	357,2	6,8	47,2
G	3,9	1,7	57,5	160,9	189,7	46706	774,3	534,5	7,8	56,1
Vyhl. 294/2005, Tab. 10.1	10	1	-	200	-	-	-	80	100	-
Indikátor znečištění MP MŽP 2013 – ostatní plochy	0,61	70	23	-	3 100	55 000	1 800	1 500	400	23 000

V následujících tabulkách jsou uvedeny koncentrace sledovaných kovů v jednotlivých vzorcích v rámci každé ze sedmi hodnocených lokalit (Tabulka 17 – 23).

Lokalita A (sondy SJR1,SJR2,SJR3,SJR4,SJR5):

Tabulka 17: Koncentrace kovů ve vzorcích z lokality A

Vzorek	As	Cd	Co	celk. Cr	Cu	celk. Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
SJR - 1	6,25	9,47	56,8	405	36	67600	713	340	10,2	64,7
SJR - 2	7,62	9,01	60,6	492	48,6	64430	665	443	12,1	68,8
SJR - 3 (0 - 1 m)	1,9	<0,25	114	797	103	104000	744	654	6,19	112
SJR - 3 (1 - 2 m)	6,81	1,7	32,8	227	74,8	42200	692	169	10,4	46,9
SJR - 4 (0 - 1 m)	<0,25	<0,25	91,5	579	130	99200	759	438	3,62	91,5
SJR - 4 (1 - 2 m)	2,75	<0,25	95,5	871	145	96300	722	535	6,89	108
SJR - 5 (0 - 1 m)	7,11	2,71	75,4	466	103	79100	987	367	7,98	78,7
SJR - 5 (1 - 2 m)	<0,25	<0,25	100	882	125	120000	682	473	2,42	113
Vyhl. 294/2005, Tab. 10.1	10	1	-	200	-	-	-	80	100	-
Indikátor znečištění MP MŽP 2013 – ostatní plochy	0,61	70	23	-	3 100	55 000	1 800	1 500	400	23 000

Lokalita B (sondy SJR6, SJR7, SJR8, SJR9, SJR10,SJR18)

Tabulka 18: Koncentrace kovů ve vzorcích z lokality B

Vzorek	As	Cd	Co	celk. Cr	Cu	celk. Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
SJR - 6	<0,25	5,64	13	88,4	18	16140	455	39,6	5,67	24,7
SJR - 7	8,24	7,77	21,4	134	13,2	20580	556	25,1	5,36	20,2
SJR - 8	8,29	5,87	18,2	46,3	14,5	18960	655	27,2	13,5	24,9
SJR - 9	11,2	6,91	24	91,4	18,7	19110	614	37,4	12,9	29
SJR - 10	6,64	4,99	10,4	54,2	14,1	14800	316	25,7	8,71	21,3
SJR - 18	5,04	6,99	58,3	121	25,5	19800	902	57,1	5,43	20,2
Vyhl. 294/2005, Tab. 10.1	10	1	-	200	-	-	-	80	100	-
Indikátor znečištění MP MŽP 2013 – ostatní plochy	0,61	70	23	-	3 100	55 000	1 800	1 500	400	23 000

Lokalita C (sondy SJR11, SJR12, SJR13, SJR14)

Tabulka 19: Koncentrace kovů ve vzorcích z lokality C

Vzorek	As	Cd	Co	celk. Cr	Cu	celk. Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg

S JR- 11	13,7	6,54	17,5	35,5	190	21970	320	116	28,8	54,6
S JR- 12	4,95	8,91	33,9	24,8	664	34020	268	485	11,1	33,1
S JR- 13	10,0	11,6	34,9	81,9	285	45700	810	106	13	59,5
S JR- 14	4,46	2,67	4,05	11,8	104	7270	112	34,5	4,73	10,1
Vyh. 294/2005, Tab. 10.1	10	1	-	200	-	-	-	80	100	-
Indikátor znečištění MP MŽP 2013 – ostatní plochy	0,61	70	23	-	3 100	55 000	1 800	1 500	400	23 000

Lokalita D (sondy SJR15, SJR16, SJR17)

Tabulka 20: Koncentrace kovů ve vzorcích z lokality D

Vzorek	As	Cd	Co	celk. Cr	Cu	celk. Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
SJR - 15	2,67	6,66	8,51	58,8	17,3	17830	123	27,8	<0,5	12,1
SJR - 16	6,24	5,53	9,51	40	14,2	18930	366	29	13,1	28,7
SJR - 17	4,85	5,16	10,0	61	21,2	11900	200	23,3	1,57	9,84
Vyh. 294/2005, Tab. 10.1	10	1	-	200	-	-	-	80	100	-
Indikátor znečištění MP MŽP 2013 – ostatní plochy	0,61	70	23	-	3 100	55 000	1 800	1 500	400	23 000

Lokalita E (sondy SJR19, SJR20, SJR31, SJR32)

Tabulka 21: Koncentrace kovů ve vzorcích z lokality E

Vzorek	As	Cd	Co	celk. Cr	Cu	celk. Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
SJR - 19	7,23	13,8	39,8	68	178	41490	652	275	2,26	36,3
SJR - 20	10,0	18,5	19,8	33,8	301	32220	802	310	3,44	31,2
S JR- 31	12,5	<0,25	13,9	52,4	62,9	28220	328	84,5	0,71	20,4
S JR- 32	4,12	<0,25	33,4	90,7	37,7	35330	1004	217	10,4	49,5
Vyh. 294/2005, Tab. 10.1	10	1	-	200	-	-	-	80	100	-
Indikátor znečištění MP MŽP 2013 – ostatní plochy	0,61	70	23	-	3 100	55 000	1 800	1 500	400	23 000

Lokalita F (sondy SJR21-SJR30)

Tabulka 22: Koncentrace kovů ve vzorcích z lokality F

Vzorek	As	Cd	Co	celk. Cr	Cu	celk. Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
SJR - 21	5,13	13	4,85	40,4	140	30460	250	273	2,01	24,8
S JR- 22	<0,25	10,6	27,5	25,1	60,6	27340	628	199	7,27	26,5
S JR- 23	10,0	21,7	104	33,9	57,4	74390	923	454	7,14	79,7
S JR- 24	13	17,8	55,1	37	13,5	49090	761	320	8,89	65,8
SJR - 25	5,61	9,75	51,3	35,4	6,2	32290	514	110	8,87	27,5
SJR - 26	7,84	19,7	47,6	62	39,6	51880	790	328	2,36	49,4
S JR- 27	9,59	13	8,45	38,1	54,6	35080	360	203	7,31	40,5
S JR- 28	4,48	11,4	212	30,7	83,7	41650	5036	739	8,96	36,5
S JR- 29	10,0	10,4	60,3	206	338	49050	514	343	8,25	59,6
S JR- 30	5,67	<0,25	95,2	131	141	87890	1198	603	6,5	61,3
Vyh. 294/2005, Tab. 10.1	10	1	-	200	-	-	-	80	100	-
Indikátor znečištění MP MŽP 2013 – ostatní plochy	0,61	70	23	-	3 100	55 000	1 800	1 500	400	23 000

Lokalita G (sondy SJR33-SJR40)

Tabulka 23: Koncentrace kovů ve vzorcích z lokality G

Vzorek	As	Cd	Co	celk. Cr	Cu	celk. Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
SJR - 33	<0,25	0,94	66,3	113	17,9	65360	825	444	4,82	67
SJR - 34	4,61	0,81	19,2	43,9	66	24490	570	124	13	36,6
SJR - 35	<0,25	1,97	72,2	158	23,2	60600	1431	894	<0,5	45,3
SJR - 36	3,86	2,37	85,3	351	98,9	74270	779	866	4,58	98
SJR - 37	3,92	1,24	14,3	50,3	244	27020	335	199	18,1	57,9
SJR - 38	<0,25	1,56	39,1	159	387	38530	512	476	4,15	31,7
SJR - 39	<0,25	1,5	68,2	62,3	284	40280	844	420	3,4	49,5
SJR - 40	<0,25	1,32	65,9	185	101	39540	745	352	8,94	54,2
Vyhl. 294/2005, Tab. 10.1	10	1	-	200	-	-	-	80	100	-
Indikátor znečištění MP MŽP 2013 – ostatní plochy	0,61	70	23	-	3 100	55 000	1 800	1 500	400	23 000

2.2.2.4 Znečištění podzemní vody

2.2.2.4.1 Toxické kovy (As, Cd, Co, Ni, Pb, Cu, Ag, Sb, Cr, Zn)

Kvalita podzemní vody byla sledovaná prostřednictvím HG vrtů (HJR a HVR), domovních studní (PZV) a přirozeného pramenného vývěru (P). Na základě laboratorních analýz lze konstatovat, že ani v jednom z těchto sledovaných objektů **nebyly zjištěny významně zvýšené koncentrace toxických kovů (As, Cd, Co, Ni, Pb, Cu, Ag, Sb, Cr, Zn) v podzemní vodě.**

A: Domovní studny (PZV)

Vyjma dvou domovních studní nebyly hygienické limity (Vyhl. 252/2004 Sb.) dané pro obsahy kovů (As, Cd, Cu, Ag, Sb, Cr a Zn) v pitné vodě překročeny.

Výjimku tvoří domovní studny PZV9 a PZV10 situované v obci Staré Ransko, kde byly zjištěny zvýšené koncentrace **Pb** (PZV9 12 µg/l, PZV10 14 µg/l) překračující (1,2 x až 1,4x) limit pro pitnou vodu stanovený v úrovni 10 µg/l. Toto znečištění bylo prokázáno pouze v rámci prvního monitorovacího kola. Ve druhém kole byly koncentrace v obou studních pod úrovní možnosti laboratorní detekce. Vzhledem k tomu, že byly překročeny hygienické legislativní ukazatele, **bude toto znečištění dále hodnoceno v rámci kapitoly hodnocení zdravotních rizik.**

Ve dvou případech (PZV3 a PZV21) byly analyzovány mírně zvýšené koncentrace **As** (max. 7,9 µg/l) přesahující indikátor znečištění (MP MŽP 2013). Hygienické limity pitné vody nebyly v tomto případě překročeny, **a proto případná zdravotní rizika nebudou dále hodnocena.**

V PZV1, PZV2, PZV6, PZV12 a PZV19 byly mírně zvýšené koncentrace **Co** (max. 18 µg/l) nad úroveň indikátoru znečištění (MP MŽP 2013). Ve všech pěti případech došlo pouze k jeho mírnému překročení (1,1x). Pro tento prvek nejsou stanoveny hygienické limity v pitné vodě, **a proto bude toto zjištění dále hodnoceno z pohledu možných zdravotních rizik.**

V rámci analýz kovů byly potvrzeny celkově vyšší koncentrace Mn a Fe typické pro zdejší oblast. Vyjma domovních studní PZV3 (4x překročení limitu) a PZV16 (1,3 x) splňují koncentrace rozpuštěného Fe doporučené požadavky pro pitnou vodu. V případě koncentrací Mn je limit překročen v PZV16 (40x) a PZV10 (2x).

B: Pramenný vývěr (P1)

Vzhledem k tomu, že studánka je občasně využívána residenty, rekreanty a návštěvníky k odběru vody pro pitné účely byla kvalita této vody rovněž posouzena ve vztahu k hygienickým limitům. Vyjma koncentrací Ni jsou splněny veškeré hygienické parametry. **Koncentrace Ni (36 µg/l) překračující zhruba 1,8 x limity pro tento prvek, a proto bude tato skutečnost dále hodnocena v rámci kapitoly hodnocení rizik.** Takto zvýšené koncentrace Ni byly zaznamenány již během vzorkování v roce 2013 (*Tabulka 1*) a lze tak stav považovat za dlouhodobý.

Tabulka 24: Koncentrace kovů ve vybraných objektech (PZV a P)

Objekt	As	Co	Cu	celk. (Fe)	Mn	Ni	Pb
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
P- 1	<0,005	<0,002	<0,01	0,12	0,09	0,036	<0,01
PZV - 1	<0,005	0,0051	0,012	<0,01	0,002	0,0067	<0,01
PZV - 2	<0,005	0,0048	0,021	0,017	0,0022	0,0033	<0,01
PZV - 3	0,0058	<0,002	<0,01	4,09	0,071	0,0075	<0,01
PZV - 6	<0,005	0,0049	<0,01	0,019	0,0022	0,003	<0,01
PZV - 9	<0,005	0,0041	0,045	0,11	0,0081	0,0053	0,012
PZV - 10	<0,005	0,0024	<0,01	0,3	0,2	0,0047	0,014
PZV - 12	<0,005	0,005	0,012	<0,01	0,0033	0,0042	<0,01
PZV - 16	<0,005	<0,002	<0,01	1,36	4,15	<0,002	<0,01
PZV - 19	<0,005	0,0049	0,01	0,032	0,002	0,003	<0,01
PZV - 21	0,0079	<0,002	0,078	0,087	0,0018	<0,002	<0,01
Indikátor znečištění MP MŽP 2013	0,000045	0,0047	0,62	11	0,32	0,3	0,01
vyhl. 252/2004 Sb. - Pitná voda	0,01	-	1	0,5	0,1	0,02	0,01

C: Hydrogeologické vrtů (HVR a HJR)

Jak ukazuje následující *tabulka 25* a *tabulka v příloze 10*, k překročení indikátoru znečištění u toxických kovů došlo pouze v několika případech v nevýznamné míře. Tyto hodnoty lze prakticky považovat za úroveň přírodního pozadí. Vyjma třech objektů splňuje voda také hygienické limity pro pitnou vodu.

Indikátor znečištění byl mírně překročen ve vrtu HJR1 u As (6,8µg/l), ve vrtu HJR3 u Co (18 µg/l), ve vrtu HVR5 u Cu (780 µg/l) a HJR5 pro koncentrace Pb (16 µg/l) Ve všech těchto případech (vyjma HJR5) jsou koncentrace stále hluboce pod hygienickými limity pro pitnou vodu.

K překročení hygienický limitů pro pitnou vodu došlo v případě Ni ve vrtech HJR2 (1,3x) a HJR3 (3x) a v případě Pb ve vrtech HJR2 (1,3x) a HJR5 (1,6x). **Vzhledem k poloze těchto vrtů a vzdálenosti nejbližších domovních studní není nutno tomuto zjištění přikládat značný význam.**

Generelně lze podzemní vody odebrané z hydrogeologických vrtů hodnotit jako bohaté na rozpuštěné Fe a Mn. Vyšší koncentrace těchto prvků v podzemních vodách jsou pro tento region typické a lze je tak považovat za přírodní pozadí. Obdobné koncentrace uvádí také vysvětlivky k hydrogeologické mapě 1:50 000. Výjimku tvoří pouze vzorek HJ3, kde byly analyzovány řádově vyšší obsahy Mn vůči ostatním vzorkům. Tyto obsahy byly analyzovány, ale pouze v rámci druhého kola monitoringu. Během prvního kola byly hodnoty na úrovni přírodního pozadí (*Příloha 10.2*).

Tabulka 25: Koncentrace rozpuštěných kovů ve vybraných objektech (HJR a HVR)

Objekt	As	Co	Cu	celk. (Fe)	Mn	Ni	Pb
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
HJR - 1	0,0068	<0,002	<0,01	0,77	0,30	0,0049	<0,01
HJR - 2	<0,005	<0,002	0,027	3,68	0,12	0,026	0,013

HJR - 3	<0,005	0,018	0,013	5,94	6,00	0,064	<0,01
HJR - 5	<0,005	<0,002	0,012	2,8	0,63	0,017	0,016
HJR - 6	<0,005	<0,002	<0,01	3,72	0,63	0,0099	<0,01
HVR - 4	<0,005	<0,002	0,014	2,28	0,094	0,015	<0,01
HVR - 5	<0,005	<0,002	0,78	0,44	0,11	0,013	<0,01
HVR - 6	<0,005	<0,002	0,021	0,21	0,24	0,012	<0,01
Indikátor znečištění MP MŽP 2013	0,000045	0,0047	0,62	11	0,32	0,3	0,01
vyhl. 252/2004 Sb. - Pitná voda	0,01	-	1	0,5	0,1	0,02	0,01

2.2.2.4.2 Ostatní chemicko-fyzikální parametry

Ostatní sledované kvalitativní chemicko-fyzikální parametry nevykazují znečištění podzemních vod v domovních studních. Vyjma jedné studny byly všechny sledované parametry pod úrovní hygienických limitů pro pitnou vodu. Výjimku tvoří **studna PZV16 v rámci obce Staré Ransko, ve které byl zvýšený parametr CHSK-Mn (4,3 mg/l) a amonných iontů (2,47 mg/l)**. Zhoršená kvalita vody je pravděpodobně dána kontaminací vody ve studni splaškovými vodami. Zvýšenou mikrobiologickou aktivitu dokládají také zvýšené obsahy Fe a Mn v této studni (Tabulka 25).

Generelně lze vodu ze studní označit jako měkkou, chudou na obsah Ca a Mg. Průměrné pH podzemní vody v domovních studních se pohybuje okolo 7. V následující tabulce (Tabulka 26) jsou uvedeny vybrané chemicko-fyzikální parametry v odebraných vzorcích podzemních vod z domovních studní (PZV) a pramene (P). Kompletní škála sledovaných parametrů je uvedena v rámci přílohy (Příloha 10).

Tabulka 26: Ostatní chemicko-fyzikální parametry v domovních studních a pramenu

objekt	CHSK-Mn	NH4+	NO2-	NO3-	Cl-	SO4	F-	Ca	Mg	Na
	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹
P- 1	0,5	<0.1	<0.1	<5	7,7	32,9	<0.1	25,3	16,8	4,45
PZV - 1	<0.3	<0.1	<0.1	31,8	11,5	54,4	0,19	47,5	12,6	7,91
PZV - 2	<0.3	<0.1	<0.1	46,4	11,5	40,8	0,14	56,1	16,9	8,26
PZV - 6	<0.3	<0.1	<0.1	18,8	20,4	55	0,13	70,2	5,12	5,52
PZV - 8	<0.3	<0.1	<0.1	9,86	8,9	33	0,21	44,8	10,5	9,06
PZV - 9	1,2	<0.1	<0.1	19,2	7,7	20,5	<0.1	18,5	5,03	3,81
PZV - 10	1,1	<0.1	<0.1	8,08	<5	21,7	<0.1	17,9	5,81	2,21
PZV - 12	<0.3	<0.1	<0.1	11,6	54,3	45,8	<0.1	98	4,66	11,1
PZV - 13	1,1	<0.1	<0.1	16,1	10,9	20,3	<0.1	17,7	4,37	5,32
PZV - 14	0,4	<0.1	<0.1	27,7	9,6	22,7	<0.1	34,9	9,17	7,88
PZV - 16	4,3	2,47	<0.1	<5	6,4	16	<0.1	63,9	6,77	3,32
PZV - 19	1,7	<0.1	<0.1	17,7	7	29,2	0,11	78,9	1,37	2,58
PZV - 20	0,9	<0.1	<0.1	22,2	6,4	32,1	<0.1	80	0,83	1,43
vyhl. 252/2004 Sb. Pitná voda	3	0.5	0.5	50	100	250	1.5	80	30	200

2.2.2.5 Znečištění povrchové vody

Kvalita povrchové vody v rámci zájmového území byla sledována prostřednictvím 35 odběrových profilů (PV) na místních vodotečích Doubravy, Ranský potok, Borovský potok a jejich menších bezejmenných přítoků. Kvalita povrchových vod byla dána do souvislosti s normou environmentální kvality (NV č. 61/2003 Sb - NEK-RP).

2.2.2.5.1 Ranský potok (PV11-PV17)

Na profilu PV17 situovaném v horní části toku byly zjištěné zvýšené koncentrace kovů v odebrané povrchové vodě (Cd, Co, Cu, Ni, Pb, Zn, Mn). Pro všechny tyto prvky byl překročen ukazatel NEK-RP. U Mn byl ukazatel překročen 14x, u Cd 10x, u Co 4x a u Pb 3x.

Na níže ležících profilech PV16 a PV15 byly překročeny již pouze ukazatele pro Fe a Mn. Poslední sledovaný profil PV10 situovaný těsně po soutoku s povrchovou vodou z Pobočného rybníka vykazuje již řádově nižší hodnoty všech sledovaných parametrů. **Ve vztahu k NEK-RP nejsou v rámci níže položených profilů (PV14, PV12 a PV10) překročeny žádné sledované ukazatele.** Tento pozitivní stav byl potvrzen v rámci obou monitorovacích kol.

Vybrané hodnoty sledovaných parametrů jsou patrné z následující tabulky 27. Kompletní soupis analyzovaných parametrů na jednotlivých profilech v obou monitorovacích kolech je součástí Přílohy 10.

Tabulka 27: Ranský potok – koncentrace sledovaných kovů

Profil	As	Cd	Co	celk. Cr	Cu	celk. Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹
PV - 17	0,0073	0,0029	0,015	0,0021	0,032	4,07	4,20	0,022	0,021	0,11
PV - 16	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,01	1,19	0,480	0,0031	<0,01	0,11
PV - 15	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,01	0,71	0,66	<0,002	<0,01	0,012
PV - 14	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,01	0,31	0,19	<0,002	<0,01	0,0058
PV - 12	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,01	0,24	0,098	0,0052	<0,01	0,019
PV - 10	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,01	0,56	0,170	0,015	<0,01	0,022
Vyhl. č. 61/2003 Sb. NEK-RP	0,011	0,0003	0,003	0,018	0,014	1	0,3	0,02	0,0072	0,092

2.2.2.5.2 Borovský potok (PV18-PV22)

V rámci vzorků povrchové vody odebraných z pěti profilů situovaných v korytě Borovského potoka a jeho menších přítoků **nebyly analyzovány významně zvýšené koncentrace kovů.** Pouze v několika případech došlo k mírnému překročení NEK-RP, a sice v parametru Cu na profilu PV20 (1,2x překročení NEK-RP) a v parametru Fe na profilech PV22 (1,3x NEK-RP), PV21 (1,1x NEK-RP) a PV19 (1,5x NEK-RP).

Profil PV18 situovaný jako poslední v řadě v rámci Borovského potoka vykazuje pouze zanedbatelné hodnoty všech sledovaných polutantů. Ve vztahu k NEK-RP nejsou v rámci PV18 překročeny žádné sledované ukazatele. Tento pozitivní stav byl potvrzen během obou monitorovacích kol.

Vybrané hodnoty sledovaných parametrů jsou patrné z následující tabulky 28. Kompletní soupis analyzovaných polutantů na jednotlivých profilech v obou monitorovacích kolech je součástí Přílohy 10.

Tabulka 28: Borovský potok – koncentrace sledovaných kovů

Profil	As	Cd	Co	celk. Cr	Cu	celk. Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹
PV – 21	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,01	1,06	0,041	0,0087	<0,01	0,0045
PV – 22	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,01	1,3	0,15	0,0086	<0,01	0,0065
PV – 19	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,01	1,48	0,092	0,0057	<0,01	0,0036
PV – 20	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	0,017	0,09	0,0012	<0,002	<0,01	0,0021
PV – 18	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,01	0,38	0,038	<0,002	<0,01	0,0031
Vyhl. č. 61/2003 Sb. NEK-RP	0,011	0,0003	0,003	0,018	0,014	1	0,3	0,02	0,0072	0,092

2.2.2.5.3 Doubrava od Ranských jezírek po rybník Řeka (PV24-PV35)

V korytě Doubravy pramenící nad Ranskými jezírky a ústím Doubravy do rybníku Řeka bylo sledováno celkem deset profilů. **Koncentrace toxických kovů překračovaly**

ukazatele **NEK-RP** pouze výjimečně. V případě Cu na profilech PV23 a PV27 došlo k překročení **NEK-RP** 1,4 x, v případě Mn na profilu PV32 (1,8 x **NEK-RP**) a PV35 (4,5 x **NEK-RP**), v případě Ni na profilu PV35 (1,5 x **NEK-RP**) a v případě Zn na profilu PV27 (1,3 x **NEK-RP**).

Profily PV26, PV24 a PV25 situované jako poslední v řadě v rámci této části koryta Doubravy vykazují již významné zlepšení kvality povrchové vody. Ve vztahu k **NEK-RP** nejsou překročeny žádné sledované ukazatele. Tento pozitivní stav byl potvrzen v rámci obou monitorovacích kol.

Vybrané hodnoty sledovaných parametrů jsou patrné z následující *tabulky 29*. Kompletní soupis analyzovaných parametrů na jednotlivých profilech v obou monitorovacích kolech je součástí *Přílohy 10*.

Tabulka 29: Doubrava od Ranských jezírek po rybník Řeka – koncentrace sledovaných kovů

Profil	As	Cd	Co	celk. Cr	Cu	celk. Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹
PV - 29	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,01	0,35	0,014	<0,002	<0,01	0,005
PV - 30	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,01	0,31	0,011	0,0027	<0,01	0,0062
PV - 32	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,01	0,81	0,51	0,0088	<0,01	0,0032
PV - 35	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,01	0,88	1,33	0,031	<0,01	0,019
PV - 33	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	0,011	0,34	0,091	0,0044	<0,01	0,011
PV - 23	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	0,019	0,31	0,11	0,0058	<0,01	0,018
PV - 27	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	0,018	0,41	0,055	0,015	<0,01	0,12
PV - 26	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,01	0,41	0,023	0,0021	<0,01	0,0055
PV - 25	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,01	0,42	0,02	0,0022	<0,01	0,0064
PV - 24	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,01	0,39	0,055	0,0032	<0,01	0,018
Vyh. č. 61/2003 Sb. NEK-RP.	0,011	0,0003	0,003	0,018	0,014	1	0,3	0,02	0,0072	0,092

2.2.2.5.4 Bezejmenné přítoky rybníků Řeka, Ranský a Pobočný

Na bezejmenných přítocích rybníků Řeka, Ranského rybníku a Pobočného rybníku byly zjištěny **zvýšené koncentrace kovů (Cu, Cd, Ni, Zn).** **Jako problematický se jeví zejména profil PV2** situovaný při ústí bezejmenné vodoteče do rybníku Řeka, kde jsou ve vztahu k **NEK-RP** překročeny koncentrace Cu (3x **NEK-RP**) a Ni (2x **NEK-RP**) a **profil PV3**, kde jsou překročeny ukazatele pro Cd (3x **NEK-RP**), Cu (2x **NEK-RP**), Ni (2x **NEK-RP**) a Zn (3,5x **NEK-RP**). V rámci ostatních monitorovaných profilů nebyly sledovány významně zvýšené koncentrace sledovaných kovů.

Vybrané hodnoty sledovaných parametrů jsou patrné z následující *tabulky 29 až 32*. Kompletní soupis analyzovaných parametrů na jednotlivých profilech v obou monitorovacích kolech je součástí *Přílohy 10*.

Tabulka 30: Bezejmenný přítok rybníku Řeka – koncentrace sledovaných kovů

Profil	As	Cd	Co	celk. Cr	Cu	celk. Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹
PV - 1	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	0,026	0,30	0,16	0,011	<0,01	0,059
PV - 2	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	0,05	1,33	0,59	0,05	<0,01	0,045
Vyh. č. 61/2003 Sb. NEK-RP	0,011	0,0003	0,003	0,018	0,014	1	0,3	0,02	0,0072	0,092

Tabulka 31: Bezejmenný přítok rybníku Řeka (Profil PV3) – koncentrace sledovaných kovů

Profil	As	Cd	Co	celk. Cr	Cu	celk. Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹
PV - 3	<0,005	0,00099	<0,002	0,0028	0,028	0,89	0,35	0,038	<0,01	0,35
Vyh. č. 61/2003 Sb.	0,011	0,0003	0,003	0,018	0,014	1	0,3	0,02	0,0072	0,092

NEK-RP										
--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabulka 32: Bezejmenný přítok Ranského rybníku (Profil PV5)

Profil	As	Cd	Co	celk. Cr	Cu	celk. Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹
PV - 5	<0,005	<0,0005	<0,002	0,0028	0,014	0,77	0,16	0,13	<0,01	0,1
Vyhl. č. 61/2003 Sb. NEK-RP	0,011	0,0003	0,003	0,018	0,014	1	0,3	0,02	0,0072	0,092

Tabulka 33: Bezejmenný přítok Pobočného rybníku (Profil PV9)

Profil	As	Cd	Co	celk. Cr	Cu	celk. Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹
PV - 9	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,01	1,82	0,180	0,0054	<0,01	0,014
Vyhl. č. 61/2003 Sb. NEK-RP	0,011	0,0003	0,003	0,018	0,014	1	0,3	0,02	0,0072	0,092

2.2.2.5.5 Úsek kanálu mezi Ranským rybníkem a Ranským potokem

Na profilu PV6 situovaném na přítoku do Rybníku Pobočný byly zjištěny v povrchové vodě koncentrace převyšující NEK-RP u Cd (4x NEK-RP), Cr (1x NEK-RP), Fe (3,7x NEK-RP), Mn (3x NEK-RP), Pb (2x NEK-RP) a Zn (1,5x NEK-RP). Na odběrném profilu PV8 ležícím pod Pobočným rybníkem jsou analyzovány již nižší koncentrace, ale stále překračující ukazatele NEK-RP - Cd 2x nad NEK-RP, koncentrace Fe 4x NEK-RP, a Mn 2x NEK-RP.

Na odběrném profilu PV10 charakterizující kvalitu vody odtékající s posuzované oblasti nejsou překročeny žádné hodnoty ukazatelů NEK-RP.

Vybrané hodnoty sledovaných parametrů jsou patrné z následující tabulky 34. Kompletní soupis analyzovaných parametrů na jednotlivých profilech v obou monitorovacích kolech je součástí Přílohy 10.

Tabulka 34: Bezejmenný přítok a odtok z Pobočného rybníku (Profil PV6 – PV8)

Profil	As	Cd	Co	celk. Cr	Cu	celk. Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹
PV - 6	0,007	0,0011	<0,002	0,02	<0,01	3,76	0,93	0,19	0,014	0,15
PV - 8	0,0056	0,00063	<0,002	0,0035	0,013	3,85	0,520	0,01	<0,01	0,032
PV - 10	<0,005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,01	0,56	0,170	0,015	<0,01	0,022
Vyhl. č. 61/2003 Sb. NEK-RP	0,011	0,0003	0,003	0,018	0,014	1	0,3	0,02	0,0072	0,092

2.2.2.6 Znečištění dnových sedimentů

Znečištění dnových sedimentů bylo posuzováno na základě odběrů 50 ks vzorků z 25 odběrných profilů na místních vodotečích Doubravy, Ranský potok, Borovský potok a jejich menších bezejmenných přítoků. Odběrné profily pro vzorkování sedimentů (DS) korespondují s odběrným profilem povrchových vod (PV).

Zjištěné koncentrace kovů v jednotlivých vzorcích byly porovnány s normou environmentální kvality (NV č. 61/2003 Sb.) pro hodnocení chemického stavu pevné matrice/sedimentu (NEK-RPC) útvarů povrchových vod. Z důvodů možné budoucí odtěžby sedimentů bylo dále provedeno srovnání s limitními hodnotami rizikových prvků (LHRP) dle Vyhl. č. 257/2009 Sb. Vyhláška o používání sedimentů na zemědělské půdě. Na vybraných vzorcích sedimentů byla stanovena také ekotoxicita dle smyslu odpadové legislativy Vyhl. 294/2005 Sb., tab. 10.2.

Všeobecně lze konstatovat, že v rámci prvního kola vzorkování byly koncentrace kovů ve dnových sedimentech vyšší. Nejpatrnější je to u Cd, kdy vyjma sedimentů z Borovského potoka došlo k překročení NEK-RPC u všech vzorků z koryta Doubravy i

Ranského potoka. Ve druhém kole vzorkování byly koncentrace hluboko pod úrovní limitů ve všech odebraných vzorcích. Tento nesoulad je pravděpodobně způsoben vyplavením jemnozrnné frakce před druhým kolem vzorkování, kdy bylo srážkově vydatnější období. Blíže je tato problematika osvětlena v kapitole šíření znečištění (kap. 2.2.4.3.2).

2.2.2.6.1 Ranský potok

Ve všech odebraných vzorcích z koryta Ranského potoka byly zjištěny koncentrace Cd a Ni překračující NEK – RPC.

V případě Cd byly nejvyšší koncentrace zjištěny během prvního kola monitoringu ve vzorku DS11 (5,46 mg/kg), v rámci kterého byla hodnota zmíněného ukazatele překročena 2,5x. Během druhého kola byly koncentrace Cd ve všech vzorcích pod limitem NEK – RPC, případně ve zcela zanedbatelné úrovni.

V případě Ni byly nejvyšší koncentrace zjištěny u vzorku DS12, kde byl ukazatel NEK – RPC překročen téměř 18x.

Srovnáním zjištěných koncentrací s LHRP daných ve Vyhl. 257/2009 Sb. bylo zjištěno, že vzorky ani v jednom případě nesplňují požadavky na případnou kvalitu sedimentu pro uložení na zemědělskou půdu, z důvodů překročení povolených koncentrací Cd. Ostatní sledované parametry splňují požadavky dané NEK-RPC i LHRP.

Na vodném výluhu ze vzorku sedimentu DS12 bylo provedeno stanovení akutní ekotoxicity. Testy prokázaly, že **vzorek nevyhovuje požadavkům na míru ekotoxicity** (Vyhl. 294/2005 Sb., tab. 10.2) v důsledku negativního vlivu na inhibici růstu řas (*Desmodesmus subspicatus*), kdy v rámci testu došlo k inhibici 37,8 % jedinců. Podrobné hodnocení ekotoxicity vzorků je zaznamenáno v rámci laboratorního protokolu v příloze této zprávy (Příloha 10).

Vybrané hodnoty sledovaných kovů jsou patrné z následující tabulky 35. Kompletní soupis analyzovaných parametrů stanovených na jednotlivých profilech v obou monitorovacích kolech je součástí Přílohy 10.

Tabulka 35: Ranský potok – koncentrace kovů v sedimentu

Profil	As	Cd	Co	celk. Cr	Cu	celk. Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
DS - 11	5,4	5,46	9,71	49,7	21	14860	283	48,1	10,8	47,4
DS - 12	6,3	5,07	25,6	22,4	9,67	15890	2706	54,6	17,2	37,5
DS - 13	11,6	4,54	18,9	27,2	11,6	14300	645	46,7	22,3	37,2
DS - 14	12,4	3,5	8,77	16,4	6,72	9540	657	29,7	10	35,4
DS - 15	10,5	4,03	14,9	17	11,2	13700	884	24,1	18,9	46
DS - 16	3,21	2,51	9,1	9,59	14,1	8720	836	11,3	19,9	35
DS - 17	6,91	3,01	15,8	17,9	15,5	11000	478	22,3	20,6	48,3
Vyhl. č. 61/2003 Sb. NEK-RPC	-	2,3	-	-	-	-	-	3	53	-
Vyhl. č. 257/2009 Sb.	30	1	30	200	100	-	-	80	100	300

2.2.2.6.2 Borovský potok a jeho bezejmenné přítoky

Ve vzorcích dnových sedimentů odebraných z profilů situovaných v korytě Borovského potoka a jeho bezejmenných přítocích byly zjištěny koncentrace Ni překračující NEK-RPC.

Nejvyšší koncentrace Ni byly zjištěny u vzorku DS19 (57,3 mg/kg), kde byl ukazatel NEK-RPC překročen 19x. Ostatní sledované parametry ve všech vzorcích z tohoto toku splňují jak NEK-RPC, tak i LHRP pro případné uložení sedimentu na zemědělské půdě.

Vybrané hodnoty sledovaných kovů jsou patrné z následující tabulky 36. Kompletní soupis analyzovaných parametrů stanovených na jednotlivých profilech v obou monitorovacích kolech je součástí Přílohy 10.

Tabulka 36: Borovský potok – koncentrace kovů v sedimentu

Profil	As	Cd	Co	celk. Cr	Cu	celk. Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
DS - 18	8,51	2,07	9,57	22,1	15,6	8861	231	34,3	23,5	45
DS - 19	10,1	1,68	7,48	33,8	18,7	9900	70,4	57,3	23,4	45,6
DS - 20	3,57	1,63	2,12	25,9	15,2	8954	82,9	27,2	18,1	25,1
DS - 21	8,82	1,83	9,99	20,8	15,5	15590	243	32,8	25,3	52,8
Vyhl. č. 61/2003 Sb. NEK-RPC	-	2,3	-	-	-	-	-	3	53	-
Vyhl. č. 257/2009 Sb.	30	1	30	200	100	-	-	80	100	300

2.2.2.6.3 Doubrava po ústí do rybníku Řeka

Ve vzorcích dnových sedimentů odebraných z profilů situovaných v korytě Doubravy po ústí do rybníku Řeka byly zjištěny koncentrace **Ni a Cd** překračující **NEK-RPC**, a v případě Cd také překračující **LHRP** pro případné uložení sedimentu na zemědělské půdě.

U Cd byly zjištěny koncentrace průměrně 1,3 x překračující ukazatele **NEK-RPC**, a cca 3x **LHRP** pro případné uložení sedimentu na zemědělské půdě. Během druhého kola byly koncentrace Cd ve všech vzorcích pod limitem **NEK-RPC**, případně ve zcela zanedbatelné úrovni.

Nejvyšší koncentrace Ni byly zjištěny u vzorku DS26 (79,2 mg/kg), kde byl ukazatel **NEK-RPC** 26x. Vysoké obsahy Ni byly zjištěny i u ostatních profilů v rámci tohoto úseku toku - DS25 (25x), DS27 (24x) DS 24 (24x).

Ostatní sledované parametry ve všech vzorcích z tohoto úseku toku splňují jak **NEK-RPC**, tak i **LHRP** pro případné uložení sedimentu na zemědělské půdě.

V rámci laboratorních analýz bylo na vodném výluhu ze vzorků sedimentů DS25 a DS26 provedeno stanovení akutní ekotoxicity. Testy prokázaly, že **vzorky nevyhovují požadavkům na míru ekotoxicity** (Vyhl. 294/2005 Sb., tab. 10.2) v důsledku nesplnění sledovaného parametru inhibice růstu řas (*Desmodesmus subspicatus*), kdy v rámci testu došlo k inhibici 37 - 68 % jedinců. Podrobné hodnocení ekotoxicity vzorků je zaznamenáno v rámci laboratorního protokolu v příloze (*Příloha 10*).

Vybrané hodnoty sledovaných kovů jsou patrné z následující *tabulky 37*. Kompletní soupis analyzovaných parametrů stanovených na jednotlivých profilech v obou monitorovacích kolech je součástí *Přílohy 10*.

Tabulka 37: Doubrava po ústí do rybníku Řeka – koncentrace kovů v sedimentu

Profil	As	Cd	Co	celk. Cr	Cu	celk. Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
DS – 23	2,33	1,73	3,68	48,2	11,2	19930	123	36,9	7,59	35,4
DS – 24	7,3	3,14	21,3	51,5	30,7	24070	447	71	15,5	218
DS – 25	8,69	3,09	25,5	58,4	28,3	25720	1182	76,8	13,1	218
DS – 26	10,6	3,08	24,1	58,9	31,8	28150	797	79,2	13,6	232
DS – 27	7,67	2,79	21,4	55,9	34	24480	733	72,4	11,2	164
Vyhl. č. 61/2003 Sb. NEK-RPC	-	2,3	-	-	-	-	-	3	53	-
Vyhl. č. 257/2009 Sb.	30	1	30	200	100	-	-	80	100	300

2.2.2.6.4 Bezejmenné přítoky rybníku Řeka, Ranského a Pobočným rybníku

Ve všech vzorcích dnových sedimentů odebraných z profilů situovaných v rámci bezejmenných přítoků rybníku Řeka, Ranského a Pobočným rybníku byly zjištěny koncentrace **Ni a Cd** překračující **NEK-RPC** i **LHRP** pro případné uložení sedimentu na zemědělské půdě.

Nejvyšší koncentrace kovů jsou analyzovány z profilu DS2 a DS5 situovaných na bezejmenných přítocích rybníku Řeka. **V případě vzorku DS5 došlo u koncentrací Ni k více jak 110x k překročení NEK-RPC.** U vzorku DS2 **překračují obsahy Cd více než 5x NEK-RPC a více než 12 x obsahy LHRP** pro případné uložení sedimentu na zemědělské půdě. Během druhého kola byly koncentrace Cd ve všech vzorcích pod limitem NEK – RPC, případně ve zcela zanedbatelné úrovni.

Ostatní sledované parametry ve všech vzorcích z tohoto úseku toku splňují jak NEK-RPC, tak i limitní obsahy rizikových prvku pro případné uložení sedimentu na zemědělské půdě.

V rámci laboratorních analýz bylo na vodném výluhu ze vzorků sedimentu DS2, DS3, DS5, DS6 a DS9 provedeno stanovení akutní ekotoxicity. Testy prokázaly, že **vzorky DS2, DS3 a DS9 nevyhovují požadavkům na míru ekotoxicity (Vyhl. 294/2005 Sb., tab. 10.2) v důsledku nesplnění sledovaného parametru inhibice růstu řas (*Desmodesmus subspicatus*),** kdy v rámci testu došlo k inhibici 37 - 68 % jedinců. U vzorku DS9 navíc nejsou splněny ani parametry inhibice pohyblivosti na druhu *Daphnia magna*, kdy došlo k imobilizaci až 90% jedinců a v parametru sledování inhibice růstu kořene *Sinapsis alba* (průměrná stimulace 34%). Vzorky DS5 a DS6 vyhovují požadavkům na akutní ekotoxicitu ve všech sledovaných parametrech. Podrobné hodnocení ekotoxicity vzorků je zaznamenáno v rámci laboratorního protokolu v příloze (Příloha 10).

Koncentrace sledovaných kovů jsou patrné z následující tabulky 38. Kompletní soupis výsledků analyzovaných parametrů stanovených na jednotlivých profilech v obou monitorovacích kolech je součástí Přílohy 10.

Tabulka 38: Přítoky Pobočného, Ranského a rybníku Řeka - koncentrace kovů v sedimentu

Profil	As	Cd	Co	celk. Cr	Cu	celk. Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
DS - 2	10,2	12,6	37,4	86,9	62,5	29390	819	238	13,5	58
DS - 3	7	5,2	13,7	84,1	17,8	13700	220	116	10,9	100
DS - 5	5,45	11,1	49,1	321	39,3	32620	395	337	9,67	68
DS - 6	6,21	5,67	10,8	626	54,1	14640	290	83,9	34,5	341
DS - 7	3,32	4,97	5,69	203	20	13900	200	30,5	26,6	177
DS - 8	9,04	3,45	8,29	59,2	15,9	13150	207	34,2	17,2	54,4
DS - 9	13,3	7,05	21	61,4	24,3	21530	599	79	17,1	56,5
DS - 10	<0,25	4,84	13,7	34,1	16,7	13740	349	48,7	19,9	83
Vyhl. č. 61/2003 Sb. NEK-RPC	-	2,3	-	-	-	-	-	3	53	-
Vyhl. č. 257/2009 Sb.	30	1	30	200	100	-	-	80	100	300

2.2.3 Shrnutí plošného a prostorového znečištění

2.2.3.1 Nesaturevaná zóna

Analytické rozbory vzorků zemin z historických navážek/deponií prokázaly zvýšené koncentrace sledovaných kovů. Ve vztahu k indikátorům znečištění platným pro zeminy v neprůmyslových oblastech (MP MŽP 2013), lze za nadlimitní považovat u všech sedmi sledovaných lokalit obsahy As, a vyjma lokality D také obsahy Co. Tyto koncentrace se však pohybují v úrovních běžných pro místní zeminy a ultrabazické horniny, resp. v úrovni přírodního pozadí. Koncentrace ostatních sledovaných kovů (Cd, Cr, Cu, Mn, Pb, Zn) v odebraných zeminách nepřekračují hodnoty indikátoru znečištění a ve většině případů jsou hluboce pod tímto ukazatelem.

Všeobecně lze konstatovat, že v rámci posuzované lokality nebylo zjištěno závažné znečištění nesaturevané zóny. Geologicko průzkumné práce neověřily, že by antropogenní navážky byly sekundárním zdrojem, resp. tvořily ohniska znečištění

těžkými toxickými kovy (Cd, Cr, Cu, Pb, Zn, As). Zjištěné koncentrace jsou v míře přirozeného horninového pozadí a není nutné je proto brát za environmentální zátěž pro prostředí.

2.2.3.2 Podzemní vody

Průzkum neověřil významně zvýšené koncentrace sledovaných toxických kovů (As, Ag, Cd, Cr, Cu, Co, Ni, Pb, Fe, Mn, Sb, Zn) v podzemních vodách. Všeobecně lze konstatovat, že ve spojitosti s historickou těžbou rud nebylo prokázáno znečištění podzemních vod toxickými kovy, které by mělo významně negativní vliv na posuzovanou lokalitu a její širší okolí. V ojedinělých případech byly pouze lokálně překročeny hygienické limity pro pitnou vodu (Vyhl. č. 252/2004 Sb.), případně indikátor znečištění (MP MŽP 2013).

Hygienické limity pro obsahy toxických kovů v pitné vodě (Vyhl. č. 252/2004 Sb.) byly mírně překročeny pouze v rámci domovních studní PZV9 a PZV10 ve Starém Ransku, kde byly během prvního kola monitoringu (červenec 2015) zjištěny koncentrace Pb mírně překračující (1,3x) doporučené limity. Ve druhém monitorovacím kole již toto znečištění nebylo prokázáno.

V ojedinělých případech byl mírně překročen indikátor znečištění (MP MŽP 2013) u As (vrty HJR1, HJR3 a domovní studna PZV21), u Co (domovní studny PZV1, PZV2, PZV6, PZV12, PZV19 a vrt HJR3), u Ni (vrty HJR2 a HJR3), u Pb (vrty HJR2 a HJR5) a v jednom případě pro Cu (vrt HVR5).

V případě zvýšených koncentrací As v domovní studni (PZV21) nebyly překročeny hygienické limity, a proto případná zdravotní rizika vyplývající z tohoto znečištění nebudou dále hodnocena.

V případě zvýšených koncentrací Co (domovní studny PZV1, PZV2, PZV6, PZV12, PZV19) přesahujících indikátor znečištění (MP MŽP 2013) bude dále provedeno hodnocení zdravotních rizik z důvodů neexistujících hygienických limitů pro tento prvek.

V odebrané vodě ze studánky (P1) byly zjištěné koncentrace Ni (36 µg/l) překračující 1,8 x limity pro tento prvek v pitné vodě. Vzhledem k tomu, že studánka je občasné využívána residenty, rekreanty a návštěvníky k odběru vody pro pitné účely bude toto zjištění dále posouzeno v rámci kapitoly hodnocení rizik.

Ostatní sledované kvalitativní chemicko-fyzikální parametry nevykazují závažné znečištění podzemních vod v domovních studních. Vyjma jedné studny (PZV16, Staré Ransko) byly všechny sledované parametry pod úrovní hygienických limitů pro pitnou vodu (Vyhl. č. 252/2004 Sb.). Ve studni PZV16 byla zjištěna nevyhovující míra parametru CHSK-Mn (4,3 mg/l) a koncentrace amonných iontů (NH_4^+ 2,47 mg/l), což pravděpodobně dokládá kontaminaci vody ve studni splaškovými vodami. Zvýšenou mikrobiologickou aktivitu v této studni dokládají také zvýšené obsahy Fe a Mn.

2.2.3.3 Povrchové vody

Analýzy povrchových vod z 35 odběrných profilů situovaných na místních vodotečích Doubravy, Ranský potok, Borovský potok a jejich menších bezejmenných přítocích neprokázaly významně zhoršený stav kvality povrchové vody.

V rámci jednotlivých posuzovaných vodotečí lze místně pozorovat zhoršenou kvalitu v důsledku zvýšených obsahů rozpuštěných kovů překračující normu environmentální kvality (Vyhl. č. 61/2003 Sb, NEK-RP). Tyto zvýšené koncentrace jsou všeobecně spojeny zejména s vyššími partiemi toků, případně s prameništi. Po směru toků dochází relativně záhy v důsledku atenuačních procesů ke snížení koncentrací kovů na zanedbatelnou míru. To je

zejména prokázáno na odběrných profilech PV18 (Borovský potok), PV10 (Ranský potok) a PV7 (Doubrava) charakterizujících kvalitu povrchové vody odtékající ze zájmového území. V rámci těchto profilů byly sledované kovy analyzovány spíše v zanedbatelné míře, nepřesahující normu environmentální kvality (*NEK-RP*). **Generelně tak lze konstatovat, že posuzované území nemá významný negativní dopad na povrchové vody širší oblasti.**

Z lokálního pohledu a ve vztahu k ukazatelům *NEK-RP* (*Vyhl. č. 61/2003 Sb*) se jako nejvíce problematické jeví povrchové vody z následujících odběrných profilů:

- **PV17** situovaném u prameniště Ranského potoka, kde byly limity (*NEK-RP*) překročeny v případě Mn 14x, u Cd 10x, u Co 4x a u Pb 3x.
- **PV2** situovaném při ústí bezejmenné vodoteče do rybníka Řeka, kde jsou ve vztahu k *NEK-RP* překročeny koncentrace Cu (3x) a Ni (2x)
- **PV3**, kde jsou překročeny ukazatele *NEK-RP* u Cd (3x), Cu (2x), Ni (2x) a Zn (3,5x).
- **PV6** situovaném u ústí do Pobočného rybníku, kde koncentrace překračují ukazatele pro Cd (4x), pro Cr (1x), pro Fe (3,7x), pro Mn (3x), pro Pb (2x) a Zn (1,5x).

2.2.3.4 Dnové sedimenty

Bylo zjištěno, že ve dnových sedimentech koryt místních vodotečí nedochází k významné akumulaci nebezpečných kovů. Jejich koncentrace se průměrně pohybují v míře přírodního pozadí. Ve vztahu k normě environmentální kvality (*Vyhl. č. 61/2003 Sb, NEK-RPC*) však nesplňují požadavky zejména na obsahy Cd a Ni. V některých případech lze zjištěné koncentrace považovat za významné, a proto bude tento zjištěný stav dále hodnocen.

Překročení ukazatelů *NEK-RPC* pro Ni a Cd vykazují všechny odebrané dnové sedimenty z koryta Ranského potoka, Doubravy a jejich bezejmenných přítoků a umělého kanálu mezi Pobočným rybníkem a Ranským potokem. Během druhého kola byly koncentrace Cd ve všech vzorcích pod limitem *NEK-RPC*, případně ve zcela zanedbatelné úrovni. V rámci Borovského potoka jsou dlouhodobě nadlimitně zvýšené pouze koncentrace Ni.

Nejvyšší koncentrace kovů v rámci jednotlivých posuzovaných vodotečí byly zjištěny na následujících odběrných profilech v rámci prvního kola vzorkovacího kola:

Ranský potok - nejvyšší koncentrace Cd byly analyzovány ve vzorku DS11 (5,46 mg/kg), tj. 2,5x překročení ukazatele *NEK-RPC*, v případě Ni byly nejvyšší koncentrace zjištěny ve vzorku z profilu DS12 (54,6 mg/kg), tj. 18x překročení ukazatele *NEK-RPC*

Doubrava po ústí do rybníku Řeka - nejvyšší koncentrace Ni byly zjištěny u vzorku DS26 (79,2 mg/kg), kde byl ukazatel *NEK-RPC* překročen 26x. Vysoké obsahy Ni byly zjištěny i u ostatních profilů v rámci tohoto úseku toku - DS25 (25x *NEK-RPC*), DS27 (24x *NEK-RPC*) DS24 (24x *NEK-RPC*). U Cd byly zjištěny koncentrace průměrně 1,3 x překračující ukazatele *NEK-RPC*.

Bezejmenné přítoky rybníku Řeka, Ranského rybníku a Pobočného - nejvyšší koncentrace kovů byly zjištěny ve vzorcích z profilu DS2, DS3 a DS5 situovaných na bezejmenných přítocích rybníku Řeka a Ranského rybníku. V případě vzorku DS5 došlo u koncentrací Ni k více než 110 x překročení ukazatele *NEK-RP*, u vzorku DS2 byl ukazatel

překročen 80x a vzorku DS3 40x. U vzorku DS2 a DS5 překračují obsahy Cd zhruba 5x NEK-RP.

Borovský potok - nejvyšší koncentrace Ni byly zjištěny u vzorku DS19 (57,3 mg/kg), kde byl ukazatel NEK-RPC překročen 19x.

2.2.4 Posouzení šíření znečištění

2.2.4.1 Šíření znečištění v nesaturované zóně

Průzkum znečištění nesaturované zóny neověřil přítomnost významných ohnisek znečištění. Koncentrace sledovaných toxických kovů v zeminách antropogenních navážek (deponie, odvaly, výsypky, atd.), resp. pozůstatcích po historické hornické činnosti jsou ve většině případů v úrovni přirozeného pozadí. **Na základě těchto zjištění lze konstatovat, že nedochází k významnému šíření sledovaných polutantů v rámci nesaturované zóny v důsledku hornické činnosti provozované v minulosti.**

V omezené míře může k šíření toxických kovů z deponií docházet prostřednictvím infiltrovaných dešťových srážek, následným vyluhováním a transportem znečištění do podzemních vod nebo povrchových vod. Vzhledem k pH srážek dochází k vyluhování pouze omezeného množství kovů vázaných zejména na jílové minerály v jemnozrnných zeminách, případně kovů vázaných v karbonátech. Laboratorní analýzy výluhů připravených ze zemin získaných z vrtného jádra HG vrtů prokázaly, že i ze zemin, které lze v tomto případě považovat za přírodní pozadí, dochází v omezené míře k mobilizaci kovů do výluhů. Ve výluzích byly sledovány mírně zvýšené koncentrace Cd (0,0019 mg/l), As (0,021 mg/l), Zn (0,0052 mg/l) a Cr (0,0037 mg/l).

Vzhledem k tomu, že historické deponie jsou v současnosti již překryty relativně mocnou humózní vrstvou a povrch je v důsledku přirozené sukcese tvořen hustým vegetačním krytem lze předpokládat, že k větší infiltraci srážek do tělesa navážek nedochází. Vzorky podzemních vod z hydrogeologických vrtů situovaných v blízkosti historických deponií nevykazují významně zvýšené koncentrace sledovaných toxických kovů. To nepřímo poukazuje, že nedochází k migraci z nesaturované zóny do podzemních vod.

Další potenciální transportní cestou může být šíření prachových částic kontaminovaných těžkými kovy do okolí prostřednictvím povětrnostních podmínek. Z důvodů přítomnosti vegetačního krytu a humózní vrstvy nepřikládáme **transportní cestě význam a bude z dalšího hodnocení rizik vyloučena.**

2.2.4.2 Šíření znečištění v saturované zóně

Geologicko průzkumné práce neprokázaly významné znečištění saturované zóny, a proto lze předpokládat, že **nedochází k šíření sledovaných toxických kovů k potenciálním příjemcům ve významné míře.**

Dvanáct hydrogeologických monitorovacích vrtů zhotovených na základě geofyzikálního průzkumu v místech potenciálních preferenčních migračních zón, neověřily v rámci dvou monitorovacích kol nebezpečně zvýšené koncentrace kovů v podzemní vodě. V ojedinělých případech byly spíše lokálně zjištěny mírně zvýšené koncentrace Co, Pb, Cu, As, Ni. Zdrojem mohou být infiltrované důlní vody obohacené o tyto kovy v důsledku rychlejšího proudění a relativně vyšší intenzity oxidačních procesů v podzemních prostorech/důlních dílech. Také se může jednat pouze o vyšší koncentrace těchto prvků v důsledku přirozeného rozpouštění místních ultrabazických hornin. Z pohledu rozlohy řešené oblasti a zejména faktu, že nebylo zjištěno významné negativní ovlivnění kvality vody v domovních studních, nepovažujeme za nutné blíže konkretizovat původ těchto lokálně mírně zvýšených koncentrací kovů. Ve většině případů byly zvýšené obsahy kovů potvrzeny

pouze v rámci jednoho monitorovacího kola a nejedná se tak o permanentní nepříznivý stav, ale spíše o sezónní záležitost.

Původ zvýšených koncentrací Pb ve dvou domovních studních (č. p. 93 a č. p. 49 v obci Staré Ransko) a Co (č. p. 423, 456, 84 a 77 v obci Krucemburk, č. p. 46 v obci Hluboká) není zcela zřejmý. Může to být následek infiltrace důlních vod, přirozeného rozpouštění místních hornin, nebo nevhodně použité technologie vstrojení studen (např. olověné trubní rozvody). V dalším hodnocení bude tato skutečnost brána jako **uzavřená transportní cesta** a dále bude přistoupeno k hodnocení míry zdravotních rizik.

Původ znečištění amonnými ionty (NH₄⁺) ve v domovní studni č. p. 27 v obci Staré Ransko není spojen s důlní činností a jedná se pravděpodobně o šíření znečištění v důsledku průsaku splaškových vod z kanalizace, septiku či obdobného původu. I přes neznámý zdroj, je znečištění v domovní studni bráno jako **uzavřená transportní cesta** a bude dále hodnoceno v kapitole 3.

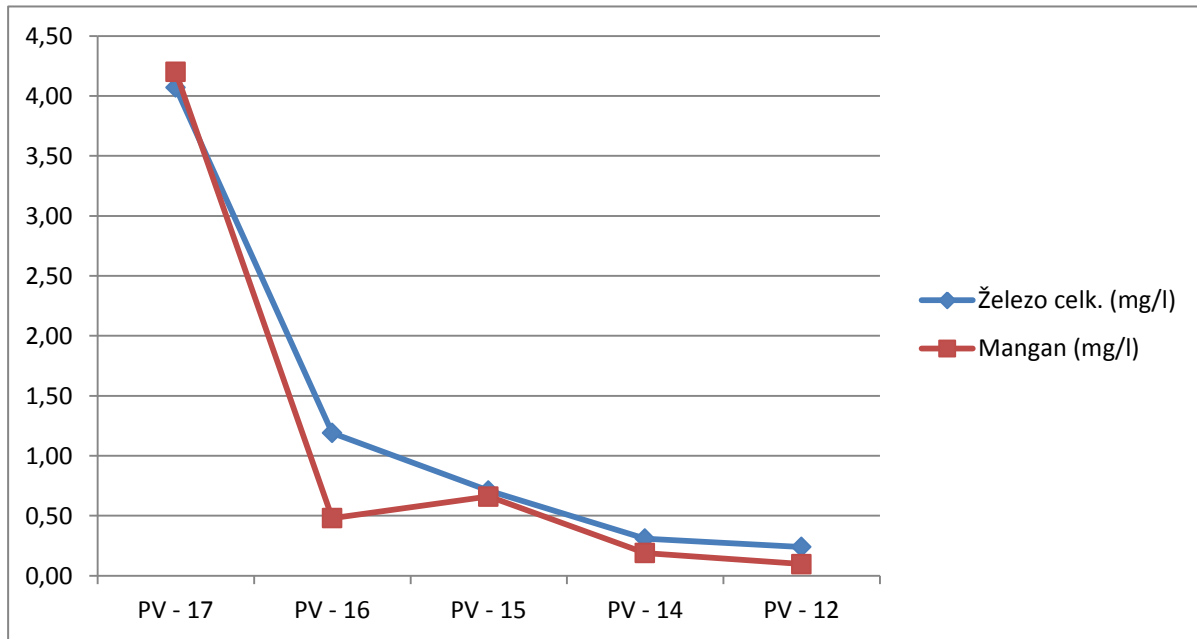
2.2.4.3 Šíření znečištění povrchovými vodami

2.2.4.3.1 Povrchová voda

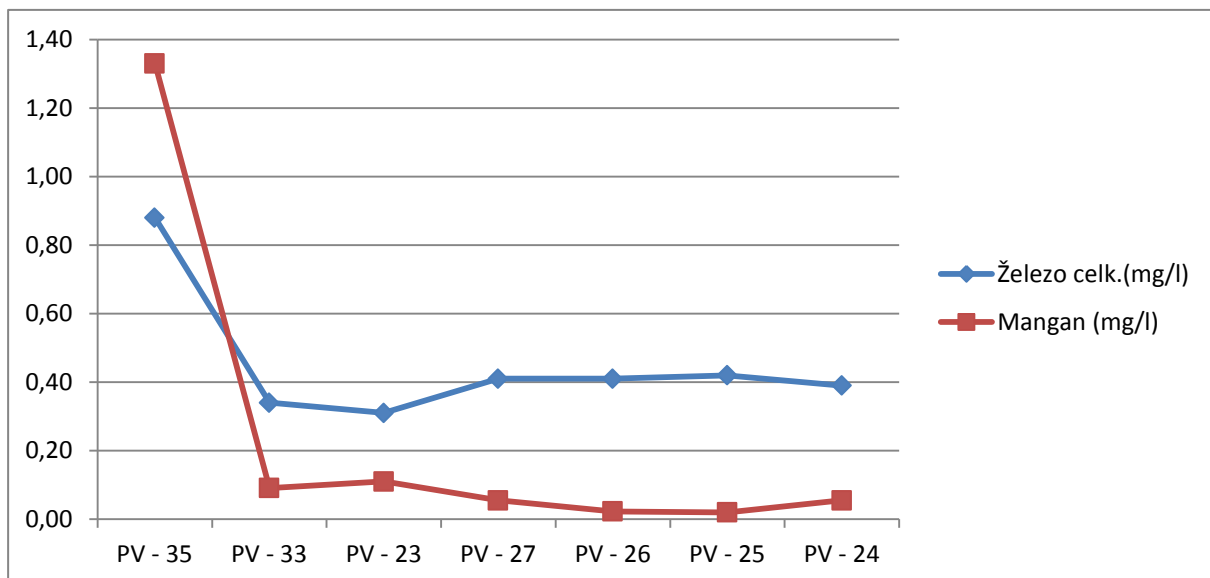
Zvýšené koncentrace kovů (Cd, Pb, Co, Cu, Ni, Zn, Mn a Fe) byly zaznamenány především v horních partiích vodotečí a zejména pak na odběrových profilech situovaných poblíž prameništ (PV2, PV3 a PV17). Původ zvýšených koncentrací těchto prvků lze dát do souvislosti s přirozeně zvýšenými obsahy kovů v místních ultrabazických horninách a pravděpodobně také s negativním vlivem drenáže důlních vod. V důsledku přirozené sukcese a erozivním procesům nelze v současné době v terénu s určitostí identifikovat průběh odvodňovacích štol. **Drenáž důlních vod přímo do koryt vodotečí proto nevyklučujeme. Míru tohoto případného jevu lze však v kontextu řešené oblasti popsat jako nevýznamnou.**

Z pohledu šíření popsaného znečištění, lze generelně konstatovat, že se vzdáleností od prameništ dochází v důsledku procesů přirozené atenuace relativně záhy k významnému snížení koncentrací u všech sledovaných toxických prvků. Příkladem relativně rychlého snížení koncentrací v korytě toku je situace v Ranském potoku, kdy už na v pořadí druhém profilu vzdáleném cca 300 m od prvního odběrného místa dochází ke snížení všech toxických kovů prakticky na zanedbatelnou úroveň. Obdobný trend je možné sledovat v korytě Doubravy od profilu PV35 situovaného pod Ranskými jezírky po profil PV24 při ústí Doubravy do rybníku Řeka. Trend snižování koncentrací s přibývajícím vzdáleností od prameniště je dobře pozorovatelný na obsazích Fe a Mn v následujících grafech.

Tabulka 39: Trend znečištění povrchové vody na jednotlivých profilech Ranského potoka



Tabulka 40: Trend znečištění povrchové vody na jednotlivých profilech Doubravy



2.2.4.3.2 Dnové sedimenty

Ve vztahu k šíření znečištění v povrchových vodách je nutné hodnotit, také dnové sedimenty v korytech posuzovaných vodotečí. Analýzami byly v sedimentech prokázány zvýšené koncentrace kovů. Ve vztahu k NEK-RPC byly nadlimitně zvýšeny obsahy Ni a ve vzorcích z červnové etapy vzorkování také koncentrace Cd.

Pro posouzení potenciálu mobilizace kovů z dnových sedimentů do povrchových vod byly na vybraných vzorcích realizovány sekvenční extrakční analýzy a následně provedeno geochemické modelování. Extrakce byla provedena v pěti krocích. Pro hodnocení mobility a šíření kovů na posuzované lokalitě jsou podstatné pouze prvky uvolněné v 1. a 2. extrakčním kroku, které simulují potencionálně možné přírodní podmínky. V 1. kroku se mobilizují kovy slabě sorpčně vázané na jílové minerály, tyto prvky jsou snadno vyměnitelné a rychle reagují na změnu pH podmínek a chemického složení povrchové vody. Tyto formy lze považovat za aktuálně bio dostupné, popř. mobilní. Ve 2. kroku se mobilizují kovy vázané v karbonátech, které jsou do sedimentu vázány nebo uvolňovány především v důsledku změny pH. Tyto

formy lze považovat za mobilizovatelné se změnou pH prostředí směrem k nižším hodnotám, resp. při styku se srážkovými vodami, které neinfiltují do horninového prostředí. Kovy mobilizované v 3., 4. a 5. extrakčním kroku již nelze považovat za rizikové z pohledu možné mobility. Jsou relativně pevně fixovány na hydroxidy a oxidy Fe a Mn, organickou hmotu, sulfidy a silikáty. Změna poměrů v povrchových tocích do stavu, aby docházelo k uvolňování těchto forem kovu, je bez významného antropogenního zásahu nereálná, a proto ji lze v souvislosti s posuzovanou lokalitou prakticky vyloučit.

Vzhledem k tomu, že sekvenční analýzy byly provedeny na vzorcích z druhého kola, nebylo v extrakcích podrobně analyticky sledováno kadmium (Cd), které bylo v podzemním kole analyzováno pouze v zanedbatelné míře. Podrobně byly hodnoceny Nikl (Ni), Zinek (Zn), Arsen (As) a Chrom (Cr).

Nikl (Ni)

Nikl byl ve sledovaných vzorcích vázán především ve formě silikátů (*Tabulka 41*). K uvolnění niklu v prvním kroku bylo sledováno pouze u vzorku č. 6 (1,3 mg/kg). Ve druhém kroku byl nikl uvolněn u vzorku 25 (2,4 mg/kg) a 6 (11,8 mg/kg). Z uvedených hodnot je patrné, že se jedná pouze o malá množství sledovaného kovu, který je potenciálně uvolnitelný ze sedimentu.

Zinek (Zn)

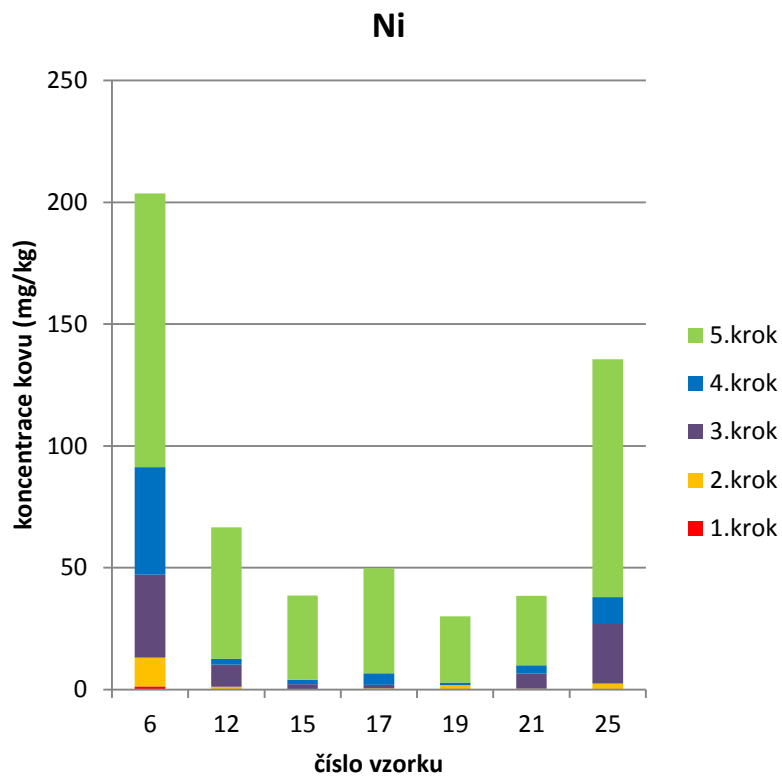
Během sekvenční analýzy došlo k jeho uvolnění především ve třetím kroku, tzn. z oxidů a hydroxidů (*Tabulka 42*). Z hlediska možné kontaminace je zajímavý především vzorek 25 a 6. U obou vzorků došlo k uvolnění 37 a 40 mg ve druhém kroku (z karbonátů), u vzorku 25 došlo k uvolnění zinku už v prvním kroku (sorpční vazba na jílové minerály). U ostatních sledovaných vzorků došlo ve druhém kroku také k uvolnění zinku, ale pouze ve velice malém množství.

Arsen (As)

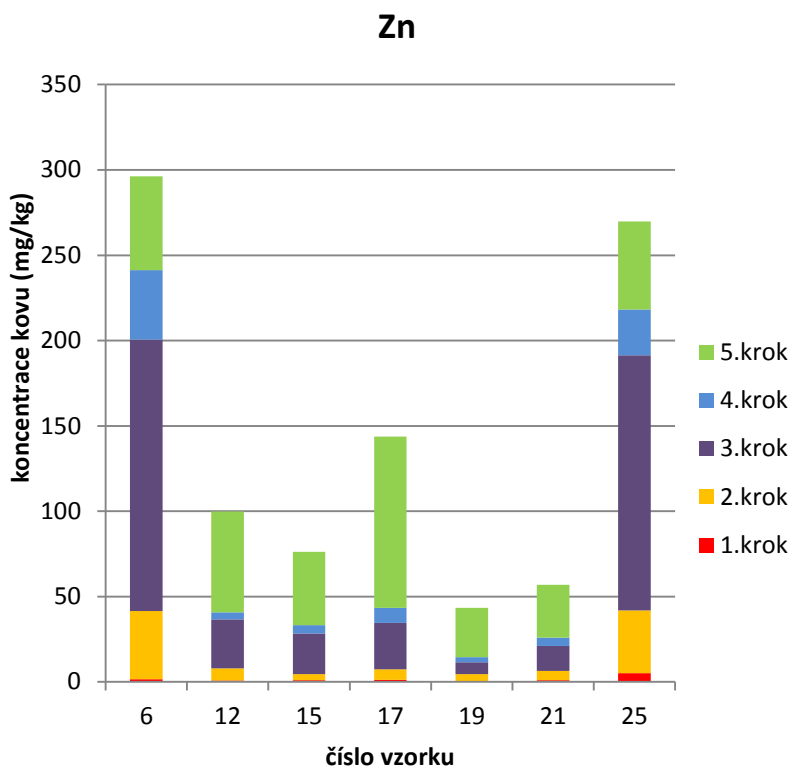
U všech sledovaných vzorků dnových sedimentů došlo k uvolnění arsenu už v prvním kroku analýzy (*Tabulka 43*) (kovy sorpčně vázané na jílové minerály). Nejvyšší množství arsenu se uvolnilo u vzorku 12 (1,5 mg/kg), 19 (1,7 mg/kg) a 25 (2 mg/kg). Kromě vzorků 12 a 17 se arsen uvolnil ze všech vzorků i ve druhém kroku sekvenční analýzy.

Chrom (Cr)

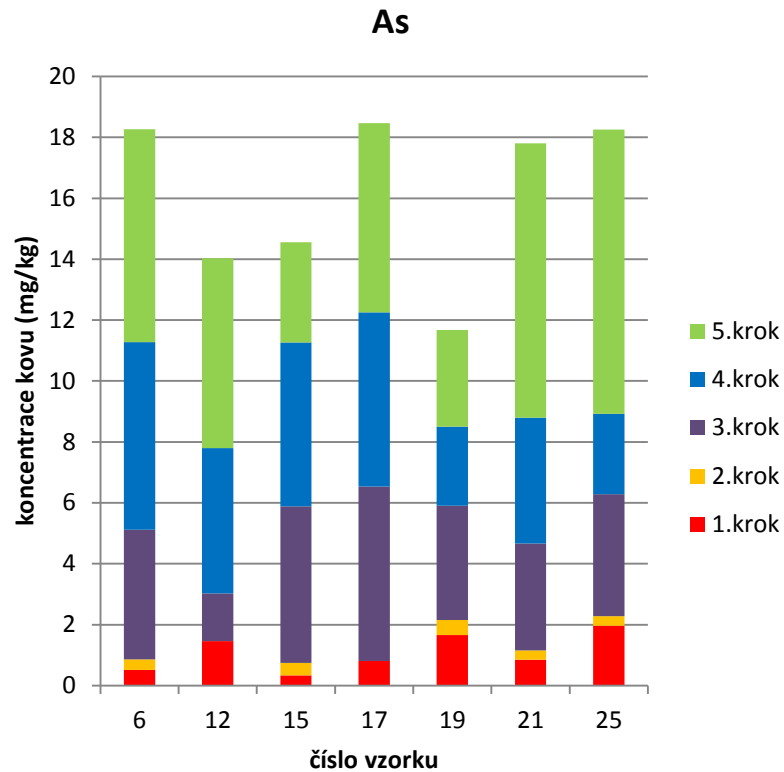
Odlišná je situace z hlediska sledování postupného uvolňování chromu. Je zřejmé, že chrom je s výjimkou vzorku č. 6 vázán přímo ve struktuře minerálů a k jeho uvolnění ze vzorku došlo až v posledním kroku sekvenční analýzy (*Tabulka 44*). V případě vzorku č. 6 byla část chromu vázaná i v karbonátech a oxidech a hydroxidech železa a manganu.



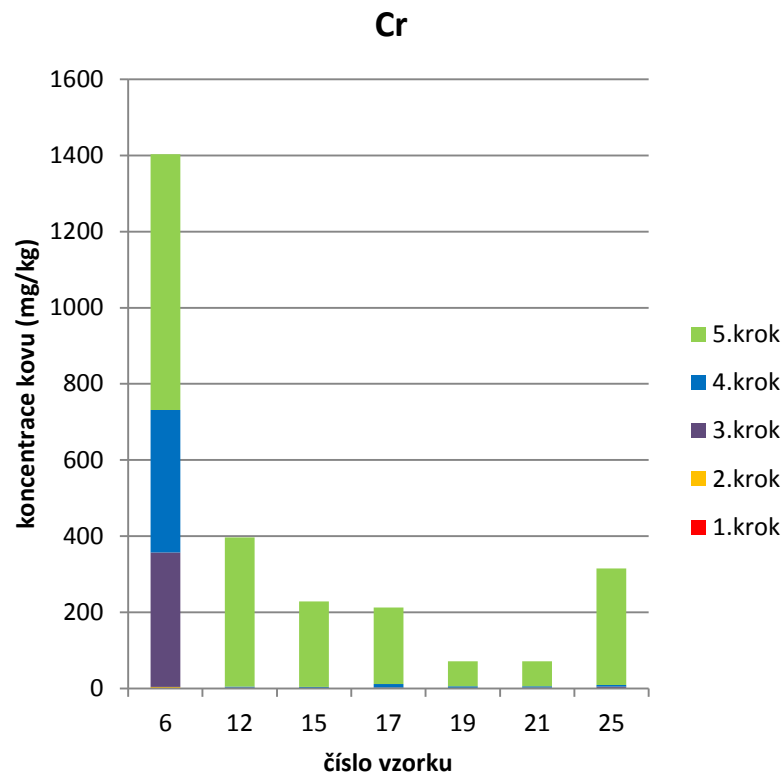
Tabulka 42: Zinek – sekvenční extrakční analýza



Tabulka 43: Arsen – sekvenční extrakční analýza



Tabulka 44: Chrom – sekvenční extrakční analýza



Z výsledků extrakčních analýz je patrné, že posuzované kovy (Ni, Zn, As, Cr) jsou ve dnových sedimentech relativně pevně vázané na hydroxidy a oxidy Fe a Mn, organickou

hmotu, sulfidy a silikáty. **Za běžně panujících přírodních poměru v povrchových tocích nejsou tyto formy kovů významně mobilizovatelné, a proto není nutné je brát za potencionálně rizikové z pohledu náhlého uvolnění většího množství a následné kontaminace povrchových vod.**

Dle analýz může za běžných přírodních podmínek docházet v menší míře k mobilizaci As a Zn. V případě As dochází k vyluhování ze sedimentu již za mírných změn pH vod, a lze ho z tohoto pohledu považovat za bio dostupný. Z celkového množství vázaného v sedimentu se jedná zhruba 15%. Na základě geochemického modelování lze předpokládat, že v místních povrchových vodách, kde jsou běžné oxidačně redukční podmínky, je tento prvek v méně toxické pětimocné formě (As^{5+}). K přechodu na vysoce toxickou trojmocnou formu (As^{3+}) dohází až v oxidačně redukčních podmínkách kolem 0 mV. Ve zdejších tekoucích a provzdušněných povrchových tocích jsou tyto podmínky v podstatě nereálné. Jako rizikové se z tohoto pohledu jeví zdejší soustava rybníků Řeka, Ranský a Pobočný. V těchto nádržích může zejména za letních teplých období docházet k vertikální stratifikaci vod, která bude mít v důsledku vliv na vznik anoxických podmínek a snížení oxidačně redukčního potencionálu u dna nádrží. V tomto případě by mohlo docházet k redukci pětimocné formy (As^{5+}) na vysoce toxickou trojmocnou formu (As^{3+}) s následným negativním dopadem. Dále v tomto případě nelze také vyloučit nežádoucí akumulaci As ve svalovině chovaných ryb. Z tohoto důvodů je tato skutečnost dále hodnocena v kapitole 3.

Při poklesu pH v povrchových tocích, např. po vydatných srážkách může teoreticky docházet v menší míře k uvolňování Zn, jehož formu Zn^{2+} lze považovat za vysoce toxickou pro vodní organismy. Tento jev však bude pouze dočasný a není důvod mu přikládat velký význam. Jeho dokladem jsou mírně zvýšené obsahy Zn v rámci několika vzorků povrchové vody.

V případě Ni a Cr extrakční analýzy ověřily, že za současných podmínek prakticky nejsou mobilizovatelné a jejich přechod a následné šíření povrchovými vodami ve větší míře je za současných podmínek vyloučen.

Extrakční analýzy Cd nebyly provedeny. Z tohoto důvodu není možné ani blíže specifikovat formu výskytu Cd v dnovém sedimentu a posoudit jeho potencionální mobilitu v prostředí zdejších toků.

Odchytky ve zjištěných koncentracích Cd v rámci letního a podzimního vzorkovacího kola mohou být vysvětleny sezonním kolísáním základních fyzikálních parametrů jako pH, teplota vody, oxidačně redukční potenciál mající vliv na chemickou formu resp. jeho mobilitu. Pravděpodobně také hraje vliv frakční složení vzorkovaných sedimentů. Během letního kola byly v rámci odebíraných kalů poměrně vyšší obsahy jemnozrnné složky oproti vzorkům z kola podzimního. To bylo pravděpodobně způsobeno vyplavením jemnozrnné frakce během srážkových období před listopadovými odběry. Vzhledem k tomu, že zrnitostní složení má významný vliv na sorpční vlastnosti sedimentu je pravděpodobné, že rozdíly v analyticky stanovených koncentracích Cd jsou zapříčiněny touto skutečností. Všeobecně lze na základě chemicko-fyzikálních parametrů zdejších povrchových vody a geochemického modelování usuzovat na přítomnost Cd zejména ve formě Cd^{2+} , kterou lze považovat za velice mobilní a toxickou.

Z pohledu šíření a následné akumulace toxických kovů je potencionálně riziková přítomnost místní soustavy rybníků Řeka, Ranský a Pobočný, v rámci kterých může docházet v důsledku sezonní vertikální stratifikace vod ke vzniku specifických oxidačně redukčních podmínek vedoucích ke zvýšené míře mobility toxických kovů. Ty se můžou následně akumulovat ve svalovině chovaných ryb. Z tohoto důvodů bude tato skutečnost dále hodnocena v kapitole 3 – Hodnocení zdravotních rizik.

V kontextu hodnocené lokality lze za jednoznačně pozitivní fakt označit, že **nebylo prokázáno významné šíření znečištění povrchovými vodami do širšího okolí**. Profily situované ve spodních partiích všech třech posuzovaných toků Borovský potok, Ranský potok a Doubrava nevykazovaly zvýšené koncentrace toxických kovů. Výjimku tvoří mírně zvýšené koncentrace Zn a Cu v rámci listopadového monitoringu v korytě Doubravy (PV7).

2.2.4.4 Charakteristika vývoje znečištění z hlediska procesů přirozené atenuace

Z hlediska vývoje zjištěného znečištění nelze do budoucna předpokládat zhoršování stavu kvality podzemních ani povrchových vod. Vzhledem k tomu, že důlní činnost již byla ukončena před více než 25 lety, nelze ani očekávat že by docházelo k náhlým drenážím větších objemů vysoce kontaminovaných důlních vod do koryt místních vodotečí. V rámci povrchových vod může docházet k občasnému sezonnímu kolísání obsahu kovů ve vodotečích v důsledku mírných změn v pH, případně oxidačně redukčních podmínek. K vyšší míře koncentrace kovů může docházet i v případě vydatnějších srážkových období v důsledku snížení pH vody povrchových tocích.

Současně zjištěný stav lze z dlouhodobého hlediska hodnotit jako stabilizovaný.

2.2.4.5 Shrnutí šíření a vývoje znečištění

Nebylo prokázáno šíření sledovaných těžkých kovů v rámci nesaturevané zóny. Průzkumem zaměřeným na pozůstatky po historické důlní činnosti (deponie, odvaly, výsypky, atd.) **nebyly ověřeny žádné významné ohniska znečištění.** K omezené migraci toxických kovů z deponií může docházet prostřednictvím infiltrovaných dešťových srážek, následným vyluhováním a transportem znečištění do podzemních vod. Navážky jsou v současnosti překryty humózní vrstvou, jejíž povrch je v důsledku přirozené sukcese tvořen hustým vegetačním krytem. K významnější infiltraci srážek do tělesa navážek nedochází. Vegetační kryt zabraňuje roznosu materiálu do širšího okolí prostřednictvím dešťových ronů a povětrnostních podmínek.

Nebylo prokázáno šíření kontaminace prostřednictvím podzemních vod ve zvýšené míře. V ojedinělých případech **byly zjištěny mírně zvýšené obsahy Pb, Cu, As, Ni, Co.** Zdrojem těchto lokálně zvýšených koncentrací mohou být infiltrované důlní vody, případně se může jednat pouze o obohacení těmito prvky v důsledku přirozeného rozpouštění místních ultrabazických hornin. Zvýšené koncentrace byly ve většině případů potvrzeny pouze v rámci jednoho monitorovacího kola a jedná se tak spíše sezonní záležitost, a nikoliv o permanentní nepříznivý stav.

Z pohledu hodnocení expozičních scénářů jsou mírně **zvýšené koncentrace kovů (Pb, Ni, Co, Fe, Mn) v domovních studních v obcích Staré Ransko, Krucemburk a Hluboká a pramenného vývěru u Písečáku považovány za uzavřenou transportní cestu k příjemci.** Kontaminace amonnými ionty (NH_4^+) v domovní studni č. p. 27 v obci Staré Ransko nemá souvislost s následky po hornické činnosti. Pravděpodobně půjde o šíření znečištění v důsledku průsaku splaškových vod. I v tomto případě je znečištění bráno jako **uzavřena transportní cesta** a bude dále hodnoceno.

Průzkumem byly prokázány zvýšené obsahy toxických kovů (Cd, Pb, Co, Cu, Ni, Zn, Mn a Fe) v povrchových vodách. Znečištění je zaznamenáno především v horních partiích vodotečí poblíž prameniště Ranského potoka, Doubravy a menších bezejmenných vodotečí Borovského potoka a rybníků Řeka, Ranský a Pobočný. Původ zvýšených koncentrací těchto prvků lze dát do souvislosti s přirozeně zvýšenými obsahy kovů v místních ultrabazických horninách a pravděpodobně také s negativním vlivem drenáže důlních vod. Pozitivním faktem je, že **se vzdáleností od prameniště dochází v důsledku procesů přirozené atenuace záhy k významnému snížení koncentrací až na zanedbatelnou úroveň.**

V kontextu hodnocené lokality lze za jednoznačně pozitivní fakt označit, že **nebylo prokázáno významné šíření znečištění povrchovými vodami do širšího okolí.** Profily situované ve spodních partiích všech třech posuzovaných toků Borovský potok, Ranský potok a Doubrava nevykazovaly zvýšené koncentrace toxických kovů.

Posouzení potenciálu mobilizace a následného šíření kovů z dnových sedimentů do povrchových vod prokázalo, že majoritní část každého z posuzovaných kovů (Ni, Zn, As, Cr) je ve dnových sedimentech fixována relativně pevně na hydroxidy a oxidy Fe a Mn,

organickou hmotu, sulfidy a silikáty. **Za běžně panujících přírodních poměrů v povrchových tocích nejsou tyto formy kovů významně mobilizovatelné, a proto není nutné je považovat za potencionálně rizikové.** Náhlé uvolnění většího množství toxických kovů a následná migrace povrchovými vodami není pravděpodobná. V omezené míře může za běžných přírodních podmínek docházet v menší míře k mobilizaci As, Zn a pravděpodobně také Cd.

V případě As dochází k vyluhování menšího množství již za mírných změn pH povrchových vod, a lze ho z tohoto pohledu považovat za bio dostupný. Při poklesu pH, např. po vydatných srážkách může teoreticky docházet v menší míře k uvolňování Zn^{2+} a pravděpodobně i Cd^{2+} . Oba tyto prvky ve své dvoumocné formě lze považovat za vysoce toxické. V případě Ni a Cr byla mobilizace za současných přírodních podmínek prakticky vyloučena.

I přes nižší míru mobilizovatelnosti kovů je z pohledu jejich možné akumulace potencionálně riziková přítomnost místní soustavy rybníků Řeka, Ranský a Pobočný. V rámci dnových rybníčních kalů může docházet k akumulacím kovů a následně v důsledku vertikální stratifikace vod a změně eH podmínek k jejich mobilizaci v toxických formách (As^{3+} , Cd^{2+} , Zn^{2+}). Z tohoto pohledu se jako rizikové jeví zejména potencionální akumulace kovů ve svalovině chovaných ryb. Tato skutečnost je považována jako potencionálně uzavřená cesta k příjemcům (konzumenti ryb).

Zjištěný stav znečištění lze z dlouhodobého hlediska hodnotit jako stabilizovaný. Důlní činnost v rámci posuzovaného území byla ukončena před více než 25 lety. Z hlediska vývoje zjištěného znečištění nelze do budoucnosti předpokládat zhoršování stavu kvality podzemních ani povrchových vod. V rámci povrchových vod může docházet k občasnému sezonnímu kolísání obsahu kovů v důsledku jejich mobilizace ze dnových sedimentů na základě změny pH a eH podmínek.

2.2.4.6 Omezení a nejistoty

V rámci popisu znečištění a jeho vývoje na lokalitě je nutno uvažovat s řadou nejistot, ke kterým náleží především:

- Není konkrétně určen zdroj znečištění Pb, Co a NH_4^+ v domovních studních. Tato skutečnost nebrání provedení hodnocení zdravotních rizik v následující části AR, a proto ji nepřikládáme valný význam.
- V důsledku přirozené sukcese a eroze již nelze v současné době v terénu identifikovat průběh odvodňovacích štol, a proto ani nelze kategoricky dát do souvislosti zvýšené obsahy rozpuštěných kovů s průsakem důlních vod. Jejich drenáž do povrchových toků nelze nevyločit. Míru tohoto případného jevu lze v kontextu řešené oblasti brát jako nevýznamnou. Tato skutečnost nebrání provedení hodnocení rizik v následující části AR.
- Extrakční analýzy Cd nebyly provedeny. Vzorky z podzimního kola, které byly extrahovány, měly oproti letnímu odběru minimální koncentrace Cd. Z tohoto důvodu není možné ani blíže specifikovat formu výskytu Cd v dnovém sedimentu a posoudit jeho potencionální mobilitu v prostředí zdejších toků. Vzhledem k jeho chemické podobnosti se Zn a známým chemicko-fyzikálním parametrům povrchových vod, lze jeho mobilizovatelnost korelovat s tímto prvkem. Tato skutečnost není významně omezující pro další hodnocení rizik.

- Nebyly provedeny odběry ani analýzy kovů na vzorcích sedimentů z místních chovných rybníků, a proto není možné posoudit míru akumulace těžkých kovů v těchto nádržích.
- Nebyly provedeny odběry rybích tkání z ryb v místních chovných rybnících. Z tohoto důvodu nelze posoudit možnost rizikové akumulace kovů v rybách.

3 Hodnocení rizika

3.1 Identifikace rizika

3.1.1 Určení a zdůvodnění prioritních škodlivin a dalších rizikových faktorů

Ve vztahu k hodnocení zdravotních rizik je brán v úvahu fakt, že průzkumné práce ověřily v několika domovních studních v obcích Staré Ransko, Krucemburk a Hluboká a přirozeného pramenného vývěru u Písečáku zvýšené koncentrace kovů (Pb, Ni, Co, Fe, Mn), v jednom případě také amonných iontů (NH₄⁺) a zvýšenou hodnotu parametru CHSK-Mn. V následující tabulce (*Tabulka 45*) jsou uvedeny všechny objekty domovních studní a pramene, u nichž došlo k překročení hygienických ukazatelů pro pitnou vodu (*vyhl. č. 252/2004 Sb.*), resp. v případě kobaltu (Co) indikátoru znečištění (*MP MŽP 2013*). Pro každý objekt jsou v tabulce uvedeny koncentrace polutantů, u nichž došlo k překročení ukazatelů, přičemž je brána v úvahu vyšší hodnota z obou monitorovacích kol. Situace posuzovaných objektů je znázorněna v příloze (*Příloha 8.2.3., 8.2.4. a 8.2.5*).

V souvislosti s hodnocením **zdravotních rizik** byly s ohledem na toxikologický charakter polutantů, míru a rozsah rozšíření za prioritní kontaminanty zvoleny **olovo (Pb), kobalt (Co) a nikel (Ni)**. V případě kobaltu (Co) se sice nejedná o významně toxický prvek, ale jeho koncentrace v domovních studních překročily indikátor znečištění (*MP MŽP 2013*) a protože nejsou pro tento prvek stanoveny limitní hodnoty v pitné vodě, bude provedeno hodnocení expozice a odhad zdravotních rizik vyplývajících z tohoto znečištění. Toxikologické data pro tyto prioritní škodliviny jsou uvedena v následující tabulce (*Tabulka 46*).

V souvislosti s hodnocením **ekologických rizik** jsou jako prioritní kontaminanty zvoleny kovy **nikel (Ni), kadmium (Cd) a Arsen (As)**. V případě Ni a Cd byly tyto toxické prvky zjištěny ve většině odebraných sedimentů v koncentracích několikanásobně přesahujících legislativní ukazatele NEK-RPC (*NV č. 61/2003 Sb.*). V případě vysoce toxického As bylo na základě sekvenčních extrakčních analýz a geochemického modelování zjištěno, že dochází v omezené míře k jeho mobilizaci ze dnových sedimentů do povrchových vod.

Tabulka 45: Objekty studní a pramene s překročením hygienických limitů pro pitnou vodu

Obec	č.p.	ulice	označení vzorku	Co	Fe	Mn	Ni	Pb	CHSK-Mn	NH ₄ ⁺
				mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹
Krucemburk	456	Javorová	PZV - 1	0,0051	<0,01	0,002	0,0067	<0,01	<0,3	<0,1
Krucemburk	84	Mikuláše Střely	PZV - 2	0,0048	0,017	0,0022	0,0033	<0,01	<0,3	<0,1
Krucemburk	85	Koželužská	PZV - 3	<0,002	4,09	0,071	0,0075	<0,01	<0,3	<0,1
Krucemburk	423	Na Viničkách	PZV - 6	0,0049	0,019	0,0022	0,003	<0,01	<0,3	<0,1
Staré Ransko	93	-	PZV - 9	0,0041	0,11	0,0081	0,0053	0,012	<0,3	<0,1
Staré Ransko	49	-	PZV - 10	0,0024	0,3	0,2	0,0047	0,014	<0,3	<0,1
Krucemburk	77	Českobratrská	PZV - 12	0,005	<0,01	0,0033	0,0042	<0,01	<0,3	<0,1
Staré Ransko	27	-	PZV - 16	<0,002	1,36	4,15	<0,002	<0,01	4,3	2,47
Hluboká	46	-	PZV - 19	0,0049	0,032	0,002	0,003	<0,01	<0,3	<0,1
Staré Ransko		Pramen U Písečáku	P- 1	<0,002	0,12	0,09	0,036	<0,01	<0,3	<0,1
MP 2013 indikátory znečištění				0,0047	11	0,32	0,3	0,01	-	-
vyhl. 252/2004 Sb. Pitná voda				-	0,5	0,1	0,02	0,01	3	0,5

Tabulka 46: Toxikologické specifikace prioritních škodlivin pro hodnocení zdravotních rizik

Látka	CAS	RfDo
		mg.kg ⁻¹ .d ⁻¹
Cobalt (Co)	7440-48-4	1
Nikl (Ni)	7440-02-0	5
Olovo (Pb)	7439-92-1	-

Zdroje dat:

RAIS 2011 (The Risk Assessment Information System)

Stručná charakteristika prioritních škodlivin:

Olovo (Pb)

Dopady na zdraví člověka: Olovo se může do lidského organismu dostávat ze vzduchu plicní inhalací, odhaduje se, že 30 % olova v krvi se dostalo do těla inhalačně. Další cestou je příjem prostřednictvím potravin. Příjem potravou je zodpovědný za přibližně 60 % olova, dalších 10 % se do těla dostane s pitnou vodou. Příjem z půdy lze uvažovat pouze u malých dětí. U dospělých osob se trávicím ústrojím vstřebává až 20 % přijatého množství. U těhotných žen a malých dětí vstřebávání stoupá až na 70 %. Olovo prochází placentou, a proto je při expozici matky exponován i plod. V krvi olovo zůstává 28 – 36 dní. Poločas setrvání olova v kostech je řádově desítky let. Depozice v kostech je potenciálním zdrojem nebezpečí, protože z kostí olovo snadno přechází zpět do krve - zejména při změně fyziologického stavu (těhotenství, laktace, chronická onemocnění). Dospělý člověk je schopen vyloučit 50-60 % vstřebeného olova za dobu řádově týdnů a z dlouhodobého hlediska může vyloučit až 99 %. U dětí je schopnost vylučování olova výrazně snížena. U dětí do 2 let zůstává v těle přibližně třetina vstřebeného olova. Expozice olovem vede k poškození celé řady orgánů: ledvin a jater, nervového systému, červených krvinek, cév a svalstva. Akutní poškození nervové soustavy nastává při koncentraci olova v krvi v rozsahu 0,5-3 mg.l-1. Poškození nervové soustavy se projevuje podrážděností, poruchami pozornosti a paměti, bolestmi hlavy, svalovým třesem, halucinacemi, prodloužením reakčního času, poklesem IQ a rychlosti vedení nervového vzruchu. U dětí může být koncentrace olova v krvi nad 0,8 mg.l-1 příčinou akutní encefalopatie a v krajním případě může způsobit i smrt. Při nižších koncentracích dochází k neurologickým poruchám a poškození rozpoznávacích funkcí (koncentrace i menší než 0,25 mg.l-1 mohou způsobit pokles IQ o 2-7 bodů). Při velkých expozicích dochází k oslepnutí, poškození mozku, křečím i ke smrti. Olovo negativně zasahuje do vývoje plodu a patrně ovlivňuje i jeho životaschopnost. Expozice plodu nízkými dávkami olova se projevuje poklesem porodní váhy, předčasnými porody, zpožděním vývoje a změnami chování dítěte. Expozice mužů olovu (>0,66 mg.l-1) způsobuje velký pokles počtu spermií (patrně v souvislosti s negativním působením na metabolismus testosteronu). Je pravděpodobné, že olovo nepříznivě ovlivňuje imunitní systém. Olovo je klasifikováno jako pravděpodobný lidský karcinogen plic a ledvin.

Dopady na životní prostředí: V neznečištěných vodách je koncentrace olova poměrně nízká z důvodu malé rozpustnosti sloučenin olova. V přítomnosti jílu za pH 5-7 se většina olova sráží a sorbuje ve formě rozpustných hydroxidů. Rozpuštěné olovo také může vytvářet organické komplexní sloučeniny, které se sorbují na huminových materiálech. Koncentrace olova v podzemní i povrchové vodě jsou nízké a obvykle nejsou hlavním expozičním zdrojem. Olovo je toxické pro zooplankton a zoobentos (dvojí živočichové). U ryb dochází po akutní intoxikaci k poškození žaber a následně k úhynu udušením. Do půdy a prachu se olovo dostává z primárních zdrojů emisí nebo může být půda kontaminována olovem ze vzduchu. V půdě se olovo váže na půdní částice v povrchové vrstvě (2-5 cm). Transport do nižších vrstev se příliš neuskutečňuje, pokud není překročena pufrací schopnost půdy. Nejvyšší obsahy olova se proto nacházejí ve svrchních vrstvách půd, orbou se však mohou dostat hlouběji. Olovo má vysoký akumulací koeficient a významně se proto hromadí nejenom v sedimentech a kalech, ale i v biomase organismů. Přítomnost olova v půdě je proto zdrojem expozice pro rostliny a zvířata. Olovo se může kontaminací surovin nebo použitím kontaminované vody při přípravě dostat do potravin.

Kobalt (Co)

Dopady na zdraví člověka: Příliš vysoká koncentrace kobaltu poškozuje lidské zdraví. Aerosoly jemně rozptýleného práškového kobaltu mohou způsobit nemoci podobné astmatu, s širokou škálou příznaků od kašle, krácení dechu a dušnosti, až po sníženou funkcionality plic, plicní fibrózu, plnou invaliditu a smrt. Poškození horních cest dýchacích s příznaky krátkého dechu, kašle i permanentní neschopnost mohou způsobit tyto aerosoly u lidí s expozicí 1-2 mg/m³ ve vzduchu. Folikulitida (zánět vlasového váčku), kožní nemoci a aktivace akné se může objevit u dospívajících dětí. Velké orální dávky kobaltu vedou k anorexii, nevolnosti, zvracení, průjmu, hluchotě, zrudnutí obličeje a ke kožním vyrážkám. Aktivuje zvětšení štítné žlázy blokováním příjmu jodu, zvláště u dětí.

Rostliny rostoucí na kontaminovaných půdách hromadí velmi malé částice kobaltu, a to zejména v částech rostliny, které jíme, jako jsou semena a plody. Půdy v blízkosti těžby a tavicích zařízení mohou obsahovat vysoké množství kobaltu, takže konzumace rostlin rostoucích v těchto oblastech mohou pro člověka zdravotní následky.

Zdravotní příznaky, které jsou následkem vysokého příjmu kobaltu: zvracení a nevolnost, puchy vidění, problémy se srdcem, poškození štítné žlázy. Zdravotní následky mohou být také způsobeny zářením radioaktivních izotopů kobaltu. To může způsobit neplodnost, vypadávání vlasů, zvracení, krvácení, průjem, kóma a dokonce i smrt. Toto záření je někdy používáno pro léčbu pacientů s rakovinou k ozařování nádorů. U takto léčených pacientů se taktéž vyskytuje vypadávání vlasů, průjem a zvracení. Expozice kobaltem může způsobit úbytek na váze, zánět kůže a respirační přecitlivělost.

Nikl (Ni)

Dopady na zdraví člověka: Nikl patří mezi několik málo prvků, jejichž vliv na zdravotní stav lidského organismu je jednoznačně negativní. Vyskytuje se ve stopách v organismu, např. v některých enzymech. Jeho biologická funkce však zatím není známa. Při kontaktu způsobuje vznik kožní dermatitidy, nazývané niklový svrab. 6 – 10% obyvatelstva trpí alergií na nikl. Projevuje se zarudnutím kůže a později až vznikem kožních ekzémů při trvalém styku s předměty z niklu. Zvláště nebezpečné jsou náušnice, protože oblast ucha patří mezi velice senzitivní části lidského těla a alergické působení zde může nabývat dramatictějších rozměrů – otoky hlavy, astmatické záchvaty. Nikl je podezřelý karcinogen (rakovina plic, nosní přepážky a vzácněji hltanu. Akutní otrava má za následek poškození zažívacího traktu, cév, ledvin, srdce a centrální nervové soustavy. Dlouhodobá expozice vysokým dávkám niklu způsobuje snížení váhy, poškození srdce a jater a záněty kůže. Nikl může být přijímán potravou (90% celkového příjmu), inhalačně nebo pokožkou. Příjem potravou však nepředstavuje velké riziko, protože pouze 2–3% niklu přijatého potravou je skutečně absorbováno. Ohroženou skupinou jsou kuřáci, protože v cigaretovém kouři se vyskytuje velmi toxický tetrakarbonyl niklu.

Dopady na životní prostředí: Nikl přítomný v ovzduší se může atmosférickou depozicí dostávat do půdy nebo vody. Nikl se váže na částice obsahující železo a mangan, které se často vyskytují v půdě a sedimentech. Proto se zde vyskytuje většina niklu v prostředí. V přírodní vodě při pH 5 – 9 je dominantní formou výskytu Ni²⁺. V tomto rozmezí pH se nikl může sorbovat na oxidy železa a manganu nebo tvořit komplexní sloučeniny s anorganickými ligandy. Toxicita niklu pro některé vodní organismy je poměrně vysoká, proto je jeho přípustná koncentrace ve vodárenských tocích limitována přísněji než v pitné vodě. Rostliny přijímají nikl z půdy převážně kořeny, jsou schopné ho akumulovat. Snížením pH se zvyšuje mobilita niklu a tím i příjem rostlinami.

Kadmium (Cd)

Dopady na zdraví člověka: Kadmium je velmi toxický prvek výrazně poškozující ledviny. Má velmi vysoký akumulační koeficient, detoxikace je proto pomalá a hrozí nebezpečí chronických otrav. Podle klasifikace EPA je zařazeno jako pravděpodobný lidský karcinogen, může způsobovat rakovinu plic a prostaty. Je teratogenní (poškozuje plod). Z dalších účinků je významné poškození jater, kostí, plic a gastrointestinálního traktu. Chronické expozice mohou také způsobovat poškození srdce a imunitního systému. Kromě toho zesiluje toxické účinky jiných kovů, například zinku a mědi.

Dopady na životní prostředí: Kadmium se může vázat na popílek, prachové a půdní částice a jílové půdy. Vazba je nejsilnější u popílku a jílových částic. Kadmium uvolňované do atmosféry se proto váže na emitované částice popílku. Tyto částice mohou zůstat v atmosféře více než týden, než pomocí atmosférické depozice přejdou do vody nebo půdy. Tímto způsobem se kadmium může distribuovat na velké vzdálenosti. Na zemi se kadmium naváže na částice jílu nebo prachu. V této podobě se může dešťovou vodou vymýt do vodního prostředí nebo může být akumulováno organismy. Akumulace organismy je velmi vysoká, proto dochází ke hromadění kadmia v potravních řetězcích. Popsanou vlastnost lze nazývat bioakumulací. Vysoké koncentrace kadmia v půdním roztoku nepříznivě ovlivňují schopnost půdních mikroorganismů rozkládat organickou hmotu i polutanty. Tato inhibice je důsledkem zúžení škály bakterií v zemině. Mobilita sloučenin ve vodním prostředí závisí na jejich rozpustnosti. Zatímco oxidy a sulfidy kadmia jsou poměrně nerozpustné, chloridy a sírany rozpustné jsou. Koncentrace kadmia v sedimentech dna je obvykle více než desetkrát vyšší než ve vodě. Adsorpce kadmia na půdy a oxidy křemíku a hliníku silně závisí na hodnotě pH a vzrůstá s rostoucí alkalitou prostředí. Pokud je pH nižší než 6–7, dochází k desorpci kadmia z těchto materiálů. Zvýšením kyselosti (způsobené např. kyselými dešti) může dojít k uvolnění kadmia ze sedimentů a k výraznému zvýšení jeho koncentrace ve vodě. Kadmium je značně toxické pro vodní organismy, nejcitlivěji reagují lososovité ryby. Zvýrazňuje také toxicitu dalších kovů (zinku, mědi aj.) a negativně ovlivňuje samočisticí schopnost vody.

3.1.2 Základní charakteristika příjemců rizik

Na základě posouzení reálných expozičních scénářů byli identifikováni následující potenciální příjemci rizik:

- uživatelé domovních studní ve Starém Ransku (č. p. 27, 49 a 93)
- uživatelé domovních studní v obci Krucemburk (č. p. 77, 84, 85, 423 a 456)
- uživatelé domovních studní v obci Hluboká (č. p. 46)

- rezidenti / rekreanti užívající kontaminovanou vodu z přirozeného pramenného vývěru (studánka U Písečáku)
- ekosystémy vázané na místní chráněná území (EVL Řeka-Štíří důl/PR Řeka, EVL Ransko/NPR Ransko)
- konzumenti ryb (rybáři, koneční odběratelé) z chovných rybníků (rybník Řeka, Ranský a Pobočný)

3.1.3 Shrnutí transportních cest a přehled reálných scénářů expozice

Přehled reálných expozičních scénářů ukazuje *tabulka 47*. Scénáře, u kterých nebyla zjištěna uzavřená expoziční cesta od zdroje k příjemci, nejsou dále uvažovány pro hodnocení (v tabulce jsou přeškrtnuty). Konkrétní důvody jejich vyloučení z dalšího hodnocení jsou uvedeny níže pod tabulkou.

Tabulka 47: Aktualizovaný koncepční model

Expoziční cesta č.	Ohnisko znečištění	Transportní cesta	Příjemce rizik	Expoziční cesta	Další hodnocení
1	Pozstatky po těžební činnosti Deponie / haldy	emise prachu	Obyvatelstvo / rekreanti	dermální kontakt, inhalace	NE, nedochází k emisím (viz. níže)
2			okolní přírodní prostředí	příjem ekosystémy -	
3	Bývalá důlní díla/prameniště	Únik kontaminace (Co) do podzemní vody a její následný transport – jímání vod studněmi, vrty	Obyvatelstvo obcí Krucemburk (č.p. 423, 456, 84 a 77) a Hluboká č.p. 46	požití, dermální kontakt, závlaha	ANO
4	Bývalá důlní díla/prameniště	Únik kontaminace (Pb) do podzemní vody a její následný transport – jímání vod studněmi	Obyvatelstvo obcí Staré Ransko (č.p. 93 a č.p. 49)	požití, dermální kontakt, závlaha	ANO
5	Neznámý lokální zdroj (pravděpodobně kontaminace splaškovými vodami)	Únik kontaminace (NH₄⁺, Fe, Mn) z neznámého zdroje do domovních studní	Obyvatelé č. p. č.p. 27 ve Starém Ransku, č. p. 85 v Krucemburku	požití, dermální kontakt, závlaha	ANO
6	Bývalá důlní díla/prameniště	Únik kontaminace (Ni) do podzemní vody a její následný transport a vývěr v rámci přirozeného pramene/studánky (U Písečáku)	Místní rezidenti / rekreanti	požití	ANO
7	Bývalá důlní díla/prameniště	migrace kontaminovaných důlních vod do povrchových vodotečí a rybníků (Řeka, Ranský rybník), akumulace těžkých toxických kovů (Pb, Cd, Cr, As) ve svalovině ryb	Konzumenti ryb z místních chovných rybníků (Řeka, Ranský rybník, Pobočný rybník)	požití kontaminovaných ryb	ANO
8	Bývalá důlní díla/prameniště	migrace kontaminovaných důlních vod do povrchových, akumulace znečištění v dnových sedimentech, mobilizace kovů (Cd, Ni, As) ze sedimentů	ekosystémy (EVL Řeka-Štíří důl/PR Řeka, EVL Ransko/NPR Ransko) vázané na koryta zdejších toků (zejm. Ranský potok, Doubrava)	příjem ekosystémy (EVL Řeka-Štíří důl/PR Řeka, EVL Ransko/NPR Ransko)	ANO

Důvody vyloučení expozičních scénářů z dalšího hodnocení rizik:

Scénář 1 a 2: Geologicko průzkumné práce neověřily, že by deponie tvořící pozůstatky po historické těžbě byly sekundárním zdrojem, resp. tvořily ohniska znečištění těžkými toxickými kovy. Pozitivní roli hraje fakt, že deponie jsou v současnosti již překryty relativně mocnou humózní vrstvou a povrch je v důsledku přirozené sukcese tvořen hustým vegetačním krytem, díky kterému nedochází ke vznosu těžkými kovy kontaminovaných jemnozrnných částic. Z tohoto důvodu lze konstatovat, že expoziční scénář není v současnosti reálný v důsledku neuzavřené transportní cesty k příjemci.

3.2 Hodnocení zdravotních rizik

Hodnocení zdravotních rizik lze vztahovat pouze k expozičním cestám 3 až 7.

3.2.1 Hodnocení expozice

Před hodnocením jednotlivých expozičních scénářů (č. 3 - 6) je nutno poukázat na to, že ani jedna z posuzovaných studní není majiteli využívána jako zdroj pitné vody. Všechny potenciálně postižené domácnosti v posuzovaných obcích (Krucemburk, Hluboká a Staré Ransko) jsou napojeny na vodovodní řád. Nejrizikovější expoziční scénář spojený s orální konzumací vody ze studny lze považovat pouze za potenciální. S ohledem na postupné zdražování vody z veřejného vodovodu je do budoucna potřebné uvažovat s tendencí využívání domovních studní ve větším rozsahu.

Jako reálný scénář se naopak jeví expozice v důsledku využívání kontaminované vody pro závlahu zemědělských plodin a následná konzumace kontaminovaných výpěstků (ovoce, zelenina, byliny).

3.2.1.1 Expoziční scénář č. 3

Hodnocení expozice v souvislosti s využíváním (orální konzumace, závlaha plodin) znečištěné vody kobaltem (Co) z domovních studní u č. p. 423, 456, 84 a 77 v obci Krucemburk a č. p. 46 v obci Hluboká. Zjištěné koncentrace sice nepřesahují hygienické parametry (pro Co nejsou ve *Vyhl. č. 252/2004 Sb.* stanoveny), ale byl překročen indikátor znečištění pro podzemní vody (*MP MŽP 2013*) a proto je přistoupeno ke kvantifikaci expozice.

Jedná se o klasický expoziční scénář definovaný v *MP MŽP* pro analýzu rizik kontaminovaného území z roku 2011. Míra expozice se stanovuje výpočtem chronického denního příjmu kontaminantu z vody (*CDI*) vyjádřeného jako množství přijaté látky za jeden den na kg váhy hodnocené osoby. Výpočet je prováděn následovně:

$$CDI = \frac{CW \times IR \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

<i>kde:</i>	<i>CW</i>	<i>koncentrace kontaminantu ve vodě (0,01 mg/kg)</i>
	<i>IR</i>	<i>množství požití vody (dospělý max. 2 l/den, dítě do 6 let 1 l/den)</i>
	<i>EF</i>	<i>frekvence expozice za rok (max. 350 dní/rok)</i>
	<i>ED</i>	<i>trvání expozice (dospělý 30 let, děti 6 let)</i>
	<i>BW</i>	<i>průměrná váha (dospělý 70 kg, děti 15 kg)</i>
	<i>AT</i>	<i>doba průměrování (365 den/rok × ED)</i>

Tento výpočet je proveden pro maximální expozice (konzervativní přístup na straně bezpečnosti), takže skutečná expozice by byla nižší v důsledku nižší míry konzumace vody. Při hodnocení byla uvažována případná chyba laboratorní metody stanovení, a proto byla

analyzována hodnota ještě navýšena. Z tohoto důvodů byla jako vstupní koncentrace kontaminantu ve vodě (CW) uvažována hodnota 0,01 mg/l.

Výpočtem podle výše uvedených vztahu vychází potenciální max. expozice pro prioritní kontaminant (kobalt) následovně (Tabulka 48).

Tabulka 48: Výpočet CDI - max. expozice pro prioritní kontaminant

Prioritní kontaminant	pro dospělého	pro dítě
Kobalt (Co)	0,0003 mg/kg/den	0,0006 mg/kg/den

Hodnocení expozice v souvislosti s využíváním kontaminované vody kobaltem (Co) pro závlahu zemědělských plodin není nutné v tomto případě provádět. Voda svou kvalitou splňuje požadavky dané ČSN 75 7143, která stanovuje maximálně přípustnou koncentraci kobaltu 0,5 mg/l ve vodě pro závlahu.

3.2.1.2 Expoziční scénář č. 4

Expoziční scénář č. 4 uvažuje zdravotní rizika v souvislosti s využíváním (orální konzumace, závlaha plodin) znečištěné vody olovem (Pb) z domovních studní u č. p. 93 a č. p. 49 v obci Staré Ransko.

V rámci prvního monitorovacího kola byly ve vzorcích vody z těchto dvou domovních studní zjištěny koncentrace toxického olova v úrovni 12 a 14 µg/l. Vzhledem k tomu, že tyto koncentrace překračují ukazatele uvedené ve vyhlášce č. 252/2004 Sb., kterou se stanovují hygienické požadavky na pitnou vodu (ukazatel pro Pb činí 10 µg/l), není nutné dále vypočítávat míru expozice a následně míru zdravotních rizik vzniklých z používání vody z těchto studní. **Voda ze studní nesplňuje hygienické limity, a proto se nedoporučuje využívat k pitným účelům.**

Hodnocení expozice v souvislosti s využíváním kontaminované vody olovem pro závlahu zemědělských plodin, není nutné v tomto případě provádět. Voda svou kvalitou splňuje požadavky dané ČSN 75 7143, která stanovuje maximálně přípustnou koncentraci olova 50 µg/l ve vodě pro závlahu.

3.2.1.3 Expoziční scénář č. 5

Expoziční scénář č. 5 uvažuje zdravotní rizika v souvislosti s využíváním (orální konzumace, závlaha plodin) znečištěné vody NH_4^+ , Fe, Mn a CHSK_{Mn} z domovní studny č. p. 27 v obci Staré Ransko a znečištěné vody v domovní studni u č. p. 85 v obci Krucemburk.

Ve vzorku vody (č. p. 27, Staré Ransko) byly zjištěny vysoké koncentrace NH_4^+ , a CHSK_{Mn} dokládající organické znečištění vody. Vzhledem k charakteru znečištění se pravděpodobně jedná o kontaminaci vody ve studni splaškovými vodami. Probíhající zvýšená bakteriální aktivita je také příčinou vyšších koncentrací Fe a Mn v této studni.

Vzhledem k tomu, že koncentrace NH_4^+ , Fe, Mn a CHSK_{Mn} překračují ukazatele uvedené ve Vyhlášce č. 252/2004 Sb., kterou se stanovují hygienické požadavky na pitnou vodu, není nutné dále hodnotit míru expozice a následně míru zdravotních rizik vzniklých z používání vody z těchto studní. **Voda ze studní nesplňuje hygienické limity, a proto není vhodné ji využívat k pitným účelům. Vzhledem k charakteru znečištění nelze vyloučit ani zvýšené bakteriální zatížení kvality vody.**

Voda ze studní svou kvalitou splňuje požadavky dané ČSN 75 7143, která stanovuje maximálně přípustné koncentrace polutantů ve vodě pro závlahu. Proto není potřebné tuto problematiku hodnocení expozice dále řešit.

V případě vzorku vody ze studny č. p. 85 v obci Krucemburk byly zjištěny pouze vyšší koncentrace Fe překračující hygienické ukazatele pro pitnou vodu. V tomto případě, se však

nejedná o nebezpečný prvek ve smyslu jeho toxicity pro lidský organismus. Jeho regulace je dána spíše v důsledku jeho negativních vlivů na organoleptické vlastnosti vody, barvu, chuť a zákal. Zvýšené koncentrace Fe mohou způsobovat technické závady materiálu, se kterými přichází voda do styku.

3.2.1.4 Expoziční scénář č. 6

Expoziční scénář č. 6 uvažuje zdravotní rizika v souvislosti s orální konzumací vody znečištěné niklem (Ni) z přirozeného pramenného vývěru – studánka U Písečáku.

Analýzy vody ze studánky prokazují dlouhodobě zvýšené koncentrace niklu (Ni) v úrovni 30 - 36 µg/l. Vzhledem k poloze studánky a tomu, že není stanoveným zdrojem pitné vody, je možná expozice znečištěním (Ni) spojena pouze s občasným požitím vody místními obyvateli / kolemjdoucími rekreaty. Míru expozice lze z tohoto pohledu považovat za nevýznamnou. I přes tento fakt, je na základě toho, že byly zjištěny koncentrace překračující limity pro Ni (0,02 mg/l) v pitné vodě (Vyhl. č. 252/2004 Sb.) přistoupeno ke kvantifikaci expozice.

V rámci výpočtu je zohledněno pouze občasné (1x týdně) požití vody z pramene v množství 1 l na dospělého a dítěte 0,5 l/týden. U vstupních koncentrací byla zohledněna možná laboratorní chyba použité metody. Z tohoto důvodu byla jako vstupní koncentrace kontaminantu ve vodě (CW) uvažována hodnota 0,05 mg/l, na místo laboratorně.

$$CDI = \frac{CW \times IR \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

kde:	<i>CW</i>	koncentrace kontaminantu ve vodě (0,05 mg/l)
	<i>IR</i>	množství požití vody (dospělý max. 1 l/den, dítě do 6 let 0,5 l/den)
	<i>EF</i>	frekvence expozice za rok (max. 52 dní/rok)
	<i>ED</i>	trvání expozice (dospělý 30 let, děti 6 let)
	<i>BW</i>	průměrná váha (dospělý 70 kg, děti 15 kg)
	<i>AT</i>	doba průměrování (365 den/rok × <i>ED</i>)

Výpočtem podle výše uvedených vztahu vychází potenciální max. expozice pro nikl následovně (Tabulka 49).

Tabulka 49: Výpočet CDI - max. expozice pro prioritní kontaminant (Ni)

Prioritní kontaminant	pro dospělého	pro dítě
Nikl (Ni)	0,0002 mg/kg/den	0,0005 mg/kg/den

3.2.1.5 Expoziční scénář č. 7

Neověřený, pouze potencionální expoziční scénář uvažující migraci kontaminace povrchovými toky do zdejších chovných rybníků, sorpci znečištění na rybníční bahno a následnou akumulaci ve vodních organismech. Potencionální zdravotní rizika jsou v tomto případě spojena s možnou konzumací kontaminované svaloviny ryb (zpravidla kaprovitých). Průzkumnými pracemi nebyla ověřována přítomnost těžkých kovů v sedimentech místních rybníků ani akumulace toxických kovů ve svalovině ryb. Vzhledem ke zvýšeným koncentracím kovů v povrchové vodě i dnových sedimentech ve vodotečích ústících do nádrží lze znečištění rybníčního bahna a v omezené míře i svaloviny ryb jen předpokládat.

Vzhledem k omezenému množství požití rybí svaloviny příjemcem a zejména nízké četnosti příjmu **bude expozice příjemce znečištěním nízká až zanedbatelná.** U běžného konzumenta místních ryb lze vzhledem ke známé periodicitě (1x za rok) výlovů zdejších

rybníků, resp. dodávce potencionálně kontaminovaných ryb ke spotřebiteli, uvažovat o max. expozici 1-2kg kontaminované svaloviny / osoba / rok.

Potencionálně vyšší míra zdravotních rizik může vyplývat pro místní rybáře konzumující odlovené ryby ve větší míře a četnosti (odhad 1kg/osoba/týden). U těchto příjemců by mohlo docházet k nežádoucí akumulaci kovů v organismu. Míra skutečné expozice bude případně kvantifikována v rámci navržených nápravných opatření (Kapitola 4).

3.2.2 Odhad zdravotních rizik

3.2.2.1 Expoziční scénář č. 3

Odhad zdravotních rizik spojených s potenciálním použitím podzemní vody ze studní kontaminovaných kobaltem (Co) je proveden vzhledem k vypočtené expozici *CDI*.

Pro výpočet rizika expozice látkami s nekarinogenním účinkem se používá porovnání přijaté či absorbované dávky s toxikologicky akceptovatelným příjmem dané látky, tj. s referenčními dávkami *RfD*. Míru rizika pak reprezentuje tzv. kvocient nebezpečnosti *HQ* (Hazard Quotient, bezrozměrný), vypočtený prostřednictvím jednoduché rovnice:

$$HQ = CDI / RfD$$

Nebezpečnost konkrétní expozice je signalizována hodnotami *HQ* vyššími než 1.

Referenční koncentrace *RfD* pro orální příjem kobaltu (Co) je 1 mg/kg/den. V případě dospělé populace je vypočtená expozice více než 3 500× nižší ($HQ=0,00027$) a v případě dětí více než 1500× nižší ($HQ=0,0006$) než akceptovatelný příjem kobaltu. **U obou hodnocených populací, tak lze psát o absenci rizika pro lidské zdraví v souvislosti s potencionálním využíváním vody pro pitné účely.**

Odhad zdravotních rizik spojených s potenciálním použitím podzemní vody pro závlahu zemědělských plodin není nutné provádět. Dle ČSN 75 7143 *Jakost vod - Jakost vody pro závlahu* - voda ze studny splňuje požadavky na max. koncentrace Co. Limitní hodnota pro koncentrace kobaltu ve vodě pro závlahu je 0,5 mg/l a je tedy v 10x v nižších koncentracích než udává tato norma. Z tohoto důvodů lze zdravotní **rizika vyplývající ze zavlažování zemědělských plodin vodou z kontaminovaných studní a z následné konzumace výpěstků považovat za akceptovatelné.**

3.2.2.2 Expoziční scénář č. 4

Zjištěné koncentrace olova ve vodě z posuzovaných studní překračují ukazatele uvedené ve *Vyhlášce č. 252/2004 Sb.*, kterou se stanovují hygienické požadavky na pitnou vodu. Z tohoto důvodů není nutné dále hodnotit zdravotní rizika. **Podzemní vodu z domovních studní u č.p. 93 a č.p. 49 v obci Staré Ransko nedoporučujeme využívat k pitným účelům.**

Odhad zdravotních rizik spojených s potenciálním použitím podzemní vody pro závlahu zemědělských plodin není nutné provádět. Dle ČSN 75 7143 *Jakost vod - Jakost vody pro závlahu* - voda ze studny splňuje požadavky na max. koncentrace Pb. Limitní hodnota pro koncentrace olova ve vodě pro závlahu je 0,05 mg/l a koncentrace jsou tedy více než 3x pod tímto limitem. Z tohoto důvodů **lze zdravotní rizika vyplývající ze zavlažování zemědělských plodin vodou z kontaminovaných studní a z následné konzumace výpěstků považovat za akceptovatelné.**

3.2.2.3 Expoziční scénář č. 5

Ve vzorku vody z domovní studny u č. p. 27, Staré Ransko byly zjištěno organické znečištění vody. Vzhledem k tomu, že koncentrace NH_4^+ , Fe, Mn a $CHSK_{Mn}$ překračují ukazatele uvedené ve *Vyhlášce č. 252/2004 Sb.*, kterou se stanovují hygienické požadavky

na pitnou vodu, není nutné dále hodnotit míru zdravotních rizik vzniklých z používání vody těchto studní. **Podzemní voda z domovní studny u č.p. 27 v obci Staré Ransko nesplňuje hygienické ukazatele a nedoporučuje se ji využívat k pitným účelům.**

Odhad zdravotních rizik spojených s potenciálním použitím podzemní vody pro závlahu zemědělských plodin není nutné provádět. Dle ČSN 75 7143 *Jakost vod - Jakost vody pro závlahu* - voda ze studny splňuje požadavky na limitní koncentrace všech posuzovaných ukazatelů. Z tohoto důvodu lze zdravotní rizika **vyplývající ze zavlažování zemědělských plodin vodou z kontaminovaných studní a z následné konzumace plodů považovat za akceptovatelné.**

3.2.2.4 Expoziční scénář č. 6

Odhad zdravotních rizik spojených s nepravidelným orálním příjmem kontaminované vody (Ni) z přirozeného pramenného vývěru (U Písečáku) je proveden vzhledem k vypočtené expozici *CDI*.

Pro výpočet rizika expozice látkami s nekarinogenním účinkem se používá porovnání přijaté či absorbované dávky s toxikologicky akceptovatelným příjmem dané látky, tj. s referenčními dávkami *RfD*. Míru rizika pak reprezentuje tzv. kvocient nebezpečnosti *HQ* (Hazard Quotient, bezrozměrný), vypočtený prostřednictvím jednoduché rovnice:

$$HQ = CDI / RfD$$

Nebezpečnost konkrétní expozice je signalizována hodnotami *HQ* vyššími než 1.

Referenční koncentrace *RfD* pro orální příjem niklu (Ni) jsou 5 mg/kg/den. V případě dospělé populace je vypočtená expozice (*HQ*) 0,00004 a v případě dětí 0,0001 a je tedy v obou případech mnohonásobně nižší než akceptovatelný příjem Ni. U obou hodnocených populací, tak **lze konstatovat absenci rizika pro lidské zdraví** v souvislosti s nepravidelným (1x týdně, 1 l vody dospělý, 0,5 l u dítěte) orálním příjmem vody z přirozeného pramenného vývěru U Písečáku.

Pro zdravotní nezávadnost vody s takto zvýšenými obsahy Ni hovoří také fakt, že v běžně distribuovaných minerálních vodách v rámci ČR jsou koncentrace niklu v některých případech vyšší než posuzované obsahy např. Magnesia 116 µg/l, Šaratice 62 µg/l, Zaječická 39 µg/l.

3.2.2.5 Expoziční scénář č. 7

Konkrétnější hodnocení zdravotních rizik v souvislosti s konzumací potencionálně kontaminovaného masa ryb ze zdejších rybníků nelze provést z důvodů absence dat o koncentracích toxických kovů ve svalovině ryb, nebo alespoň v sedimentech rybníků. Vzhledem k předpokládané nízké expozici potencionálně kontaminovaným masem lze případné **zdravotní riziko pro konzumenty označit za velmi nízké až zanedbatelné.** Je to zejména z důvodů omezeného množství požití rybí svaloviny příjemcem a také nízkou četností příjmu a lze tak s vysokou mírou pravděpodobnosti konstatovat, že nedochází k překročení přípustných dávek dle *FAO/WHO* stanovených u kadmia 400–500 µg týdně a olova 3 mg/týdně v potravinách.

Potencionálně vyšší míra zdravotních rizik může vyplývat pro místní rybáře konzumující odlovené ryby ve větší míře a četnosti. U těchto příjemců by mohlo docházet k nežádoucí akumulaci kovů v organismu. V případě četnější expozice nelze vyloučit překročení výše zmíněných přípustných dávek (*FAO/WHO*).

I přes odhadovaná spíše **zanedbatelná zdravotní rizika,** nelze zcela vyloučit, že **může docházet k distribuci potravin/ryb kvalitou nevyhovujících legislativnímu nařízení ES č. 1881/2006,** kterým se stanovují maximální limity kontaminujících látek v potravinách, resp. sladkovodních rybách. Z tohoto důvodu doporučujeme ověření míry

kontaminace svaloviny chovaných ryb a v souvislosti s tím také znečištění rybníčního sedimentu v rozsahu uvedeném v následující kapitole (kapitola 4).

3.3 Hodnocení ekologických rizik

Hodnocení ekologických rizik se vztahuje především k hodnotným ekosystémům vázaným na koryta zdejších toků (Ranský potok a Doubrava), a proto je dáno zejména do souvislosti s kvalitou vody v těchto tocích a znečištěním fluviálních sedimentů v korytech. Vzhledem k relativně velkému rozsahu posuzovaného území jsou brány v potaz zejména oblasti, které jsou přímo za účelem ochrany ekosystémů legislativně vymezené/chráněné - EVL Ransko/NPR Ransko a EVL Řeka-Štíří důl/PR Řeka. Z velkého množství chráněných druhů vázaných na tyto dvě oblasti, lze za potenciálně ohrožené v důsledku možného zhoršeného stavu povrchových vod považovat zejména zástupce obojživelníků a plazů jako čolek horský (*Triturus alpestris*), skokan hnědý (*Rana temporaria*), s. ostronosý (*R. arvalis*), s. zelený (*R. kl. esculenta*), s. krátkonohý (*R. lessonae*), ropucha obecná (*Bufo bufo*) a rosnička obecná (*Hyla arborea*). Z plazů to jsou ještěrka živorodá (*Zootoca vivipara*), slepýš křehký (*Anguis fragilis*), zmije obecná (*Vipera berus*) a užovka obojková (*Natrix natrix*).

Z pohledu možných negativních dopadů na posuzované ekosystémy hraje pozitivní roli fakt, že v rámci průzkumných prací nebylo ve větším měřítku potvrzeno významné zhoršení kvality vody v povrchových tocích v důsledku historické důlní činnosti. V horních partiích toků sice byly zjištěny zvýšené koncentrace rozpuštěných kovů, avšak v důsledku rychle probíhajících atenuačních procesů (ředění, srážení, sorpce na organickou hmotu, atd.) dochází relativně záhy k jejich snížení na nevýznamnou míru. Původ zvýšených koncentrací v rámci pramenišť lze dát do souvislosti s přirozeně zvýšenými obsahy těchto prvků v místních ultrabazických horninách a pravděpodobně také s negativním vlivem drenáže důlních vod. Jejich drenáž nevyklučujeme, avšak míru tohoto případného jevu lze v kontextu řešené oblasti popsat jako nevýznamnou, a proto i na hodnocení ekologických dopadů nehraje tento fakt významnou roli.

Z pohledu platné normy environmentální kvality (Vyhl. 61/2003 Sb) se jeví jako problematické zejména zvýšené obsahy kovů (Cd a Ni) ve dnových sedimentech místních toků. Tyto zvýšené obsahy však odpovídají přírodnímu geologickému pozadí a není tak v tomto případě nutné překročení legislativních parametrů NEK-RPC považovat za environmentální zátěž. I přes tento fakt, že se jedná o přirozené pozadí, bylo v rámci průzkumných prací provedeno bližší hodnocení možných negativních dopadů ve smyslu mobilizace toxických kovů z dnových sedimentů do povrchové vody. Toto komplexní zhodnocení prokázalo, že na základě současně panujících fyzikálně-chemických parametrů povrchových vod, nelze očekávat náhlé masivní desorpce adsorbovaných kovů v míře významně poškozující hodnotné ekosystémy vázané na koryta toků. Laboratorní testy a následné geochemické modelování ukazuje, že majoritní obsahy toxických kovů jsou relativně pevně sorbovány na hydroxidy a oxidy Fe a Mn, organickou hmotu, sulfidy a silikáty. V menší míře je možné očekávat mobilizaci kovů adsorbovaných na jílové minerály a karbonáty atd. V tomto smyslu, však nelze očekávat dlouhodobé zvýšení koncentrací toxických kovů v povrchových vodách vedoucích k negativním projevům na populaci místně chráněných druhů. Lze předpokládat, že na tyto sezonní výkyvy jsou místní společenstva již dokonale adaptovaná. Riziko uvolňování letálních koncentrací toxických kovů za současně panujících přírodních podmínek lze prakticky vyloučit.

Konkrétní senzibilita chráněných druhů vůči sledovanému znečištění nebyla posuzována. Nicméně, na jistou míru toxicity dnových sedimentů vůči zástupcům zelených řas (*Desmodesmus subspicatus*), vyšších rostlin (*Sinapsis alba*) a členovců (*Daphnia magna*) poukazují provedené ekotoxikologické testy, které ověřily negativní vlivy v podobě inhibice růstu řas, v jednom případě také inhibice růstu kořenů vyšších rostlin a imobilizace členovců. Nutno brát v potaz, že se v tomto případě jednalo o laboratorní ekotoxikologické testy prováděné na výluzích ze sedimentů za účelem klasifikace odpadů. Toto testování

nelze příliš srovnávat s přírodními dynamickými podmínkami v povrchových tocích, a proto mu ani nepřikládáme značný význam.

Vzhledem k tomu, že **nebyla identifikována akutní rizika pro místní ekosystémy**, nepovažujeme za nutné provádět ekonomicky nákladná nápravná opatření vedoucí k vymístění dnových sedimentů z povrchových toků. Případné necitlivé zásahy do koryt místních vodotečí by navíc znamenaly značné riziko nevratného poškození zdejších ekosystémů. Z tohoto důvodu doporučujeme nápravné opatření pouze v podobě monitoringu povrchových vod za účelem ověření zjištěného stavu v delším časovém horizontu (Kapitola 4).

3.4 Shrnutí celkového rizika

3.4.1 Zdravotní rizika

Ve vztahu k hodnocení rizik pro lidské zdraví lze konstatovat, že **nebyla identifikována současně existující akutní rizika**. Potencionální zdravotní rizika byla identifikována v souvislosti s kontaminovanou vodou v domovních studních, u nichž byly zjištěny zvýšené koncentrace Pb (domovní studny č. p. 93 a č. p. 49, k. ú. Staré Ransko), NH₄⁺, Fe, Mn a parametru CHSK_{-Mn} (č. p. 27 v k. ú. Staré Ransko a č. p. 85 v k. ú. Krucemburk), přesahující limity dané *Vyhl. č. 252/2004 Sb.*, kterou se stanovují hygienické požadavky na pitnou vodu. Vzhledem k tomu, že posuzované domovní studny nejsou využívány, jako zdroje pitné vody z důvodů připojení domácností na vodovodní řád, lze v tomto případě hovořit pouze o potencionálních zdravotních rizicích.

Hodnocením zdravotních rizik vyplývajících ze zvýšených obsahu Co v domovních studních Krucemburk (č. p. 423, 456, 84 a 77) a Hluboká č. p. 46 byla stanovena **absence zdravotních rizik**.

Podzemní voda ze všech hodnocených domovních studní splňuje požadavky dané ČSN 75 7143, která stanovuje jakost vody pro závlahu. Z tohoto důvodu **lze zdravotní rizika** vyplývající ze zavlažování zemědělských plodin vodou z kontaminovaných studní a z následné konzumace výpěstků **považovat za přijatelná**.

Voda ze studánky U Písečáku vykazuje zvýšené koncentrace Ni přesahující limitní koncentrace tohoto prvku v pitné vodě dané *Vyhl. č. 252/2004 Sb.* Bližším hodnocením tohoto znečištění **byla ověřena absence zdravotních rizik pro potencionální konzumenty vody ze studánky**. Je to zejména v důsledku předpokládané nízké expozice příjemců.

V souvislosti s možnou konzumací kontaminovaných ryb z místních chovných rybníků jsou zdravotní rizika odhadována vzhledem k předpokládané nízké expozici **za velmi nízká až zanedbatelná**. Potencionálně **vyšší míru zdravotních rizik** lze předpokládat u místních rybářů konzumujících odlovené ryby ve větší míře a četnosti. Vzhledem k tomu, že míra kontaminace rybí svaloviny nebyla ověřována, lze hovořit pouze o potencionálních zdravotních rizicích. I přes odhadovaná spíše **zanedbatelná zdravotní rizika**, nelze zcela vyloučit, že **může docházet k distribuci potravin/ryb kvalitou nevyhovujících legislativnímu nařízení ES č. 1881/2006**, kterým se stanovují maximální limity kontaminujících látek v potravinách. Z tohoto důvodu doporučujeme ověření míry kontaminace svaloviny chovaných ryb.

3.4.2 Ekologická rizika

Hodnocení ekologických rizik bylo provedeno zejména ve vztahu k hodnotným ekosystémům vázaným na koryta zdejších toků (Ranský potok a Doubrava). V úvahu byly brány zejména možné negativní dopady znečištěných povrchových vod a dnových sedimentů na zdejší společenstva v chráněných lokalitách - EVL Ransko/NPR Ransko a EVL Řeka-Štíří důl/PR Řeka.

Průzkum ověřil zvýšené obsahy kovů ve dnových sedimentech místních toků, překračující normy environmentální kvality (Vyhl. 61/2003 Sb.). Bližším hodnocením geologických podmínek lokality však bylo ověřeno, že se ve své podstatě jedná o koncentrace na úrovni přírodního pozadí a nelze tak hovořit o environmentální zátěži antropogenního původu. Bližším hodnocením **bylo zjištěno zanedbatelné riziko** ve spojitosti s možnou mobilizací toxických kovů vázaných ve dnových sedimentech a s možným následným negativním vlivem na chráněné ekosystémy. Laboratorní testy a následné geochemické modelování ukázalo, že majoritní obsahy toxických kovů jsou relativně pevně vázaný zejména v silikátových formách na primární minerály. Za tohoto předpokladu a současně panujících přírodních podmínek **je riziko náhlého uvolňování většího množství toxických kovů prakticky zanedbatelné.** Proto je možné ve vztahu k hodnocení ekologických rizik konstatovat, že **nebyla identifikována akutní rizika pro místní ekosystémy.**

3.5 Omezení a nejistoty

V rámci hodnocení rizik je nutno brát v potaz několik omezení a nejistot, ke kterým náleží především:

- V rámci průzkumných prací byla sledována kvalita vody pouze v omezeném počtu domovních studní. Z tohoto důvodů nelze vyloučit, že v některých objektech jsou v podzemní vodě vyšší koncentrace toxických kovů než byly analyzovány ve sledovaných studnách. Koncentrace toxických kovů v nesledovaných objektech znamenající akutní zdravotní rizika spíše nepředpokládáme. Za účelem eliminace těchto potenciálních rizik je v kapitole 4.2 navržen soubor nápravných opatření.

4 Doporučení nápravných opatření

4.1 Doporučení cílových parametrů nápravných opatření

Hodnocením zdravotních rizik vyplývajících ze znečištění podzemních vod v domovních studních **nebyla zjištěna žádná reálná akutní rizika pro lidské zdraví**. V některých případech byly v domovních studních překročeny limitní hygienické parametry pro pitnou vodu (Vyhl. č. 252/2004 Sb). Tyto studny však nejsou stanoveny jako zdroje pitné vody, a tak se jedná pouze o potenciální rizika. V tomto smyslu lze **považovat navrhovaná nápravná opatření pouze jako preventivní**. Pro identifikovaná potenciální rizika doporučujeme následující cílové parametry nápravných opatření:

1) Kontaminace (Pb) podzemní vody ve studních č.p. 93 a č.p. 49 v obci Staré Ransko

a) Podzemní vodu z domovních studen u č. p. 93 a č. p. 49 v obci Staré Ransko nedoporučujeme využívat pro pitné účely.

b) v případě, že budou majitelé studen v budoucnu uvažovat o jímání vody pro pitné účely, doporučujeme provést sanaci objektu studny a následně analýzu vzorku vody na krácený rozbor rozšířený o analýzu těžkých kovů (viz. kap. 4.2).

2) Kontaminace (NH₄⁺, Fe, Mn a CHSK-Mn) podzemní vody v domovních studni č.p. 27 v obci Staré Ransko a v domovní studni u č.p. 85 (kontaminace Fe) v obci Krucemburk

a) Podzemní vodu z domovních studen u č. p. 93 a č. p. 49 v obci Staré Ransko nedoporučujeme využívat pro pitné účely.

b) v případě, že budou majitelé studen v budoucnu uvažovat o jímání vody pro pitné účely, doporučujeme provést sanaci objektu studny a následně analýzu vzorku vody na krácený rozbor rozšířený o analýzu těžkých kovů (viz. kap. 4.2).

3) Preventivní nápravné opatření týkající se širší oblasti v souvislosti se zvýšeným rizikem kontaminace pitné vody těžkými kovy

a) Z důvodů všeobecně vyššího rizika zhoršené kvality vody v důsledku geochemických poměrů oblasti, doporučujeme majitelům všech potenciálně ohrožených studní využívaných jako zdroje pitné vody, aby prováděli permanentní monitoring obsahu těžkých toxických kovů v jímané pitné vodě. Toto doporučení lze vztáhnout na širší okolí ranského masívu, resp. obce Staré Ransko, Nové Ransko, Hluboká, Slavětín, Peršíkov, Krucemburk, Ždírec nad Doubravou a Havlíčková Borová.

4) Potencionální zdravotní rizika v souvislosti s možnou akumulací těžkých kovů ve svalovině chovaných ryb (rybník Řeka, Pobočný a Ranský) a jejich následnou konzumací

a) doporučujeme provést odlov a následnou analýzu těžkých kovů ve svalovině ryb chovaných v místních chovných rybnících (Řeka, Ranský a Pobočný).

b) v souvislosti s touto problematikou doporučujeme odběr sedimentu z rybníku Ranský, Řeka a Pobočný za účelem analýzy těžkých kovů v sušině.

c) z důvodů možné budoucí sanace rybníků Řeka a Ranský doporučujeme zaměření mocnosti sedimentů pro bilanční odhad celkového množství.

d) vyhotovení dodatku k této AR hodnotící míru rizik vyplývajících z případné kontaminace svaloviny ryb a rybníčního sedimentu

5) Preventivní nápravné opatření ve vztahu k potencionálním ekologickým rizikům

a) doporučujeme provádění dlouhodobého sezonního monitoringu kvality povrchových vod v EVL Ransko a EVL Řeka-Štíří důl za účelem ověření zjištěného stavu a získání kontinuální řady dat v čase pro následné posouzení vývoje znečištění.

b) vyhodnocení výsledků získaných z výše zmíněného monitoringu povrchových vod s rozhodnutím o ukončení případně účelnosti a pokračování monitoringu.

4.2 Doporučení postupu nápravných opatření s odhadem finančních nákladů

Ve vztahu k nápravným opatřením týkající se zhoršené kvality vody v domovních studních doporučujeme provedení následujících kroků:

- 1) Oznámení majitelům studní u č. p. 93, 49 a 27 v obci Staré Ransko a domovní studny u č. p. 85 v obci Krucemburk, že voda ve studních nesplňuje hygienické parametry pro kvalitu pitné vody (*Vyhl. č. 252/2004 Sb.*).
- 2) V případě požadavku na jímání pitné vody z těchto objektů doporučujeme v první řadě provedení odborné revize a odstranění sedimentu/kalu ze dna studny. U objektu studny u č. p. 27 v obci Staré Ransko dochází ke kontaminaci vody pravděpodobně splaškovými odpadními vodami. Z tohoto důvodů doporučujeme identifikovat a odstranit zdroj kontaminace.

Cenový odhad za provedení odborné revize a sanace studny činí 5 - 15 tis. Kč bez DPH. Konečná cena závisí na hloubce studny, průměru, množství kalu, atd.

- 3) Po provedení odborné sanace doporučujeme odběr vody přímo z rozvodu vody a následně provést laboratorní analýzu v rozsahu kráceného rozboru dle *Vyhlášky MZd č. 252/2004 Sb. - krácený rozsah (I)* rozšířeného o toxické kovy. Analyzovány by měly být následující parametry - pH, vodivost, barva, zákal, chuť, pach, železo, amonné ionty, dusičnany, dusitany, CHSK-Mn, Escherichia coli, koliformní bakterie, počty kolonií při 22°C a 36°C a kovy (Pb, Cd, As, Ni, Cu a Cr).

Cenový odhad za provedení laboratorní analýzy – krácený rozbor dle Vyhlášky MZd č. 252/2004 Sb. rozšířený o analýzu těžkých kovů činí 2 200 Kč bez DPH.

- 4) Z preventivních důvodů provádět analýzu kovů (Pb, Cd, As, Ni, Cu a Cr) ve studni každých 5 let. Veškeré laboratorní analýzy doporučujeme provádět v akreditované laboratoři. Laboratoř zároveň vyhodnotí případné překročení hygienických limitů pro jednotlivé polutanty a navrhne doporučení k nápravnému opatření.

Cenový odhad za provedení laboratorní analýzy těžkých kovů činí 1 000 Kč bez DPH.

V této souvislosti je nutno zmínit, že **případné náhodné požití kontaminované vody těžkými kovy v koncentracích zjištěných během průzkumných prací, není pro příjemce akutním zdravotním rizikem.** Rizika vyplývají až z dlouhodobé, pravidelné konzumace kontaminované vody, kdy může docházet k nepříznivé akumulaci toxických kovů v organismu. V případě využívání vody pouze pro závlahu zemědělských plodin není nutné přistupovat k provádění nápravných opatření uváděných v bodě 1-4.

Ve vztahu k preventivním nápravným opatřením spojeným s potencialem rizikem zhoršené kvality vody v domovních studních v důsledku geochemického přírodního pozadí oblasti, doporučujeme následující postup nápravných opatření:

- 5) Doporučujeme oznámit majitelům domovních studní využívaných jako zdroje pitné vody, aby prováděli permanentní monitoring obsahu těžkých toxických kovů v jímané vodě. Analyzovány by měly být zejména toxické kovy, které se objevily v rámci průzkumu v podzemních i povrchových vodách. Jedná se o Pb, Cd, As, Cr, Ni a Cu. Četnost analýz doporučujeme provádět min. 1x za pět let. Toto doporučení lze vztáhnout na širší okolí ranského masívu (*Příloha 17. 2*). Jmenovitě se jedná o zdroje pitné vody v obcích Staré Ransko, Nové Ransko, Hluboká, Slavětín, Peršíkov, Krucemburk, Ždírec nad Doubravou a Havlíčková Borová. Veškeré laboratorní analýzy doporučujeme provádět v akreditované laboratoři. Laboratoř zároveň vyhodnotí případné překročení hygienických limitů pro jednotlivé polutanty a případně navrhne doporučení k nápravnému opatření.

Cenový odhad za provedení laboratorní analýzy toxických kovů (Pb, Cd, As, Cr, Cu, Ni) činí 1 000 Kč bez DPH.

Ve vztahu k potencialem zdravotním rizikům v souvislosti s konzumací kontaminované rybí svaloviny doporučujeme provést následující nápravné opatření:

- 6) Vyhotovení prováděcího projektu k níže navrhovanému doplňujícímu průzkumu k této AR
- 7) V místních chovných rybnících Řeka, Ranský a Pobočný doporučujeme provést odlov chovaných ryb a následnou analýzu těžkých kovů ve svalovině těchto ryb. Celkem doporučujeme odlovit 5 ks ryb z rybníku Řeka a po třech kusech z rybníku Ranský a Pobočný. Odloveny by měly být zejména starší (min. 2 léta) jedinci jednoho druhu z čeledi *Kaprovitých*. Svalovina ryb bude zpracována dle požadavku laboratoří a následně v ní budou stanoveny těžké toxické kovy (Cd, Pb, Cr, Ni, As, Cu). Cílem je identifikovat potencialem zdravotní rizika s požití ryb, u nichž může docházet k akumulaci těžkých toxických kovů. Výsledky analytických stanovení budou dány do souvislosti s nařízením (ES) č. 1881/2006, kterým se stanovují maximální limity kontaminujících látek v potravinách.
- 8) Odběr dnových sedimentů z místních chovných rybníků (Řeka, Ranský, Pobočný) s cílem posoudit míru akumulace toxických kovů. Do vzorkování doporučujeme zařadit i Pobočný rybník, který v roce 2011 prošel odbahněním. Vzorky z tohoto rybníku budou využity pro kvalitativní srovnání se vzorky dnových sedimentů z rybníku dlouhodobě nesanovaných (Řeka a Ranský rybník). Místa odběru vzorků doporučujeme situovat do následujících oblastí nádrží (*Příloha 17.1*):

Rybník Řeka:

1x sonda při ústí Doubravy do nádrže, 1x sonda při JZ okraji nádrže v místě ústí bezejmenné vodoteče, 1x sonda při Z okraji nádrže v místě ústí bezejmenné vodoteče, 1x sonda při SZ okraji nádrže při ústí bezejmenné vodoteče, 1x sonda u hráze rybníka. Celkem bude v rybníku Řeka provedeno 5 ks sond a odebráno 5 ks vzorků kalů.

Ranský rybník:

1x sonda při ústí Doubravy do nádrže, 1x sonda v centrální části nádrže a 1x sonda u hráze. Celkem budou v Ranském rybníku provedeny 3 ks sond a odebrány 3 ks vzorků kalů.

Pobočný rybník:

1x sonda při ústí přítoku/umělého kanálu do nádrže, 1x sonda v centrální části nádrže a 1x sonda u hráze. Celkem budou v Pobočném rybníku provedeny 3 ks sond a odebrány 3 ks vzorků kalů.

Za účelem snížení ekonomických nákladů a vysoké náročnosti odběrů vzorků kalu z člunu/pontonu, doporučujeme provádět odběr v době výlovu rybníku, resp. po jeho vypuštění. Toto doporučení se týká také případného odlovu ryb za účelem zjištění toxických kovů ve svalovině. Během oficiálního výlovu bude možné provést selekci nejvhodnějších kusů pro následné posouzení. Předpokládané období dalšího výlovu je rok 2017.

- 9) V odebraných vzorcích budou stanoveny těžké kovy (Cd, Pb, Cr, Ni, As, Cu). Vzhledem k možné budoucí potřebě sanace/odbahnění doporučujeme zároveň na vzorcích z rybníku Řeka a Ranský doplnit stanovení o polutanty (Ba, Co, V, Zn, PAU, PCB, DDT, DDE, DDD, uhlovodíky C10-C40, BTEX) limitované vyhláškou (Vyhl. č. 257/2009 Sb.), která stanovuje maximálně přípustné koncentrace rizikových prvků při ukládání sedimentů na zemědělské půdě a dále na třech vybraných vzorcích (2 vzorky z rybníku Řeka a jeden z Ranského rybníku) také stanovení ekotoxicity dle Vyhl. č. 294/2005 Sb., tab. 10.2. Za účelem posouzení mobility kovů sorbovaných na rybníční sediment doporučujeme provedení také sekvenčních extrakčních analýz. Celkem bude provedeno následující počet laboratorních stanovení:

Rybník Řeka:

5 x analýza dle Vyhl. č. 257/2009 Sb. - (As,Ba,Be,Cd,Co,Cu,Hg,Ni,Pb,V,Zn,PAU,PCB, DDT,DDE,DDD,uhlovodíky C10-C40, BTEX)
2 x analýza dle Vyhl. č. 294/2005 Sb., tab. 10.2. – ekotoxicita
2 x sekvenční extrakční analýza (Cd, Pb, Cr, Zn, As, Cu)

Ranský rybník:

3 x analýza dle Vyhl. č. 257/2009 Sb. - (As,Ba,Be,Cd,Co,Cu,Hg,Ni,Pb,V,Zn,PAU,PCB, DDT,DDE,DDD,uhlovodíky C10-C40, BTEX)
1 x analýza dle Vyhl. č. 294/2005 Sb., tab. 10.2. – ekotoxicita
1 x sekvenční extrakční analýza (Cd, Pb, Cr, Zn, As, Cu)

Pobočný rybník:

3 x analýza Cd, Pb, Cr, Ni, As, Cu
1 x analýza dle Vyhl. č. 294/2005 Sb., tab. 10.2. – ekotoxicita

- 10) Při odběru vzorků doporučujeme zaměření mocnosti sedimentů, tak aby mohl být pro případ nutnosti budoucí sanace/odbahnění proveden bilanční odhad sedimentů.

- 11) Vyhodnocení průzkumných prací bude provedeno formou závěrečné zprávy o průzkumu, která bude dodatkem této AR.

Cenový odhad za navrhované nápravné opatření uvedené v bodě 6-11 v souvislosti s identifikovanými potencionálními zdravotními riziky činí 230 tis. Kč bez DPH. V odhadované ceně je zahrnuto ekonomicky náročné vzorkování sedimentu z pontonu/člunu a odlov ryb. V případě provedení těchto položek během výlovu/vypuštění rybníku lze předpokládat snížení nákladů o cca 25%. Orientační Výkaz výměr pro toto nápravné opatření je v příloze 17.3.

Ve vztahu k potencionálním ekologickým rizikům doporučujeme provést následující nápravné opatření:

- 12) V korytě Ranského potoka a řeky Doubravy doporučujeme provádět dlouhodobý sezónní monitoring povrchových vod. Účelem bude potvrzení/vyvrácení předpokladu o nerizikovosti kontaminace povrchových vod a kontaminace vázané v dnových sedimentech. Odběrové profily doporučujeme situovat následovně (*Příloha 17.1*). V korytě Ranského potoka při hranici s EVL Ransko/NPR Ransko a v korytě řeky Doubravy při ústí do rybníku Řeka (EVL Řeka-Štíří důl/PR Řeka). Odběry budou prováděny 4 x ročně po dobu 5-ti let.
- 13) V rámci odebraných vzorků povrchových vod doporučujeme analyticky sledovat následující toxické kovy – Cd, Pb, Cr, Ni, As, Cu, Zn. Během odběrů bude provedeno také terénní měření základních parametrů povrchové vody – pH, konduktivita, teplota, redox potenciál.
- 14) Průběh monitoringu bude vyhodnocován formou každoročních etapových zpráv hodnotících zjištěný stav. Po uplynutí pěti let bude provedeno zhodnocení výsledků a rozhodnuto o ukončení případně účelnosti a pokračování monitoringu. V případě významně zvýšených koncentrací toxických kovů bude o tomto předáno oznámení místně odpovědnému orgánu ochrany přírody (AOPK).

Cenový odhad za navrhované nápravné opatření uvedené v bodě 12-14 v souvislosti s ekologickými riziky činí 130 tis. Kč bez DPH. Orientační Výkaz výměr pro toto nápravné opatření je v příloze 17.4.

5 Závěr a doporučení

Cílem této analýzy rizik bylo komplexně zhodnotit dopady hornické činnosti (těžba Fe-Ni-Co-Cu rud) v okolí města Staré Ransko na složky životního prostředí. Předmětem posouzení bylo zejména ověření míry znečištění individuálních zdrojů zásobování užitkovou vodou v obcích Staré Ransko, Krucemburk a Hluboká a ovlivnění chráněných ekosystémů (EVL Ransko a EVL Řeka-Štíří důl) spjatých s místními toky Doubrava a Ranský potok.

Shrnutí průzkumných prací

Za účelem posouzení rizik byl v souladu s projektovou dokumentací proveden geofyzikální průzkum lokality, zbudováno 12 ks hydrogeologických vrtů, 40 ks zemních sond, ve dvou monitorovacích kolech (léto, podzim) odebráno 52 ks vzorků zemin, 64 ks vzorků podzemní vody z hydrogeologických vrtů a domovních studní, 60 ks vzorků povrchových vod a 50 ks dnových sedimentů z místních vodotečí. Na odebraných vzorcích všech matric byly stanoveny koncentrace kovů, ve vodách také základní chemicko-fyzikální parametry a na dnových sedimentech byly provedeny sekvenční extrakční analýzy za účelem stanovení míry mobility kovů z těchto sedimentů. Výsledky analýz byly využity pro geochemické modelování poměrů lokality.

Znečištění nesaturované zóny

Geologicko průzkumné práce neověřily, že by deponie, haldy, odvaly, atd. tvořící pozůstatky po hornické činnosti v minulosti byly zdrojem znečištění těžkými toxickými kovy. Zjištěné koncentrace kovů v odebraných jemnozrnných zeminách jsou vyšší, ale de facto v míře přirozeného horninového pozadí. Povrch navážek je tvořen humózní vrstvou s hustým vegetačním krytem, a proto ani nedochází k významnější infiltraci srážek a následnému vyluhování kovů. Vegetační kryt také zabraňuje roznosu materiálu do širšího okolí prostřednictvím dešťových ronů a roznosu prachových částic kontaminovaných těžkými kovy v důsledku povětrnostních podmínek. **Z těchto důvodů považujeme migraci znečištění z nesaturované zóny za nepravděpodobnou a uvažovanou transportní cestu za neplatnou.**

Znečištění podzemních vod

Analýzy vzorků podzemní vody neprokázaly významně zvýšené koncentrace sledovaných toxických kovů (As, Ag, Cd, Cr, Cu, Co, Ni, Pb, Sb, Zn). Místně byly zvýšené obsahy Fe a Mn, které jsou důsledkem přirozeně vyššího obsahu těchto prvků v oblasti (geochemický původ). V ojedinělých případech byly v domovních studních v obcích Staré Ransko, Krucemburk a Hluboká lokálně překročeny hygienické limity (Vyhl. č. 252/2004 Sb.) pro pitnou vodu (1,2-1,4 x překročen limit pro Pb), případně indikátor znečištění (MP MŽP 2013) pro kobalt (Co). V jednom případě bylo v domovní studni indikováno znečištění amonnými ionty (NH_4^+). Ve vodě z pramenného vývěru U Písečáku byly zjištěny obsahy Ni přesahující cca 2x limity pro pitnou vodu. Ve většině těchto případů byly zvýšené obsahy rizikových prvků potvrzeny pouze v rámci jednoho monitorovacího kola a jedná se tak spíše o sezonní záležitost a nikoliv o permanentní nepříznivý stav. Všechny tyto překročení legislativních ukazatelů kvality pitné vody jsou v expozičním scénáři brány jako uzavření transportní cesty k příjemci, a proto bylo znečištění dále hodnoceno z pohledu zdravotních rizik. Všeobecně lze stav podzemních vod v rámci posuzovaného území hodnotit jako dobrý. Za velmi pozitivní lze brát fakt, že **ve spojitosti s historickou těžbou rud nebylo prokázáno významné difuzní znečištění podzemních vod toxickými kovy (As, Ag, Cd, Cr, Cu, Co, Ni, Pb, Sb, Zn) mající vliv na širší okolí posuzované oblasti.**

Znečištění povrchových vod

Průzkumem byly prokázány zvýšené obsahy toxických kovů (Cd, Pb, Co, Cu, Ni, Zn, Mn a Fe) v povrchových vodách překračující normu environmentální kvality (Vyhl. č. 61/2003 Sb.). Znečištění je zaznamenáno především v horních partiích vodotečí poblíž pramenišť Ranského potoka, Doubravy a menších bezejmenných vodotečí Borovského potoka a rybníků Řeka, Ranský a Pobočný. Původ zvýšených koncentrací těchto prvků lze dát do souvislosti s přirozeně zvýšenými obsahy kovů v místních ultrabazických horninách a pravděpodobně také s negativním vlivem drenáže důlních vod. Se vzdáleností od pramenišť dochází v důsledku procesů přirozené atenuace záhy k významnému snížení koncentrací na zanedbatelnou úroveň. Za pozitivní fakt lze označit, že nebylo prokázáno významné šíření znečištění povrchovými vodami do širšího okolí řešené lokality. Profily situované ve spodních partiích všech třech posuzovaných toků - Borovský potok, Ranský potok a Doubrava nevykazovaly zvýšené koncentrace toxických kovů přesahující normu environmentální kvality. Všeobecně lze konstatovat, že **posuzované území nemá významně negativní dopad na kvalitu povrchové vody v širší oblasti.**

Znečištění dnových sedimentů

Koncentrace těžkých kovů ve dnových sedimentech se průměrně pohybují v míře přírodního pozadí. Ve vztahu k normě environmentální kvality (Vyhl. č. 61/2003 Sb.) však dochází k překročení požadavků na limitní obsahy Ni a Cd. Posouzení potenciálu mobilizace kovů z dnových sedimentů do povrchových vod prokázalo, že majoritní množství kovů (Ni, Zn, As, Cr) je ve dnových sedimentech fixováno relativně pevně na hydroxidy a oxidy Fe a Mn, organickou hmotu, sulfidy a silikáty. **Za běžně panujících přírodních poměru v povrchových tocích nejsou tyto formy kovů významně mobilizovatelné, a proto není nutné je považovat za potenciálně rizikové pro kontaminaci povrchových vod.** V omezené míře (max. do 20%) může za běžných přírodních podmínek (změna pH a eH) docházet v menší míře k mobilizaci kovů sorbovaných na jílové minerály a karbonáty (As, Zn a pravděpodobně také Cd). Z pohledu možné akumulace toxických kovů **je potenciálně riziková přítomnost místní soustavy rybníků Řeka, Ranský a Pobočný.** V rámci dnových rybníčních kalů může docházet k nebezpečným akumulacím kovů a následně v důsledku vertikální stratifikace vod a změny eH a pH podmínek k jejich mobilizaci v toxických bio dostupných formách. Z tohoto pohledu **se jako rizikové jeví zejména potenciální akumulace kovů ve svalovině chovaných kaprovitých ryb.**

Vývoj znečištění do budoucna

Současné zjištěný stav lze z dlouhodobého hlediska hodnotit jako stabilizovaný. Důlní činnost v rámci posuzovaného území byla ukončena před více než 25 lety, a proto z hlediska vývoje nelze do budoucna předpokládat zhoršování stavu kvality podzemních ani povrchových vod. V rámci povrchových vod může docházet k občasným sezonním změnám v koncentracích kovů v důsledku jejich mobilizace ze dnových sedimentů na základě změny pH a eH podmínek. **Významné změny mající silně negativní dopad na kvalitu povrchových vod nelze očekávat.**

Hodnocení zdravotních rizik

Nebyla identifikována současně existující akutní zdravotní rizika. Potenciální rizika jsou spojena s kontaminovanou vodou v domovních studních nesplňující požadavky na pitnou vodu dané Vyhl. č. 252/2004 Sb. Tyto domovní studny nejsou v současné době využívány jako zdroje pitné vody. Bez provedení nápravných opatření **nedoporučujeme** vodu ze studní, kde byly překročeny limity hygienických ukazatelů (Pb, NH_4^+ , Fe, Mn) **využívat pro pitné účely.** Jedná se o domovní studny č. p. 93, 49 a 27 v obci Staré Ransko a č. p. 85 v obci Krucemburk.

Podrobným hodnocením zdravotních rizik vyplývajících ze zvýšených obsahu Co v domovních studních v obci Krucemburk č. p. 423, 456, 84, 77 a v obci Hluboká č.p. 46 byla stanovena **absence zdravotních rizik.**

Podzemní voda ze všech hodnocených domovních studní splňuje požadavky dané ČSN 75 7143, která stanovuje jakost vody pro závlahu. Z tohoto důvodu **lze zdravotní rizika** vyplývající ze zavlažování zemědělských plodin vodou z kontaminovaných studní a z následné konzumace vypeřtků **považovat za přijatelná.**

Voda ze studánky U Písečáku vykazuje zvýšené koncentrace Ni přesahující limitní koncentrace tohoto prvku v pitné vodě (vyhl. č.252/2004 Sb). Bližším hodnocením znečištění byla ověřena **absence zdravotních rizik** pro potencionální konzumenty vody ze studánky. Je to zejména v důsledku předpokládané nízké expozice příjemců.

Potencionálně existující zdravotní rizika jsou spojena s konzumací ryb z místních chovných rybníků, u kterých nelze vyloučit akumulaci těžkých kovů v organismu. Míra kontaminace rybí svaloviny těžkými kovy nebyla ověřována. Vzhledem k předpokládané nízké expozici běžných příjemců/konzumentů místních ryb lze rizika odhadovat na **velmi nízká až zanedbatelná.** **Potencionálně vyšší míra zdravotních rizik** vyplývá z četnější konzumace, kterou lze předpokládat u místních rybářů konzumujících odlovené ryby ve větší míře. Za potencionální rizika je možné považovat také překročení limitních koncentrací (Pb, As, Cd) ve sladkovodních rybách/potravinách daných platnou legislativou (ES č. 1881/2006). Z tohoto důvodu doporučujeme ověření míry kontaminace svaloviny chovaných ryb.

Hodnocení ekologických rizik

Hodnocení ekologických rizik bylo provedeno zejména ve vztahu k hodnotným ekosystémům vázaným na koryta zdejších toků (Ranský potok a Doubrava). V úvahu byla brány zejména možné negativní dopady znečištěných povrchových vod a dnových sedimentů na zdejší společenstva v chráněných lokalitách - EVL Ransko/NPR Ransko a EVL Řeka-Štíří důl/PR Řeka.

Průzkum ověřil zvýšené obsahy kovů ve dnových sedimentech místních toků, překračující normy environmentální kvality (Vyhl. 61/2003 Sb.). Bližším hodnocením geologických podmínek lokality však bylo ověřeno, že se ve své podstatě jedná o koncentrace na úrovni přírodního pozadí a nelze tak hovořit environmentální zátěži antropogenního původu. Bližším hodnocením **bylo zjištěno zanedbatelné riziko** ve spojitosti s možnou mobilizací toxických kovů vázaných ve dnových sedimentech a možným následným negativním vlivem na chráněné ekosystémy. Laboratorní testy a následné geochemické modelování ukázalo, že majoritní obsahy toxických kovů jsou relativně pevně vázaný zejména v silikátových formách na primární minerály. Za tohoto předpokladu a současně panujících přírodních podmínek **je riziko náhlého uvolňování většího množství toxických kovů prakticky zanedbatelné,** a proto je možné ve vztahu k hodnocení ekologických rizik konstatovat, že **nebyla identifikována akutní rizika pro místní ekosystémy.**

V souvislosti s hodnocením rizik vyplývajících z dopadů hornické činnosti (těžba Fe-Ni-Co-Cu rud) prováděné v minulosti v okolí obce Staré Ransko, nebyla identifikována akutní rizika pro lidské zdraví ani ekologická rizika pro chráněné ekosystémy (EVL RANSKO a EVL ŘEKA-ŠTÍŘÍ DŮL) vázané na místní toky (Doubrava a Ranský potok). Na základě tohoto zjištění není nutné provádět akutní sanační zásah v rámci posuzovaného území.

Nápravná opatření navržená v souvislosti se **zjištěnými potencionálními riziky pro lidské zdraví a ekosystémy** jsou podrobně uvedena v kapitole č. 4 této zprávy.

V Praze 31. 12. 2015

Staré Ransko - Analýza rizik ohrožení povrchových a podzemních vod těžkými kovy

Závěrečná zpráva

Vypracoval:

Mgr. Pavel Kořínek
odpovědný řešitel

Za věcnou správnost:

Mgr. Martin Kovář
vedoucí střediska Praha

Schválil:

RNDr. Vladimír Kinkor
ředitel společnosti

V Praze 31. 12. 2015

Obsah

1	Údaje o území	5
1.1	Všeobecné údaje o území.....	5
1.1.1	Geografické vymezení území	5
1.1.2	Stávající a plánované využití území	5
1.1.2.1	Historie zájmového území	5
1.1.2.2	Stávající a plánované využití zájmového území.....	6
1.1.2.3	Ochrana vodních zdrojů hromadného zásobování.....	7
1.1.2.4	Ochrana přírody a krajiny	7
1.1.3	Základní charakterizace obydlenosti území.....	8
1.1.4	Majetkoprávní vztahy	9
1.2	Přírodní poměry	10
1.2.1	Geomorfologické a klimatické poměry	10
1.2.1.1	Geomorfologické poměry	10
1.2.1.2	Klimatické poměry	10
1.2.2	Geologické poměry	10
1.2.3	Hydrogeologické poměry.....	11
1.2.4	Hydrologické poměry	11
1.2.5	Geochemické a hydrochemické údaje o lokalitě	12
2	Průzkumné práce	13
2.1	Dosavadní prozkoumanost	13
2.1.1	Základní výsledky dřívějších průzkumných a sanačních prací na lokalitě	13
2.1.2	Přehled zdrojů znečištění	15
2.1.3	Vytipování látek potenciálního zájmu	16
2.1.4	Předběžný koncepční model znečištění	16
2.2	Aktuální průzkumné práce	17
2.2.1	Metodika a rozsah průzkumných a analytických prací	17
2.2.1.1	Přípravné práce	17
2.2.1.2	Geofyzikální průzkum	17
2.2.1.3	Vrtné práce.....	17
2.2.1.4	Vzorkařské práce	19
2.2.1.5	Laboratorní analýzy	21
2.2.1.6	Hydrodynamické zkoušky (HDZ)	24
2.2.1.7	Geochemické modelování	24
2.2.1.8	Geodetické zaměření	25
2.2.1.9	Cíle a metodika zpracování analýzy rizika	25
2.2.2	Výsledky průzkumných prací.....	26
2.2.2.1	Upřesnění geologických poměrů lokality.....	26
2.2.2.2	Upřesnění hydrogeologických poměrů lokality.....	27
2.2.2.3	Znečištění zemin	27
2.2.2.4	Znečištění podzemní vody.....	31
2.2.2.5	Znečištění povrchové vody.....	33
2.2.2.6	Znečištění dnových sedimentů	36
2.2.3	Shrnutí plošného a prostorového znečištění.....	39
2.2.3.1	Nesaturovaná zóna	39
2.2.3.2	Podzemní vody.....	40
2.2.3.3	Povrchové vody.....	40

2.2.3.4	Dnové sedimenty.....	41
2.2.4	Posouzení šíření znečištění	42
2.2.4.1	Šíření znečištění v nesaturované zóně.....	42
2.2.4.2	Šíření znečištění v saturované zóně.....	42
2.2.4.3	Šíření znečištění povrchovými vodami.....	43
2.2.4.4	Charakteristika vývoje znečištění z hlediska procesů přirozené atenuace ..	49
2.2.4.5	Shrnutí šíření a vývoje znečištění	49
2.2.4.6	Omezení a nejistoty.....	50
3	Hodnocení rizika	52
3.1	Identifikace rizika	52
3.1.1	Určení a zdůvodnění prioritních škodlivin a dalších rizikových faktorů.....	52
3.1.2	Základní charakteristika příjemců rizik.....	54
3.1.3	Shrnutí transportních cest a přehled reálných scénářů expozice.....	55
3.2	Hodnocení zdravotních rizik	56
3.2.1	Hodnocení expozice.....	56
3.2.1.1	Expoziční scénář č. 3	56
3.2.1.2	Expoziční scénář č. 4	57
3.2.1.3	Expoziční scénář č. 5	57
3.2.1.4	Expoziční scénář č. 6	58
3.2.1.5	Expoziční scénář č. 7	58
3.2.2	Odhad zdravotních rizik.....	59
3.2.2.1	Expoziční scénář č. 3	59
3.2.2.2	Expoziční scénář č. 4	59
3.2.2.3	Expoziční scénář č. 5	59
3.2.2.4	Expoziční scénář č. 6	60
3.2.2.5	Expoziční scénář č. 7	60
3.3	Hodnocení ekologických rizik.....	61
3.4	Shrnutí celkového rizika	62
3.4.1	Zdravotní rizika	62
3.4.2	Ekologická rizika	62
3.5	Omezení a nejistoty	63
4	Doporučení nápravných opatření.....	64
4.1	Doporučení cílových parametrů nápravných opatření	64
4.2	Doporučení postupu nápravných opatření s odhadem finančních nákladů.....	65
5	Závěr a doporučení.....	69

Seznam přílohy

- Příloha 1: Situace zájmového území
- Příloha 2: Situace zájmového území se střety zájmů
- Příloha 3: Situace zájmového území a dokumentačních bodů
- Příloha 4: Výřez geologické mapy 1 : 50 000
- Příloha 5: Výřez hydrogeologické mapy 1 : 50 000
- Příloha 6: Kopie katastrální mapy se seznamem vlastníků
- Příloha 7: Mapa hydroizohyps
 - 7.1: Mapa hydroizohyps – červenec 2015
 - 7.2: Mapa hydroizohyps – listopad 2015
- Příloha 8: Mapy plošného rozsahu znečištění

- 8.1: Kontaminace zemin
- 8.2: Kontaminace podzemní vody
 - 8.2.1: Kontaminace podzemní vody – červenec
 - 8.2.2: Kontaminace podzemní vody – listopad
 - 8.2.3: Kontaminace podzemní vody v domovních studnách – Krucemburk
 - 8.2.4: Kontaminace podzemní vody v domovních studnách – Staré Ransko
 - 8.2.5: Kontaminace podzemní vody v domovních studnách – Hluboká
- 8.3: Kontaminace povrchové vody
 - 8.3.1: Kontaminace povrchové vody – červen
 - 8.3.2: Kontaminace povrchové vody – listopad
- 8.4: Kontaminace dnových sedimentů
 - 8.4.1: Kontaminace dnových sedimentů – červen
 - 8.4.2: Kontaminace dnových sedimentů – listopad
- Příloha 9: Geologická dokumentace hydrogeologických vrtů
- Příloha 10: Analytická databáze
 - 10.1: Analytické výsledky - zeminy
 - 10.2: Analytické výsledky - podzemní vody
 - 10.3: Analytické výsledky - povrchové vody
 - 10.4: Analytické výsledky - dnové sedimenty
 - 10.5: Analytické výsledky -sekvenční analýzy
 - 10.6: Analytické výsledky - zařídění odpadu (vyhláška 185/2001 Sb.)
- Příloha 11: Protokoly o laboratorních analýzách
- Příloha 12: Vyhodnocení hydrodynamických zkoušek
- Příloha 13: Technická zpráva – geodetické zaměření
- Příloha 14: Zpráva o výsledcích geofyzikálního měření
- Příloha 15: Zpráva o geochemickém modelování
- Příloha 16: Doklad o likvidaci odpadu (ELPNO)
- Příloha 17: Navrhovaná nápravná opatření
 - 17.1: Situace navrhovaných nápravných opatření
 - 17.2: Výkaz výměr pro navrhované nápravní opatření – dodatek AR
 - 17.3: Výkaz výměr pro navrhované nápravní opatření – monitoring povrchových vod

Seznam tabulek v textu

- Tabulka 1: Výsledky laboratorních analýz podzemní vody (říjen 2012)
- Tabulka 2: Výsledky laboratorních analýz povrchové vody (říjen 2012)
- Tabulka 3: Výsledky laboratorních analýz sedimentu z vodoteče (říjen 2012)
- Tabulka 4: Základní fyzikálně-chemické parametry látek potenciálního zájmu
- Tabulka 5: Předběžný koncepční model
- Tabulka 6: Koordináty sond (SJR1-SJR40)
- Tabulka 7: Technický a geologický profil vrtů
- Tabulka 8: Koordináty odběrných profilů (PV) a dnových sedimentů (DS)
- Tabulka 9: Přehled analytických stanovení
- Tabulka 10: Přehled analýz vzorků zemin
- Tabulka 11: Přehled analýz vzorků podzemních vod
- Tabulka 12: Přehled analýz vzorků povrchových vod
- Tabulka 13: Přehled analýz vzorků sedimentů
- Tabulka 14: Geodetické zaměření vrtů
- Tabulka 15: HPV ve vrtech a výsledky hydrodynamických zkoušek
- Tabulka 16: Průměrné koncentrace kovů v rámci vzorků z jednotlivých lokalit

- Tabulka 17: Koncentrace kovů ve vzorcích z lokality A
Tabulka 18: Koncentrace kovů ve vzorcích z lokality B
Tabulka 19: Koncentrace kovů ve vzorcích z lokality C
Tabulka 20: Koncentrace kovů ve vzorcích z lokality D
Tabulka 21: Koncentrace kovů ve vzorcích z lokality E
Tabulka 22: Koncentrace kovů ve vzorcích z lokality F
Tabulka 23: Koncentrace kovů ve vzorcích z lokality G
Tabulka 24: Koncentrace kovů ve vybraných objektech (PZV a P)
Tabulka 25: Koncentrace kovů ve vybraných objektech (HJR a HVR)
Tabulka 26: Ostatní chemicko-fyzikální parametry v domovních studních a pramenu
Tabulka 27: Ranský potok – koncentrace sledovaných kovů
Tabulka 28: Borovský potok – koncentrace sledovaných kovů
Tabulka 29: Doubrava od Ranských jezírek po rybník Řeka – koncentrace sledovaných kovů
Tabulka 30: Bezejmenný přítok rybníku Řeka – koncentrace sledovaných kovů
Tabulka 31: Bezejmenný přítok rybníku Řeka (Profil PV3) – koncentrace sledovaných kovů
Tabulka 32: Bezejmenný přítok Ranského rybníku (Profil PV5)
Tabulka 33: Bezejmenný přítok Pobočného rybníku (Profil PV9)
Tabulka 34: Bezejmenný přítok a odtok z Pobočného rybníku (Profil PV6 – PV8)
Tabulka 35: Ranský potok – koncentrace kovů v sedimentu
Tabulka 36: Borovský potok – koncentrace kovů v sedimentu
Tabulka 37: Doubrava po ústí do rybníku Řeka – koncentrace kovů v sedimentu
Tabulka 38: Přítoky Pobočného, Ranského a rybníku Řeka - koncentrace kovů v sedimentu
Tabulka 39: Trend znečištění povrchové vody na jednotlivých profilech Ranského potoka
Tabulka 40: Trend znečištění povrchové vody na jednotlivých profilech Doubravy
Tabulka 41: Nikl – sekvenční extrakční analýza
Tabulka 42: Zinek – sekvenční extrakční analýza
Tabulka 43: Arsen – sekvenční extrakční analýza
Tabulka 44: Chrom – sekvenční extrakční analýza
Tabulka 45: Objekty studní a pramene s překročením hygienických limitů pro pitnou vodu
Tabulka 46: Toxikologické specifikace prioritních škodlivin pro hodnocení zdravotních rizik
Tabulka 47: Aktualizovaný koncepční model
Tabulka 48: Výpočet CDI - max. expozice pro prioritní kontaminant
Tabulka 49: Výpočet CDI - max. expozice pro prioritní kontaminant (Ni)

Rozdělovník

- 1-4 Městys Krucemburk
5 OEREŠ MŽP
6 AECOM CZ
7 GEOFOND ČR