

**ČESKÁ ZEMĚDELSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE**

Fakulta životního prostředí

**Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování**



Důlní vody ze zatopeného dolu Turkaňk u Kutné Hory

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce: Jana Ortmannová

**Obor studia: Územní technická a správní služba
v životním prostředí**

Vedoucí práce: Ing. Lenka Pavlíčková, Ph.D.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jana Ortmannová, dipl. ek.

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

Důlní vody ze zatopeného dolu Turkaňk u Kutné Hory

Název anglicky

Mine water from the flooded Turkaňk mine near Kutná Hora

Cíle práce

Bakalářská práce bude zaměřena na následující oblasti:

- povinnost čištění kontaminovaných důlních vod po těžbě polymetalických rud čerpaných ze zatopeného dolu Turkaňk u Kutné Hory;
- zpracování získaných zdrojových dat hodnot kontaminantů a vyhodnocení účinnosti čistírny důlních vod pro účely vypuštění do vodoteče;
- posouzení možnosti optimalizace provozu případně stavební rozšíření čistírky důlních vod jako způsobu zaručujícího snížení hladiny vody v ložisku. Jde o způsob vedoucí k omezení velice pravděpodobné možnosti přelivu kontaminovaných vod do podzemních a povrchových vod vlivem propadů povrchu a tím zabránění vzniku ekologické havárie.

Metodika

V bakalářské práci bude zpracována podrobná literární rešerši k dané problematice jak z domácí tak i zahraniční literatury. Práce bude vycházet i ze současně platné legislativy.

Práce bude dále popisovat proces čištění kontaminovaných důlních vod čerpaných z dolu Turkaňk do Čistírny důlních vod Kutná Hora – Kaňk státního podniku DIAMO, odštěpný závod Správa uranových ložisek Příbram, v návaznosti na požadavky vyplývající z platné legislativy.

Závěrem bude zhodnocení hodnot důlních vod na vstupu do čistírny důlních vod a výstupu z čistírny důlních vod a posouzení účinnosti procesu čistírny důlních vod.

Doporučený rozsah práce

30-40

Klíčová slova

důlní voda, Důl Turkaňk, hydrochemie, proces čištění důlních vod

Doporučené zdroje informací

- Grmela A., Babka O., Grygar R., Rapantová N., Hájek A., Lusk K., Michálek B., Veselý P., Všetečka M., Zábajník P., 2012: Důlní vody uranových ložisek předplatformních formací České republiky. Projekt Grantové agentury České republiky č. 105/09/0808: „Výzkum surovinově-energetického využití potenciálu důlních vod zatopených uranových dolů“. VŠB-Technická univerzita, Hornicko-geologická fakulta, Ostrava, DIAMO, s. p. Stráž pod Ralskem, 337 s.
- Hájek A. a kol., 2003: Analýza zaplavování uranových dolů v České republice, DIAMO státní podnik.
- Kopřiva A., Zeman J., Šráček O., 2005: High arsenic concentration in mining waters at Kaňk, Czech Republic. In Bundschuh J., Bhattacharya P., Chandrasekharam D. (eds.): Natural Arsenic Groundwater: Occurrence, Remediation and Management. London, UK: A. A. Balkema Publishers, 2005. P. 49-55.
- Olmer M., Hermann Z., Kadlecová R., Prchalová H. et al., 2006: Hydrogeologická rajonizace České republiky. Sbor. Geol. Věd, Hydrogeologie, Inženýrská geologie, 23, Praha.
- Zeman J., Kopřiva A., 2002: Geochemický vývoj vod po uzavření a zatopení dolů. Geochémia 2002 Bratislava. P. 79-82.
- Zeman J., Trojáčková K., Tabasek R., 2007: Long term chemical evolution of mine water after mine closure in Czech Republic. SWEMP 2007 – 10th International Symposium on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral production.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Lenka Pavlíčková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2024

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2024

prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 02. 03. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Důlní vody ze zatopeného dolu Turkaňk u Kutné Hory vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1988 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Hájích, dne 26.03.2024

.....
Jana Ortmannová

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí této bakalářské práce Ing. Lence Pavlíčkové, Ph.D. za její trpělivost, čas, vedení, užitečné rady a věcné připomínky se kterými mě provázela mou prací.

Chci poděkovat Ing. Josefovi Kovářovi, závodní dolu, a Ing. Miroslavovi Růžičkovi, vedoucí úseku čistících stanic Příbram, oba z firmy DIAMO, státní podnik, odštěpný závod Správa uranových ložisek Příbram, za jejich trpělivé konzultace, osobní prohlídky, za data a materiály, které mi poskytli k mé práci. Dále bych poděkovala paní Ing. Haně Fitzové, Ing. Miloslavovi Netušilovi a Ing. Tereze Rucké za jejich čas a připomínky k mé práci. Nechtěla bych zapomenout ani na moje studijní kolegyně, se kterými jsme se navzájem podporovaly v našem úsilí. Na závěr moje obrovské díky patří mé rodině, která mě podporovala celou dobu studií a snášela mé nálady a moji nefunkčnost v rodině.

Abstrakt

Práce je zaměřena na využití části důlní vody, která je přečištěná, z důvodu předejití havárii přetečením bezpečné hladiny v důlním prostoru a možnosti navrácení do povrchového toku s ohledem na imisní limity a příslušnou legislativu.

Účelem této studie je popsat činnosti týkající se čištění kontaminovaných důlních vod čerpaných z dolu Kutná Hora – Turkaňk do čistírny důlních vod státního podniku DIAMO, odštěpný závod Správa uranových ložisek, v návaznosti na požadavky vyplývající ze zákona č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon), ve znění pozdějších předpisů a zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění. Zhodnotit kvalitu důlní vody na vstupu a výstupu z čistírny důlních vod a posoudit účinnost procesu čistírny a jejího čistícího procesu.

Klíčová slova: důl Kutná Hora – Turkaňk, DIAMO, Správa uranových ložisek, tok Beránek, tok Klejnarka

Abstract

The work is focused on the use of a part of the mine water, which is treated, in order to prevent an accident by overflowing the safe level in the mine area and the possibility of returning it to the surface flow with regard to the pollution limits and relevant legislation.

The purpose of this study is to describe the activities related to the treatment of contaminated mine water pumped from the Kutná Hora – Turkaňk mine to the mine water treatment plant of the state enterprise DIAMO, branch of the Uranium Deposit Administration, in connection with the requirements arising from Act No. 44/1988 Coll., on the Protection and Utilization of Mineral Resources (Mining Act), as amended, Act No. 254/2001 Coll., on Waters and on Amendments to Certain Acts (Water Act), as amended. Evaluate the quality of mine water at the inlet and outlet of the mine water treatment plant and assess the efficiency of the treatment plant and its treatment process.

Keywords: Kutná Hora Mine – Turkaňk, DIAMO, Uranium Deposit Administration, Beránek Stream, Klejnarka Stream

Obsah	
1. Úvod.....	1
2. Cíl práce	2
3. Literární rešerše	3
3.1 Důlní voda	3
3.1.1 Složení důlní vody	4
3.1.2 Vlastnosti důlní vody	5
3.1.3 Toxické látky podrobněji.....	6
3.2 Říční voda	9
3.2.1 Složení říční vody	10
3.2.2 Vlastnosti říční vody	10
3.3 Faktory ovlivňující důsledky vypouštění důlní vody do říční.....	11
3.3.1 Normy a předpisy upravující vypouštění důlní vody do říční	12
3.4 Legislativa	12
3.4.1 Klíčové úřady a organizace v ČR	12
3.4.2 Základní normy a předpisy v ČR.....	14
3.4.3 Konkrétní legislativa.....	14
4. Charakteristika studijního území.....	19
4.1 Geologické poměry lokality.....	20
4.2 Hydrologické poměry lokality.....	21
4.3 Historie	25
4.4 Způsob a podmínky vypouštění důlních vod.....	26
5. Metodika	33
6. Současný stav řešené problematiky	34
6.1 Technologie čerpání a čištění důlní vody	34
6.2 Havárie a vyplývající opatření.....	38
7. Výsledné zhodnocení.....	44
8. Diskuse	59
9. Závěr a přínos práce	62
10. Přehled literatury a použitých zdrojů	64

1. Úvod

Poddolování zemského povrchu v důsledku historické hornické činnosti je jedním z environmentálních problémů, kterými se současná společnost zabývá. S poddolováním území jsou spojené přímé a nepřímé negativní projevy na povrch, jako spojitě i nespojitě přetvoření terénu, poklesové kotliny, propady, průsak vysoce kontaminovaných a kyselých důlních vod do podzemních a povrchových vod. Likvidace pozůstatků hornické činnosti probíhá dle likvidačních plánů jednotlivých lokalit.

Po roce 1989 v České republice vedla politická a hospodářská situace k ukončení dobývání většiny nerostných surovin dotovaných státem (DIAMO © 2019).

Po vyhlášení útlumového programu pro oblast rudného hornictví vládním rozhodnutím z poloviny roku 1989 byly postupně snižovány dotace na těžbu rud a jejich zpracování a v roce 1994 byly ukončeny. Současně byly zkracovány plány likvidace, ve kterých byla řešena zejména likvidace důlních strojů a zařízení, likvidace hlavních důlních děl, demolice povrchových objektů, rekultivace odvalů a odkališť.

Celá tato filozofie útlumu dotací urychlila ukončení těžby polymetalických rud (Pb-Ag-Zn) i na dole Turkaňk u Kutné Hory v září roku 1991. Tehdejší státní podnik Rudné doly Příbram, dnešní DIAMO, s.p., nechal vyrobiť medaile k ukončení těžby na tomto dole, viz obr. č. 1. Přestaly se čerpat důlní vody a začalo trvalé zatápění celého ložiska. Původní prognózy předpokládaly zatopení ložiska nejdříve po 15 letech (Hájek, 2003).

Obr. 1: Medaile (RD Příbram, 1991)



Zdroj: Diamo ©2023

Práce je zaměřena na důlní vody s nutností čištění těchto vod z důvodu předejití havárii přetečením bezpečné hladiny v důlním prostoru a možnost jejich navrácení do povrchového toku s ohledem na imisní limity a příslušnou legislativu.

Práce popisuje činnosti týkající se čištění kontaminovaných důlních vod čerpaných z dolu Turkaňk u Kutné Hory z důvodu udržení bezpečné hladiny důlní vody kvůli předejití havárii přetečením bezpečné hladiny v důlním prostoru a možnost navrácení přečištěné vody do povrchového toku pomocí čistírny důlních vod Kaňk – Kutná Hora státního podniku DIAMO, odštěpný závod Správa uranových ložisek, s ohledem na imisní limity v návaznosti na požadavky vyplývající ze zákonů v platném znění. Pro odvod důlních vod byla vymáhána Štola 14 pomocníků. Nedostatečně se v celé České republice počítalo s výdaji na hospodaření s důlními vodami a jejich případné čištění (Zeman a kol., 2007).

Práce hodnotí hodnoty důlní vody na vstupu a výstupu z čistírny důlních vod a účinnost procesu čistírny a jejího čistícího procesu.

2. Cíl práce

Bakalářská práce bude zaměřena na povinnost čištění kontaminované důlní vody po těžbě polymetalických rud čerpaných z uzavřeného a zatopeného dolu Turkaňk pomocí čističky důlních vod Kaňk u Kutné Hory.

V první části bude teoretický přehled, vysvětlení pojmu důlní a říční vody, začlenění v současné legislativě s ohledem na související předpisy. Bude popsána daná lokalita.

Druhá část bude obsahovat současný stav řešené problematiky, bude vysvětlen proces čištění kontaminovaných důlních vod. Zmíněny budou havárie a vyplývající opatření vedoucí k zamezení škod na majetku, zdraví lidí a životním prostředí. Budou zpracovány dostupné podklady a data, rozhodnutí a stanoviska vodohospodářského úřadu a ostatních dotčených úřadů. Bude snaha o zhodnocení účinnosti čistírny důlních vod ze získaných dat za jednotlivá období let 1996 – 2003 od státního podniku DIAMO, odštěpného závodu Správa uranových ložisek v Příbrami, pro účely vypouštění přečištěných důlních vod do melioračního kanálu Šífovka navazující na tok Klejnarka v příslušných povolených limitech v návaznosti na požadavky vyplývající ze zákona č. 44/1988 Sb. o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon), ve znění pozdějších předpisů, ze zákona č. 254/2001 Sb. (vodní zákon) v platném znění a z Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. (o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech).

Bude posouzena možnost optimalizace provozu a případné rozšíření čističky důlních vod v návaznosti na potřebu eliminovat pravděpodobnou možnost přelivu kontaminovaných vod do vod podzemních a povrchových, ať už z důsledku propadů povrchů nebo běžným zvýšením hladiny důlních vod a tím zabránění vzniku ekologické havárie.

Práce nastíní možnost zakládání podzemních prostor vypouštěním „důlních vod“ do vod důlních a tím možnosti omezení skládkování nebezpečného odpadu.

3. Literární rešerše

Vody můžeme dělit do třech skupin – dle původu, výskytu a použití (Pitter a kol., 2015).

Podle původu dělíme vody na přírodní a odpadní. Podle výskytu pak na atmosférické (veškerá voda v ovzduší bez ohledu na skupenství), povrchové (kontinentální a mořské vody) a podzemní (voda přirozeně se vyskytující pod zemským povrchem včetně protékající drenážními systémy, vody ve studních a vrtech). Podzemní vody dále dělíme na prosté a minerální. Podle výskytu odpadní vody dělíme na splaškové a průmyslové. Podle použití dělíme vody na pitné, provozní a odpadní (Pitter a kol., 2015).

Důlní vody se podle okolností považují za podzemní vody povrchové, které vnikly, byť i srážkami, do hlubinných nebo povrchových důlních prostorů. Chemické složení vod je výsledkem vzájemného působení srážkových a povrchových vod, podzemní atmosféry a horninového prostředí (Grmela a kol., 2012).

Voda je vždy důležitým tématem pro každou společnost zabývající se jakýmkoliv průzkumem či těžbou surovin. Díky přibývajícím problémům s vodou se v posledních letech dbá na přístup k vodě a hospodaření s ní. Nastupuje nová generace geovědců, ekonomických geologů, kteří mohou v raných fázích plánování zmírnit následné problémy související s vodou. Díky geologickým znalostem a již nashromážděným údajům přispívají k pochopení základních vodních systémů a dokáží zmírnit potencionální dopady pro ekosystémy a závislé komunity na vodě, které těžba přinesla (Kunz a kol., 2023).

3.1 Důlní voda

Důlní voda je podzemní voda, která se hromadí v podzemních dolech nebo těžebních jamách kvůli těžbě hornin a minerálů. Tato voda může pocházet z různých zdrojů, včetně srážek a vod vedených do dolů z povrchu, podzemního proudění nebo z výkopů během hornických operací. Důlní voda může být buď podzemní vodou, která byla v dole zachycena při těžbě, nebo srážkovou vodou, která se dostane do dolu (Grmela a kol., 2012).

Důlní voda je důležitou součástí hornictví. Při těžbě se vytvářejí šachty, chodby a těžební prostory, které mohou přerušit přirozený tok podzemní vody. V důsledku tohoto procesu dochází k hromadění vody v dolech a jamách. Neřízená akumulace důlní vody může způsobit záplavy, což má za následek přerušování těžebního provozu a může mít vážné environmentální a bezpečnostní důsledky. Proto je důležité správně řídit a odstraňovat důlní vodu. Většinou se čerpá a odvádí z dolů za účelem udržení provozu a prevence záplav. Správná manipulace s důlní vodou je důležitá pro ochranu životního prostředí a prevenci znečištění. Důležitou součástí tohoto procesu je kontrola hladiny důlní vody s cílem zajištění optimalizace jejího čerpání. K tomu se používají čerpadla, která vodu čerpají z dolů a odvádějí ji mimo těžební oblast. Kontrola hladiny důlní vody a rychlosti čerpání jsou důležité pro správné řízení tohoto procesu (Zeman a kol., 2007).

V některých případech lze důlní vodu znovu využít, například pro průmyslové účely nebo zavlažování. To může pomoci snížit spotřebu čisté povrchové vody.

Mnoho zemí má specifické regulace a právní předpisy, které stanovují povinnosti těžebních společností v oblasti monitorování, řízení a ochrany životního prostředí v souvislosti s důlní vodou tak, aby byla zajištěna ochrana životního prostředí a bezpečnost provozu dolů.

Lze tedy konstatovat, že řízení důlní vody je klíčovým prvkem v hornickém průmyslu, který má významný dopad na bezpečnost, životní prostředí a udržitelnost těžby.

Může obsahovat různé minerály, chemické látky, včetně rozpuštěných minerálů, jako jsou sírany, chloridy, železo, mangan, arsen a látky rozpuštěné z hornin, což spolu s faktem nízkého pH může ovlivnit její složení a vlastnosti. Může obsahovat i další toxické látky, které by mohly znečišťovat okolní životní prostředí. Proto je důležité provádění analýz a monitorování složení důlní vody a zajištění jejího bezpečného odstranění nebo úpravy, separace nečistot a zachycení potenciálně nebezpečných látek, pokud je to potřeba (Ewusi a kol., 2022).

Přetékající důlní vody mají hluboký dopad na povrchové prostředí a exponované biotopy. Důležité je pochopení geochemického vývoje důlních vod na různé etapy změn oxidačně-redukčních podmínek v rudném tělese. Musí se přijímat opatření k prevenci rizik proti přetečení (Zeman a kol., 2007).

3.1.1 Složení důlní vody

Složení důlní vody závisí na geologických a geografických podmínkách místa těžby. Důlní voda zahrnuje potenciální složky:

Voda (H₂O):

Hlavní složkou důlní vody je samozřejmě voda. Její fyzikální a chemické vlastnosti jsou klíčové pro celkové chování důlní vody. Ta může pocházet buď z podzemních vod, které byly zachyceny při těžbě, nebo ze srážkových vod, které pronikly do dolů (Pitter, 2015).

Rozpuštěné minerály z hornin, které jsou těženy v dole:

Anorganické soli a minerály:

Sírany (SO₄): Vysoké koncentrace síranů v důlní vodě mohou vést k tvorbě kyselých odplavenin a zvýšenému obsahu rozpuštěné síry (kyselý důl), což je závažný environmentální problém (Banks, 2023).

Chloridy (Cl): Přítomnost chloridů může ovlivnit chuť a kvalitu vody, a při vysokých koncentracích může být voda nepitná pro lidi a škodlivá pro rostliny, způsobuje i korozi vodovodních systémů (Pitter, 2015).

Železo (Fe): Železo může způsobovat zbarvení důlní vody a usazování na povrchu trubek a zařízení. Patří sice spolu s manganem mezi těžké kovy, ale nelze je řadit mezi toxické kovy. V nízkých koncentracích je běžnou součástí přírodních i užitkových vod, hlavně pak dnových sedimentů. Jeho oxidační rozpouštění zvyšuje kyselost vody (Asta a kol., 2010).

Mangan (Mn): Přítomnost manganu většinou doprovází železo ve vodě a může způsobit zbarvení vody, vysrážení a problémy s odstraňováním. Mohou vznikat manganové usazeniny. Spolu se železem a zinkem patří i do skupiny esenciálních kovů

– mají důležité biologické funkce ve vodách. Spolu se železem je součástí dnových sedimentů (Pitter, 2015).

Zinek (Zn): Zinek je pro některé organismy esenciální prvek, ale ve vysokých koncentracích může být toxický pro vodní organismy, jako jsou ryby a bezobratlí. Přítomnost vyšších koncentrací zinku může ovlivnit kvalitu vody a životní prostředí (Pitter, 2015).

Arsen (As): Arsen je jedním z nejvíce toxických prvků a může mít závažné dopady na lidské zdraví. Dlouhodobá expozice arsenu může být spojena s rakovinou, neurologickými problémy a dalšími zdravotními obtížemi. Ve vodním prostředí může arsen ovlivňovat vodní organismy a ekosystémy (IRZ ©2024).

Rozpuštěné anorganické soli (RAS) jsou anorganické sloučeniny, mezi něž patří halogenidy, oxidy, kyseliny a hydroxidy. Jsou složené většinou z malých iontů. Běžně jsou stanovovány jako rozpuštěné látky žíhané při 550 °C (RL550): definovaný objem přefiltrovaného vzorku je odpařen a vyžhán při 550 °C (Pitter, 2015).

NL 105: Jde o sumu všech nerozpuštěných látek, které zbydou na filtru (0,45 μm) po vysušení při teplotě 105 °C (Pitter, 2015).

Těžební reagenty:

Během hornických operací jsou často používány různé chemikálie, jako jsou těžební reagenty. Tyto látky mohou pronikat do důlní vody a znečišťovat ji (Pitter, 2015).

Organické látky:

Důlní voda může obsahovat organické látky, zejména pokud dochází ke kontaktu s ropnými produkty nebo organickými materiály během těžby (Pitter, 2015).

Mikroorganismy:

Voda v dolech může obsahovat bakterie a mikroorganismy, ať už přirozeně se vyskytující nebo zavedené během těžby. To může mít vliv na kvalitu vody, zdravotních rizik a tvorbu usazenin (Pitter, 2015).

3.1.2 Vlastnosti důlní vody

Teplota a pH:

Teplota a pH důlní vody jsou důležité faktory, které ovlivňují její chování a schopnost reagovat s horninami a těžebními materiály. Kyselost a redukce se mohou rozporuplně vyvíjet různými směry se změnou teploty. Var má za následek zvýšení pH a oxidaci, naopak ochlazení vede k poklesu pH. Pokud se přimíchají sírany/sulfidy, v podzemní vodě to způsobí větší oxidační reakce a okyselení (Cooke a kol., 2010).

Hodnota pH je zpravidla nižší – jedná se převážně o kyselé prostředí s hodnotou do 5,5. Teplota důlní vody bývá vyšší, s přibývajícím hloubkou cca 30 m o 1 stupeň.

Je důležité poznamenat, že složení důlní vody se může měnit v průběhu času a měnit se od místa k místu v rámci různých dolů – hornického průmyslu. Proto je nutné provádět pravidelnou analýzu a monitorování důlní vody a přijímat opatření pro její řízení, úpravu a ochranu životního prostředí v souladu s příslušnými předpisy a normami (Pitter, 2015).

Celková koncentrace látek ve vodě se stanovuje sušinou látek celkových, rozpuštěných i nerozpuštěných a jejich ztrátou při žiháním (Gründwald, 1993).

3.1.3 Toxické látky podrobněji

Arsen (As):

V některých oblastech může být důlní voda znečištěna arsenem v případě, že se nachází v horninách v dolech. Arsen v důlní vodě je zdravotním rizikem a může být karcinogenní, pokud se důlní voda používá k pití nebo zavlažování. Vyskytuje se v přírodě zejména ve formě sulfidů, např. arsenopyritu (Kopřiva a kol., 2005).

Arsen lze popsat jako: „*polokov vyskytující se ve třech alotropických modifikacích: žlutá, černá a šedá. Nejrozšířenější je šedý arsen, lesklá, křehká krystalická látka, krystalizující v trigonální soustavě. Chemicky je velmi podobný fosforu, může ho nahrazovat v některých biochemických reakcích. Ve sloučeninách je stálý v oxidačních stavech 3-, 3+ a 5+*“ (IRZ ©2024).

Arsen se do přírody dostává ponejvíce lidskou činností, a to při spalování fosilních paliv, konzervováním dřeva, v okolí metalurgických závodů, používáním pesticidů a byl použit i jako bojová látka. Jedině vulkanická činnost je přirozeným zdrojem arsenu. V přírodě se arsen vyskytuje v sulfidické rudě – což je směsný sulfid železa a arsenu, arsenopyrit (právě v popisovaném dole Turkaňk) a také v löllingitu, realgaru, auripigmentu. Důsledkem zvětrávání se arsen dostává do povrchových i podzemních vod a ty pak obsahují nadprůměrné koncentrace arsenu (Gründwald, 1993).

V důlní vodě přetrvává velice dlouhou dobu, protože má značnou schopnost držet se v sedimentech. V hlubších vodách dochází ke stratifikaci As^{3+} a As^{5+} . V mělkých vodách dochází k postupné oxidaci na As^{5+} a biologickou činností se sorbuje na hydratované oxidy železa a manganu.

Velké využití má v průmyslu, a to především v oblasti elektroniky pro svoji vynikající polovodičovou vlastnost. Využívá se jako slitina s olovem nebo v malé míře i mědi v akumulátorech. Další oblastí využití je sklářský průmysl. Neposlední využití najdeme i v lékařství, kde se sloučeniny arsenu užívají dodnes, například oxid arsenitý jako lék na některé formy leukémie (IRZ ©2024).

Sám arsen je toxický při požití i vdechování. Používal se na konzervaci dřeva, byl součástí jedů pro hlodavce, veterinárních přípravků. Od těchto využití se ustupuje z důvodu jeho toxicity, karcinogenity a celkového nepříznivého vlivu na životní prostředí. V malé míře zůstává ještě v zemědělství při výrobě pesticidů (Trustees of Dartmouth College, 2023).

Pro zdraví člověka je kovový arsen nejedovatý, nicméně v organismu je metabolizován na toxické látky, nejčastěji na oxid arsenitý. Ostatní látky arsenu jsou jedovaté, více z anorganických sloučenin.

Do člověka se dostane arsen nejvíce z potravy, a to až ze 70 % ve formě organických komplexu, které jsou méně toxické, 29 % se najde v pitné vodě a 1 % vdechne ze vzduchu. Nicméně je klasifikován jako karcinogen, který způsobuje rakovinu plic a kůže, nádorů jater, ledvin, močových cest. Arsen poškozuje buňky nervového systému, žaludku, střev, ledvin, jater a pokožky. Může poškodit i během těhotenství plod (IRZ ©2024).

Projevy arsenu na člověku při jeho vdechování jsou bolesti v krku a podráždění plic. Při požití dochází podráždění trávicího ústrojí, snížené tvorbě bílých i červených krvinek, nepravidelné srdeční činnosti, poškození cév. Může docházet i k vypadávání vlasů, nehtů, změnám na pokožce, úbytku váhy, anemii, zvýšení krevního tlaku. Chronické otravy se vyznačují brněním, mravenčením v končetinách, hubnutím. V minulosti se používal v travičství jako oxid arsenitý. Při rozkladu arsenidů kovů vodou a kyselinami (ferrosilicia, karbid vápníku, Zn, Pb, Sb) a rozpouštění kovů v kyselinách (redukci As sloučenin) vzniká arsan, který páchne po česneku, je vysoce toxický a vyvolá rychlou hemolýzu krve, plicní edém a selhání srdce.

Pro člověka je arsen hodnocen jako velmi nebezpečná látka, a proto byl v lednu 2010 Evropskou agenturou pro chemické látky zařazen na kandidátský seznam nebezpečných látek dle směrnic REACH (IRZ ©2024).

Zinek (Zn)

Zinek je kov, který se v důlní vodě může objevit z různých zdrojů, zejména z hornin a minerálů, které jsou ovlivněny geologickými procesy nebo těžbou a uvolňuje se do vody z hornin a minerálů v podloží. Je jejich běžnou součástí. Nejrozšířenější zinkovou rudou je sfalerit. Zinek může existovat v různých oxidačních stavech, včetně Zn^{2+} (dvojmocný zinek), který je běžným oxidačním stavem v důlní vodě a může ovlivňovat její chemické vlastnosti (Pitter a kol., 2015).

Zinek je pro některé organismy esenciální prvek, je součástí některých enzymů a má řadu pozitivních biologických a biochemických funkcí. Ve vysokých koncentracích může být však toxický pro vodní organismy, jako jsou ryby a bezobratlé organismy. Vysoké koncentrace zinku mohou ovlivňovat kvalitu vody a potenciálně narušovat ekosystémy vodního a životního prostředí (Gründwald, 1993).

Regulace zinku v důlní vodě se obvykle řídí environmentálními normami a standardy, aby se minimalizovaly jeho negativní dopady na životní prostředí. Prostřednictvím monitorování a pravidelné analýzy mohou být upravena řídicí opatření, která mají snížit výskyt zinku na bezpečné úrovni. K odstranění zinku z důlní vody se mohou používat různé technologie, jako jsou filtry, absorpční materiály nebo chemické procesy (Ñancucheo a kol., 2012).

Zinek v důlní vodě je výzvou, zejména pokud jeho koncentrace překračují přípustné limity pro zachování kvality vody a ekosystémů. Proto jsou nezbytná preventivní a nápravná opatření nastavená v souladu s příslušnými normami a regulacemi.

Železo (Fe)

Železo je běžným prvkem v přírodě a druhým nejrozšířenějším kovem na Zemi. Z pohledu problematiky vypouštění důlních vod do vodotečí jsou pro tento prvek velmi významné změny v chemických, oxidačně-redukčních podmínkách důlních děl během jednotlivých etap jejich životního cyklu. Nejrozšířenější železnou rudou je pyrit (Pitter a kol., 2015).

Pomyslné rozhraní oxidační a redukční zóny dolu před jeho otevřením a zahájením těžby leží zhruba v oblasti úrovně hladiny podzemních vod, zpravidla nedaleko povrchu. Ve spodní, redukční zóně pod úrovní hladiny vody, v prostředí bez silného vlivu oxidačních činidel, je tímto umožněna existence železa v pevné formě vázaného zejména v podobě různých minerálů a koncentrace železa rozpouštěného ve vodě je relativně nízká (Gründwald, 1993).

Otevřením důlního díla dochází k poklesu hladiny podzemních vod, tím tedy i přesunu oxidačně-redukčního rozhraní níže, přičemž jsou minerály bohaté na železo exponovány silnému oxidačnímu působení vzdušného kyslíku. Za současného intenzivního vlivu přítomných železitých iontů (Fe^{3+}), jako dodatečného oxidačního činidla, je železo obsažené v minerálech oxidováno na ve vodě rozpustné železnaté ionty (Fe^{2+}). Železnaté ionty jsou dalším působením kyslíku (např. při důlní ventilaci a průnikem dešťové vody bohaté na kyslík skrze rozrušovanou horninu) dále oxidovány na ve vodě nerozpustné ionty železité a prvek je tímto dočasně imobilizován.

Po ukončení těžby a zatopení dolu dochází k chemickým reakcím opačným směrem, tedy zvýšením hladiny vody jsou takto vzniklé železité ionty vystaveny redukčnímu prostředí a vznikají opět ionty železnaté. Tak dochází k opětovnému zvyšování koncentrace železa, která posléze pouze pozvolna klesá v důsledku dalších redukčních reakcí (po dobu desítek let) a systém se tak navrácí k chemické rovnováze podobné stavu před začátkem těžby. Výše popsané chemické mechanismy je nutné brát v potaz v případě vypouštění důlních vod do vodotečí. Důlní voda ve stádiu nedlouho po zatopení důlního díla bude s vysokou pravděpodobností vykazovat vysoké koncentrace rozpuštěného železa ve formě železnatých iontů (Chetty a kol., 2023).

Přímá zdravotní rizika pro člověka železo v přijatelných koncentracích nepředstavuje, ale z vodohospodářského pohledu je značně nežádoucí. Přechodem železnatých iontů na železité se voda zbarvuje žlutými až hnědými částicemi oxidu železitého, které sedimentují nebo jsou koloidně rozptýlené. Kromě nežádoucího zabarvování prádla, porcelánu a nádobí takto dochází k zanášení vodovodních armatur a potrubí, přičemž tyto usazeniny podporují rozvoj mikrobiální kontaminace.

Regulace železa v důlní vodě je stanovena v souladu s environmentálními normami, aby se minimalizovaly jeho potenciální negativní dopady.

Mangan (Mn)

Mangan (Mn) je chemický prvek, který může být přítomen v důlní vodě z různých zdrojů, včetně geologických formací, hornin, minerálů a antropogenních činností, jako je těžba. Přítomnost manganu v důlní vodě může mít různé dopady na životní prostředí a lidské zdraví. Vyskytuje se zejména v burelu či pyroluzitu (Pitter a kol., 2015).

Mangan může být uvolňován do důlní vody z geologických formací a hornin obsahujících manganové minerály. Antropogenní činnosti, zejména těžba a průmyslové procesy, mohou také přispět k uvolňování manganu do vody. Mangan může existovat v různých oxidačních stavech, včetně dvou hlavních forem: Mn^{2+} (manganité) a Mn^{4+} (manganan). Oxidační stav manganu může ovlivnit jeho chování a rozpustnost ve vodě (Chetty a kol., 2023).

Přítomnost manganu ve vodě může způsobovat zbarvení vody do odstínů hnědé, žluté nebo červené barvy. Tato barva může být patrná zejména při vyšších koncentracích manganu. Mangan je esenciální mikroprvek nutný pro organismy, ale v příliš vysokých koncentracích může být toxický. Přebytkový mangan ve vodním prostředí může mít vliv na vodní organismy a ekosystémy, zejména na ty, které jsou citlivé na změny chemického složení vody. Přítomnost manganu v pitné vodě by měla být monitorována a regulována, aby byla dodržena bezpečnostní kritéria pro lidské zdraví (Gründwald, 1993).

Koncentrace manganu v důlní vodě jsou monitorovány, aby se zajistila souladnost s environmentálními standardy a normami. Jsou přijímána opatření na regulaci a snížení koncentrací manganu, zejména pokud překračují bezpečnostní limity. Existují technologie, které mohou být použity k odstranění nadměrného manganu z důlní vody, včetně oxidačních procesů, filtrace nebo chemických ošetření. Mangan v důlní vodě je důležitý prvek, jehož přítomnost je třeba sledovat a spravovat, aby se minimalizovaly možné negativní dopady na životní prostředí a lidské zdraví.

SO₄²⁻

V důlní vodě může být přítomný ion sulfátu (SO₄²⁻), což je anion tvořený jedním atomem síry (S) a čtyřmi atomy kyslíku (O). Tento ion má celkový dvouzáporný náboj. Přítomnost sulfátů ve vodě může mít různé důsledky, zejména pokud koncentrace překračují normy nebo pokud jsou spojeny s dalšími látkami ve vodě. Při biologickém rozkladu organických látek se síra uvolňuje v sulfidické nebo v síranové formě. Konečným produktem oxidace sloučenin síry ve vodě jsou sírany a konečným produktem redukce jsou sulfáty a iontové formy (Pitter a kol., 2015).

Sírany a sulfáty mohou být přítomny v důlní vodě z různých zdrojů, včetně geologických formací, hornin a minerálů, které obsahují síru. Antropogenní činnosti, jako je těžba nebo průmyslové procesy, mohou také přispět k zvýšeným koncentracím sulfátů v důlní vodě (Banks a kol., 2023).

Přítomnost síranů ve vodě obecně nezpůsobuje přímou toxicitu pro člověka, ale vysoké koncentrace mohou mít vliv na chuť vody a mohou být spojeny s problémy s chutí a zápachem vody. Sulfáty mohou také ovlivnit korozivní chování vody, což může mít vliv na infrastrukturu a vybavení vodního hospodářství. Pro ryby a ostatní vodní organismy je silně jedovatý.

Při kombinaci s určitými kovy, zejména s vápníkem, mohou sulfáty vytvářet nerozpustné soli, což může mít za následek tvorbu usazenin nebo škály. Koncentrace sulfátů v důlní vodě jsou monitorovány a regulovány v souladu s environmentálními normami a standardy. Regulace je důležitá zejména tam, kde vysoké koncentrace sulfátů mohou mít negativní vliv na pitnou vodu nebo na životní prostředí. V některých případech může být nutné ošetření vody k odstranění nebo snížení koncentrací sulfátů. To může zahrnovat různé technologie, jako je iontová výměna nebo reverzní osmóza.

Vzhledem k tomu, že sulfáty jsou běžnou složkou ve vodě, je důležité sledovat jejich koncentrace a podniknout opatření, pokud překračují přípustné limity, aby se zajistila bezpečnost a kvalita důlní vody.

3.2 Říční voda

Říční voda je přirozená voda, která teče v řekách, říčkách a potocích. Její složení může být proměnlivé v závislosti na geografické lokalitě, povodí a mnoha dalších faktorech. Kontinentální povrchové vody jsou jak tekoucí (vodní toky) tak stojaté (jezera, rybníky, nádrže). Z hlediska znečišťování povrchových vod se rozeznávají oblasti označené citlivé nebo zranitelné a zdrojem jsou buď bodová či plošná či difúzní znečištění (Pitter a kol., 2015).

3.2.1 Složení říční vody

Voda (H₂O):

Tvoří hlavní složku – většinu obsahu říční vody. Voda je rozpouštědlem pro mnoho dalších látek a má základní význam pro život na Zemi (Pitter a kol., 2015).

Kyslík (O₂):

Obsah kyslíku v říční vodě je zásadní pro život vodních organismů. Nižší obsah kyslíku může vést k problémům v ekosystémech, a dokonce k hypoxii (Lellák a kol., 1991).

Anorganické látky:

Rozpuštěné minerály: Říční voda může obsahovat různé minerály, včetně iontů jako vápník (Ca), hořčík (Mg), sodík (Na) a draslík (K). Tyto ionty jsou důležité pro biologické procesy a mohou ovlivňovat tvrdost vody.

Ionty síranů a chloridů: Sírany (SO₄²⁻) a chloridy (Cl) jsou obvyklé soli v říční vodě a mohou ovlivňovat mineralizaci a chuť vody (Pitter a kol., 2015).

Organické látky:

Říční voda může obsahovat organický materiál, jako jsou rostlinné zbytky, řasy a bakterie. Organický materiál může ovlivňovat obsah kyslíku v říční vodě a slouží jako zdroj potravy pro vodní organismy (Lellák a kol., 1991).

Pesticidy a látky zemědělského původu:

V některých regionech mohou říční vody obsahovat pesticidy a hnojiva zemědělského původu. Tyto látky mohou být znečišťující a mít nepříznivý vliv na vodní ekosystémy a lidské zdraví (Lellák a kol., 1991).

Průmyslové znečištění:

Vodní toky, které procházejí průmyslovými oblastmi, mohou obsahovat různé chemikálie a těžké kovy, které jsou produktem průmyslových procesů (Pitter a kol., 2015).

Sedimenty:

Říční voda může nést suspendované částice, jako jsou písek, jíla a bahno. Tyto sedimenty ovlivňují kvalitu vody a mohou být znečišťující (Lellák a kol., 1991).

Mikroorganismy:

Říční voda může obsahovat různé mikroorganismy, včetně bakterií a řas. To může být důležité pro ekosystém říčního prostředí a může ovlivňovat kvalitu vody.

3.2.2 Vlastnosti říční vody

Teplota a pH:

Teplota říční vody se mění s ročními obdobími a může mít vliv na různé aspekty vodního ekosystému. Hodnota pH ovlivňuje rozpouštění minerálů a dostupnost živin pro vodní organismy, u neznečištěných povrchových vod se pohybuje v rozmezí 6 – 8,5 (Lellák a kol., 1991).

Složení říční vody se mění v závislosti na regionu a povodí. Monitorování a analýza říční vody jsou důležité pro zajištění její kvality a ochrany vodního prostředí.

3.3 Faktory ovlivňující důsledky vypouštění důlní vody do říční

Vypouštění důlní vody do říční vody může mít značný vliv na kvalitu a ekosystém řek. Níže jsou uvedeny zásadní faktory, které důsledky tohoto vypouštění ovlivňují:

Složení důlní vody:

Složení včetně obsahu minerálů, těžebních znečišťujících látek a toxinů, má zásadní vliv na kvalitu říční vody po vypuštění. Vyšší koncentrace toxických látek nebo těžebních reagentů mohou negativně ovlivnit vodní ekosystém a lidské zdraví (Pitter a kol., 2015).

Množství vody:

Množství důlní vody, které je vypouštěno, může ovlivnit tok říčky. Nadměrné vypouštění může vést k náhlým změnám hladiny vody, což může způsobit záplavy nebo sucho v níže položených oblastech říčního toku (PLA ©2024).

Teplota důlní vody:

Pokud je důlní voda výrazně teplejší než přirozená teplota říční vody, její vypouštění může zvýšit teplotu říční vody s možnými negativními vlivy na vodní organismy. Mnoho druhů ryb a jiných vodních živočichů je citlivých na teplotní změny.

Oxidace a znečištění:

Když je důlní voda vypouštěna do říčního toku, může docházet k oxidaci některých látek v ní obsažených, což může mít za následek vytvoření usazenin nebo tvorbu kyselých odplavenin a tedy i kvalitu říční vody.

Biologický obsah:

Důlní voda může obsahovat různé mikroorganismy, které mohou být vypuštěny do říční vody. To může ovlivnit ekosystém řek a potenciálně zvýšit riziko šíření nemocí (Lellák a kol., 1991).

Regulační opatření:

Existují regulační normy a právní předpisy, které omezují, co může být vypouštěno do říční vody. Tato opatření se liší podle země a regionu.

Monitoring a správa:

Důležitým faktorem je dohled a kontrola nad vypouštěním důlní vody. Monitorování kvality důlní a říční vody je klíčové pro zajištění, že vypouštění nepřekračuje normy a nezpůsobuje škody na životním prostředí. Vypouštění důlní vody do říční může být nezbytné pro řízení hladiny důlní vody a prevenci záplav v dolech, ale musí být prováděno odborně a v souladu s předpisy a normami tak, aby byly minimalizovány environmentální dopady.

3.3.1 Normy a předpisy upravující vypouštění důlní vody do říční

Normy a předpisy, které upravují vypouštění důlní vody do říční vody, se liší podle země a regionu. Tyto předpisy jsou vytvářeny s ohledem na ochranu životního prostředí a lidského zdraví a mohou se měnit v závislosti na konkrétních podmínkách těžby a vodního ekosystému. Některé obecné směrnice a normy, které se používají k regulaci vypouštění důlní vody, zahrnují:

Národní environmentální zákony: Každá země má obvykle vlastní národní zákony upravující oblast vypouštění důlní vody do vody říční. Tyto zákony zpravidla stanoví limity pro obsah různých látek v důlní vodě, požadavky na monitorování a hlášení a stanovení postupů pro povolení vypouštění.

Regionální normy: Regionální předpisy, které doplňují národní zákony jsou vytvářeny na základě specifických regionálních potřeb a podmínek.

Mezinárodní dohody: V některých případech mohou existovat mezinárodní dohody nebo dohody mezi sousedními zeměmi, které upravují vypouštění důlní vody do společných vodních toků.

Národní průmyslové standardy: V určitých odvětvích existují specifické normy pro vypouštění důlní vody, například v odvětví těžby jsou často vytvářeny standardy upravující vypouštění vody v těžebních oblastech.

Environmentální posouzení: Před povolením vypouštění důlní vody může být vyžadována realizace environmentálního posouzení z hlediska nožných dopadů na životní prostředí a návrhy opatření k jejich minimalizaci.

Je důležité, aby provozovatelé dolů a těžebních společností byli seznámeni s konkrétními předpisy a normami platnými v jejich regionu a dodržovali je. To je cestou ke zvýšené ochraně životního prostředí a zajištění zdraví lidí, kteří mohou být ovlivněni vypouštěním důlní vody.

3.4 Legislativa

3.4.1 Klíčové úřady a organizace v ČR

V České republice vykonávají dohled nad vodním hospodářstvím některé klíčové úřady a organizace, které mají pravomoc a odpovědnost v oblasti vodního hospodářství.

Ministerstvo životního prostředí (MŽP):

MŽP je hlavním státním orgánem s pravomocí v oblasti ochrany životního prostředí, včetně vodního hospodářství. Stanovuje politiku, strategie a směrnice pro vodní hospodářství, zahrnující vypouštění důlní vody (MŽP ©2024).

Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ):

ČHMÚ provádí monitorování stavu povrchových a podzemních vod včetně sledování kvality vody. Poskytuje informace a data o vodním prostředí (CHMI ©2023).

Povodí:

Podniky povodí jsou organizačními jednotkami, které spravují vodní toky a povodí v České republice. Mají pravomoc v oblasti hospodaření s povrchovými vodami včetně kontroly a regulace vodních toků.

V ČR existují tři hlavní povodí, které jsou rozděleny dle protékajícími řekami (MZe ©2024):

- Povodí Labe – největší povodí v ČR, zahrnuje téměř celé území Čech díky hlavním tokům Labe a Vltavy.
- Povodí Dunaje – zahrnuje jih, západ a východ příhraniční oblasti Čech a jich Moravy díky hlavním tokům Moravy a Dyje.
- Povodí Odry – zahrnuje sever příhraničí Čech, Slezsko a sever Moravy díky hlavním tokům Odra a Lužická Nisa.

Krajské úřady:

Krajské úřady mají pravomoc v oblasti povolování vypouštění důlní vody a dalších vodních aktivit. Provádějí dohled a kontrolu nad dodržováním předpisů v rámci svých regionů.

Česká inspekce životního prostředí (ČIŽP):

ČIŽP je dozorcím úřadem, který provádí inspekční kontroly a sleduje dodržování právních předpisů týkajících se životního prostředí, včetně vodního hospodářství (ČIŽP ©2024).

Státní geologický ústav (Česká geologická služba – ČGS):

S touto organizací souvisí zajištění geologických informací a průzkumů, které jsou důležité pro správné řízení vody v podzemních vrstvách (ČGS ©2024).

Státní báňský úřad České republiky (ČBU):

Tato státní organizace provádí především vrchní dozor nad hornickou činností, činnostmi prováděnými hornickým způsobem, dodržováním pracovních podmínek v hornických organizacích, požární ochranou v podzemí, s nakládáním s výbušninami, s těžebním odpadem a zajišťováním bezpečného stavu podzemních objektů. (ČBU ©2024).

Stanovují dobývací prostory, vydávají povolení/oprávnění k všem hornickým činnostem a k nakládáním s výbušninami, ověřují odborné způsobilosti a vydávají příslušná osvědčení, průkazy, aj.

Všechny tyto úřady a organizace spolupracují na ochraně a udržitelném hospodaření s vodami v České republice. Provádějí monitorování kvality vody, udělují povolení pro vypouštění důlní vody a tvoří směrnice a normy, aby zajistily ochranu vodního prostředí a lidského zdraví

3.4.2 Základní normy a předpisy v ČR

V České republice je vypouštění důlní vody do říční regulováno právními předpisy a normami. Následující uvedené jsou ty z hlavních právních nástrojů upravujících toto vypouštění:

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů. Platný od 1.1.2002 s tím, že od 1.2.2021 vstoupila v platnost zatím největší novela vodního zákona č. 544/2020 Sb. a od 1.1.2024 poslední novela č. 284/2021. Tento zákon stanovuje obecná pravidla pro ochranu vodního prostředí v České republice. Definiuje povinnosti a postupy týkající se vodního hospodářství, včetně vypouštění důlní vody do říční vody.

Zákon č. 44/1988 Sb. o ochraně a využití nerostného bohatství, tzv. Horní zákon, obsahující předpisy týkající se hornického průmyslu.

Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů provádět environmentální posouzení, které zkoumá možné dopady na životní prostředí a navrhuje opatření k jejich minimalizaci. Může být použit jako environmentální posouzení před stavbou nové čistírny či povolení k vypouštění důlní vody.

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění nařízení vlády č. 445/2021 Sb. Obsahuje kvalitativní a kvantitativní normy pro vodu a kritéria pro hodnocení její kvality. Stanoví limity pro konkrétní látky a parametry, které se mohou vyskytovat v říční vodě, včetně těch, které mohou pocházet z důlní vody.

Vyhláška č. 87/2021 Sb., kterou se mění vyhláška č. 252/2013 Sb., o rozsahu údajů v evidencích stavu povrchových a podzemních vod a o způsobu zpracování, ukládání a předávání těchto údajů do informačních systémů veřejné správy.

Je důležité, aby provozovatelé dolů a těžebních společností byli seznámeni s těmito právními předpisy a normami a řídili se jimi. Úřady dohlížející na vodní hospodářství v České republice mají pravomoc udělit povolení pro vypouštění důlní vody a monitorovat plnění stanovených limitů a podmínek. Důsledné dodržování těchto předpisů je klíčové pro ochranu vodního prostředí a lidské zdraví.

3.4.3 Konkrétní legislativa

Zákon o vodách v České republice č. 254/2001 Sb. obsahuje mj. definice a ustanovení týkající se vypouštění důlní vody. Důlní voda je v rámci tohoto zákona začleněna do širšího kontextu ochrany a správy vodního hospodářství.

Základní ustanovení je v § 4, odst. 2): „*Důlní vody se pro účely tohoto zákona považují za vody povrchové, popřípadě podzemní a tento zákon se na ně vztahuje, pokud zvláštní zákon (zde je zvláštním zákonem tzv. Horní zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství, ve znění pozdějších předpisů, který je níže v práci uveden) nestanoví jinak*“.

Povolení k nakládání s těmito vodami je potřeba dle § 8, odst. 1), písm. f): „*k živání důlní vody jako náhradního zdroje podle zvláštního zákona (č. 44/1988 Sb.)*“ a

povolení je vydáváno fyzickým nebo právnickým osobám k jejich žádosti, kdy je oprávnění nakládat s těmito vodami v rozsahu a k účelu po dobu uvedenou v platném povolení.

Povolení není vyžadováno v případě § 8, odst. 3), písm. f): „*k užívání důlních vod organizací při hornické činnosti pro její vlastní potřebu nebo k vypouštění důlních vod organizací*“.

Stavem povrchových a podzemních vod, zjišťováním a hodnocením stavu a vedení řádné evidence se zabývá § 21, odst. 2), písm. c) bodu 4.: „*vypouštění odpadních a důlních vod a akumulace povrchových vod ve vodních nádržích*“. Tuto činnost vykonávají Správci povodí a jsou oprávněni požadovat součinnost toho, kdo nakládá, v našem případě s podzemními vodami.

Jednou ročně je povinnost dle § 22, odst. 2), což je vypouštění důlních vod nad 500 m³ v kalendářním měsíci nebo nad 6000 m³ v kalendářním roce, ohlašovat správci Povodí údaje pro potřeby vodní bilance.

Ministerstvo zemědělství spravuje informační systém pro evidenci, včetně statistických a kartografických dat dle § 22, odst. 3), písm. b): „*odběrů povrchových a podzemních vod, vypouštění odpadních a důlních vod a akumulace povrchových vod ve vodních nádržích*“.

Vypouštění důlních vod do vod povrchových nebo podzemních je uveden v ustanovení § 38 odst. 5, kde vodoprávní úřad stanovuje způsob a podmínky, za kterých může být důlní voda jako odpadní voda použita, vypouštěna a zneškodňována. Stanovení emisních limitů je uvedeno v nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, která byla novelizována č. 445/2021, kdy emisní hodnoty přípustného znečištění odpadních vod jsou uvedeny v Příloze č. 1, B. Průmyslové odpadní vody, v kategorii CZ-NACE 7.10, viz tabulka – obr. č. 2.

Obr. 2: Současné emisní hodnoty.

CZ-NACE	Průmyslový obor/ukazatel	Jednotka	Přípustné hodnoty “p” ^{a)}
07.00	Těžba a úprava rud		
07.10	Těžba a úprava železných a ostatních neželezných rud ¹⁾		
07.29	pH	-	6-9
	NL	mg/l	40
	C ₁₀ – C ₄₀	mg/l	3
	Arsen	mg/l	0,5
	Měď	mg/l	1
	Olovo	mg/l	0,5
	Zinek	mg/l	3
	Železo	mg/l	5
07.21	Těžba a úprava uranových a thoriových rud		
	pH	-	6-9
	NL	mg/l	30

Zdroj: Příloha č. 1, B), nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

V roce 2001 platila Příloha č. 1 nařízení vlády č. 82/1999 Sb. Stanovené ukazatelé a jejich přípustné hodnoty ve vypouštěných odpadních vodách (obr. č. 3). Ukazatelé a hodnoty přípustného znečištění povrchových a odpadních vod se za studií sledované období 1996 – 2023 nezměnily v platném nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Obr. 3: Historické přípustné hodnoty

Průmyslové odpadní vody a zvláštní vody

(přípustné hodnoty "p" koncentrací pro rozbor smíšených vzorků vypouštěných odpadních vod)

1.1 Těžba a zpracování rud a kameniva (12.00; 13.00; 14.00)**)

1.1.1 Těžba a zpracování uranových rud (12.00)

pH	-	6-9
NL	mg/l	30
uran	mg/l	0,3
radium	Bq/l	0,5

1.1.2 Těžba a zpracování ostatních rud (13.00)

pH	-	6-9
NL	mg/l	40
NEL	mg/l	3
železo	mg/l	5
zinek	mg/l	3
olovo	mg/l	0,5
měď	mg/l	1
arzen	mg/l	0,5

Zdroj: Příloha č. 1 k nařízení vlády č. 82/1999 Sb.

V § 39 jsou závadné látky a potřeba učinit přiměřená opatření tak, aby nevnikly do povrchových či podzemních vod a neohrožily prostředí. Je třeba vypracovat havarijní plán a záznamy o provedených opatřeních uchovávat po dobu 5 let. Seznam nebezpečných a zvláště nebezpečných závadných látek je uveden v příloze č. 1 tohoto vodního zákona.

Havárie je popsána v § 40 jako „mimořádné závažné zhoršení nebo mimořádné závažné ohrožení jakosti povrchových nebo podzemních vod“. Povinnosti při havárii jsou popsány v § 41. Jedná se o hlášení havárie, opatření k odstranění a součinnost s příslušnými úřady. O opatřeních k nápravě následků se hovoří v § 42.

Měření objemu odpadních vod se zabývá § 103 a navazující ohledně odběrů a rozborů vzorků v oprávněné laboratoři.

Výkon státní správy vykonává dle § 107 Krajský úřad a do jeho působnosti patří dle písm. i): „stanovovat způsob a podmínky vypouštění důlních vod do vod povrchových nebo podzemních a znečištěných vod a průsaků z úložných míst do povrchových vod“ a dle písm. m): „povolovat čerpání znečištěných podzemních vod za účelem snížení jejich znečištění a jejich následné vypouštění do těchto vod, popřípadě do vod povrchových [§ 8 odst. 1 písm. e)]“. Dále do jeho kompetence patří dle písm. p) i rozhodování v pochybnostech, zda se jedná o povrchové nebo podzemní vody a případném nakládání, pokud by šlo o odpadní vody a dle písm. t) smí povolit výjimky při použití závadných látek.

Pokud se právnická či podnikající fyzická osoba dopustí přestupku dle § 125a, odst. 1) písm. k): „vypustí důlní vody do vod povrchových nebo podzemních v rozporu s § 38 odst. 5,“ nebo dle písm. u) „vypustí důlní vody bez splnění podmínek stanovených vodoprávním úřadem nebo v rozporu s nimi“ hrozí jí pokuta až do výše 100.000 Kč, jde-li o přestupek podle písmene k), nebo do výše 1.000.000 Kč, jde-li o přestupek podle písmene u).

Hornický zákon v České republice, číslo 44/1988 Sb. o ochraně a využití nerostného bohatství, jako základní právní předpis pro hornictví a těžbu nerostných surovin, specifikuje některé aspekty týkající se důlní vody, a to následovně v § 40:

(1) Důlními vodami jsou všechny podzemní, povrchové a srážkové vody, které vnikly do hlubinných nebo povrchových důlních prostorů bez ohledu na to, zda se tak stalo průsakem nebo gravitací z nadloží, podloží nebo boku nebo prostým vtékáním srážkové vody, a to až do jejich spojení s jinými stálými povrchovými nebo podzemními vodami.

(2) Organizace je při hornické činnosti (vysvětlení pojmu Hornické činnosti je v zákoně č. 61/1988 o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě) oprávněna:

a) bezúplatně užívat důlní vody pro vlastní potřebu,

b) bezúplatně užívat na základě povolení vodohospodářského orgánu důlní vodu jako náhradní zdroj pro potřebu těch, kteří byli poškozeni ztrátou vody vyvolanou činností organizace,

c) vypouštět důlní vodu, kterou nepotřebuje pro vlastní činnost, do povrchových, popřípadě do podzemních vod a odvádět ji, pokud je to třeba, i přes cizí pozemky způsobem a za podmínek stanovených vodohospodářským orgánem a orgánem ochrany veřejného zdraví.

(3) Při použití důlních vod podle odstavce 2 písm. a) a b) je organizace povinna pečovat o důlní vody a hospodárně je využívat. Použití důlních vod k jiným účelům upravují zvláštní předpisy“, což nás odkazuje na vodní zákon a §8 - povolení k nakládání s vodami.

(4) K vypouštění jiných vod do důlních vod je třeba povolení vodohospodářského orgánu vydaného po dohodě s obvodním báňským úřadem.

Tím se zavádí legální definice důlní vody, přičemž se tím rozumí všechny podzemní, povrchové, srážkové vody vniklé do povrchových nebo hlubinných důlních prostorů bez ohledu na původ vniknutí, a to až do jejich propojení s jinými stálými povrchovými nebo podzemními vodami.

Důležitým kritériem důlních vod je tedy důlní prostor – prostor po vytěženém ložisku. Tímto svým vznikem jsou vázány na jinak využívané objekty důlních děl, a to se odráží v právní úpravě jejich posuzování a nakládání s nimi.

Horní zákon má ve své podstatě postavení předpisu zvláštního a vodní zákon se na důlní vody vztahuje podpůrně. Vodní zákon nepovažuje důlní vody za odpadní ani za závadné, pokud se zabezpečí opatření, aby tyto vody nevnikly do povrchových nebo podzemních vod a neohrozily jejich prostředí.

V současném právním systému zůstává nedořešena oblast důlních vod v době po ukončení hornické činnosti – tj. po likvidaci dolu a oprávnění organizace nakládat s důlními vodami, když nakládání je vázáno na provádění hornické činnosti (Volfová, 2023).

Právní režim důlních vod zatím nevyplývá z práva Evropské unie. Ze směrnic Evropského parlamentu a Rady sice vyplývá, že členské státy Evropské unie mohou povolit vtlačování vody obsahující látky, které vznikají při důlní činnosti do geologických struktur, ze kterých byly vytěženy nebo které jsou z důvodů přírodních poměrů trvale nevhodné pro jiné účely a nesmí obsahovat jiné látky než ty, které vznikly při její dřívější činnosti. Dále mohou členské státy Evropské unie povolit zpětné vtlačování podzemní vody čerpané z dolů a lomů nebo čerpané v souvislosti s výstavbou nebo údržbou stavebních děl.

Pojem důlní vody nemá právní smysl bez spojení s důlním dílem a jeho dobývacím prostorem. Problémem v současné legislativě je stále nedořešené postavení důlních vod za situace, kdy je hornická činnost ukončena, důl či lom zlikvidován.

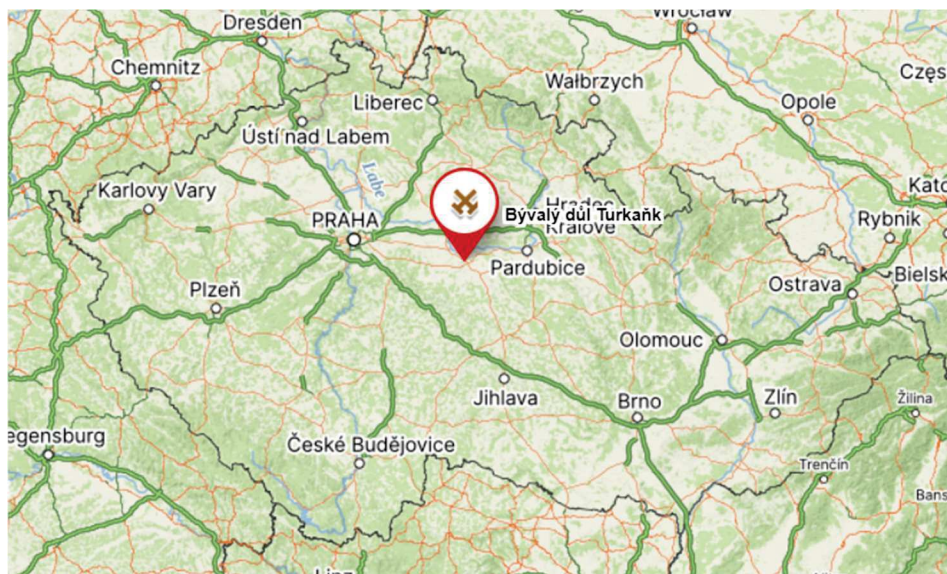
Zákon o vodách v České republice hovoří o zvláštních vodách ve spojitosti s důlní vodou a je nástrojem pro nakládání, odběr, regulaci vypouštění zvláštní/důlní vody jako odpadní vody, má moc ovlivňovat jejich množství, průtok, výskyt a jakost jako ochranu vodního prostředí. Je důležité, aby subjekty zapojené do těžebního průmyslu a vodního hospodářství dodržovaly tyto právní veškeré předpisy a normy, aby bylo zajištěno udržitelné a odpovědné hospodaření s vodami.

4. Charakteristika studijního území

Vybraná lokalita je důl Turkaňk u Kutné hory. Celá tato Kutnohorská oblast je nejznámější důlní revír s historickou těžbou stříbra ve střední Evropě a celé poddolované území tohoto revíru zaujímá plochu cca 80 km².

Důl Turkaňk, který je v centru Turkaňského pásma, leží zhruba 62 km vzdušnou čarou od centra Prahy směrem na východ, (viz obr. č. 4) a 2,5 km od centra Kutné Hory směrem na severovýchod.

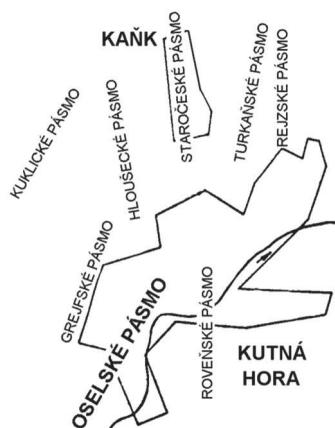
Obr. 4: Mapa ČR s vyznačením dolu Turkaňk



Zdroj: Mapy.cz, ©2023

K zahájení hloubení došlo v roce 1889, ukončení v roce 1991. Celková hloubka dolu Turkaňk je 556 m. 1. patro je propojeno se Štolou 14 pomocníků v úrovni 214,9 m n. m. S Rejzským pásmem je propojeno v úrovni 209,8 m n. m. Dále následuje betonová hráz (přeliv hráze je v 210,3 m n. m.) a tlakové dveře. Ústí štol (206,90 m n. m.) je uzavřeno kombinovanou hrází (beton, dřev, beton) s trubním vyvedením průsakových vod zachycených štolou. Tyto vody není nutné čistit.

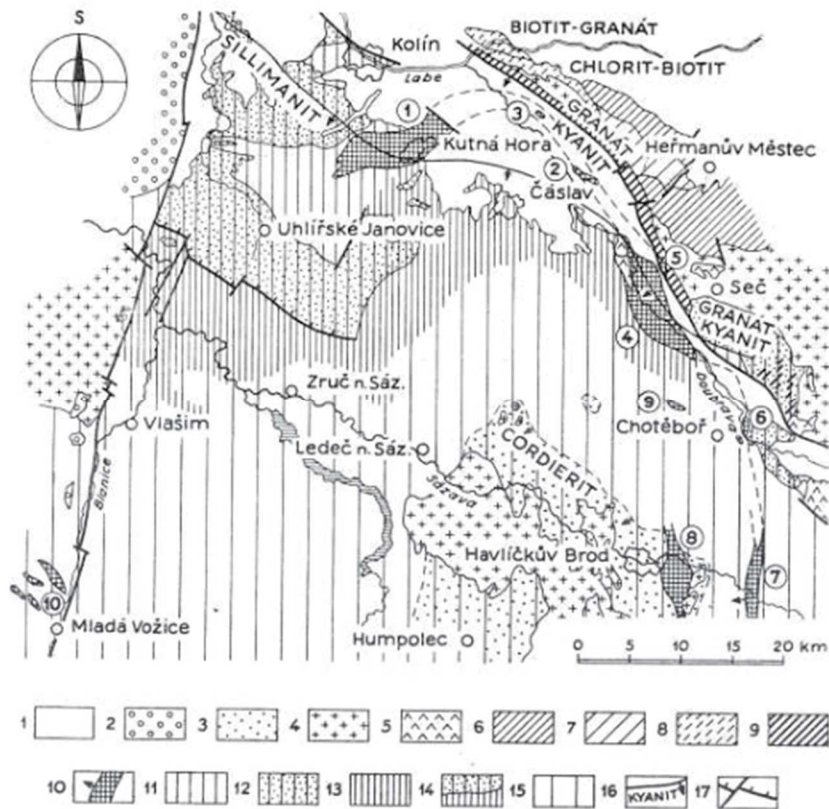
Obr. 5: Schematické zobrazení jednotlivých žilných pásem v okolí Kutné Hory a Kaňku.



4.1 Geologické poměry lokality

Regionálně je oblast Kaňku začleněna do Českého masívu s pokryvnými útvary a postvaristickými migmatity. Skládá se z kutnohorského krystalinika (viz obr. č. 6), a prevariské paleozoikum, které je součástí kutnohorsko-svratecké oblasti.

Obr. 6: Kutnohorské krystalinikum.



Styk moldanubika a kutnohorského krystalinika (podle Mísaře a kol., 1983)

Vysvětlivky: 1 – křída; 2 – perm; 3 – cordieritové ruly a migmatiky; 4 – magmatiky; 5 – bazická a ultrabazická intruziva; 6 – sedimenty kambrium až silur; 7 – eokambrium; 8 – chvaletické proterozoikum; 9 – podhořanské krystalinikum; 10 – malínská skupina; 11 a 12 – kutnohorská skupina; 13 – šternbersko-čáslavská skupina; 15 – moldanubikum.

Zdroj: Mísař a kol., 1983

Geologicky je skladba Kutnohorského revíru velmi pestrá počíná starohorami – proterozoikem, pokračuje přes turon, svrchní křídu ke křídě a končí mezozoikem. Na migmatické vrstvy (červené horniny nejčastěji složené ze granitové a rulové složky) navazují hrubozrnné slepence (konglomeráty), které jsou tmeleny vápenci z období svrchní křídy s relikty nadložních sedimentů, přecházející do tence vrstevnatých jílovců (lupek), které jsou fosiliferní (Mísař et al. 1983). Typické horniny jsou zde dvojslídité ruly, ortoruly, svory, amfibolity, grafitické horniny, nedvědicové mramory a skarny, leptynity, erlány a eklogity. Typickými ložisky jsou křemen-karbonátové žíly se sulfidy. Z minerálů se zde vyskytují sfalerit a galenit, pyrit, pyrhotin, arsenopyrit (Mísař et al. 1983).

V r. 1578 bylo započato svislou šachtou – Panskou jámou, která sloužila jako výdušná a úteková cesta při těžbě na Benátské žíle. Ohlubeň dosahuje 254,44 m n.m. a hloubka je přibližně 221 m pod povrchem s pěti patry s vertikální vzdáleností cca 50 m od sebe. V současnosti jsou na severním předpolí Kaňku další historické dědičné štoly, které jsou zavalené a jejich ústí nejsou na povrchu patrná. Na úpatí dolu Turkaňk je zrekultivované odkaliště, jeho povrch je porostlý vegetací. Oblast zasahuje do klimatického členění tzv. teplé oblasti s průměrnými až podprůměrnými srážkovými úhrny.

4.2 Hydrologické poměry lokality

Okolí dolu Turkaňk je součástí nejzápadnějšího okraje hydrogeologického rajonu 4340 – Čáslavská křída. (Olmer at al. 2006). Do tohoto rajonu spadá jednak křída ve vlastní čáslavské kotlině, ale i denudační křídové reliktu ve výše položených částech území jižně od Kolína. Název a číslo útvaru podzemních vod – dle přílohy č. 6 k vyhlášce č. 5/2011 Sb. – Vyhláška o vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod je 43400 – Čáslavská křída (viz obr. č. 7).

Obr. č. 7: Specifikace hydrogeologického rajonu.

Příloha č. 6 k vyhlášce č. 5/2011 Sb.

Seznam hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod

Číslo útvaru podzemních vod	Název útvaru podzemních vod	Pozice útvaru podzemních vod	Příslušný hydrogeologický rajon	Název příslušného hydrogeologického rajonu
43400	Čáslavská křída	základní	4340	Čáslavská křída

Zdroj: Příloha č. 6 k vyhlášce č. 5/2011 Sb.

Území, do kterého jsou vody z čistírny důlních vod Kaňk vypouštěny, leží v Povodí Labe, v dílčím povodí toku Klejnarky, hydrologické číslo povodí 1-04-01-034, které je stanoveno v příloze vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 393/2010 Sb., o oblastech povodí (viz obr. č. 8 a č. 9).

Obr. 8: Specifikace dílčího povodí.

Obr. 9: Hydr. povodí č. 1-04-01-034

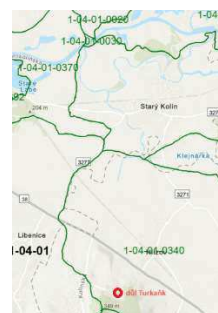
Příloha k vyhlášce č. 393/2010 Sb.

Vymezení dílčích povodí

I. Dílčí povodí Horního a středního Labe

Povodí 3. řádu podle čísla hydrologického pořadí:

1-04-01 Labe od Doubravy po Cidlinu



Zdroj: Příloha k vyhlášce č. 393/2010 Sb

Zdroj: MZe ©2023

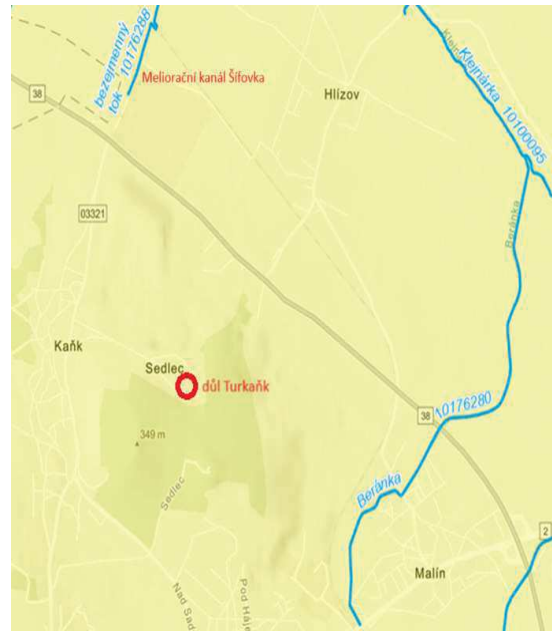
Klejnarka přitéká od jihu a napojuje se na severozápadě na řeku Labe za Starým Kolínem. Pravobřežním přítokem je občasný tok Kačinského potoka, dříve staré Klejnárky a levobřežními přítoky jsou potok Beránka a meliorační kanál Šífovka (viz obr. č. 10 a č. 11), do kterého je svedena přečištěná důlní voda z dolu Turkaňk.

Obr. 10: Kanál Šífovka, mapy.cz



Zdroj: Mapy.cz ©2023

Obr. 11: Rozvodnice



Zdroj: GOV ©202

Protékající přečištěná důlní voda toto povrchové horninové prostředí po většinu části roku dotuje svým průtokem. Měřením toku Klejnarka v profilu pod ústím melioračního kanálu Šífovka byl zjištěn průměrný dlouhodobý průtok $Q_a = 1\,380 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ a roční průtok $Q_{355} = 59 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Více údajů není k dispozici, neboť neprobíhají pravidelná měření Povodím Labe a Český hydrometeorologický ústav průtoky na základě výpočtu poskytuje za úplatu.

Na území dolu Turkaňk není stanoveno záplavové území, vlastní stavba čistírny důlních vod není dotčena případnými záplavovými vodami a nenachází se v ochranném pásmu vodních zdrojů. V širším okolí posuzované čistírny důlní vody je výskyt i pozemní vody mělkého oběhu vázané na zónu přípovrchového zvětrávání rozpukání a rozvolnění spodnoturonských slínovců, a to v místech větší mocnosti slínovcového souvrství, a výskytem zvodně vyvinuté na bázi cenomanského souvrství a v zóně podkřídového zvětrání, rozpukání a rozvolnění metamorfovaného krystalinického podloží. Obecně lze tuto mělkou zvědeň charakterizovat kombinovanou průlinovou a puklinovou propustností a lokálním oběhem podzemní vody, kde k infiltraci atmosférických srážek do horninového prostředí dochází v celé ploše hydrogeologického povodí a tyto případné zvýšené srážky ovlivňují především přítok vod do podzemí a hladinu důlních vod. Ke zvýšené dotaci srážkových vod do podzemních prostor dochází zejména prostřednictvím důlních děl ústících na povrch, prostřednictvím propadů povrchu a vlastních exploatačních prací (volnými či založenými důlními prostorami). Tyto původně srážkové vody se postupně stávají

podzemními vodami a po vniknutí do důlních prostor vodami důlními (§ 40 horního zákona).

Čistírna důlní vody (dále jen „ČDV“) nepodléhá do zařazení určité kategorie dle vyhlášky Ministerstva zemědělství o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly. Množství důlních vod bylo odvozeno z hydrogeologického posouzení zpracovaného při likvidaci dolu Turkaňk. Po stabilizaci vodního režimu v roce 2004 byl dosahovaný výkon ČDV při udržování hladiny důlní vody v dolovém poli cca 3,0 l/s až 4,5 l/s. Množství čištěných důlních vod bylo závislé na srážkách a nárazově dosahovalo i 7 l/s. Na základě zkušeností z provozu původní (provizorní) ČDV byla navržena technologie se dvěma paralelně zapojenými dvojicemi neutralizačních reaktorů, každá o projektovaném čistícím výkonu $4 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ s možností souběžného provozu při výkonu $8 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$.

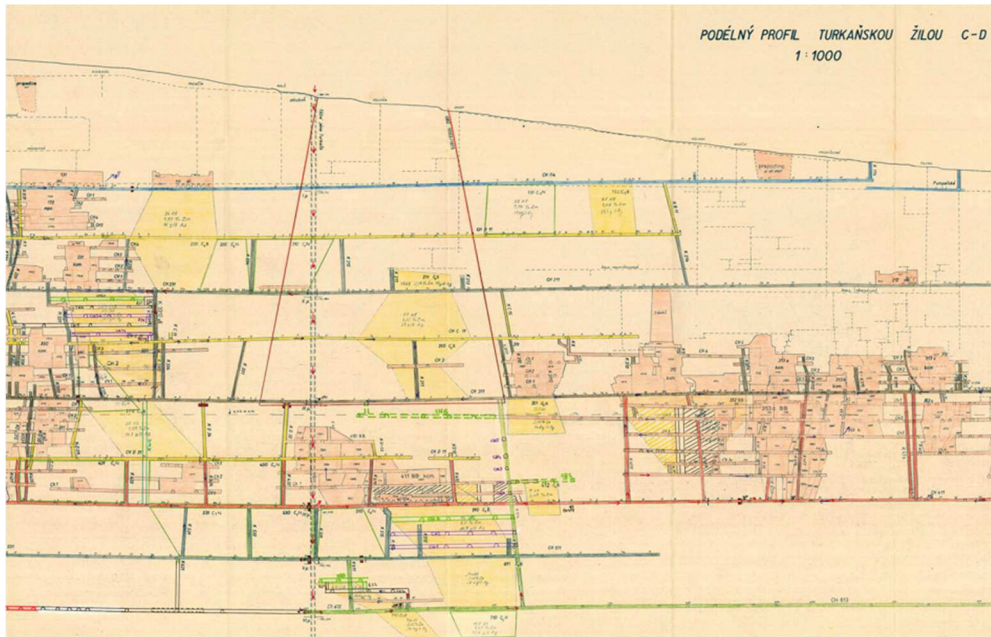
Pro ČDV byly na základě znalostí z průběhu zatápění ložiska, cca 1,9 mil. m^3 prostor, následného provozu a hydrogeologického posouzení, stanoveny následující výše hladin v důlním poli:

- 204,50 m n. m. – střední výška provozní hladiny;
- 206,00 m n. m. – výška provozní hladiny, při které se vyhodnocuje příčina jejího dosažení;
- 209,00 m n. m. – maximální výška hladiny v důlním poli, tato výška je výškou kritickou.

Výšky hladin byly upraveny opatřením závodního dolu vydaným po posledním největším havarijním zvýšení hladiny v dolovém poli a následném výronu kontaminované důlní vody ze Štoly 14 pomocníků do toku Beránka v prosinci roku 2017.

Při zatápění po ukončení těžby docházelo k rovnoměrnému nárůstu hladiny vod v revíru tří vzájemně propojených rudních pásem (těžena dvě pásma – Turkaňské a Rejzské, ve Staročeském byl prováděn pouze průzkum). Každé z pásem mělo jiné složení rudnin (kyzové, sulfidické a smíšené). Z toho vyplývá odlišná kontaminace důlních vod po zatopení základek ve stařinách (zbytky rudnin, chudé rudniny). Současně jsou také odlišné přítoky vod do jednotlivých pásmech, které nikdy nebyly měřeny. Zásadní rozdíl v kvalitě čerpaných důlních vod při těžbě a po zatopení bude vyplývat z objemu vymývaného materiálu a možností jeho kontaminace. Komunikační cesty průsakových vod byly při těžbě prakticky stálé a zbavené kontaminantů. (Grmela a kol., 2018). Zatopením se výrazně zvýšil objem vymývaných základek a tím i kontaminace důlní vody (viz obr. č. 12).

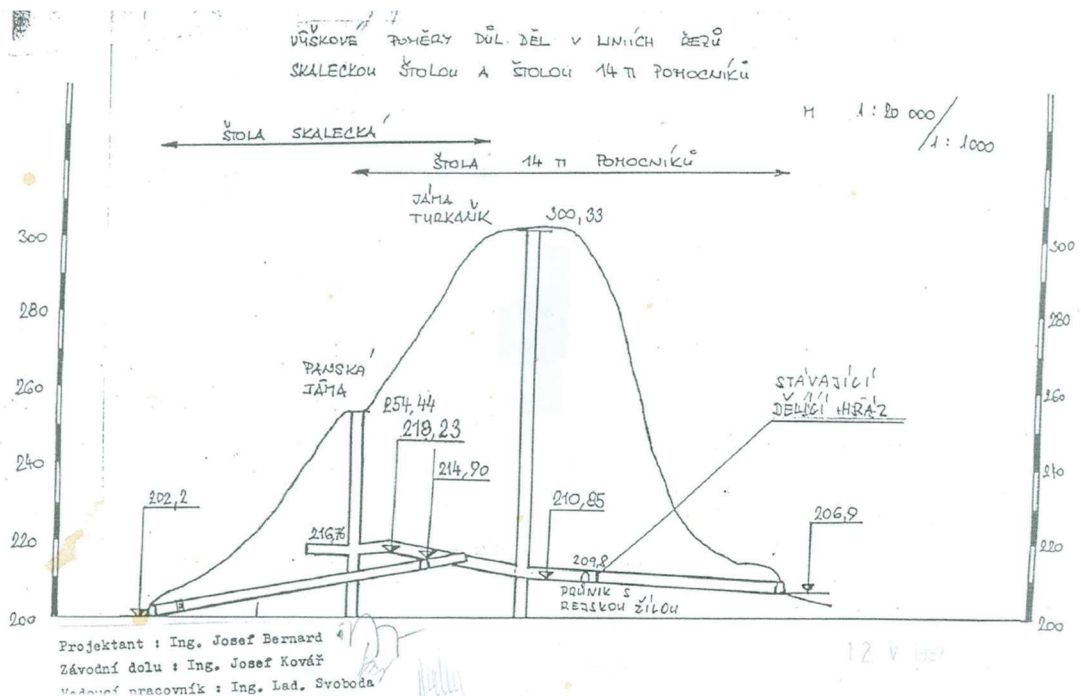
Obr. 12: 5 pásem na dolu Turkaňk.



Zdroj: DIAMO ©2023

Dále je nutné vzít v úvahu, že při odčerpávání důlní vody z jámy Turkaňk na Turkaňském pásmu dochází k míchání vod z jednotlivých pásem (viz. obr. č. 13) a tato směs bude v čase proměnlivá, ovlivněná přítoky do těchto pásem, typem zbytkového zrudnění v základkách jednotlivých pásem.

Obr. 13: Výškové poměry důl Turkaňk.



Zdroj: DIAMO ©2023

Základní roli bude hrát časový faktor, důlní prostory se budou promývat a kontaminantů bude postupně ubývat (Kolektiv autorů, 2003). Odhad dlouhodobého

vývoje stavu důlních vod se v České republice stal nutností pro efektivní čištění důlních vod s pravidelným monitoringem důlních vod (Zeman a kol., 2007).

4.3 Historie

V 10. století byl Malín patrně hradem a mincovnou Slavníkovců. Na počátku 12. století byl trhovým místem, neboť jím vedla cesta z Polabí do Čáslavi. To vede v některých případech ke spekulacím, že s také kutnohorského dolování bylo zahájeno již od 10. století. K těmto domněnkám však neexistují žádné historické důkazy a význam byl spíše takový, že přicházeli zahraniční kupci a vyměňovali stříbro za zboží (Kutná Hora ©2020). Město Kutná Hora /Kutennsberg/ bylo oficiálně založeno v roce 1142, ale jeho skutečný význam a vzestup přišel až s rozvojem těžby stříbra ve 13. století (Kutná Hora ©2020).

K prvním nálezům stříbrných ložisek v okolí Kutné Hory došlo pravděpodobně v průběhu 13. století, což vedlo k zahájení rozsáhlé stříbrné těžby, která byla brzy následována rozvojem stříbrného průmyslu zahrnujícího zpracování a rafinaci stříbra získaného z dolů a zároveň k rozvoji mincovnictví, k výrobě tzv. "prager groschen" (tolar) a dalších mincí a výrobků (Kutná Hora ©2020).

První zákon byl vydán králem Václavem II. v latině *Ius regale montanorum* – v překladu „právo těžit horu“ v roce 1300 tzv. Horní zákoník. Byl součástí právního a ekonomického uspořádání tehdejšího středověkého českého království. Měl za úkol regulovat těžbu nerostů, zejména stříbra, které bylo v té době důležitým zdrojem bohatství pro české království. Tyto historické dokumenty byly často vytvářeny a mohly být měněny v závislosti na konkrétních okolnostech, potřebách a politickém prostředí dané doby (Zdař Bůh ©2022).

Zákoník upravoval postup udělování privilegií na těžbu a práva spojená s nalezenými nerosty. Tato privilegia mohla být udělena těžařům nebo horníkům. Zabýval se finančními otázkami spojenými s těžbou, včetně daní a poplatků odváděných královské koruně. Byly zřízeny horní soudy, které měly rozhodovat o sporech týkajících se těžby nerostů a aplikaci Horního zákoníku (Zdař Bůh ©2022). Těžba stříbra byla v té době klíčovým faktorem pro bohatství českého království, a Horní zákoník měl zajistit regulaci a kontrolu této důležité činnosti.

Kutná Hora se stala v České republice významným středověkým střediskem těžby a zpracování stříbra. Rozsáhlé stříbrné doly přitahovaly obchodníky a horníky z různých částí Evropy. Nejznámější etapa stříbrné těžby v Kutné Hoře se datuje od 13. do 16. století (Kutná Hora ©2020). Vrchol stříbrné těžby a zpracování v Kutné Hoře byl v 14. století. Později v 16. století však došlo k úpadku, částečně v důsledku vyčerpání ložisek stříbra, moru, válek a následným ekonomickým potížím. Doly se postupně zatápěly, vodotěžné stroje nestačily odčerpávat vodu a v 17. století šlo spíše než o dolování o zachování zdání, že se stále pracuje, aby si město mohlo uchovat svobodu patřící hornickému městu. Koncem 17. století přestává být zájem těžařů a v 18. století je konstatováno, že jsou žíly jalové a je rozhodnuto doly opustit. V 19. století bylo několik neúspěšných pokusů o obnovení těžby (Zdař Bůh ©2022).

Ve 20. století byly zahájeny hornické a geologické průzkumy v různých částech kutnohorských revírů a některé šachty se otvírají po 2. světové válce za účelem těžby

polymetalických rud. Těží se převážně v Rejzském a Turkaňském pásmu. Ukončení těžby na dole Turkaňk v roce 1991 bylo způsobeno vyhlášením útlumového programu rudného hornictví (pokles finanční dotace na těžbu a zpracování polymetalů) (Zdař Bůh ©2022).

4.4 Způsob a podmínky vypouštění důlních vod

Podmínky vypouštění důlních vod jsou vodohospodářem uváděny v limitech:

- „p“ – což je přípustná hodnota koncentrací pro rozборы směsných vzorků odpadních vod vypouštěných do vodoteče;
- „m“ – což je maximálně přípustná hodnota koncentrací pro rozборы prostých vzorků odpadních vod vypouštěných do vodoteče.

Rok 2001

Začátkem roku 2001 se hladina důlních vod rychle přibližovala úrovni 1. patra a předpokládanému přelivu na Štolu 14 pomocníků. Tehdejší Rudné doly Příbram, s. p. podaly 14. 3. 2001 žádost o vypouštění důlních vod a požádaly Okresní úřad Kutná Hora, referát životního prostředí o stanovení podmínek pro vypouštění důlních vod do toku Šífovka v k. ú. Hlízov a o povolení stavby „provizorní čištění důlních vod, Kutná Hora – Kaňk.

Projekt stavby navrhoval čištění důlních vod v množství cca 3 l/s v provizorní ČDV formou neutralizace vápenným mlékem, sedimentace a filtrace odpadního kalu a dočasné uložení odpadu z ČDV v areálu Rudných dolů Příbram, s.p. Vycištěné důlní vody měly být vypouštěny stávající kanalizací, vedené přes kontrolní jímky v lokalitě Skalka do toku Šífovka v kvalitě požadované tehdejším nařízením vlády s tím, že koncentrace rozpuštěných látek a síranů dle předchozích laboratorních testů nevyhoví tomuto nařízení vlády a k dodatečnému naředeění má dojít až po vyústění Šífovky do Klejnarky. Smísením vypouštěných důlních vod z ČDV s vodou v toku Kejnarka bude obsah síranů i rozpuštěných látek odpovídat tehdejšímu nařízení vlády.

Rozběhla se správní řízení a jednání. Dotčené orgány státní správy vydaly souhlasná vyjádření a to konkrétně: Městský úřad Kutná Hora – Stavební úřad; Okresní úřad Kutná Hora – Okresní hygienik; Okresní úřad Kutná Hora, referát životního prostředí; Obvodní báňský úřad v Kladně; Krajský úřad Středočeského kraje, obec Hlízov a město Kutná Hora.

Dne 29.5.2001 vydal Okresní úřad Kutná Hora, referát životního prostředí Rozhodnutí č.j. ŽP/295/1575/01/Zah, o podmínkách pro vypouštění důlních vod s přípustnými a maximálně přípustnými limitními hodnotami (viz obr. č. 14) na dobu určitou a to do 31.12.2004 a povolil zřízení vodohospodářského díla „Provizorní čištění důlních vod, Kutná Hora – Kaňk“. Stavba měla být dokončena do 31.10.2001. Před dokončením bylo požádáno o povolení zkušebního provozu stavby.

Obr. 14: Rozhodnutí MěÚ Kutná Hora.

v množství: **max 3 l/s** **95 000 m³/rok**

v kvalitě:

ukazatel	"p"(mg/l)	"m"(mg/l)	hmotnostní limit (t/rok)
pH	7 - 9,5	7 - 9	-
NL	20 30	30 60	1,9
NEL	3 -	5 -	0,3
RL	3 500 5 000	4 000 9 000	332,5
sírany	2 500 3 500	3 000 4 000	237,5
železo	1 5	2 10	0,1
zinek	0,5 3	1 7	0,05
olovo	0,5 -	1 -	0,05
měď	0,5 0,01	1 0,015	0,05
arzen	0,1 0,15	0,2 0,2	0,01
mangan	1 5	2 10	0,1
kadmium	0,1 0,01	0,2 0,015	0,01

kde "p" je přípustná hodnota koncentrací pro rozbor směsných vzorků vypouštěných odpadních vod
"m" je maximálně přípustná hodnota koncentrací pro rozbor prostých vzorků odpadních vod

Zdroj: DIAMO ©2023

V podmínkách pro vypouštění důlních vod byly popsány kontrolní měření a rozbor vzorků včetně vyhodnocení měření s následným hlášením vodohospodářskému orgánu.

Další podmínkou bylo hrazení zvýšených nákladů na údržbu Šífovky z důvodu likvidace nánosů z toku a škod na objektech v toku, vzniklých v souvislosti s vypouštěním vyčištěných důlních vod, Zemědělské vodohospodářské správě .

Dále předložení návrh opatření v toku Šífovky pro ochranu před účinky vypouštěných důlních vod s vysokým obsahem síranů vodohospodářskému orgánu.

Poslední podmínkou pak bylo předložení dokumentace řešící zjišťování vlivu vypouštěných vyčištěných důlních vod na okolní biotopy v průběhu zkušební provozu Okresnímu úřadu Kutná Hora, referátu životního prostředí jako orgánu ochrany přírody a krajiny

V květnu 2001 byla hladina důlních vod již na kvótě 203,4 m n. m. V září 2001 dostoupala hladina důlní vody na úroveň 1. patra, 210,3 m n. m., tzn. na kvótu přelivu hráze ve Štole 14 pomocníků v k. ú. Malín. I přesto, že byly na Štole 14 pomocníků uzavřeny tlakové dveře, docházelo vlivem průsaků důlních vod k ovlivnění málo vodného toku Beránky. Stavba ČDV byla zahájena dne 23.7.2001, dodavatelem stavby byl Etming s.r.o. Přerov, stavba byla dle změn dokončena a předána 30.11.2001. Vybudování provizorní ČDV v upraveném objektu bývalé úpravny dolu Turkaňk si vyžádalo počáteční investici 22 milionů Kč. Další komplikací se stává zrušení státního podniku Rudné doly Příbram k 31.10.2001 a sloučení se státním podnikem DIAMO Stráž pod Ralskem. Tímto sloučením jsou ovlivněna práva hospodaření k majetku a práva závazků. Od 1.12.2001 byl zahájen zkušební provoz v provizorní čistíče důlních vod.

Rok 2002

Nové podmínky pro vypouštění důlních vod z ČDV dolu Kutná Hora – Kaňk byly stanoveny po provedeném řízení rozhodnutím Okresního úřadu Kutná Hora, referátu životního prostředí č.j. ŽP/vl.48/629/02/Zah dne 14.2.2002.

Obr. 15: Rozhodnutí OÚ Kutná Hora.

v množství: průměrně 3 l/s max 6 l/s 95 000 m³/rok

v kvalitě:

ukazatel	"p"(mg/l)	"m"(mg/l)	hmotnostní limit (t/rok)
pH	7 - 9	7 - 9	-
NL	30	60	2,5
železo	5	10	0,4
zinek	3	7	0,25
měď	0,01	0,015	0,001
arzen	0,15	0,2	0,01
RL	5 000	9 000	420
mangan	5	10	0,4
sírany	3 500	4 000	280
kadmium	0,01	0,015	0,01

Zdroj: DIAMO ©2023

26.2.2002 bylo Okresním úřadem Kutná Hora, referát životního prostředí, č.j. ŽP/vl.49/630/02/Zah, dodatečné povolení stavby „Provizorní čištění důlních vod, Kutná Hora – Kaňk“ s adaptací objektů 18 – bývalá hala úpravny a 19 – bývalá deponie koncentráту. 8.3.2002 bylo Okresním úřadem Kutná Hora, referát životního prostředí, č.j. ŽP/44/148/02/Zah uděleno povolení k prozatímnímu užívání stavby „Provizorní čištění důlních vod, Kutná Hora – Kaňk“ na dobu 12 měsíců od nabytí právní moci rozhodnutí, s tím, že vyhodnocení zkušebního provozu bude provedeno nejpozději do 30.6.2003. V roce 2002 došlo v důsledku vysokých dešťových srážek k rychlejšímu stoupaní hladiny důlní vody a tím většímu tlaku na přečerpávání a čištění důlní vody.

Rok 2003

Dne 23.9.2003 bylo Městským úřadem Kutná Hora, odbor životního prostředí vydáno rozhodnutí o stanovení podmínek (viz obr. č. 16) pro vypouštění důlních vod z provizorního čištění důlních vod, Kutná Hora – Kaňk na dobu do 30.6.2006.

Obr. 16: Rozhodnutí MěÚ Kutná Hora.

v množství: průměrně 6 l/s max 9 l/s 189 216 m³/rok

ukazatel	"p"(mg/l)	"m"(mg/l)	hmotnostní limit (t/rok)
pH	7 - 9	7 - 9	-
NL	30	60	5,6
železo	2	4	0,38
zinek	1,5	4	0,28
arzen	0,15	0,2	0,03
RL	5 500	6 000	1 041
mangan	4	8	0,75
sírany	3 500	4 000	662
kadmium	0,05	0,05	0,009

kde "p" je přípustná hodnota emisního ukazatele, "m" je maximálně přípustná hodnota emisního ukazatele

Zdroj: DIAMO ©2023

Došlo k zdvojnásobení množství vypouštěných důlních vod na průměrných 6 l/s (maximálně 9 l/s) s objemem 189 216 m³/rok na základě komplexně odzkoušené technologie zkušebního provozu, kdy byla ČDV Kutná Hora – Kaňk rozhodnutím č.j. ŽP/1139/03/Zah z 6.6.2003 uvedena do trvalého provozu.

Rok 2006

31.3.2006 bylo Krajským úřadem Středočeského kraje, odborem životního prostředí a zemědělství vydáno rozhodnutí č.j. 23338-2779/06/OŽP-V-Še, kde se stanoví způsob a podmínky (viz obr. č. 17) vypouštění důlních vod s téměř shodnými ukazateli pro období 1.7.2006 – 31.12.2010

Obr. 17: Rozhodnutí KÚ Středočeského kraje.

v množství a hodnotách ukazatelů	průměr 6 l/s	max. 9 l/s	max 190 tis. m ³ /rok	
ukazatel	hodnota – p (mg/l)		hodnota – m (mg/l)	max . (t/rok)
Fe	2		4	0,38
Zn	1,5		2	0,28
NL	25		40	4,73
Mn	4		8	0,75
As	0,15		0,2	0,03
RL	5500		6000	1041
sírany	3500		4000	662
pH	7 - 9			

Zdroj: DIAMO ©2023

DIAMO, s.p. nechal v roce 2007 zhotovit projektovou dokumentaci současné ČDV.

Rok 2008

Podle rozhodnutí Městského úřadu Kutná Hora, odbor životního prostředí ze dne 10.1.2008, č. j. 2007/54006/ZPR/04 byla povolena stavba ČDV a spolu s ní bylo zahájeno vodoprávní řízení ohledně ČOV pro čištění splaškových vod z budoucích nových kanceláří a sociálního zařízení v areálu dobývacího prostoru. 5.6.2009 bylo Městským úřadem Kutná Hora, odborem životního prostředí, vydáno rozhodnutí č.j.022118/2009/ZPR/02 o povolení ČOV pro čištění splaškových vod z kanceláří v areálu dobývacího prostoru Kaňk s vypouštěním do stávajícího potrubí vyústěného do přítoku toku Šífovka spolu s odvodem vyčištěných důlních vod a byly určeny povolené jakostní hodnoty vypouštěných vod.

Podle projektu byly realizovány veškeré stavební úpravy zázemí budovy čistírny – s osazením nově navržené technologie ČDV, vytvoření nových skladů, kanceláří, sociálního zařízení obsluhy. Rekonstrukce podlah v suterénu zahrnující vyspádování do odvodňovacích kanálků s povrchovou úpravou odolnou vůči agresivnímu prostředí. Byly vybudovány nové elektrorozvodny NN, elektroinstalace technologie vedené v kabelových trasách po povrchu, ocelové konstrukce, obslužné plošiny a schodiště pro novou technologii.

Rok 2009

Krajský úřad Středočeského kraje, odbor životního prostředí a zemědělství, dne 12.10.2009 pod č. j. 176622/2009/KUSK/OŽP/Ně rozhodl jako vodoprávní úřad o

způsobu a podmínek (viz obr. č. 18) vypouštění důlních vod na dobu dalších 4 let a tím zrušil rozhodnutí ze dne 31.3.2006.

Obr. 18: Rozhodnutí KÚ Středočeského kraje.

Vyčištěné důlní vody budou odváděny do recipientu v množství:

m ³ /rok	m ³ /měsíc	prům. l/s	max. l/s
189 216	15 768	6	9

Emisní limity - přípustné a nejvýše přípustné ukazatele koncentrace a množství znečištění vypouštěných důlních vod:

Ukazatel	„p“ - mg/l přípustné hodnoty	„m“ - mg/l maximální hodnoty	t/rok
pH	7 - 9		
NL	25	40	4,73
železo	2	4	0,38
zinek	1,5	2	0,28
arsen	0,15	0,2	0,03
RAS	5 500	6 000	1 041
mangan	4	8	0,75
sírany	3 500	4 000	662

Zdroj: DIAMO ©2023

Rok 2010

Dne 25.8.2010 vydává Městský úřad Kutná Hora, odbor životního prostředí pod č.j. 029439/2010/ZPR/MAK/05 Kolaudační souhlas I s užívání stavby ČDV Kaňk – stavební a technologické úpravy ČOV a Sloupové trafostanice a kabelové přípojky NN. Zároveň téhož dne vydává tentýž úřad rozhodnutí o zkušebním provozu na ČDV Kaňk – stavební a technologické úpravy a Stavební úpravy vlastní budovy ČDV na dobu do 30.9.2011.

Rok 2012

Kolaudační souhlas II. s užíváním stavby současné ČDV vydal Městský úřad Kutná Hora, odbor životního prostředí, dne 5.6.2012 pod č. j. 016824/2012/ZPR/POM. Zkušební provoz prokázal schopnost ČDV Kaňk vyčistit důlní vody tak, aby byly plněny limity dle povolení Krajského úřadu Středočeského kraje, odboru životního prostředí a zemědělství pod č. j. 176622/2009/KUSK/OŽP/Ně ze dne 12.10.2009 a je schopna trvalého provozování a dodržování povolených limitů do roku 2013.

Rok 2013

Dne 14.10.2013 vydává Krajský úřad Středočeského kraje, odbor životního prostředí a zemědělství, pod č. j. 135302/2013/KUSK rozhodnutí, kde mění jen dobu platnosti předešlého rozhodnutí ze dne 12.10.2009 pod č. j. 176622/2009/KUSK/OŽP/Ně a prodlužuje platnost povolení způsobu a podmínek vypouštění důlních vod do vod povrchových z ČDV do melioračního kanálu Šífovka do 31.12.2017. Ostatní podmínky rozhodnutí zůstaly stejné, tj. limity a způsob se nezměnily.

Rok 2018

Dne 23.1.2018 vydává Krajský úřad Středočeského kraje, odboru životního prostředí a zemědělství další Rozhodnutí, č.j. 138896/2017/KUSK a stanovuje

podmínky (viz obr. č. 19) a způsob vypouštění důlních vod do vod povrchových na platnou dobu od 1.1.2018 – 31.12.2022.

Obr. 19: Rozhodnutí KÚ Středočeského kraje.

Množství vypouštěných důlních vod:

prům. l/sec	max. l/sec	max. m ³ /měsíc	m ³ /rok
6	9	15 768	189 216

Jakost vypouštěných odpadních vod

	„p“ (mg.l ⁻¹)	„m“ (mg.l ⁻¹)	t. rok ⁻¹
pH	6	9	
NL	25	40	4,73
RAS	5500	6000	1041
Fe	2	4	0,38
SO ₄ ²⁻	3500	4000	662
Zn	1,5	2	0,28
As	0,15	0,2	0,03
Mn	4	8	0,75

Zdroj: DIAMO ©2023

Rok 2022

Poslední platné Rozhodnutí je č.j. 078660/2022/KUSK ze dne 21.9.2022 s dobou platnosti od 1.1.2023 do 31.12.2026.

Obr. 20: Rozhodnutí KÚ Středočeského kraje.

Množství vypouštěných důlních vod:

prům. l/sec	max. l/sec	max. m ³ /měsíc	m ³ /rok
6	9	15 768	189 216

Jakost vypouštěných odpadních vod

	„p“ (mg.l ⁻¹)	„m“ (mg.l ⁻¹)	t. rok ⁻¹
pH	6	9	
NL	25	40	4,73
RAS	5500	6000	1041
Fe	2	4	0,38
SO ₄ ²⁻	3500	4000	662
Zn	1,5	2	0,28
As	0,15	0,2	0,03
Mn	4	8	0,75

Zdroj: DIAMO ©2023

V tomto rozhodnutí nastává změna v podmínkách vypouštění důlních vod, a to přidáním bodu 8) Kalová voda v procesu čištění důlních vod je stále vodou důlní a je

možné ji v případě potřeby vypouštět zpět do podzemí. Tento bod umožňuje firmě DIAMO, s.p. nakládat s „odpadní“ vodou z procesu čištění tak, jak uzná za vhodné – třeba i vracet zpět do dolu.

5. Metodika

Přípravná

Při vypracování této bakalářské práce byla prvním krokem rešerše dostupných českých a zahraničních zdrojů, kterými byly odborné publikace, články a elektronické zdroje zabývající se danou problematikou. Dalším krokem byly konzultace a průzkum čistírny důlních vod Kaňk – Kutná Hora, která čerpá důlní vody z jámy bývalého dolu Turkaňk s vedoucím úseku čistících stanic Příbram Ing. Miroslavem Růžičkou. S panem Ing. Josefem Kovářem, zastávající funkci závodní dolu, byly konzultovány prostory propadlišť, hladiny důlní vody a rozhodnutí vodohospodářů. Firma DIAMO, s. p., odštěpný závod Správa uranových ložisek Příbram, poskytla veškerá data měření v elektronické podobě.

Analytická

Následně bylo provedeno popsání a zhodnocení veškerých získaných materiálů a dat z čističky důlních vod. Došlo k vyhodnocení, vytvoření grafů a zhodnocení celého procesu čištění a účinnosti čistírny důlních vod Kaňk u Kutné Hory.

V práci bylo pracováno s limitními podmínkami „p“ vypouštěných důlních vod povolenými vodohospodářem, což je přípustná hodnota koncentrací pro rozbor směsných vzorků odpadních vod vypouštěných do vodoteče. Grafy byly vytvořeny v aplikaci MS Excel s využitím funkcí kontingenční tabulky. Bylo provedeno porovnání se současnými platnými limitními hodnotami stanovenými Rozhodnutím Krajského úřadu Středočeského kraje, odboru životního prostředí a zemědělství ze dne 21.09.2022. Tyto hodnoty byly převážně stanoveny již v roce 2006 a od té doby nedošlo ke změně. Z uvedeného důvodu byly užity tyto hodnoty jako konstantních.

Obr. 21: Limity vypouštění.

limity vypouštění	pH	NL 105	Fe	Mn	SO ₄ ²⁻	As	Zn	RAS
"p"	6,00	25 mg/l	2 mg/l	4 mg/l	3 500 mg/l	0,15 mg/l	1,5 mg/l	5 500 mg/l

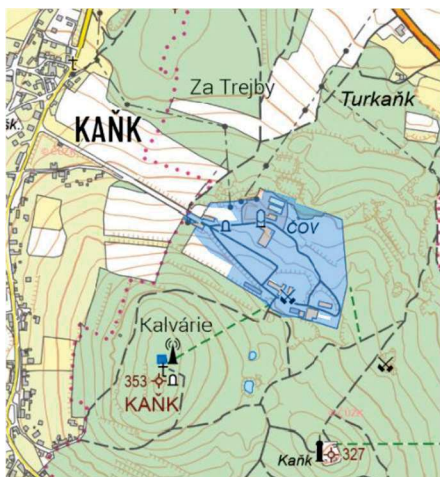
Zdroj: autor, 2024

Záměrem práce bylo dále porovnat hodnoty s hodnotami měření např. od Povodí Labe a Českého hydrometeorologického ústavu. Povodí Labe však v tomto úseku neměří průtoky ani na toku Beránka, ani na toku Klejnarka, nejbližší měrné místo je u Starého Kolína. To je však již vzdálené a data by nebyla vypovídající. Český hydrometeorologický ústav průtoky na základě výpočtu poskytuje za úplatu.

6. Současný stav řešené problematiky

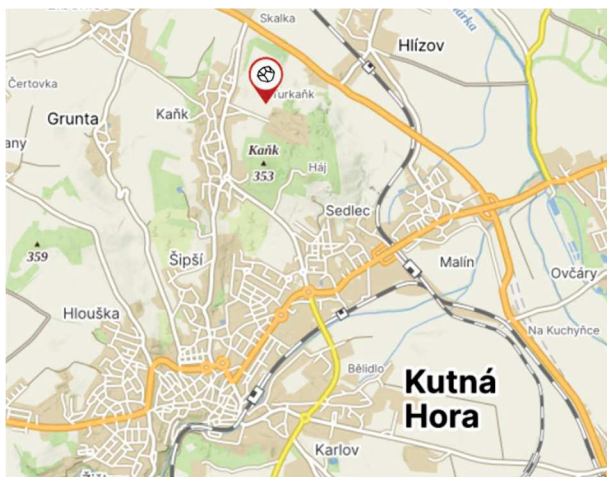
V současné době stále funguje ČDV Kutná Hora – Kaňk, která je, až na nutná přerušení provozu z důvodu čištění, v provozu 24 hodin denně. Rozkládá se v areálu bývalého dolu Turkaňk (viz obr. č. 22 a č. 23).

Obr. 22: Areál dolu Turkaňk.



Zdroj: CUZK ©2023

Obr. 23: Umístění dolu Turkaňk.



Zdroj: Mapy.cz, ©2023

Státními a dozorovými organizacemi dohlížející na ČDV Kutná Hora – Kaňk jsou:

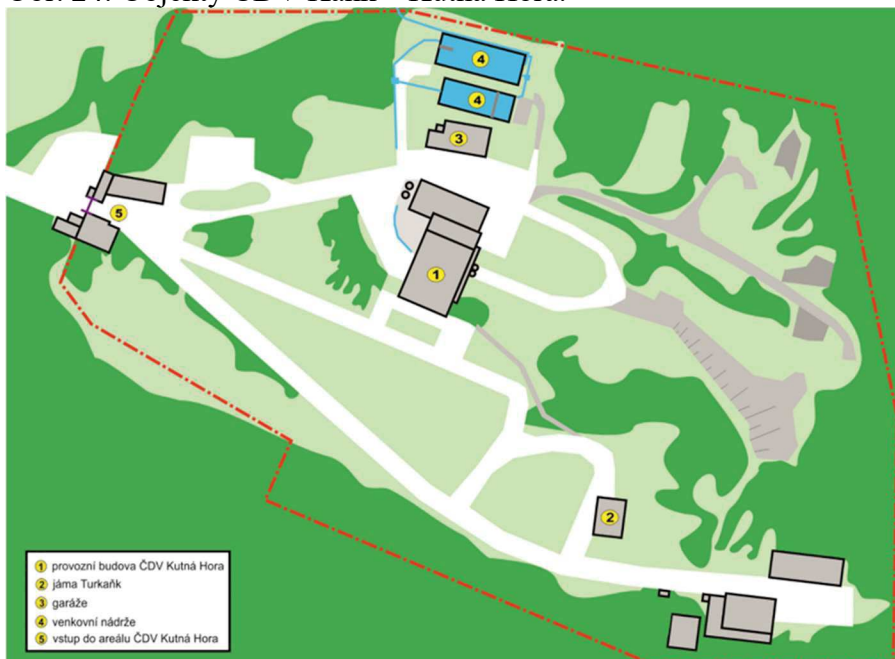
- Správce vodního toku – Povodí Labe se sídlem v Hradci Královém
- Vodoprávní úřad – Krajský úřad Středočeského kraje, odbor životního prostředí a zemědělství se sídlem v Praze 5
- Městský úřad Kutná Hora – referát životního prostředí se sídlem v Kutné Hoře
- Obvodní báňský úřad pro území Hlavního města Prahy a kraje Středočeského se sídlem v Praze
- Krajská hygienická stanice Středočeského kraje se sídlem v Praze – územní pracoviště v Kutné Hoře

6.1 Technologie čerpání a čištění důlní vody

Čištění důlní vody probíhá na základě následujících technologických uzlů:

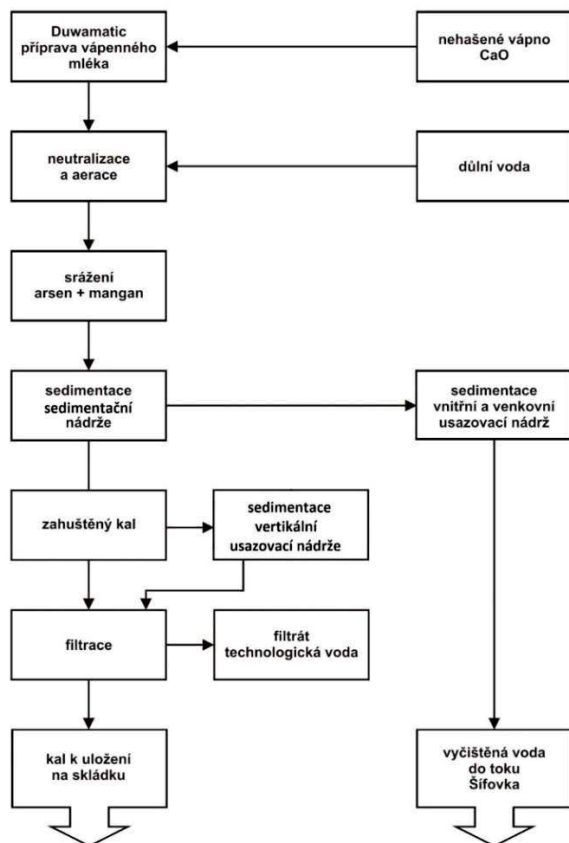
- čerpání důlní vody z dolu a přívod důlní vody do ČDV (viz. obr. 24)
- aerace a neutralizace (viz. obr. č. 25)
- sedimentace a filtrace (viz obr. č. 25)
- příprava a dávkování vápenného mléka a flokulantu (viz obr. č. 25)
- skladování kalů před odvozem k likvidaci (kontejner pod kalolisy)
- pomocná zařízení

Obr. 24: Objekty ČDV Kaňk – Kutná Hora.



Zdroj: DIAMO ©2023

Obr. 25: Schéma čištění důlní vody ČDV Kaňk – Kutná Hora.



Zdroj: DIAMO ©2023

Vyčištění důlních vod slouží ke snížení množství kontaminantů pod hodnoty dané rozhodnutím vodoprávního úřadu. Veškeré kontaminanty jsou zachycovány v kalu, který je po separaci a zahuštění likvidován odvozem certifikovanou firmou k uložení na skládce nebezpečných odpadů či rozředěný odveden zpět do ložiska. Důlní voda z důlního prostoru bývalého dolu Turkaňk je čerpána ponorným čerpadlem umístěným v jámě dolu do vyrovnávací nádrže. Čerpadlo je zapuštěno i s výtlačným potrubím v hloubce 114 m od povrchu, což je 186,14 m n.m. Tato hloubka zapuštění čerpadla může být dle potřeby měněna.

Důlní voda je čerpána do vyrovnávací nádrže, která se nachází v šachetní budově. Vyrovnávací nádrž je plastová o objemu 1 m³. Z této nádrže vede přepadové potrubí do ústí vrtu, který se nepoužívá pro čerpání, a tím se vrací případný přebytek důlní vody zpět do dolu. Důlní voda je z šachetní budovy svedena gravitačně nadzemním potrubním rozvodem o průměru 150 mm do zařízení čistírny důlních vod. Tato voda má vyšší teplotu v rozmezí 13 °C až 14 °C, proto není třeba nadzemní potrubí chránit v zimním období proti zámrazu. Důlní voda je vedena přes šoupátko a průtokoměr do aeračního uzlu ČDV. Množství přiváděné vody a její pH je snímáno a předáváno do řídicího počítače a dle hodnot automaticky řízeno natékání do aeračního reaktoru A1. Z reaktoru tvořeným trubkovým rozvodem přepadá voda do jedné dvojice za sebou zapojených neutralizačních reaktorů R1-R2, R3-R4, umožňující dvoustupňovou neutralizaci důlních vod vápenným mlékem a oxidací vzduchem, který je dmýchadly D1-D4 vháněn do aeračních systémů umístěných ve spodní části reaktorů a dmýchadlem D5 do areátoru A1. Reaktory jsou zapojeny v lince sériově a obě linky tak lze provozovat při zvýšených nátocích souběžně.

Pro vápenné mléko se používá nehasené práškové vápno (CaO) přivezené autocisternou do vápenných sil S1 a S2. Ze sil je práškové vápno dávkováno řízeně do hasící nádrže, kde probíhá hašení vápna a v ředící nádrži se naředí na požadovanou koncentraci. Nádrže jsou vybavené míchadly a nepřetržitě směs míchají.

Před vstupem důlní vody do každého z reaktorů je do směšovače řízeně dávkováno vápenné mléko na základě hodnot pH měřených za jednotlivými reaktory. Požadovaná hodnota pH je 5,0 až 5,5. Přidává se i kal z nádrže A5, z důvodů využití jeho zbytkové neutralizační kapacity a jako zárodečný materiál pro usnadnění tvorby nového kalu. Neutralizací vstupní kyselé důlní vody dochází k vysrážení iontů kovů do formy prakticky nerozpustných sloučenin – hydroxidy a sírany. Z prvního stupně neutralizace (reaktory R1 či R3) natéká neutralizovaná voda přepadem přes svislý směšovač do druhého stupně neutralizace do spodní části reaktoru R2 či R4. Před svislý směšovač je ještě dávkováno vápenné mléko čerpadly na základě hodnot pH a dochází k úpravě na hodnoty pH 8,5 – 9,2.

Neutralizovaná důlní voda odtéká přepadem z reaktoru R2 a R4 propojovacím žlabem do rozdělovače nátoku a následně do trojice sedimentačních nádrží SN1, SN2 a SN3 válcového tvaru s kuželovým dnem a uklidňovacím válcem umístěným ve středu nádrže, do kterého natéká zneutralizovaná důlní voda z rozdělovačí nádrže. Propojení sedimentačních nádrží je provedeno otevřenými žlaby z důvodu snadnějšího čištění od inkrustů. Před rozdělovač nátoku je do jednotlivých žlabů pro zvýšení sedimentační rychlosti dávkován pomocí dávkovacího čerpadla roztok flokulantu Praestol 2510 z nádrže ZF, kde se roztok připraví rozpuštěním sypkého flokulantu v míchací nádrži. Vyvločkovaný kal sedimentuje a zahušťuje se v kuželové části, vyčeřená voda přepadá přes hranu do odváděcích žlabů.

Z kuželové spodní části sedimentačních nádrží se čerpadly Mape 50 (C1a, C1b) odčerpává zahuštěný kal do kalové nádrže A4 pro plnění kalolisů v pravidelných intervalech nebo je odčerpávání řízeno obsluhou podle výšky hladiny kalů v jednotlivých sedimentačních nádržích. Kal je odčerpáván i do nádrže A5, odkud může být vrácen čerpadlem pro zlepšení srážení a sedimentace do směšovačů SM1 nebo SM2, tj. před první neutralizační reaktory R1 nebo R3. Odsazená voda je ze sedimentačních nádrží odváděna přepadem a žlaby do vnitřní usazovací nádrže o objemu 523 m³, stejně jako filtrát z kalolisů. Z vnitřní usazovací nádrže odtéká voda samospádem do dvou venkovních usazovacích nádrží o objemu 600 m³ a o objemu 1 500 m³, které jsou zapojeny sériově a v případě čištění je možnost v rozdělovací šachtici odklonit tok vody do jedné nebo druhé nádrže. Z venkovních usazovacích nádrží je vyčištěná důlní voda vypouštěna přes výtokovou šachtici Š1, kde je měřeno pH, do podzemního potrubí DN400, kterým odtéká z areálu ČDV do melioračního kanálu Šífovka, č.h.p. 1-04-01-034 v ř.km 3,000 u obce Hlízov. Kanál ústí do toku Klejnarka, který se vlévá do Labe.

Odvodněné kaly z kalolisů (plachetek uvnitř kalolisů) jsou vyklepávány do kontejneru umístěného pod kalolisé a v místě ČDV předávány oprávněné osobě, která má veškerá certifikovaná oprávnění na základě smluvního vztahu, vzhledem ke svému složení, kdy je odvodněný kal klasifikován jako nebezpečný odpad. Evidenci odpadů vede vedoucí ČDV a údaje předává k souhrnnému vykazování odpadovému hospodáři o. z. SUL (odštěpnému závodu Správě uranových ložisek Příbram), kde jsou povinni plnit ohlašovací povinnost dle § 38, odst. 4) 254/2001 Sb. Vodního zákona prostřednictvím integrovaného systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí podle zákona 25/2008 Sb. o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí.

Plachetky se musí regenerovat s využitím kyseliny chlorovodíkové (HCl), která je umístěna ve vyhrazené sekci v záchytných vanách, které zabraňují případnému úniku kyseliny do okolí ČDV. Koncentrovaná 31 % kyselina je uskladněna v 50 l sudech. Pro použití regenerace filtračních plachetek se ředí v nádržích A12 a,b, s ohřátou pitnou vodou na cca 5% hm. Následně se roztok čerpá do příslušného kalolisu. Po naplnění kalolisu začne kyselina přepadat zpět do nádrže a cyklus čerpání do kalolisu trvá cca 15 minut, pak je cca na 5 minut čerpání zastaveno z důvodu odvodu. Doba regenerace plachetek roztokem a četnost proplachů je upřesňována technikem dle momentálního stavu plachetek.

Použitý roztok kyseliny se z kalolisu vypustí zpět do nádrže A12 a,b, a odtud se jako nepotřebný roztok likviduje v technologii ČDV neutralizací v kalové nádrži A4. Při veškerých těchto manipulacích s kyselinou chlorovodíkovou musí být kompletní ochrana zraku, pokožky a dýchacího ústrojí. Používají se ochranné brýle či štít, ochrana hlavy, obličejová polomaska proti kyselým parám, ochranná zástěra, gumové rukavice, gumové holínky a v místnosti regenerace musí být zapnuté ventilační zařízení a zkontrolována funkčnost vodní sprchy. Vede se evidence spotřeby chemikálií. Jsou prováděny pravidelné kontroly bezpečného stavu celého pracoviště a správné funkčnosti jednotlivých strojů, zařízení i technologických celků.

Plánované odstávky jsou nezbytné a přibližně 2x ročně je nutné odstavit celou ČDV k provedení nutné údržby a čištění technologického zařízení, neboť je technologie ČDV používána ve 24hodinovém provozu. Je vytvářen časový harmonogram odstávek, který musí být zahrnut do procesu dlouhodobého plánování.

Kontroly stavu toku Šífovky jsou také prováděny v pravidelných intervalech a ty se zaznamenávají. S měsíční frekvencí jsou prováděny pravidelné pochůzky kolem kanálu (vizuální kontrola protékající vody Šífovkou). Pravidelně je sledován i výtok vyčištěných důlních vod do Šífovky a provádí se záznamy o čištění kanálu. Další nezbytností je laboratorní kontrola, která spočívá v odběru vzorků z technologického procesu, vzorkování vstupů a výstupů. Kontrolují se technologické hodnoty pH, hustota vápenného mléka, sedimentace, sušina kalů atd. Odběry vzorků výstupních vod z ČDV provádí technolog a zaškolení zaměstnanci minimálně 1x týdně podle Rozhodnutí Krajského úřadu Středočeského kraje. Provádí se odběr 2hodinového směšného vzorku, získaného sléváním 8 objemově stejných dílčích vzorků odebíraných v intervalu 15 minut. Rozbor se provádí na pH, NL, Fe, Zn, As, RAS, Mn, a sírany.

Analýzy vzorků jsou zajišťovány v akreditované laboratoři. Rozbor kalů se provádí 1x za čtvrt roku na stejné ukazatele jako výstup z ČDV. Vstup do ČDV – tj. ložisko – důlní voda se analyzuje na sledované ukazatele 1x měsíčně.

Na základě získaných výsledků se kontroluje nastavení PC a provádí se případné změny v technologii.

6.2 Havárie a vyplývající opatření

Postupem přímých rozvolňovacích procesů směrem k povrchu, zejména vlivem kontaktu novodobých komor pod úrovní 1. patra se stařinami dochází v oblasti Turkaňského pásma (žilníku šířky přes 20 m) k řadě propadů.

Rok 1969

Roku 1969 došlo poprvé k obrovskému kruhovitému propadu v jižní části Turkaňského pásma s rozměry 30 x 22 metrů s hloubkou zhruba 30 metrů.

Rok 1985

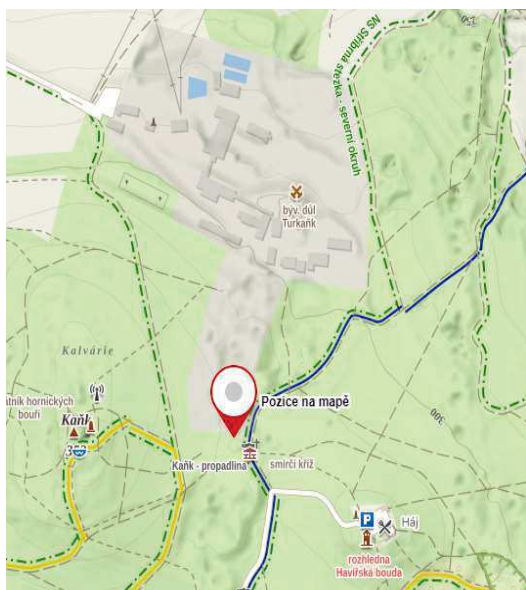
Další větší propad se stal roku 1985 v severní části Turkaňského pásma.

Rok 2000

Roku 2000 jižně od propadu z roku 1969 se stal propad o rozměrech 18 x 22 metrů nad Štolou 14 pomocníků (viz obr. č. 26 a č. 27).

Při těchto propadech nedošlo k ohrožení zdraví a života osob na povrchu i v podzemí.

Obr. 26: Vyznačení propadliny.



Zdroj: Mapy.cz ©2023

Obr. 27: Propadlina.



Zdroj: Bokr P., 2005

Rok 2017

Překročení bezpečné kvóty se stalo naposledy v prosinci roku 2017. V podzemí (ve vzdušné části ložiska) došlo, s největší pravděpodobností vlivem přímých rozvolňovacích procesů, k prolomení horninového celíku mezi komorami a historickými dobývkami a propadu jejich základek včetně materiálu z celíků do zatopených a nezaložených komor novodobého dobývání. Hladina důlní vody se zvedla o dva metry. Druhý den následovala další dotace základkového materiálu ze vzdušné části ložiska pod hladinu důlních vod a dosáhlo se kvóty přelivu, vyplavilo to železité okry do toku Beránka, která byla následně sanována, což stálo cca 745.000 CZK. Způsobenou škodu na životním prostředí řešila Policie České republiky.

Od zprovoznění čistírny důlních vod a sledování hladiny nedošlo k žádnému náhlému (skokovému) zvýšení hladiny

V průběhu ledna 2018 bylo realizováno technické opatření spočívající v osazení uzavíracího ventilu na výtokové potrubí ze Štoly 14 pomocníků (viz obr. č. 28). V dolovém poli se tak teoreticky zvýšil objem zadržovaných důlních vod až o 16.000 m³.

Obr. 28: Uzavírací ventil na výtokovém potrubí v Štole 14 pomocníků (nový, původní).



Zdroj: DIAMO ©2023

Dále byla stanovena následující opatření závodního dolu:

- Nepřetržité čištění důlních vod pro maximální urychlené snižování hladiny důlní vody na stanovenou provozní hladinu (206 m n. m.) a následné nepřetržité čerpání na hladinu 204,5 m n. m., což by znamenalo týdenní cyklus: pět dní čištění důlních vod a dvoudenní přestávka na čištění technologie.
- Kontinuální sledování hladiny v dolovém poli a při náhlém zvýšení hladiny (209 m n. m.) uzavřít ventil v ústí Štole 14 pomocníků a informovat příslušné pracovníky.

Dva a půl roku docházelo k postupnému snižování hladiny důlní vody (z úrovně 209,93 m n. m. na počátku roku 2018 na nejnižší úroveň 201,06 m n. m. dosaženou 15. 6. 2020, snížení o 8,87 m. Od tohoto data dochází k postupnému zvyšování nárůstu hladiny i přes intenzivní čištění. Celkový nárůst hladiny v roce 2020 za červen, červenec a část srpna činil téměř 0,9 m.

Tehdejší dlouhodobý průměr čerpaných důlních vod nutných k udržování hladiny činil 1,8 až 2,1 l/s. Za období ledna až července 2020 se zvýšil na 2,7 l/s, v období od 3. do 20. srpna 2020 se zvýšil na 4,3 l/s, ale snížení hladiny to přineslo pouze o pouhých 0,09 m.

Po přerušení čištění důlní vody vlivem vynucené odstávky kalolisu dochází k dennímu nárůstu hladiny o 0,11 m a hladina důlní vody činila ke konci srpna 2020 202,8 m. Na vině byly extrémní srážky a porucha na vodovodním řádu na Turkaňku.

Rok 2021

Dalším problémem byla na jaře roku 2021 porucha kalolisu (kolaps plachetek) a opětovné překročení hladiny důlní vody 206 m n. m.

Krokem učiněným k redukci odstávek v procesu čištění (tzn. snížení nárůstu hladiny) při překročení maximální provozní hladiny 206,7 m n. m. na začátku května 2021 bylo kromě rychlého obnovení čištění důlních vod i přijetí provizorního opatření spočívající v zapouštění kalové vody do volných důlních prostor (konkrétně do

komory CH 114) na nezbytně nutnou dobu prostřednictvím potrubí základkového hospodářství.

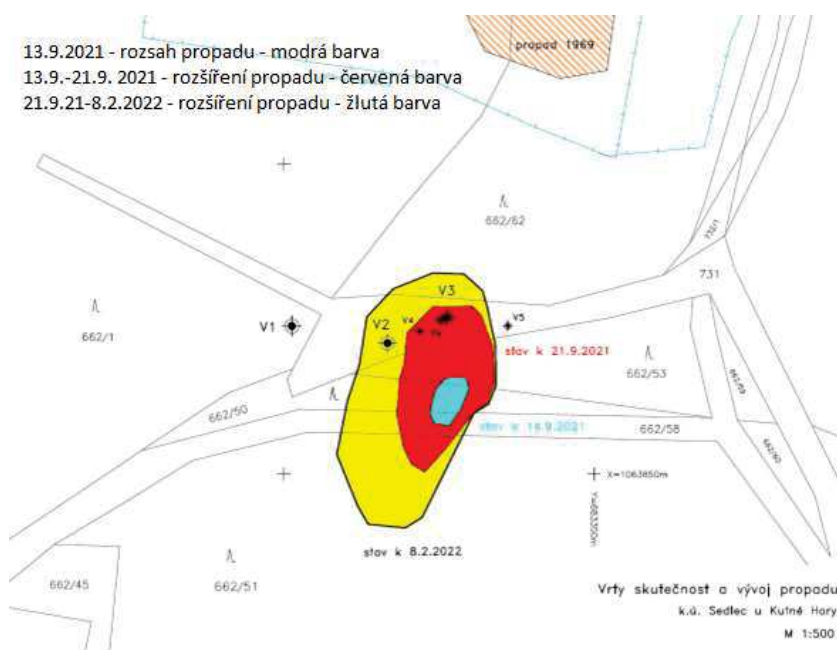
Toto provizorní rozhodnutí firmy DIAMO, s. p. nebylo v přímém rozporu se zákonem 44/1988 Sb., Horní zákon, § 40, odst. 1, bylo tím pádem v souladu s § 4, odst. 1 a 2 zákona 254/2001 Sb., Vodní zákon, – práva k vodám na které se vztahuje zvláštní zákon a v souladu s § 39, odst. 1 vodního zákona ohledně závadných látek – tyto látky jsou důlními vodami, protože navrácením zpět do důlní vody nemohou ohrozit povrchové nebo podzemní vody. Záměrem a výsledkem bylo omezení rizika nežádoucího přelivu nepřečištěných důlních vod Štolou 14. pomocníků do toku Beránka, toku Klejnarka a následně i toku Labe.

Ukládáním produktu z čištění nedošlo k nežádoucímu ovlivnění důlních vod. Laboratorně bylo prokázáno zlepšení kvality těchto důlních vod a současně přečištěné důlní vody splňovaly požadované limity stanovené vodohospodářským úřadem. Důlní vody byly nadále monitorovány, vznikal související jev se snižováním hladiny důlní vody, a to současně zvyšování pH důlní vody, jinak by se extrémně zanášely filtry kalolisu sádrovcem, který neměl čas na usazení v usazovacích nádržích – vracel se dolů do důlních vod spolu s kalovou důlní vodou. Těmito opatřeními se podařilo minimalizovat extrémní nárůst hladiny důlních vod a udržovat hladinu důlních vod pod maximální provozní hladinou 206 m n. m.

V září 2021 došlo k propadu povrchu a vznikl zhruba 40 metrů hluboký kráter dosahující délky 25 metrů a šířky 15 metrů s nestabilními okraji. V okolí zůstaly trhliny v zemi. V kráteru byl vidět pozůstatek původního historického dolování. Tento kráter vznikl nedaleko třicetimetrového propadu z roku 1969 a menšího propadu, který vznikl před čtyřiaadvaceti lety.

Celý prostor byl naštěstí v předstihu dostatečně oplocen a označen výstražnými tabulkami se zákazem vstupu. Průzkumné vrty V2, V3, V4 a V6 zmizely v propadu.

Obr. 29: Propad 2021.



Zdroj: DIAMO ©2023

Po vyhodnocení nejkritičtějších oblastí Turkaňského pásma, následné realizaci ověřovacích průzkumných vrtů a monitoringu těchto vrtů osazených extenzometry se riziko propadu odhalilo včas, místo se ještě více zabezpečilo a provizorní oplocení rozšířilo. Provedenými opatřeními se zabránilo značně reálnému ohrožení života osob pohybujících se po turistické trase naučné stříbrné stezky, frekventovaném místě mezi rozhlednou s restaurací a vlastním vrcholem Kaňk.

V současnosti je propad opatřen trvalým oplocením. Stabilizace propadu může trvat až několik let a vliv na to mají i povětrnostní podmínky, výkyvy teplot, deště apod.

Výšky důlní hladiny se to nedotklo, celá propadlá masa povrchu zůstala viset nad prvním patrem, tzn. nad zatopením důlních prostor.

Obr. 30: Propad 2021.



Zdroj: DIAMO ©2023

Přijatými opatřeními se podařilo minimalizovat hladiny důlních vod a udržovat hladinu důlních vod pod maximální provozní hladinou 206 m n. m. s vizí do budoucna, dostat se se snižováním hladiny důlních vod na úroveň 190 m n. m. dle doporučení znaleckého posudku a tím reálného snížení rizika přelivu důlní vody do veřejné vodoteče.

Bohužel nelze toto opatření realizovat nadále dle § 16 zákona 157/2009 Sb., o nakládání s těžebním odpadem a tím snížit značné finanční náklady na ukládání kalu na skládku nebezpečných odpadů, neboť důslednou implementací Směrnice EP a Rady 2006/20/ES o nakládání s odpady z těžebního průmyslu, které vznikly při průzkumu, těžbě, úpravě nebo skladování nerostů se do § 2 zákona 157/2009 Sb., o nakládání s těžebním odpadem zapomnělo doplnit „a při likvidaci“.

Z tohoto důvodu nebyl produkt z čištění důlních vod těžebním odpadem (vyjádření přímo Českého báňského úřadu pod zn. SBS19432/2020/ČBÚ-21 z 13.7.2020) a nadále pokračovalo předávání odpadu specializované firmě, která má licenci na nakládání a likvidování nebezpečného odpadu.

Úplné zastavení produkce odvodněného kalu, tzn. vypouštění veškeré kalové vody do znečištěných důlních vod je trend žádoucí v souvislosti s požadavky evropských předpisů a nového zákona 541/2020 Sb., o odpadech ohledně omezení skládkování od

roku 2030. V této souvislosti firma DIAMO, s. p., vyvolala jednání a podala žádost na Krajském úřadě Středočeského kraje, odboru životního prostředí a zemědělství, kde důsledně využila znění § 40 zákona 44/1988 Sb., Horní zákon, a možnosti vypouštění důlní vody nepotřebné pro vlastní činnost do podzemních vod a její odvádění za podmínek stanovených vodohospodářským orgánem a orgánem ochrany veřejného zdraví, doloženým souhlasným stanoviskem Povodí Labe, s.p., Krajskou hygienickou stanicí Středočeského kraje a sdělením Českého báňského úřadu, že důlní voda v procesu čištění důlních vod je stále vodou důlní.

Rok 2022

Na základě všech podkladů a jednání bylo dne 21.9.2022 příslušným vodoprávním úřadem Krajským úřadem Středočeského kraje vydáno rozhodnutí, kde přibyl bod 8) o kalové vodě, která v procesu čištění důlních vod je stále vodou důlní a je možné ji v případě potřeby vypouštět zpět do podzemí za stanovených podmínek. Toto rozhodnutí je s platností na dobu od 1.1.2023 do 31.12.2026, č.j. 078660/2022/KUSK, kde se stanovuje způsob a podmínky vypouštění důlních vod do vod povrchových.

Za dobu provádění laboratorních pokusů a rozborů firmou DIAMO, s. p. bylo prokázáno, že vypouštění a smíchání kalové vody s ložiskem (vodou důlní) zlepšuje parametry důlní vody díky přechodu rozpustných kontaminantů do nerozpustné formy, sedimentují a vyplňují (zakládají) volné důlní prostory. Toto přispívá ke snížení produkce odvodněného kalu, se kterým se nakládá v režimu nebezpečného odpadu a jehož roční produkce dle výkonu provozu ČDV je v rozmezí 2 000 – 2 800 tun a roční náklady na odstranění kalů dosahují částky šesti milionů korun.

Dalšími provedenými experimenty dochází k vzájemnému produktu čištění a důlní vody, důležité je, že vysrážené nerozpustné látky převážně zůstávají v nerozpustném stavu a nadále se v důlní vodě nerozpouští. Tyto nerozpustné látky produktu čištění společně s vysráženými, dále nerozpustnými látkami z důlní vody (po smíchání produktu čištění s důlní vodou) sedimentují v důlních zatopených prostorách ve formě jemného kalu, který se ve stávající kyselé vodě dále nerozpouští. Tyto nerozpustné látky se podobně jako popílek určený rovněž k zakládání podzemních prostorů rozšíří do převážné části dolového pole a jeho nejnižších partií. Pro rovnoměrné ukládání produktu čištění je možno zrealizovat další zapouštěcí vrty.

Předpokladem budoucího zastavení skládkování odvodněného kalu, neboť je předpoklad čištění důlních vod několik dalších desítek let, bude zkapacitnění a optimalizace současné ČDV na dolu Turkaňk, byť to přinese nutné velké počáteční investice, ale s výhledem do budoucna a na snížení finančních nároků na zpracování, ukládání a likvidaci kalu na skládce nebezpečného odpadu žádoucí.

7. Výsledné zhodnocení

Na důlních vodách v dole Turkaňk je možné určit tři různá období související se změnou režimu podzemních vod:

1. První období do roku 1993 v podstatě odpovídá aktivní činnosti dolu s relativně nízkými koncentracemi kontaminantů v důlních vodách.

2. Druhé období od roku 1994 odpovídá řízenému zatápnění dolu a dochází ke změně oxidačně-redukčních podmínek a původně oxidované partie ložiska se dostávají do redukční zóny a tím do prudkého zvyšování koncentrací kontaminantů. Oběh vod uvnitř ložiska se zpomaluje, srážkové a oplachové vody zůstávají ve svrchní vrstvě a spodní důlní vody zůstávají stratifikovány.

3. Po dosažení hladiny důlní vody úrovně přelivu na dědičné (přístupové a odvodňovací) štole 14 pomocníků v roce 2001 došlo k prudkému nárůstu kontaminantů v odebírané důlní vodě. Toto navýšení je možno vysvětlit způsobem odběru vzorků důlní vody. Dle sdělení pamětníka, odebírajícího vzorky Ing. Ladislava Svobody, se důlní vody odebíraly vzorkovnicí z úrovně hladiny z jámy Turkaňk, výjimečně z větších hloubek. Po přelivu bylo osazeno čerpadlo zajišťující čerpání vod pro provizorní čištění, které způsobilo pohyb masy spodních vod směrem k čerpadlu. Voda odebraná za účelem kontrolních vzorků prostřednictvím čerpadla vykazovala daleko větší obsahy kontaminantů než voda hladinová. Provizorním čištěním se objemově snížil výtok přelivových kontaminovaných důlních vod do veřejných vodotečí prostřednictvím Štole 14 pomocníků.

V příloze č. 4 a 5 jsou uvedeny kompletní Vstupní a Výstupní průměrné hodnoty kontaminantů za jednotlivé roky, ze kterých bylo vycházeno a byly poskytnuty od firmy DIAMO, s.p. Díky vysokým rozdílným hodnotám jsou nevypovídající.

První roky zatápnění jsou hodnoty shodné s činným obdobím dolu. Po otevření dolu v roce 2001 je však vidět skokový nárůst vstupních kontaminantů v důlní vodě. To bylo způsobeno změnou systému odběrů vzorků – z hladinového odběru na odběr pomocí čerpadla z hloubky ponoru, začaly daleko více proudit atmosférické vodní tlaky, přibyl kyslík a přidaly se reakce. Další zlom většiny hodnot sledovaných kontaminantů je vidět po ustálení technologických postupů čištění následující rok. Z dalších hodnot sledovaných kontaminantů je na první pohled znatelný celkový klesající trend ve sledovaném účinném období ČDV od roku 2003 do roku 2023 (příloha č. 4 a 5). V době provizorní čistírny, tj. od roku 2003 do roku 2006, měly hodnoty kontaminantů v přečištěné důlní vodě stálou klesající úroveň. Znatelnější změnou hodnot byl přelom roku 2017 až 2018, kdy se vlivem propadu promíchaly vrstvy důlních vod a opět se vyplavily větší obsahy kontaminantů. Poté hodnoty kontaminantů opět klesají, jak ve výstupní důlní vodě přečištěné v ČDV, tak v nátoku, a to i díky tehdejšímu rozhodnutí závodního dolu, kdy se z nutnosti rychlého odčerpávání důlních vod, z důvodu snížení hladiny důlních vod, urychlil proces čištění ve vynechání části procesu kalolisu a kontaminanty z přečištěné vody se v zahuštěném kalu začaly vracet zpět do důlních vod a tím se začalo zlepšovat vodní prostředí zatopeného dolu, to i díky zbytkovým hodnotám vápence.

Podrobnější zhodnocení se vytvářelo po jednotlivých kontaminantech a rozděleno je na:

- Vstupní průměrné roční hodnoty kontaminantů čerpané z jámy Turkaňk do ČDV za období monitoringu od 1996 do 2023, kdy na ose Y je koncentrace v mg/l a na ose X rok.
- Výstupní průměrné roční hodnoty kontaminantů přečištěných důlních vod z ČDV do melioračního kanálu Šífovka a dále do vodotečí. Tyto hodnoty byly u kontaminantů železa, arsenu, manganu, zinku rozděleny ještě na období 1996-2002 a 2003-2023. Rok 2002 byl prvním zkušebním rokem provizorní ČDV a hledaly se vhodné kombinace především koncentrace vápenného mléka a času sedimentace v nádržích. Hodnoty v tomto roce byly hodně kolísavé. Od roku 2003 se ustálilo dávkování, provzdušňování i další faktory ovlivňující zkoušející technologické procesy čištění. V grafu je vyznačen povolený limit „p“, což je přípustná hodnota koncentrací pro rozборы směsných vzorků odpadních vod vypouštěných do vodoteče určená rozhodnutím vodohospodáře. Na ose Y je uvedena koncentrace v mg/l a na ose X rok s rovnoběžnou červenou čarou limitu určeného vodohospodářem, též v mg/l.
- Hodnocení účinnosti ČDV mezi vstupními a výstupními parametry důlní vody od roku 2002 do 2023 (od doby zprovoznění provizorní čistírny důlních vod Kaňk – Kutná Hora). Čistírna byla zprovozněna již 1.12.2001, ale tento měsíc zůstal ponechán v průměrné hodnotě roku 2001 (v nátokovém období). Účinnost je vypočítaná do 100 % s porovnáním vstupních a výstupních ročních průměrných hodnot jednotlivých kontaminantů.

Grafy s výstupními hodnotami byly porovnány se současnými platnými limitními hodnotami stanovenými Rozhodnutím Krajského úřadu Středočeského kraje, odboru životního prostředí a zemědělství ze dne 21.09.2022, který stanovuje způsob a podmínky vypouštění důlních vod do vod povrchových. Tyto hodnoty byly vesměs stanoveny již v roce 2006 a od té doby jsou stejné. Z tohoto důvodu jsou tyto hodnoty užívány jako konstantní.

Obr. 31: Současné platné limitní hodnoty kontaminantů.

limity vypouštění	pH	NL 105	Fe	Mn	SO ₄ ²⁻	As	Zn	RAS
"p"	6,00	25 mg/l	2 mg/l	4 mg/l	3 500 mg/l	0,15 mg/l	1,5 mg/l	5 500 mg/l

Zdroj: autor ©2024

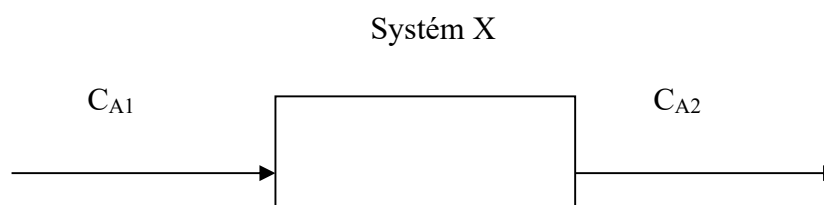
Účinnost odstraňování složky A v systému X se vypočítá podle vzorce:

$$EA = [(CA1 - CA2) / CA1] \cdot 100 [\%]$$

Kde:

CA1 je hmotnostní koncentrace složky A na vstupu do systému v mg/l,

CA2 je hmotnostní koncentrace složky A na výstupu ze systému v mg/l.



Hodnoty účinnosti jsou spočítány v procentním vyjádření a tabulka jednotlivého procentuálního vyjádření za průměrné hodnoty jednotlivých roků a jednotlivých kontaminantů je přiložena v příloze č. 3.

Z celkového průměru za sledované období funkčnosti provizorní a současné čistírny důlních vod je patrné (viz obr. č. 32), že ČDV je plně schopná využít technologie čištění důlních vod pro vypouštění do veřejné vodoteče s vysokou procentní úspěšností.

Obr. 32: Průměrná hodnota účinnosti ČDV 2002-2023

Průměrná hodnota účinnosti ČDV od roku 2002 až 2023 - Vstup x Výstup:

Celkem	NL 105	Fe	Mn	SO ₄ ²⁻	As	Zn	RAS
85,29%	92,85%	97,70%	96,76%	63,15%	97,84%	95,48%	53,27%

Zdroj: Autor

Vyřazením roku 2002 z hodnocení účinnosti ČDV, kdy se zkoušela nevhodnější technologie čištění důlních vod, je zřejmá ještě vyšší procentní účinnost této ČDV (obr. č. 33).

Obr. 33: Průměrná hodnota účinnosti ČDV 2002-2023

Bez roku 2002 - tj. pouze od roku 2003 až 2023 - Vstup x Výstup

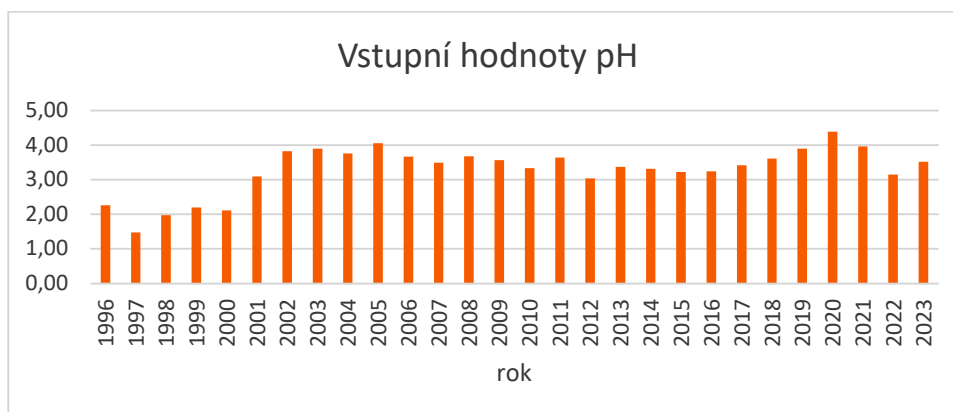
Celkem	NL 105	Fe	Mn	SO ₄ ²⁻	As	Zn	RAS
87,39%	94,64%	99,99%	99,00%	64,26%	99,96%	99,97%	53,92%

Zdroj: Autor

Hodnocení pH

Zcela individuální je hodnota pH, ta je dána intervalem od 6 do 9. Hodnota pH se pohybovala kolem hodnoty 2 do roku 2000, což bylo opravdu silně kyselé prostředí. Zlom nastal v roce 2001, kdy bylo spuštěno do důlních vod čerpadlo a voda se začala odebírat z větší hloubky než jen z povrchové hladiny.

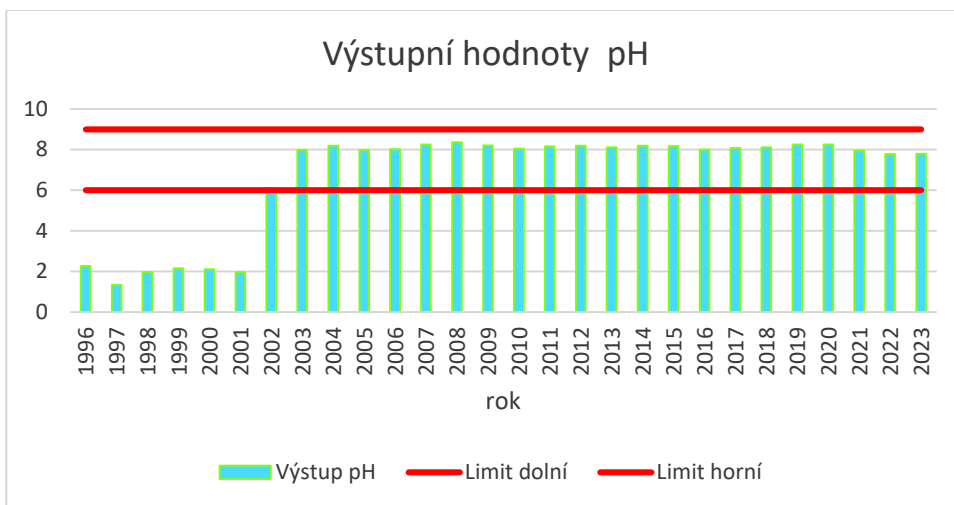
Obr. 34: Vstupní hodnota pH do ČDV (1996 – 2023)



Zdroj: (autor ©2024)

Vstupní hodnota pH je od roku 2001 pohybuje v rozmezí hodnot od 3,09 do 4,39, což je silně kyselá pH (viz obr. č. 34).

Obr. 35: Výstupní hodnota pH z ČDV (1996 – 2023)



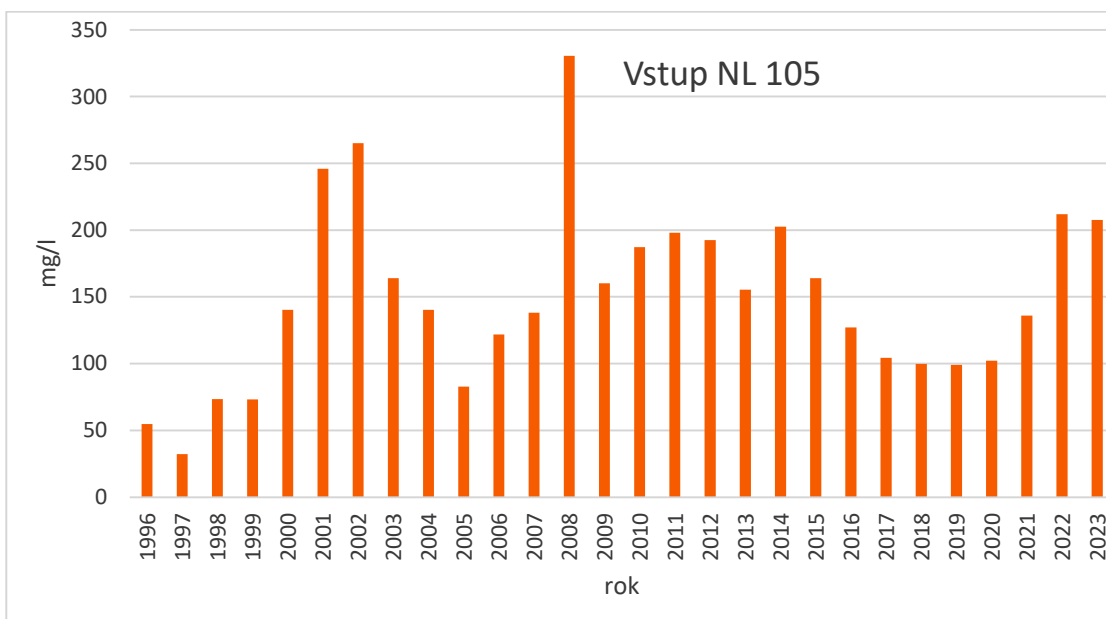
Zdroj: (autor ©2024)

Z grafu výstupních hodnot pH (viz obr. č. 35) je patrné poměrně konstantní pH. Poslední tři roky se drží pod hodnotou 8 jako neutrální pH a v letech 2003 – 2020 byla hodnota pH lehce nad 8, což je slabě zásadité pH. Technologie čištění pomocí vápence opravdu plní svůj účel.

Hodnocení kontaminantu NL 105

Ze vstupních hodnot nerozpustných látek z šachty dolu Turkaňk do ČDV je vidět značně kolísavá tendence (viz obr. č. 36). Může být ovlivněno v určitých letech vyšší průsakovou vodou, která pobírá více znečištění.

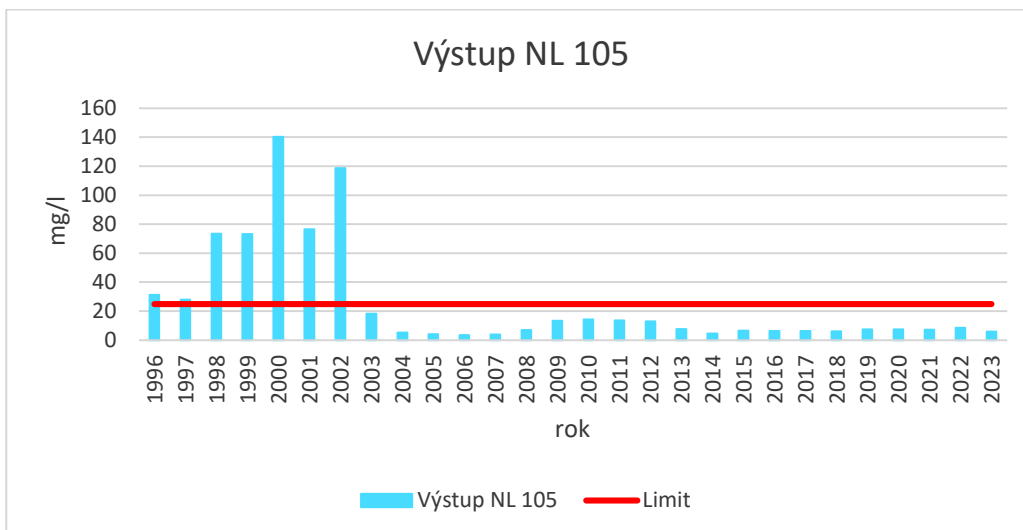
Obr. 36: Vstupní hodnota NL 105 do ČDV (1996 – 2023)



Zdroj: (autor ©2024)

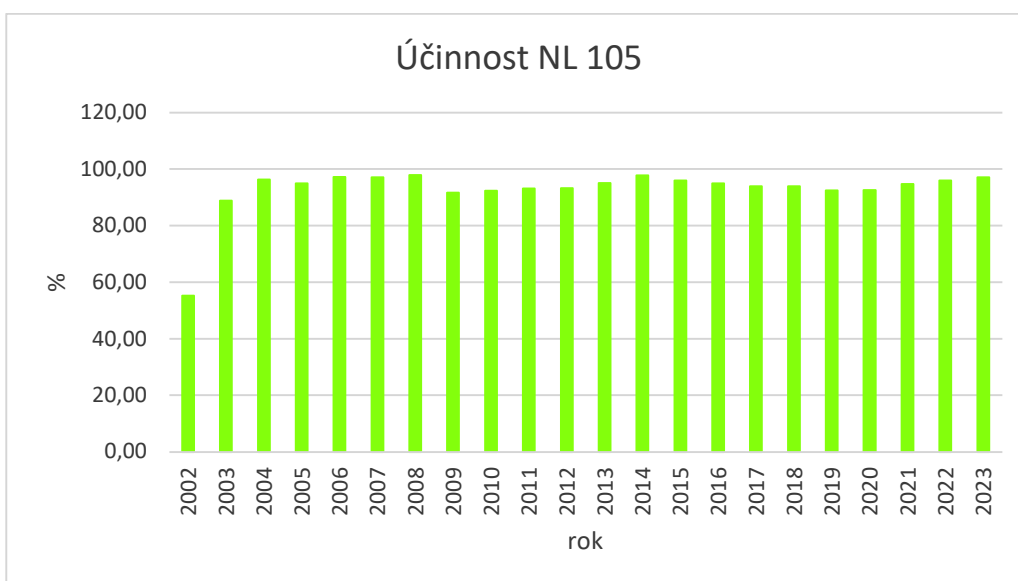
V ČDV se daří poměrně dobře regulovat hodnoty NL 105 na podlimitní hodnoty (obr. č. 37). Tyto hodnoty by se daly považovat za konstantní úspěšné hodnoty čištění důlních vod. Rok 2002 se jeví ještě hodně nadlimitní. Rok 2003 se již podařilo dostat pod limit a od roku 2004 se projevuje vysoká účinnost čištění, přes 91% (viz obr. č. 38)

Obr. 37: Výstupní hodnota NL 105 z ČDV (1996 – 2023)



Zdroj: (autor ©2024)

Obr. 38: Účinnost ČDV NL 105 (2002 – 2023)

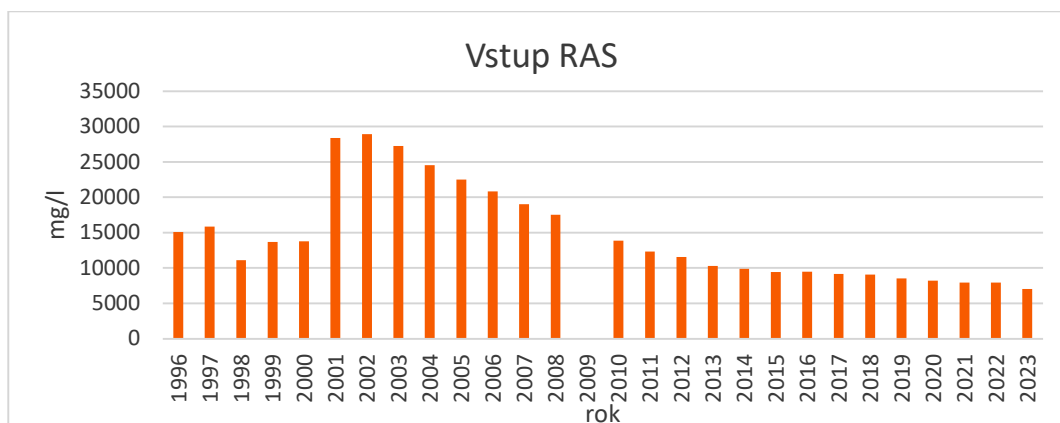


Zdroj: (autor ©2024)

Hodnocení kontaminantu RAS

Další složkou jsou rozpuštěné anorganické sole. Zde se nepodařilo dohledat průměrné vstupní hodnoty za rok 2009 a výstupní průměrné hodnoty za roky 2007, 2008 a 2009.

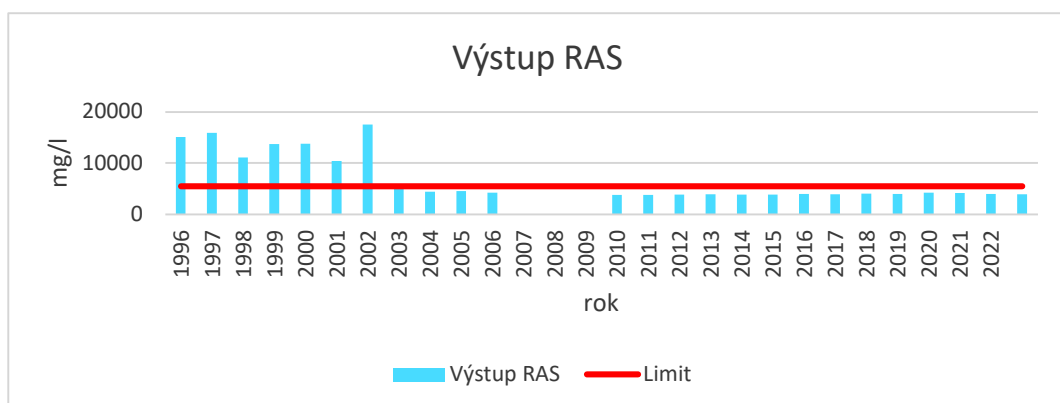
Obr. 39: Vstupní hodnota RAS do ČDV (1996 – 2023)



Zdroj: (autor ©2024)

Za sledované období je patrný celkový klesající trend ve vstupních hodnotách kontaminantů RAS (viz obr. č. 39).

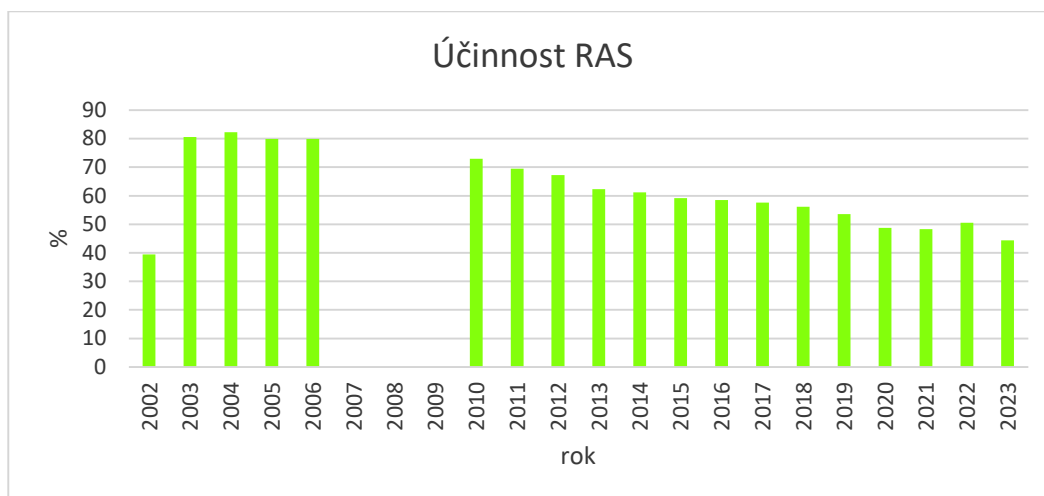
Obr. 40: Výstupní hodnota RAS z ČDV (1996 – 2023)



Zdroj: (autor ©2024)

Z výstupních hodnot kontaminantů RAS (viz obr. č. 40) je zřejmý značný rozdíl, a to zhruba o 2/3 z roku 2002 na rok 2003, kdy začaly vypouštěné hodnoty tohoto kontaminantu splňovat imisní limity vydané vodohospodářem. Trend byl klesající do roku 2012, rokem 2013 se mírně hodnoty zvedaly až do roku 2021. Od roku 2022 je mírné klesání hodnot tohoto kontaminantu. Účinnost čištění (obr. č. 41) se v prvních letech pohybovala okolo 80% a v roce 2010 je zaznamenán již 7% pokles na 73% a od toho roku pomalu klesá účinnost čištění až na současných 44%, což je pokles již o 1/3.

Obr. 41: Účinnost ČDV RAS (2002 – 2023)

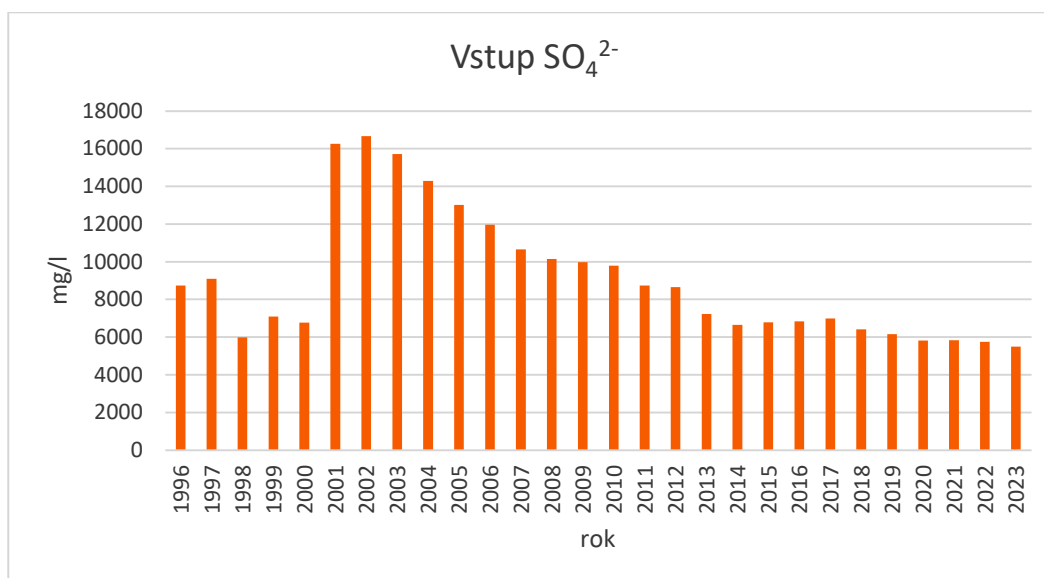


Zdroj: (autor ©2024)

Hodnocení kontaminantu SO_4^{2-}

Dalším kontaminantem jsou sírany - SO_4^{2-} . Vstupní hodnoty síranů (obr. č. 42) se na začátku sledovaného období pohybovaly na poměrně nízké úrovni, až do roku 2001, kdy se více než zdvojnásobily. Po zahájení čištění a ustálení se technologických procesů čištění se začaly pomalu snižovat do původní podoby.

Obr. 42: Vstupní hodnota SO_4^{2-} do ČDV (1996 – 2023)

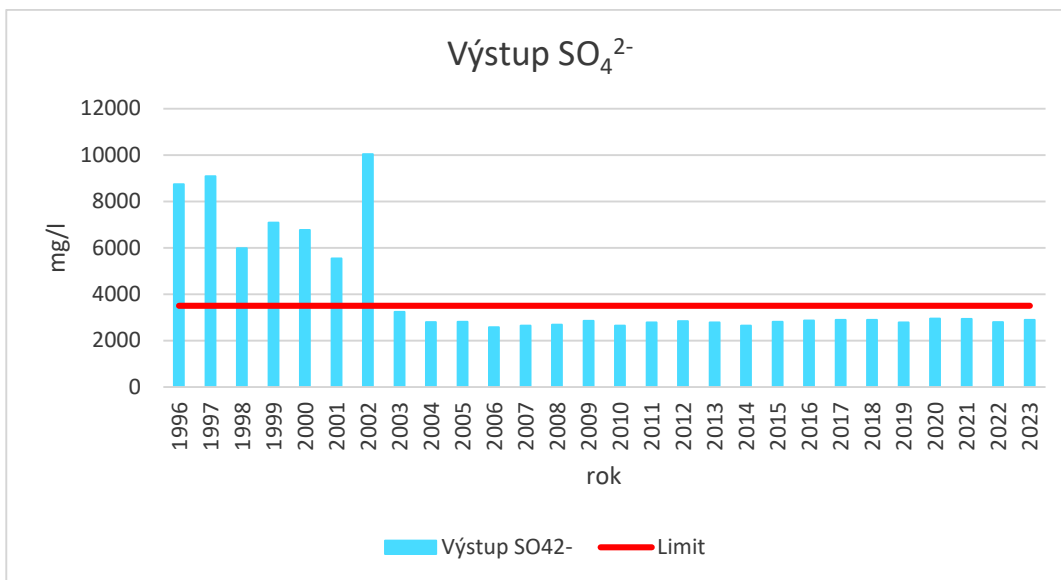


Zdroj: (autor ©2024)

Z výstupních hodnot SO_4^{2-} (viz obr. č. 43) je vidět splnění limitu v roce 2003 a od té doby by se dalo říci, že si hodnoty přečištěné důlní vody drží standartní podlimitní

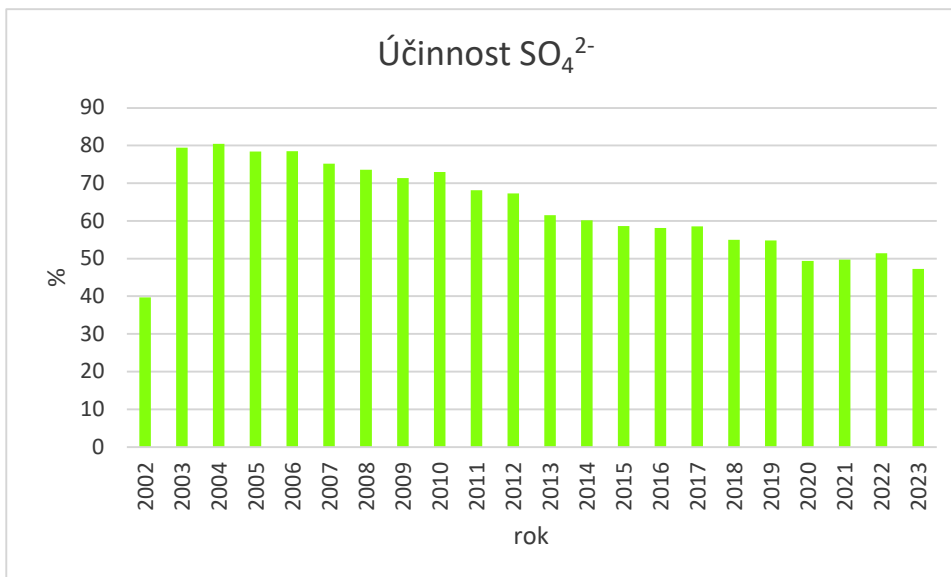
hodnotu síranů. Co se týká účinnosti čištění (viz obr. č. 44) tak za sledované období vykazuje poloviční propad na pouhých 47%.

Obr. 43: Výstupní hodnota SO_4^{2-} z ČDV (1996 – 2023)



Zdroj: (autor ©2024)

Obr. 44: Účinnost ČDV SO_4^{2-} (2002 – 2023)

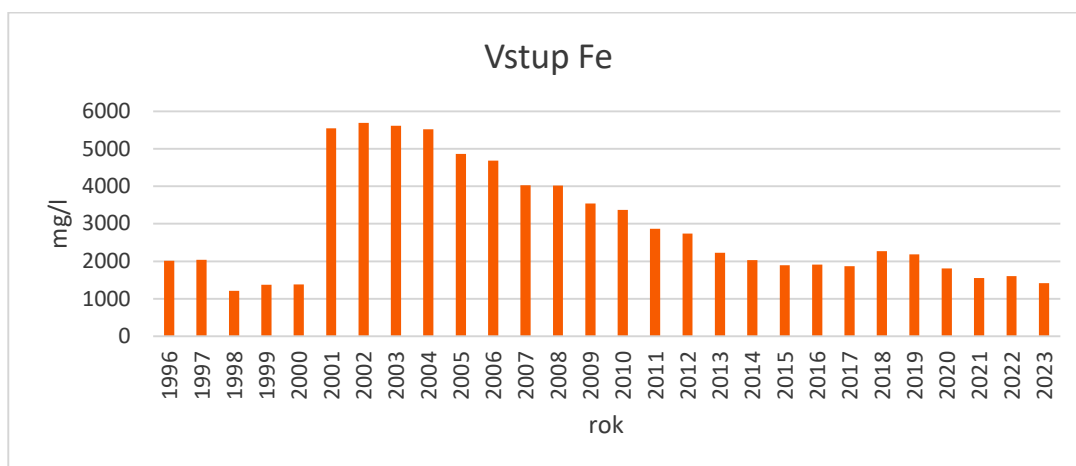


Zdroj: (autor ©2024)

Hodnocení kontaminantu Fe

Největší účinnost čištění ČDV Kutná Hora - Kaňk prokazuje kontaminant železa, kde je hodnota bez desetiny na 100% (viz obr. č. 47).

Obr. 45: Vstupní hodnota Fe do ČDV (1996 – 2023)



Zdroj: (autor ©2024)

Na vstupních hodnotách kontaminantu železa (viz obr. č. 45) je zřetelné, že v nátokovém období bylo v útlumu, s počátkem aktivity, díky spuštění čerpadla a odčerpávání důlních vod, jsou hodnoty kontaminantu čtyřnásobně vysoké. A začaly klesat až po 4 letech čerpání, zřejmě ustálením aktivit v ložisku. Další zvýšení je pak patrné při přelomu roku 2017 na 2018, kdy se prolomil horninový celík mezi komorami a významně se zvedla hladina důlní vody, došlo k přelivu a vyplavení do toku Beránka železité okry, což způsobilo škodu na životním prostředí a vyvolalo nutnost sanace zasažené oblasti. Dva roky trvalo opět ustálení a je zřetelný každý zásah do naplněného ložiska. Nicméně vracení kalové vody, z procesu čištění se zbytkem vápence do důlní vody, má pozitivní vliv na kontaminant železa a dochází k jeho snižování.

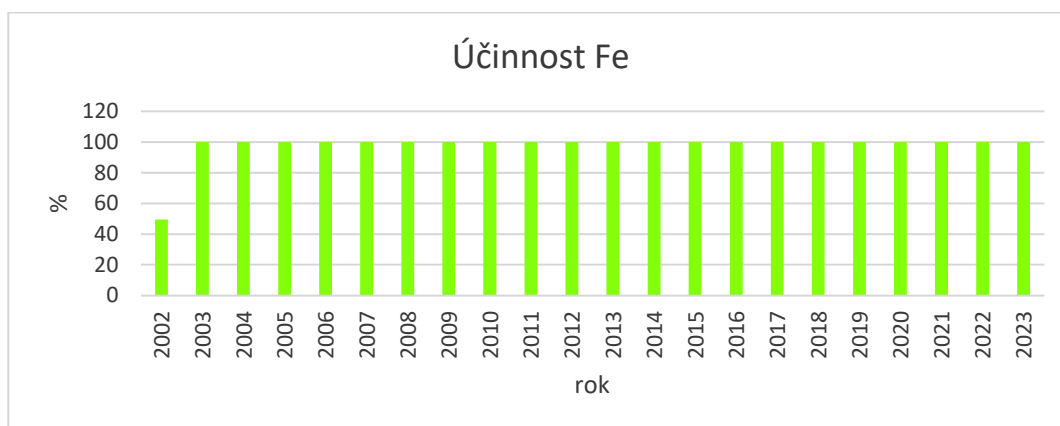
Obr. 46: Výstupní hodnota Fe do ČDV (1996 – 2023)



Zdroj: (autor ©2024)

Ve výstupních hodnotách kontaminantu železa je vidět, že tento kontaminant potřebuje více času na svou reakci (viz obr. č. 46), nicméně je vidět vysoké snížení výstupních hodnot díky nastavené technologii čistícího procesu a hodnoty jsou hluboce pod limitními hodnotami danými vodohospodářem.

Obr. 47: Účinnost ČDV Fe (1996 – 2023)

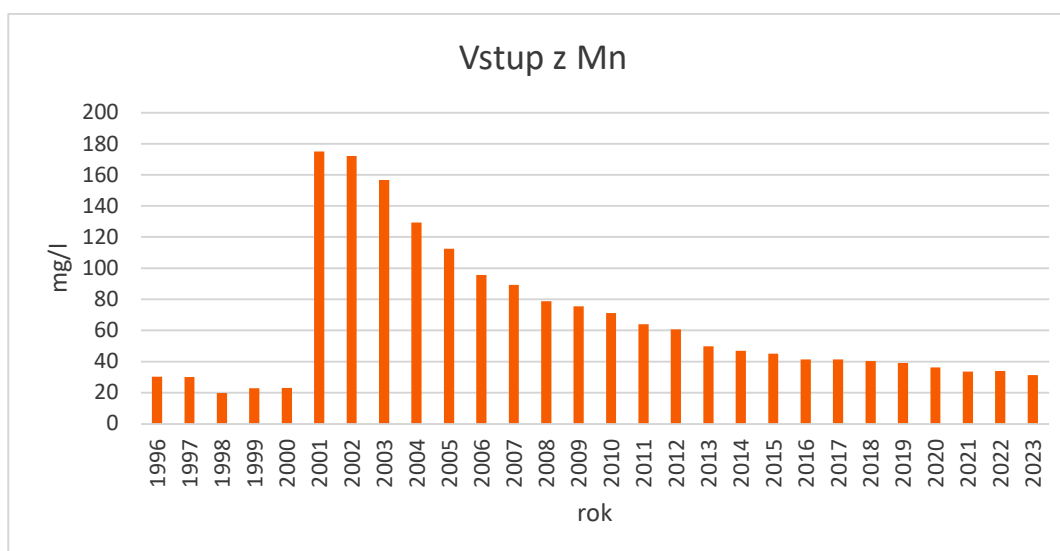


Zdroj: (autor ©2024)

Hodnocení kontaminantu Mn

Obdobně jako kontaminant železa se chová kontaminant manganu. Ze vstupních hodnot (viz obr. č. 48) je vidět počáteční nižší hodnoty kontaminace a při spuštění čerpadla a zahájení čerpání v ložisku dolu hodnoty prudce zvýšily na více jak šestinásobek. Je opět zřejmá delší časová prodleva, než kontaminant manganu začne reagovat na technologii čistícího procesu. Poté je zaznamenán rapidní úbytek s klesající tendencí a s jen malými reakcemi na přerušení procesu čištění nebo propady a zvýšení hladiny důlní vody. Naopak je zaznamenáno klesání díky navracení kalové vody zpět do důlních prostor a pozitivní reakce na zbytky vápence obsažené v kalu.

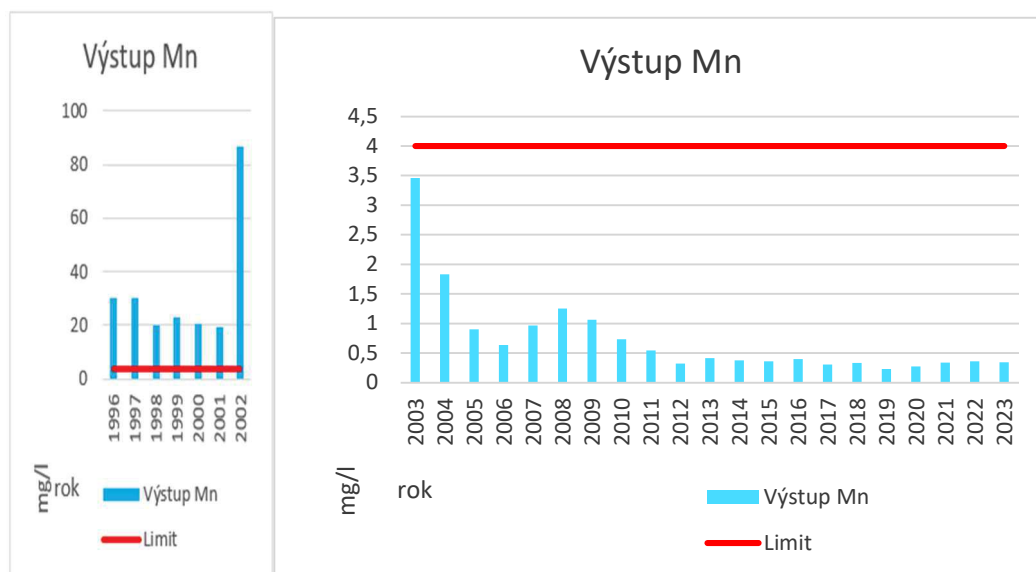
Obr. 48: Vstupní hodnota Mn do ČDV (1996 – 2023)



Zdroj: (autor ©2024)

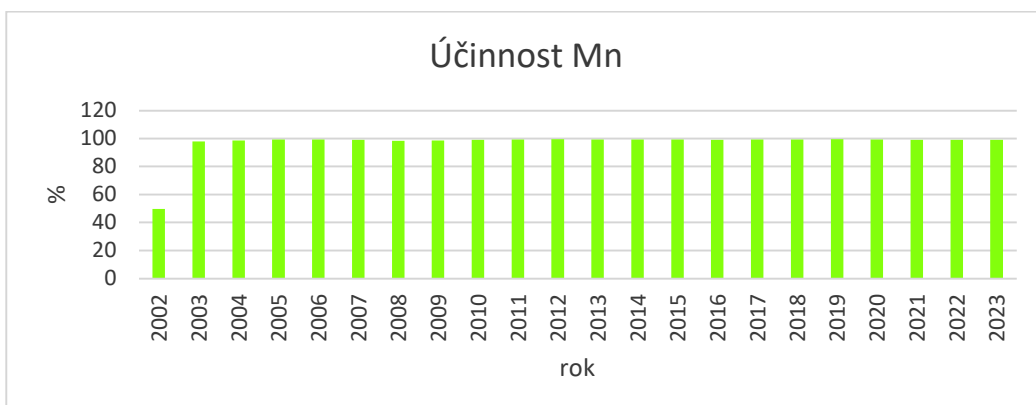
Výstupní hodnoty manganu (viz obr. č. 49) nemají tak kolísavý účinek jako mají výstupní hodnoty kontaminantu železa, je zde vidět rychlé snížení z roku 2002 do roku 2004 a poté pozvolné klesání. O tomto trendu vypovídá i vysoká účinnost čištění tohoto kontaminantu (viz obr. č. 50), která se pohybuje okolo 99 %.

Obr. 49: Výstupní hodnota Mn z ČDV (1996 – 2023)



Zdroj: (autor ©2024)

Obr. 50: Účinnost ČDV Mn (1996 – 2023)

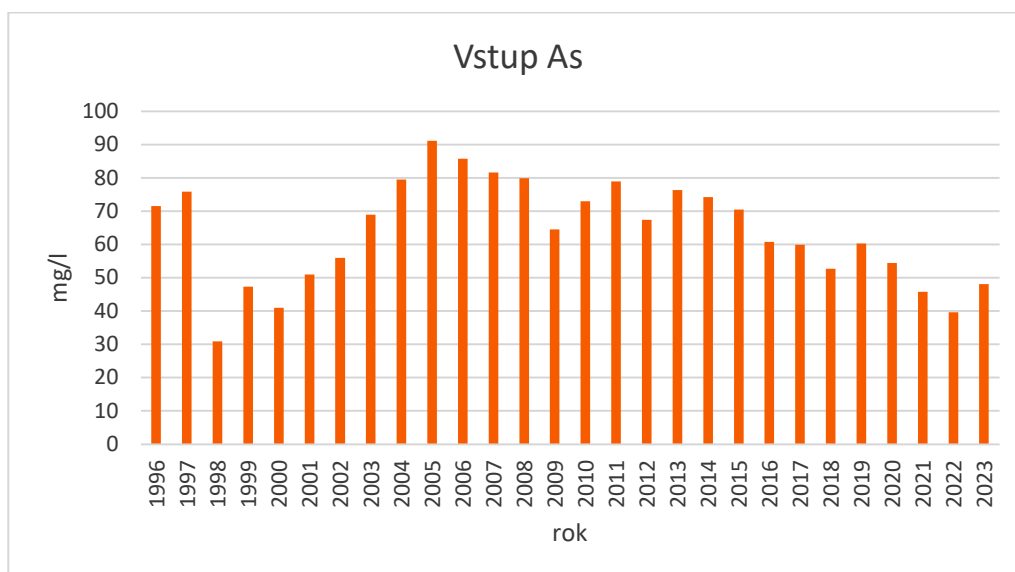


Zdroj: (autor ©2024)

Hodnocení kontaminantu As

Ve vstupních průměrných hodnotách kontaminantu Arsenu (viz obr. č. 51) je zřetelný kolísavý stav. Na tento stav nemá vliv jakákoliv fyzická činnost v důlních prostorech, ale chemické reakce, které v důlních vodách probíhají. Tento kontaminant je nebezpečný, a proto jeho sledování je stanovené zákonem, kdy se jednou ročně musí hodnoty hlásit. Poslední desetiletí má klesající trend, byť s výkyvy.

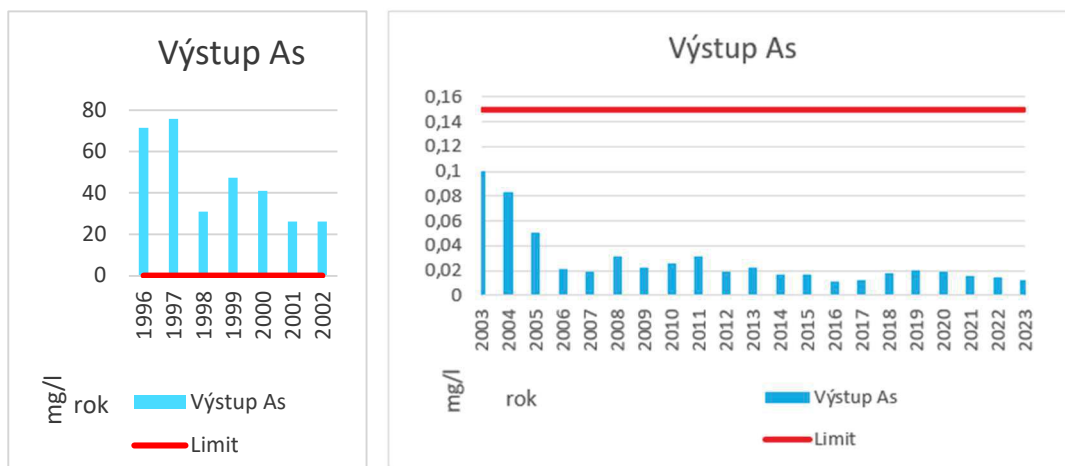
Obr. 51: Vstupní hodnota As do ČDV (1996 – 2023)



Zdroj: (autor ©2024)

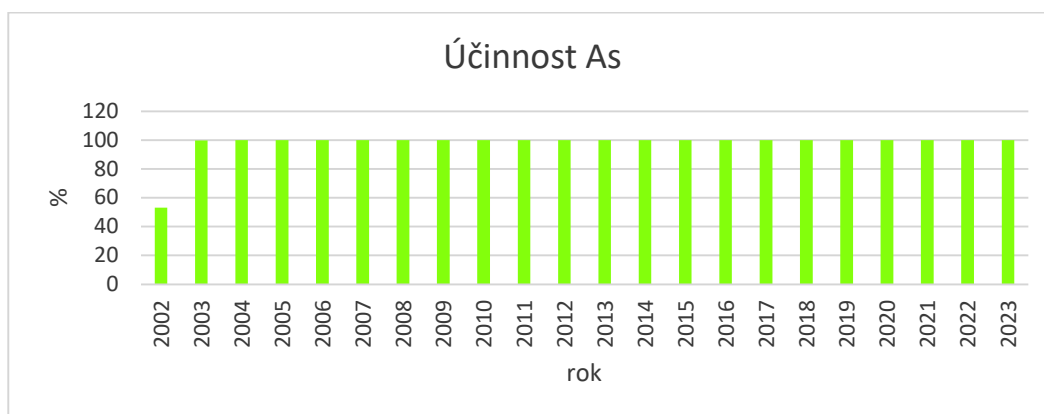
Z výstupních hodnot kontaminantu Arsenu (viz obr. č. 52) je vidět, že technologický proces čištění důlních vod je vysoce účinný (viz obr. č. 53), drží se dlouhodobě bez pár desetin na 100 % účinnosti. Výstupní hodnoty mají mírný kolísavý vývoj, ale pohybuje se hluboko pod limitem daným vodohospodářem. V roce 2002 byly hodnoty kontaminantu arsenu ještě nadlimitní, ale po ustálení technologie čištění je tento kontaminant opravdu na minimálních hodnotách.

Obr. 52: Výstupní hodnota As z ČDV (1996 – 2023)



Zdroj: (autor ©2024)

Obr. 53: Účinnost ČDV As (1996 – 2023)

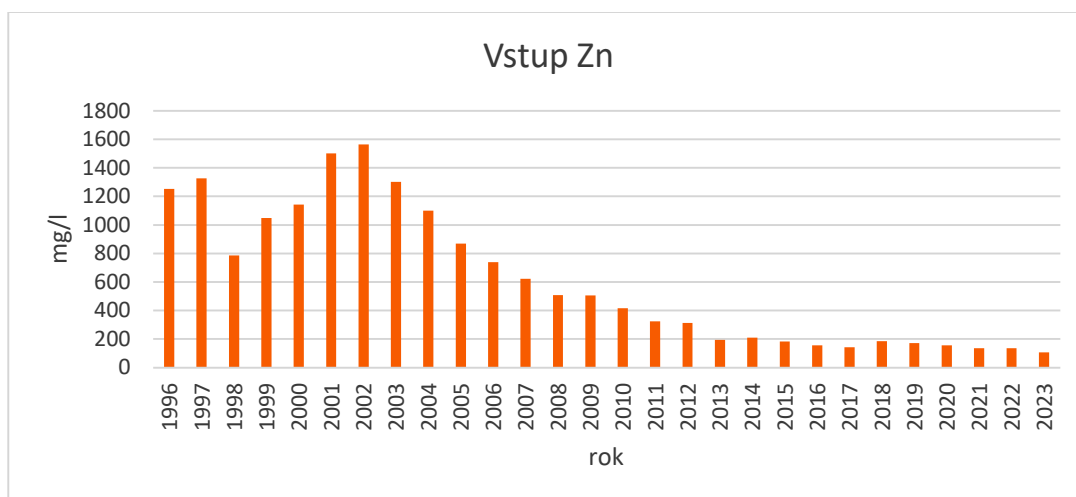


Zdroj: (autor ©2024)

Hodnocení kontaminantu Zn

Podobně jako kontaminant arsen i sledovaný kontaminant zinek je zákonem sledovaný a je nutnost ročního hlášení. I u tohoto kontaminantu můžeme konstatovat, že účinnost technologických procesů čištění ČDV Kutná Hora – Kaňk je téměř 100 % (viz obr. č. 56). Vstupní hodnota kontaminantu zinku (obr. č. 54) měla kolísavý trend do roku 2002 a od roku 2003 má rapidně klesající směr. Nejsou tolik opět tolik zaznamenané fyzické aktivity důlních vod, jako chemismus v promíchaných důlních vodách.

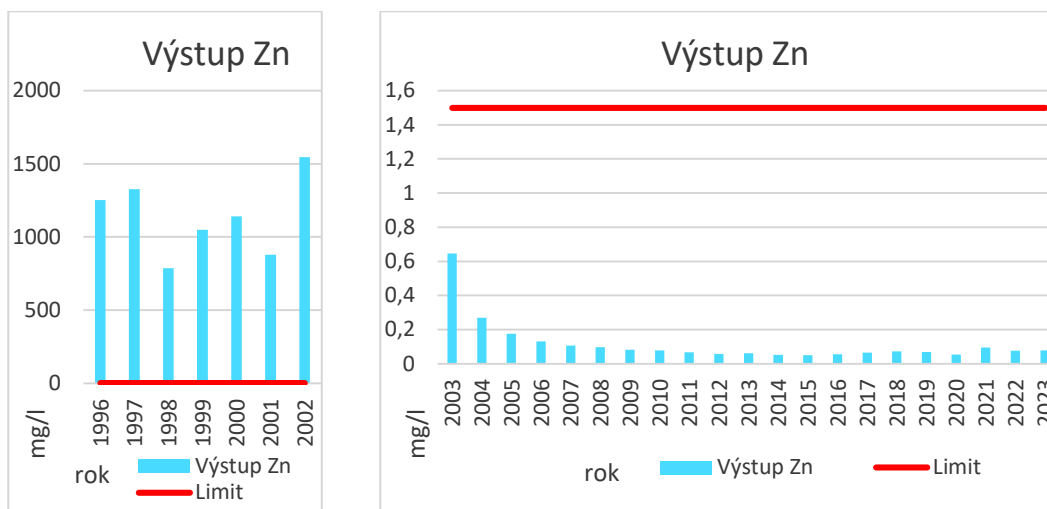
Obr. 54: Vstupní hodnota Zn do ČDV (1996 – 2023)



Zdroj: (autor ©2024)

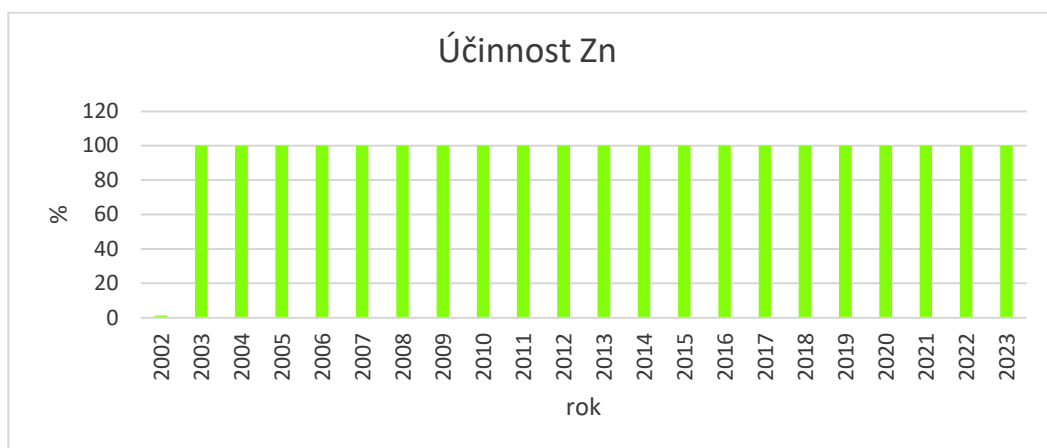
Opět tady můžeme vidět nízké hodnoty přečištěných důlních vod (viz obr. č. 55) s velmi nízkými hodnotami proti zadanému limitu od vodohospodáře. Tento trend je žádoucí, byť od roku 2016 jsou hodnoty kontaminantu zinku mírně zvýšené s tendencí posledních dvou let klesat.

Obr. 55: Výstupní hodnota Zn z ČDV (1996 – 2002 a 2003 - 2023)



Zdroj: (autor ©2024)

Obr. 56: Účinnost ČDV Zn (1996 – 2023)



Zdroj: (autor ©2024)

Z celého sledování výstupních hodnot lze konstatovat, že období 1996 do roku 2023 se projevuje klesající trend všech hodnot kontaminantů. Jsou patrné celkem konstantní hodnoty pH, které se pohybovaly okolo hodnoty 2. Hodnoty nerozpustných látek se nátokem zvyšovaly, a to až o 2/3 průměrných hodnot z roku 1996. Hodnoty železa klesaly, a to z roku 1996 do roku 2000 až o 50 %. Bylo to zřejmě dáno skutečností, že kyslíku pro oxidace v klidovém režimu důlních vod ubývalo, a tudíž v těchto oxidačních pásmech nevznikaly v takovém objemu reakce a proudění podzemních vod. Stejný posun je vidět i u hodnot manganu, síranů a rozpuštěných anorganických solí, kde byly poklesy zhruba třetinové. Zinek se držel na podobných hodnotách a klesal jen mírně. Nejvyšší pokles v zaplavované oblasti dolu zaznamenaly hodnoty arsenu, které klesly o 2/3 naměřených průměrných hodnot mezi roky 1996 až 2023.

Ve výstupních hodnotách je vidět, že rok 2002 byl zkušební a bylo třeba vysledovat správné dávkování vápenného mléka, časový prostor sedimentačních nádrží a další kombinace faktorů. Po stabilizaci režimu v začátku tohoto období je pak patrný účinek čištění a pozvolné ubývání kontaminantů, jak si akce a reakce, vylad'ovaly. V tomto období vodohospodářský úřad upřesňoval podmínky a limity kontaminantů pro vypouštění důlních vod z ČDV dolu Kutná Hora – Kaňk, neboť jak bylo vidět z rozhodnutí v tomto období provizorní čistírny, tj. v letech 2001-2006, vodohospodářský úřad měnil hodnoty vypouštěných kontaminantů (viz kapitola 4.4). V srpnu 2010 vydal Městský úřad Kutná Hora, odbor životního prostředí kolaudační souhlas I s užíváním nové stavby ČDV a zároveň vydal rozhodnutí o zkušebním provozu. Přípustné emisní limity kontaminantů už zůstávají shodné s minulým rozhodnutím.

Od r. 2011 je na vstupních hodnotách je vidět mírné zlepšení kontaminantů v prostorách důlních vod. Stabilizovalo se důlní prostředí a reakce v něm, a co se týká posledních let, kdy se navrací vyčištěný kal zpět do důlních prostor je vidět větší snížení kontaminantů díky zbytkům vápenného mléka v kalu

8. Diskuse

Nutností je řešit celou řadu problémů souvisejících s odstraňováním a zahlazováním následků hornické činnosti. Předpokládalo se, že největším a nejnákladnějším problémem bude likvidace provozů samotných těžebních závodů, hald, odvalů a odkališť. (Zeman a kol., 2002)

Dále je nutno si uvědomit, že důlní vody mohou být znečištěny jen minimálně jako například v Příbramském rudním revíru (těžba realizovaná bývalými RD Příbram), a jsou vypouštěny Dědičnou štolou bez čištění. Na základě vodoprávního rozhodnutí jsou čerpány z důlní stoly za účelem zajištění zásobování pitnou vodou město Příbram a přilehlé obce (DIAMO ©2023). Jsou však případy, viz důl Turkaňk - Kutná Hora, kde musí být důlní vody čištěny.

Tato práce vynechává pohled na využití důlních vod pro další různé účely, kterými mohou být:

- využití důlních vod pro léčebné a balneologické účely, např. radonové prameny v dole Svornost v Lázních Jáchymov (Jáchymov ©2021);
- využití pro rekreační účely – jezero Milada (Horváth, 2021);
- využití teplé důlní vody jako zdroje energie – důl Jermenko (Luksza, 2016);
- obří zásobárna vody – Rosicko-oslavanská uhelná pánev (Hrabal, 2023);

a další využití, kterými se hodně zabývají i na Hornicko-geologické fakultě VŠB – Technické univerzity v Ostravě (Gračková, 2022).

Další cestou ke snížení kontaminantů v důlních vodách může být článek v ScienceDirect. Tento žurnál se zaměřuje na výzkum čistší produkce, životního prostředí a udržitelnosti, a při pročítání mě zaujal článek o odstraňování železa a manganu z kontaminovaných důlních vod pomocí biouhlu vytvořeného z grapefruitové kůry (Deng a kol., 2023).

ČDV Kutná Hora – Kaňk slouží k odstraňování kontaminantů z důlních vod čerpaných z dolu Turkaňk a po vycištění jsou vypouštěny do vodního toku Šifofka, č.h.p. 1-04-034 v ř.km. 3 u obce Hlízov.

Český hydrometeorologický ústav, úsek Hydrologie kontroluje Hydrologickou bilanci množství vody a jakosti vody až v měřicím bodě Klejnarka – Starý Kolín a z kovů a metaloidů v posledním desetiletí dosáhl IV. třídy pouze arsen v roce 2015 a 2017, ale hodnoty z akreditované laboratoře ze vzorků vody vycházející z ČDV Kutná Hora - Kaňk tomuto zvýšení neodpovídají. To znamená, že tento kontaminant se do Klejnarky dostává z jiného zdroje.

Ani Povodí Labe neprovádí měření poblíž vypouštění přečištěných důlních vod, tudíž se nemohlo porovnávat měření kontaminantů. Průměrné roční průtoky Klejnarky jsou hodně nízké a dlouhodobě podprůměrné. (PLA ©2023)

Několik měsíců po zatopení a čerpání dolu Turkaňk v roce 2002 došlo k prudké změně složení důlních vod a k nutnosti okamžitého zásahu. Razantní navýšení koncentrací všech rozpuštěných složek kontaminantů vedlo k výraznému zhoršení situace. Proces čištění procházel mnohý zkouškami v dávkování vápenného mléka, v délce sedimentace a dalších technologických procesů.

Po stabilizaci vodního režimu v roce 2004 byl dosahovaný výkon ČDV při udržování hladiny DV v dolovém poli cca 3,0 l/s až 4,5 l/s. Množství čištěných důlních vod bylo závislé na srážkách a nárazově dosahovalo i 7 l/s. Při plném výkonu $Q = 6,4$ l/s čerpací stanice hovoříme o cca 400 m³ vyčerpané důlní vody denně. Provoz ČDV prokázal schopnost vyčistit důlní vody tak, aby byly plněny limity dle závazných povolení Krajského úřadu Středočeského Kraje, odboru životního prostředí a zemědělství a ČDV je schopna plnit povinnost udržovat hladinu důlní vody.

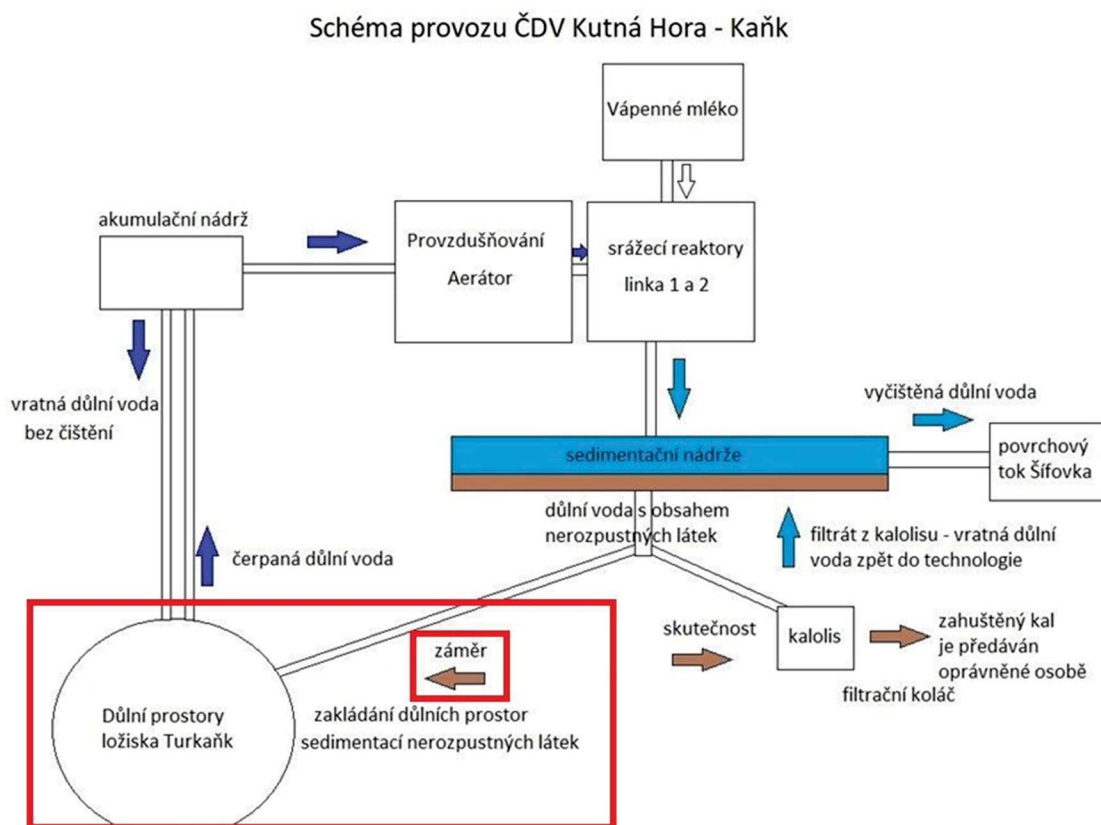
Vypouštění vyčištěných důlních vod neohrožuje život a veřejné zdraví, bezpečnost nebo životní prostředí, a naopak zvyšuje průtok povrchové vody ve vodoteči a zlepšuje koloběh a retenci vody v přírodě, neboť hlavním cílem ochrany životního prostředí, díky gesci Ministerstva životního prostředí, je zvýšení retence vody v krajině s ohledem na adaptaci a projevy extrémních hydrologických situací, a to především povodní a sucha. (VTEI, ©2018)

Díky novému bodu č.8 v podmínkách vypouštění důlních vod z Rozhodnutí Krajského úřadu Středočeského kraje, odboru životního prostředí a zemědělství ze dne 21.9.2022, č.j. 078660/2022/KUSK (viz Příloha č. 6) v tomto znění:

„Kalová voda v procesu čištění důlních vod je stále vodou důlní a je možné ji v případě potřeby vypouštět zpět do podzemí“,

může firma DIAMO, s. p. vracet zpět „odpadní“ důlní vodu s obsahem nerozpustných látek zpět do nezaložených (zatopených) důlních prostor (viz obr. č. 57) a výrazně tím omezí potřebu kalolisu, čištění, revitalizaci a měnění plachet a skládkování nebezpečného odpadu prostřednictvím oprávněné osoby k této činnosti.

Obr. Č. 57: Záměr v provozu ČDV Kutná Hora – Kaňk.



Zdroj: (DIAMO ©2023)

Tomuto rozhodnutí předcházely souhlasná vyjádření a stanoviska dotčených orgánů:

- Český báňský úřad se sídlem v Praze 1 (příloha č. 7)
- Krajská hygienická stanice Středočeského kraje se sídlem v Praze (příloha č. 8)
- Povodí Labe, státní podnik se sídlem v Hradci Králové (příloha č. 9)

Pro zlepšení výkon by bylo vhodné současnou ČDV rozšířit a zefektivnit. S tím jsou spojené další investice v řádech milionů korun, ale s výhledem na pozitivní stav zvýšení vody ve vodotečích.

9. Závěr a přínos práce

Voda byla vždy důležitým tématem pro každou společnost. V posledních letech přibývají problémy související s vodou a ty pak omezují rozvoje nových projektů a příležitostí. Odborníci, zabývající se touto problematikou, mají příležitost pomoci zmírnit problémy související s vodou již v raných fázích vývoje díky shromažďování dat a geologických znalostí. Je zde obrovská snaha o pochopení základních vodních systémů, snížení potenciálních dopadů pro ekosystémy a komunity. Důlní vody jsou jedním ze zkoumaných zdrojů k udržení oběhu vody v atmosféře i díky změnám v klimatu.

Díky vydobytému prostoru v okolí dolu Turkaňk se akumulace povrchové vody nenachází z titulu drenážní aktivity volných (vytěžených) důlních prostor. Tyto drenáže jsou aktivní v místech propadů a zálomových puklin, které se vyskytují na většině tohoto území jako důsledek hornické činnosti. Na kontaminaci důlní vody se podílí složení podloží důlních prostor, dále průsaky a splachy, které vertikálně migrují ze svrchních zvodních do podložních drenážních struktur dolu Turkaňk hydraulicky spojených se Štolou 14 pomocníků. Přetokovými strukturami jsou pak zálomové trhliny a propady v nadloží vytěžených prostor. Nevyhovující kvalita důlních vod a jejich jistý průsak do okolních neznečištěných podzemních a povrchových vod a jejich kontaminace škodlivinami je nepřijatelná. Z tohoto důvodu bylo nutné navrhnout a následně realizovat čerpací systém s čištěním důlních vod před jejich vypouštěním do veřejných vodotečí.

Vysoce kontaminované a kyselé důlní vody z dolu Turkaňk jsou čerpány na čističku důlních vod, po vyčištění jsou vypouštěny do melioračního kanálu Šífovka a dále do toku Klejnarka, kde zvyšují jeho průtok. Stávající intenzifikovaná čistírna důlních vod je vybudována podle schválené projektové dokumentace stavby „ČDV Kaňk – stavební a technologické úpravy“ z roku 2007, zpracované o. z. GEAM a odsouhlasené všemi dotčenými orgány. Plní limity stanovené vodohospodářem. Kaly byly odvodňovány a předávány na základě smluvního vztahu osobě oprávněné k jejich převzetí a odstranění.

Úplné zastavení produkce odvodněného kalu, tzn. vypouštění veškeré kalové vody do znečištěných důlních vod je trend, který je žádoucí v souvislosti s požadavky evropských předpisů a nového zákona č. 541/2020 Sb., o odpadech, na omezení skládkování od roku 2030. Posunem kupředu se stalo stanovisko Českého báňského úřadu z roku 2020 s následnými souhlasnými stanovisky od Povodí Labe, s. p. a Krajské hygienické stanice Středočeského kraje se sídlem v Praze. Dne 21. 9. 2022 bylo příslušným vodoprávním úřadem vydáno rozhodnutí, ve kterém je jednou z podmínek stanoveno, že kalová voda v procesu čištění důlních vod je stále vodou důlní a je možné ji v případě potřeby vypouštět zpět do podzemí – důlních prostor.

Řadou laboratorních pokusů a rozborů firmou DIAMO, s. p. bylo prokázáno, že smícháním kalové vody s vodou důlní dochází k přechodu rozpustných kontaminantů do nerozpustné formy, a tím ke zlepšení parametrů znečištěné důlní vody. Vypouštění kalových vod do znečištěných důlních vod tudíž zlepšuje parametry čerpané důlní vody a de facto, dále nerozpustné kontaminanty původně rozpuštěné v důlní vodě a pocházející z téhož prostředí, sedimentují a vyplňují (zakládají) volné důlní prostory. Eliminují se roční finanční náklady spojené s likvidací odvodněného kalu ve výši cca

6 mil. Kč a další náklady související s provozem kalolisů. Nicméně protihodnotou musí být zvýšení kapacity a optimalizace stávající ČDV, jak v nedostatečném objemu čištěných vod, tak nedostatečné kapacitě sedimentačních nádrží na základě stavebního rozšíření ČDV. S tím je spojena i snaha snížení technologických přestávek v procesu čištění.

Vyvíjí se tlak na zákonodárce, aby navrátili do legislativy slovíčka „A PŘI LIKVIDACI“, které jim při novelizování zákona č. 157/2009 Sb. o nakládání s těžebním odpadem z § 2 odst. 1) vypadla. Nastává situace, kdy produkt z čištění důlních vod při průzkumu, těžbě, úpravě nebo skladování nerostů je těžebním odpadem, nikoliv však při likvidaci.

Rozhodnutím báňského úřadu je povoleno udržovat v zatopeném ložisku Turkaňk důlní vody na maximální výši 206,25 m n. m. Množství vody, které se zasakuje do ložiska je 3,5 – 4 l/s. Tzn, že takovéto množství musí být minimálně odčerpáváno, aby se alespoň hladina důlní vody udržovala na stanovené kvótě. Cílem je ovšem hladinu částečně snižovat a mít rezervu pro případ nenadálých událostí. V současné době se čistírna důlních vod snaží přecistit 6,5 l/s, takže se hladina důlní vody pomalu stahuje. Pro představu – za 48 hodin – se tím sníží hladina o cca 4 cm. Stahování musí probíhat po celý rok, protože jsou plánované odstávky z důvodů čištění reaktorů, sedimentačních nádrží, kontrolou technologií apod. Tato 24hodinová odstávka znamená, že nastoupá hladina důlní vody o 8 cm.

Současná ČDV je poddimenzovaná a není tím pádem možné splnit nařízení závodního dolu snížit hladinu na 190 m n.m., a tím omezit velice pravděpodobný vznik ekologické havárie možným přelivem kontaminovaných vod do veřejných vodotečí vlivem propadů povrchu.

Velký prostor pro výzkum nastiňují další možnosti kombinovat biologické, fyzikální a chemické metody odstraňování kontaminantů obsažených v kyselých důlních odpadních vodách pro opětovný využití čisté důlní vody jako přírodního zdroje, ovšem s podporou platné legislativy.

10. Přehled literatury a použitých zdrojů

Odborné publikace

Grmela A., Rapantová N. 2018: Zhodnocení rizik výstupu důlní vody na povrch terénu. Zkušenost z jiných lokalit. Manuskript, VŠB-TUO, HGF, HS, Ostrava, s. 59.

Grmela A., Babka O., Grygar R., Rapantová N., Hájek A., Lusk K., Michálek B., Veselý P., Všetěčka M., Zábojník P., 2012: Důlní vody uranových ložisek předplatformních formací České republiky. Projekt Grantové agentury České republiky č. 105/09/0808: „Výzkum surovinově-energetického využití potenciálu důlních vod zatopených uranových dolů“, s. 337.

Gründwald A., 1993: Hydrochemie. Učební texty vysokých škol. České vysoké učení technické, Praha.

Hájek A. a kol., 2003: Analýza zaplavování uranových dolů v České republice, ©DIAMO státní podnik.

Kolektiv autorů DIAMO, 2003: Rudné a uranové hornictví České republiky. Vydavatelství Anagram s.r.o., Ostrava.

Kolektiv autorů DIAMO, 2019: SEDMDESÁT LET od zahájení těžby uranu na Příbramsku. ©DIAMO, s. p., s. 216

Kopřiva A., Zeman J., Šráček O, 2005: High arsenic concentrations in mining waters at Kaňk, Czech Republic. London, UK: A.A. Balkema Publishers, P. 49-55, ISBN 04-1536-700-X.

Lellák J., Kubíček F, 1991. Hydrobiologie. Karolinum, Praha, ISBN 80-7066-530-0.

Mísař Z., Dudek A., Havlena V., Weiss J., 1983: Geologie ČSSR I. Český masív. SPN, Praha, s. 336.

Olmer M., Hermann, Z., Kadlecová R., Prchalová H., a kol., 2006: Hydrogeologická rajonizace České republiky. Sbor. Geol. Věd, Hydrogeologie, Inženýrská geologie, Praha.

Pitter P. a kol., 2015: Hydrochemie, ©Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, s. 792.

Volfová H., 2023: Vracení kalových důlních vod do podzemí v Kutné Hoře. Občasník, únor 2023, DIAMO.

Zeman J., Kopřiva A., 2002: Mine water geochemistry after mine closing and flooding. Donýz Štúra, Bratislava, P. 79-82.

Zeman J., Trojáčková K., Tabásek R., 2007: Long term chemical evolution of mine water after mine closure in Czech Republic. SWEMP 2007 – 10th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTAL ISSUES AND WASTE MANAGEMENT IN ENERGY AND MINERAL PRODUCTION December 11-13, 2007, Bangkok, Thailand

Legislativní zdroje

Nařízení vlády č. 401/2015, 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.

Vyhláška č. 393/2010 Sb., o oblastech povodí.

Vyhláška č. 5/2011, o vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod.

Vyhláška č. 87/2021, o rozsahu údajů v evidencích stavu povrchových a podzemních vod a o způsobu zpracování, ukládání a předávání těchto údajů do informačních systémů veřejné správy.

Zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 61/1988 o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, v platném znění.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění.

Zákon č. 25/2008 Sb. o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí, v platném znění.

Zákon č. 157/2009 Sb., o nakládáním s těžebním odpadem a o změně některých zákonů, v platném znění.

Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, v platném znění.

Internetové zdroje

Adamová J., 2023: Důlní vody z Turkaňku budou čistit desítky let. Hlavní je hlídat výšku hladiny (online) [cit.2024.02.22], dostupné z <https://kutnohorsky.denik.cz/zpravy_region/kutna-hora-rozhovor-turkank-dulni-vody-cisticka-josef-kovar-04052023.html>.

Asta M. P., Cama J., Acero P., ©2010: Dissolution kinetics of marcasite at acidic pH (online) [cit.2024.01.02], dostupné z <<https://pubs-geoscienceworld-org.infozdroje.czu.cz/eurjmin/article-abstract/22/1/49/69428/Dissolution-kinetics-of-marcasite-at-acidic-pH?redirectedFrom=fulltext>>.

Banks D., Boyce A. J., ©2023: Dissolved sulphate $\delta^{34}\text{S}$ and the origin of sulphate in coal mine waters; NE England. Geological Society of London. Collection. (online) [cit.2023.12.27], dostupné z <https://geolsoc.figshare.com/collections/Dissolved_sulphate_sup_34_sup_S_and_the_origin_of_sulphate_in_coal_mine_waters_NE_England/6418981>.

Cooke D. R., McPhail D. C., ©2010: Epithermal Au-Ag-Te Mineralization, Acupan, Baguio District, Philippines: Numerical Simulations of Mineral Deposition (online) [cit.2023.10.27], dostupné z <<https://pubs-geoscienceworld-org.infozdroje.czu.cz/segweb/economicgeology/article-abstract/96/1/109/22063/Epithermal-Au-Ag-Te-Mineralization-Acupan-Baguio?redirectedFrom=fulltext>>.

CUZK, ©2023: Mapa Dolu Turkaňk (online) [cit.2023.12.26], dostupné z <<https://sginahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&MarWindowName=Marushka&MarQueryId=2EDA9E08&MarQParam0=1479597205&MarQParamCount=1>>.

ČBU, ©2024: Činnosti (online) [cit.2024.01.02], dostupné z <<https://cbu.gov.cz/cs/cinnosti>>.

ČGS, ©2024: Aplikace (online) [cit.2024.01.02], dostupné z <<https://cgs.gov.cz/mapy-a-data/aplikace>>.

ČIŽP, ©2024: Informace (online) [cit.2024.01.02], dostupné z <<https://www.cizp.cz/cizp/ceska-inspekce-zivotniho-prostredi>>.

Deng S., An Q., Song J., Yang Y., Huang Z., Zhao Bin., ©2023: Removal of iron, manganese and ammonium from contaminated mine water by biochar immobilized *Acinetobacter* sp. AL-6 under acid condition, and the role of extracellular polymeric substances (online) [cit.2024.02.26], dostupné z <<https://www-sciencedirect-com.infozdroje.czu.cz/science/article/pii/S0959652623037575>>.

DIAMO © 2023: Monitoring hodnot důlních vod (online) [cit.2023.10.26], dostupné z <<https://www.diamo.cz/cs/sul>>.

DIAMO © 2023: Souhrn dat a opatření (online) [cit.2023.10.28], dostupné z <https://www.diamo.cz/cs/sul>.

DIAMO © 2023: Systémová instrukce (online) [cit.2023.10.27], dostupné z <https://www.diamo.cz/cs/obcasnik-diamo>.

Dzuráková M., Štěpánková P., Levitus V., ©2018: Katalog přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině a jeho uplatnění ve webové mapové aplikaci pro veřejnost (online) [cit.2024.03.02], dostupné z <<https://www.vtei.cz/2018/10/katalog-priode-blizkych-opatreni-pro-zadrzeni-vody-v-krajine-a-jeho-uplatneni-ve-webove-mapove-aplikaci-pro-verejnost/>>.

Ewusi A., Sunkari E. D., Seidu J., Coffie-Anum E., ©2022: Hydrogeochemical characteristics, sources and human health risk assessment of heavy metal dispersion in the mine pit water–surface water–groundwater předmět in the largest manganese mine in Ghana, P. 26., ISSN 2352-1864 (online) [cit.2023.12.26], dostupné z <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352186422000232>>.

Gračková I., ©2022: Hledáme způsoby, jak pro zásobování využít i důlní vody, říká ostravská vědkyně (online) [cit.2023.12.28], dostupné z <<https://archiv.hn.cz/c1-67119150-hledame-zpusoby-jak-pro-zasobovani-vyuzit-i-dulni-vody-rika-ostravska-vedkyne>>.

Chetty D., Nwaila G.T., Xakalashé B., ©2023: Fire and Water: Geometallurgy and Extractive Metallurgy (online) [cit. 2024-02-02], dostupné z <<https://pubs-geoscienceworld-org.infozdroje.czu.cz/msa/elements/article/19/6/365/632496/Fire-and-Water-Geometallurgy-and-Extractive?searchresult=1>>.

Horváth P., ©2021: Využití důlních vod v PKÚ, s. p. (online) [cit. 2024-01-23], dostupné z <<https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2021/cislo-1/vyuziti-dulnich-vod-pku-p.html>>.

Hrabal M., ©2023: Dva vrty u Oslava zjistí, jak využít důlní vodu. Pomůže zásobovat region (online) [cit. 2024-01-23], dostupné z

https://brnensky.denik.cz/zpravy_region/vrty-oslavany-padochov-dulni-voda-jihomoravsky-kraj-sucho-zasobovani-vodou.html>.

CHMI, ©2023: Hydrologické povodí 1-04-01-034 (online) [cit.2023.10.27], dostupné z <https://chmi.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a4830145c5304cc0a0089c1cb35ffb6f>>.

Kunz N. C., Beckie R., Fraser J., Mello L., ©2023: The Role of Economic Geologists in Water Management Related to Mining, (online) [cit.2024.01.10], dostupné z <https://pubs-geoscienceworld-org.infozdroje.czu.cz/segweb/segdiscovery/article-abstract/doi/10.5382/Geo-and-Mining-20/624582/The-Role-of-Economic-Geologists-in-Water?redirectedFrom=fulltext>>.

KUTNÁ HORA, ©2020: Historie města Kutné Hory (online) [cit.2023.12.26], dostupné z <https://destinace.kutnahora.cz/d/history-of-town-of-kutna-hora?lang=2>>.

Luksza R., ©2016: Miliony kubíků důlní vody pod Ostavou ... co s ní? (online) [cit.2023.10.27], dostupné z www.denik.cz/z_domova/miliony-kubiku-dulni-vody-pod-ostavou-a-co-s-ni-20161122.html>.

MAPY.CZ, ©2023: Kanál Šifovka (online) [cit.2023.10.27], dostupné z <https://mapy.cz/zakladni?q=meliiora%C4%8Dn%C3%AD%20kan%C3%A1l%20%C5%A0%C3%ADfovka&source=base&id=1922319&ds=1&x=15.2939062&y=49.9892420&z=13>>.

Jáchymov, ©2021: Důl Svornost (online) [cit.2023.10.27], dostupné z <https://www.mestojachymov.cz/volny-cas/pamatky/hornicke-pamatky/dul-svornost-58cs.html>>.

Ministerstvo zemědělství (MZe), ©2023: Vodohospodářský informační portál VODA – Rozvodnice (online) [cit.2023.10.06], dostupné z <https://www.voda.gov.cz/?page=rozvodnice-1-radu-mapa>>.

Ministerstvo zemědělství (MZe), ©2024: Správci toků (online) [cit.2024.01.06], dostupné z <https://eagri.cz/public/portal/mze/voda/spravci-vodnich-toku>>.

Ministerstvo životního prostředí, ©2024: Látky v IRZ (online) [cit.2024.01.02], dostupné z <https://www.irz.cz/latky-v-irz/uniky-do-vody>>.

MONTÁNNÍ SPOLEK ZDAŘ BŮH, ©2022: Historie ložiska Kutná Hora (online) [cit.2023.12.26], dostupné z <https://www.zdarbuh.cz/reviry/rd-pribram/historie-loziska-kutna-hora-1/>>.

Ñancucho I., Hedrich S., Johnson D. B., ©2012: New microbiological strategies that enable the selective recovery and recycling of metals from acid mine drainage and mine process waters (online) [cit. 2023-10-27], dostupné z <https://pubs-geoscienceworld-org.infozdroje.czu.cz/minmag/article-abstract/76/7/2683/85524/New-microbiological-strategies-that-enable-the?redirectedFrom=fulltext>>.

rustees of Dartmouth College, ©2023: Arsenic and You (online) [cit. 2023-10-25], dostupné z <https://sites.dartmouth.edu/arsenicandyou/exposure>>.

Povodí Labe, ©2023: Předmět činnosti (online) [cit.2023.10.27], dostupné z https://www.pla.cz/planet/webportal/internet/cs/obsah/predmet-cinnosti_495.html>.

Seznam Obrázků

- Obrázek 1: Medaile (RD Příbram, 1991)
- Obrázek 2: Současné emisní hodnoty (Příloha č. 1, B), nařízení vlády č. 401/2015 Sb.)
- Obrázek 3: Historie přípustné hodnoty (Příloha č. 1 k nařízení vlády č. 82/1999 Sb.)
- Obrázek 4: Mapa ČR s vyznačením dolu Turkaňk (Mapy.cz ©2023)
- Obrázek 5: Schematické zobrazení jednotlivých žilných pásem v okolí Kutné Hory a Kaňku (DIAMO ©2024)
- Obrázek 6: Kutnohorské krystalinikum (Misař et al., 1983)
- Obrázek 7: Specifikace hydrogeologického rajonu (Příloha č. 6 k vyhlášce č. 5/2011 Sb.)
- Obrázek 8: Specifikace dílčího povodí (Příloha k vyhlášce č. 393/2010 Sb.)
- Obrázek 9: Hydrologické povodí č. 1-04-01-034 (MZe ©2023)
- Obrázek 10: Kanál Šífovka (Mapy.cz ©2023)
- Obrázek 11: Rozvodnice (GOV ©2023)
- Obrázek 12: 5 pásem na dolu Turkaňk (DIAMO ©2023)
- Obrázek 13: Výškové poměry důl Turkaňk (DIAMO ©2023)
- Obrázek 14: Rozhodnutí MěÚ Kutná Hora (DIAMO ©2023)
- Obrázek 15: Rozhodnutí OÚ Kutná Hora (DIAMO ©2023)
- Obrázek 16: Rozhodnutí MěÚ Kutná Hora (DIAMO ©2023)
- Obrázek 17: Rozhodnutí KÚ střeďočeského kraje (DIAMO ©2023)
- Obrázek 18: Rozhodnutí KÚ střeďočeského kraje (DIAMO ©2023)
- Obrázek 19: Rozhodnutí KÚ střeďočeského kraje (DIAMO ©2023)
- Obrázek 20: Rozhodnutí KÚ střeďočeského kraje (DIAMO ©2023)
- Obrázek 21: Limity vypouštění (autor, 2024)
- Obrázek 22: Areál dolu Turkaňk (CUZK ©2023)
- Obrázek 23: Umístění dolu Turkaňk (Mapy.cz ©2023)
- Obrázek 24: Objekty ČDV Kaňk – Kutná Hora (DIAMO ©2023)
- Obrázek 25: Schéma čištění důlní vody ČDV Kaňk – Kutná Hora (DIAMO ©2023)
- Obrázek 26: Vyznačení propadliny (Mapy.cz ©2023)
- Obrázek 27: Propadlina (Bokr Pavel, 2005)
- Obrázek 28: Uzavírací ventil ve výtokovém potrubí v Štole 14 pomocníků – nový, původní (DIAMO ©2023)
- Obrázek 29: Propad 2021 (DIAMO ©2023)
- Obrázek 30: Propad 2021 (DIAMO ©2023)
- Obrázek 31: Současné platné limitní hodnoty kontaminantů (autor ©2024)

Obrázek 32: Průměrná hodnota účinnosti ČDV Kutná Hora – Kaňk od roku 2002–2023, hledisko Vstupní hodnoty kontaminantů x Výstupní hodnoty kontaminantů (DIAMO ©2023)

Obrázek 33: Průměrná hodnota účinnosti ČDV Kutná Hora – Kaňk od roku 2003–2023, hledisko Vstupní hodnoty kontaminantů x Výstupní hodnoty kontaminantů (DIAMO ©2023)

Obrázek 34: Vstupní hodnota pH do ČDV (1996 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 35: Výstupní hodnota pH z ČDV (1996 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 36: Vstupní hodnota NL 105 do ČDV (1996 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 37: Výstupní hodnota NL 105 z ČDV (1996 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 38: Účinnost ČDV NL 105 (2002 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 39: Vstupní hodnota RAS do ČDV (1996 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 40: Výstupní hodnota RAS z ČDV (1996 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 41: Účinnost ČDV RAS (2002 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 42: Vstupní hodnota SO_4^{2-} do ČDV (1996 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 43: Výstupní hodnota SO_4^{2-} z ČDV (1996 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 44: Účinnost ČDV SO_4^{2-} (2002 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 45: Vstupní hodnota Fe do ČDV (1996 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 46: Výstupní hodnota Fe do ČDV (1996 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 47: Účinnost ČDV Fe (1996 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 48: Vstupní hodnota Mn do ČDV (1996 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 49: Výstupní hodnota Mn z ČDV (1996 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 50: Účinnost ČDV Mn (1996 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 51: Vstupní hodnota As do ČDV (1996 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 52: Výstupní hodnota As z ČDV (1996 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 53: Účinnost ČDV As (1996 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 54: Vstupní hodnota Zn do ČDV (1996 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 55: Výstupní hodnota Zn z ČDV (1996 – 2002 a 2003 - 2023) (autor ©2024)

Obrázek 56: Účinnost ČDV Zn (1996 – 2023) (autor ©2024)

Obrázek 57: Záměr v provozu ČDV Kutná Hora – Kaňk (DIAMO ©2023)

Seznam Příloh

Příloha č. 1: Vstupní hodnoty kontaminantů

Příloha č. 2: Výstupní hodnoty kontaminantů

Příloha č. 3: Účinnost čistírny důlních vod Kaňk – Kutná Hora

Příloha č. 4: Celkový graf vstupních průměrných hodnot kontaminantů za roky 1996 - 2023

Příloha č. 5: Celkový graf výstupních průměrných hodnot kontaminantů za roky 1996 - 2023

Příloha č. 6: Rozhodnutí Krajského úřadu Středočeského kraje, odboru životního prostředí a zemědělství

Příloha č. 7: Český báňský úřad se sídlem v Praze 1

Příloha č. 8: Krajská hygienická stanice Středočeského kraje se sídlem v Praze

Příloha č. 9: - Povodí Labe, státní podnik se sídlem v Hradci Králové