

## Posudek oponenta doktorské disertační práce

**Autor:** Mgr. Jan Holeček  
**Název:** Geochemický výzkum vzniku a chování novotvořených částic v roztocích vyluhovacích polí uranového ložiska Stráž pod Ralskem  
**Institute:** Technická univerzita v Liberci, Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií  
Studijní program: P3901 Aplikované vědy v inženýrství  
Studijní obor: 3901V055 Aplikované vědy v inženýrství

**Oponent:** doc. RNDr. Josef Zeman, CSc.  
Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav geologických věd  
Kotlářská 2, 611 37 Brno  
e-mail: jzeman@sci.muni.cz, tel.: 549 498 295

Předkládaná doktorská disertační práce „Geochemický výzkum vzniku a chování novotvořených částic v roztocích vyluhovacích polí uranového ložiska Stráž pod Ralskem“ má rozsah 102 číslovaných stran. Do textu je zařazeno 59 obrázků a 14 tabulek. Pro vypracování práce použil doktorand 65 literárních pramenů. Práce je doplněna seznamem patentů, užitných průmyslových vzorů, certifikovaných metodik, článků v recenzovaných a impaktovaných odborných časopisech a dalších publikovaných prací autora a konferenčních příspěvků.

Z obsahového hlediska je práce rozdělena na devět hlavních kapitol. Po kapitolách 1. *Úvod* a 2. *Cíle a přínos disertační práce* se autor dostává k přehledu poznatků řešeného problému v kapitole 3. *Rešerše současného stavu problematiky*, která uvádí podmínky vzniku kyselých důlních vod vyluhovacích polí a metody jejich sanace a 4. *Uranové ložisko Stráž pod Ralskem*, kde jsou přehledně shrnuty základní geologické údaje o ložisku Stráž pod Ralskem. Kapitoly jsou zpracovány výstižně a obsahují všechny potřebné údaje. V následující kapitole 5. *Použité analytické metody* je uveden popis odběru vzorků a použitých analytických metodik. V principu použil doktorand všechny metody, které jsou vhodné pro řešení daného problému.

Hlavní část disertačního spisu v kapitole 6. *Výsledky* je věnována vlastním výsledkům práce disertanta. V první podkapitole je uvedena geochemická charakteristika podzemních vod cenomanského a turonského kolektoru v oblastech ovlivněných těžbou a v oblastech neovlivněných podzemních vod. Byly zpracovány rozsáhlé datové soubory (z oblastí těžby kolem 1 200 vzorků, u ostatních vždy kolem 100 analýz), které dávají dobrou představu o chemickém složení vod a rozdílech mezi nimi. Data jsou velmi vhodně doplněna grafickým zobrazením v Durovových diagramech. Podnětné jsou výsledky sledování chemického složení plynů rozpuštěných v podzemních vodách.

V dalších podkapitolách se doktorand věnuje komplexnímu zhodnocení srážecích neutralizačních reakcí. Pro experimenty byla vybrána podzemní voda z produkčního vrtu chemické těžby VP26-6162,

kteřá představuje kyselý zbytkový technologický roztok z centřální oblasti loužicích polí a z vrtu STPC-102 na okraji vyluhovacích polí, kde se mísí zbytkové technologické roztoky s přirozeně se vyskytujícími neovlivněnými vodami cenomanské zvodně. Jako alkalický neutralizační roztok byla zvolena voda ze sedimentační nádrže technologického provozu neutralizační stanice. Tyto tři vody jsou charakterizovány fyzikálně-chemickými parametry a složením. V dalším se pak autor zabývá kinetikou neutralizačních reakcí, velikostí, množstvím a charakterem novotvořených částic, vývojem chemického složení neutralizovaných roztoků, hmotnostní bilancí, chemickým a mineralogickým složením a stabilitou novotvořených pevných fází. Po zevrubné prezentaci a interpretaci výsledků se autor v diskusi věnuje širšímu výkladu významu dosažených zjištění. Podnětné je doporučení pro následné práce. Ve dvoustránkovém shrnutí a závěru jsou uvedeny hlavní získané poznatky.

Práce je logicky členěna, obsahuje všechny náležitosti, po formální stránce je zpracována velmi pečlivě a neobsahuje překlepy. Z formálního hlediska se autor dopustil několika drobných prohřešků proti typografickým pravidlům (odkazy na obrázky a tabulky se v textu píší s malým počátečním písmenem, hodnota a jednotka jsou odděleny mezerou, číselný rozsah se píše s dlouhou pomíčkou a bez mezer, plynulosti textu by prospělo dělení slov).

*K práci mám následující připomínky:*

Str. 4 a dále: Poznámka k terminologii – pro „oxihydroxid“ by bylo v souladu s mezinárodním (anglosaským) označením vhodnější používat název oxyhydroxid.

Str. 34: Místo potencionální by mělo být správně užito potenciální – možný, v budoucnu předpokládaný (od latinského potentio – potence, zaručená schopnost, možnost atd.); označení potenciální jazykovědci neznají; v elektrotechnice se vyskytuje potenciála a potenciál označuje bod na této křivce; body mimo tuto křivku jsou označeny jako potencionály, jsou tedy rozloženy náhodně mimo křivku a to jistě neměl autor na mysli.

Str. 80, obr. 59 a dále: Bylo by lépe použít logaritmickou časovou škálu než liniový graf.

*K práci mám následující otázky:*

Str. 33, tab. 3: U obsahu rozpuštěných karbonátových látek ( $\text{HCO}_3^-$ ) ve zbytkových technologických roztocích nejsou uvedeny údaje. Symbolem  $\text{HCO}_3^-$  je ve výsledcích chemických analýz označován celkový obsah rozpuštěných karbonátových látek, mezi které patří i  $\text{CO}_2(aq)$  a skutečná  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Byl nějakým způsobem zjišťován obsah rozpuštěného  $\text{CO}_2$  a kyseliny uhličitě? Mezi rozpuštěnými plyny byl  $\text{CO}_2$  doktorandem identifikován.

Str. 45, obr. 10–12: Jsou uvedeny fotografie vývoje reakčních směsí kyselých zbytkových technologických roztoků s alkalickým neutralizačním činidlem po 1 hod. a 24 hodinách. Některé reaktorové nádoby jsou na snímcích po 1 a 24 hodinách jiné a nejedná se tedy o identické směsi. To byl záměr? Proč nejsou ukázány vývoje původních směsí?

Str. 75, tab. 14: Bylo by možné odhadnout podíl amorfni (či přesněji rentgenamorfni) fáze? Železo zůstávalo i po 8 letech v amorfni fázích? V přírodních vzorcích jsou u železa i při poměrně rychlém srážení identifikovány alespoň podíly krystalických fází oxyhydroxidů.

## Souhrn

Předkládaná doktorská disertační práce má výrazně aplikační charakter a zabývá se z ekonomického a ekologického hlediska velmi významným problémem sanace podzemních vod vyluhovacích polí v oblasti uranového ložiska Stráž pod Ralskem. Doktorand zvolil pro řešení doktorského tématu z metodického hlediska velmi jednoduchou metodu studia, která je v dnešní době poměrně neobvyklá (jednoduché míšení roztoků a jejich sledování). Přesto, nebo možná právě proto, dospěl k výsledkům, které mají velmi závažné dopady nejen pro aplikaci při uvažovaném užití tzv. „alkalického slivu“ pro sanaci strážských vyluhovacích polí, ale nastoluje i významné otázky pro základní výzkum s dopadem na naše představy o průběhu srážení, rozpouštění a chování pevných fází v přírodních systémech. Běžně se předpokládá, že po rychlém srážení dochází k dalšímu stárnutí a rekrystalizaci sraženin, jejich „zkompaktnění“ a snižování koncentrace rozpuštěných složek. Jak ukazují výsledky doktoranda, může být proces za určitých okolností právě opačný. Celou řadu těchto otázek rozebírá doktorand v diskusi a správně je vytyčuje jako směry dalšího výzkumu, jejich řešení však už výrazně překračuje cíle práce, které si doktorand při řešení tématu vytyčil.

Výsledky doktorské práce nebo jejich část nebyly publikovány v časopise s impaktním faktorem (na jedné publikaci s obdobnou problematikou z jiné oblasti se autor podílel), výrazně aplikační zaměření autora se však projevuje v jeho podílu na dvou patentech, pěti užitných průmyslových vzorech (u jednoho je hlavním autorem) a certifikované metodice. Jeho další publikační aktivity jsou poměrně rozsáhlé (6 článků v recenzovaném časopise, 11 příspěvků ve sbornících z konferencí, podíl na knize). Vzhledem k zaměření autora jsem přesvědčen, že publikační výstupy odpovídají požadavkům doktorské práce.

Ještě musím poznamenat, že posuzovaná doktorská práce patří z odborného hlediska k nejpodnětnejším doktorským pracím, které jsem v posledních letech oponoval či se s nimi jako čtenář seznámil.

## Závěr

Podle mého názoru doktorand prokázal, že je schopen samostatné vědecké práce a je schopen dosažené výsledky přesvědčivým způsobem prezentovat odborné veřejnosti. Předkládaná disertační práce podle mého názoru splňuje požadavky na tyto práce kladené zákonem, proto ji doporučuji k obhajobě před stanovenou komisí a po úspěšném obhájení doporučuji udělení titulu Ph.D.

V Brně 10. 9. 2015

  
Doc. RNDr. Josef Zeman, CSc.

**Oponentní posudek doktorské disertační práce Mgr. Jana Holečka „Geochemický výzkum vzniku a chování novotvořených částic v roztocích vyluhovacích polí uranového ložiska Stráž pod Ralskem“**

Disertační práce byla zpracována v rámci doktorského studijního programu P3901 – Aplikované vědy v inženýrství, studijního oboru 3901V055 – Aplikované vědy v inženýrství. Školitelem byl prof. RNDr. Tomáš Pačes, Dr.Sc.

Předkládaná práce shrnuje výsledky výzkumu, zaměřeného na geochemické vlastnosti novotvořených fází, vznikajících při mísení zbytkových technologických roztoků dolu chemické těžby (dále DCHT) uranového ložiska Stráž pod Ralskem s alkalickými slivami z neutralizačních sanačních technologií.

Po formální stránce má předložená disertační práce přiměřený rozsah, celkem 78 stran textu. Práce je členěna do devíti hlavních kapitol, které jsou dále rozděleny do podkapitol. Členění je logické a přehledné a odpovídá postupu řešení dané problematiky. První čtyři kapitoly (celkem 13 stran) obsahují úvod do řešené problematiky, rešerši dosavadních výzkumů a obecné informace o ložisku Stráž pod Ralskem, mimo jiné včetně stručného popisu geologických podmínek a hydrogeologických poměrů lokality. V páté kapitole (4 strany) je popsána použitá metodika. Nejrozsáhlejší je šestá kapitola, která shrnuje na celkem 53 stranách výsledky provedených analýz. Kapitola 7. Diskuze má celkem 4 stránky, dále jsou uvedena v kapitole 8. doporučení pro další práce (2 strany) a v deváté kapitole shrnutí a závěry (2 stránky).

V disertační práci je obsaženo 14 tabulek a 59 obrázků a grafů, které zpřehledňují text.

Přehled použité literatury obsahuje 65 položek. Vlastní publikační činnost autora je poměrně rozsáhlá, zahrnuje spoluautorství na dvou patentech, pěti užitných průmyslových vzorech, jedné certifikované metodice, jedné knize a celkem osmnácti článcích a příspěvcích do sborníků různých konferencí, z toho jednoho v impaktovaném recenzovaném periodiku (Journal of Hazardous Materials, Impact Factor 4.29). Z toho je Mgr. Jan Holeček ve 12 případech hlavním autorem.

Z formálního hlediska nemám k hodnocené práci žádné zásadní připomínky, práce má logické a přehledné členění a je sepsána srozumitelně, čtivým jazykem. Obsahuje pouze ojedinělé překlepy.

V rámci výzkumu byly provedeny dlouhodobé neutralizační experimenty (v délce až 8 let), během kterých byl mísen alkalický sliv z technologie NDS 6 se dvěma různými zbytkovými

technologickými roztoky v poměrech 10:90, 25:75, 50:50, 75:25 a 90:10. Vznikající sraženiny byly následně zkoumány optickými metodami, rentgenovou difrakcí a dalšími chemickými a mineralogickými metodami. V rámci prováděného výzkumu byl dále vyvinut zonální hlubinný pístový vzorkovač a aparatura pro vzorkování rozpuštěných plynů.

Je nutné zdůraznit, že hodnocená disertační práce shrnuje skutečně obdivuhodný objem výsledků prací. Mezi hlavní výsledky lze zahrnout ověření množství sraženin, vznikajících mísením zbytkových technologických roztoků a alkalického činidla v různých poměrech a ověření jejich fázového složení. Dalším významným výsledkem je posouzení dlouhodobé stability těchto sraženin a změn jejich složení v čase.

Práce má spíše popisný charakter, dosažené výsledky jsou sice přehledně a srozumitelně prezentovány, chybí mi však jejich podrobnější vysvětlení a diskuse vzhledem k teoretickým předpokladům, například porovnáním s výpočty speciace jednotlivých roztoků a saturačních indexů příslušných fází.

K práci mám z věcného hlediska následující konkrétní dotazy a připomínky:

**Str. 32 – 37 Kap. 6.1 Geochemická charakteristika vod...**

*„Hranice rozdělení přirozených neovlivněných podzemních vod a vod zasažených kyselým loužením byla stanovena na základě prostorově chemické analýzy výskytu na území ložiska Stráž pod Ralskem.“*

Co si pod touto analýzou představit, prováděl ji autor? V tom případě je nutné uvést metodiku, pokud ne, je třeba uvést citaci.

Z tabulek 3 a 4 nevyplyvá statistické rozdělení hodnocení souborů. Pokud se nejedná o normální rozdělení, není vhodné používat aritmetický průměr.

**Str. 38 – 42 Kap. 6.2 Plyny ve vodách na ložisku Stráž pod Ralskem**

Oceňuji originální konstrukci vzorkovacího zařízení pro vzorkování plynů, metodu je však pravděpodobně nutné ještě validovat. Z textu není zcela jasné, zda dochází k uvolnění veškerých plynů z čerpané vody. Pokud nedochází, bude pravděpodobně hrát roli teplota, na kterou je voda zahřáta a rychlost průtoku. Může se, v závislosti na této teplotě, měnit složení odloučené plynné fáze? Bylo vhodné rovněž měřit celkový objem uvolněných plynů ve vztahu k odčerpanému množství podzemní vody, tak, aby bylo možné posoudit koncentraci plynů ve vodné fázi.

**Str. 42 – 44 Kap. 6.4 Srážecí neutralizační reakce**

V tabulce 6 na str. 43 je uvedeno složení použitých technologických roztoků a alkalického činidla. Jako jedna z hlavních složek alkalického činidla jsou zde uvedeny hydrogenuhličitany. Jaká

byla jejich metoda stanovení? (Metoda stanovení chybí v tabulce 2.) Bude se jednat skutečně o hydrogenuhličitany?

**Str. 44 – 45 Kap. 6.5 Kinetika neutralizačních reakcí**

Popis kinetiky není zrovna podrobný, měl by zahrnovat i změny koncentrací hlavních složek v čase s ohledem na změny složení sraženin. „Reaktory“ na obrázcích 10 – 13 by měly mít stejnou barvu.

**Str. 47 – 61 Kap. 6.7 Vývoj chemického složení neutralizovaných roztoků v čase**

Proč bylo složení roztoků sledováno pouze 100 dní při celkové délce experimentu až 8 let?

Jak si autor vysvětluje s časem rostoucí hodnotu elektrické vodivosti roztoků z vrtu STPC-102 a současný pokles obsahu celkových rozpuštěných látek (TDS)?

**Str. 61 – 78 Kap 6.8 Hmotnostní bilance novotvořené pevné fáze při neutralizačním experimentu**

Změny hmotnosti vysrážených pevných fází s časem (porovnání bilance sraženin po 5 dnech a po 1 roce) jsou velmi zajímavé. Je škoda, že je nelze porovnat se změnami složení příslušných roztoků.

Zjištěné kvalitativní složení převažující novotvořených fází celkově odpovídá předpokladům, hlavními složkami jsou sádrovec a další sírany (alunogen, alunit, K-jarosit, etringit), hydroxidy hliníku a železa a v případě alkalických směsí kalcit.

**Celkové hodnocení**

I přes výše uvedené připomínky celkově hodnotím předloženou disertační práci jako zdařilou a doporučuji ji k obhajobě. Autor během dlouhodobého experimentu zkombinoval celou řadou analytických metod a osvědčil tvůrčí přístup k řešení. Znovu oceňuji objem provedených experimentů a množství získaných dat. Práce přináší nové poznatky o stabilitě novotvořených fází, vznikajících neutralizací zbytkových technologických roztoků. Vypořádání výše uvedených připomínek doporučuji provést v rámci obhajoby.

  
RNDr. Zbyněk Vencelides, Ph.D.

V Liberci, 3.9.2015

**Zhotovitel:****RNDr. František Eichler, Ph.D.**

Švermova 268/76  
CZ-460 10 Liberec 10  
Czech Republic

tel.: –  
fax.: –  
mobil: +420 608 054 429  
e-mail: [eichlerfr@geow.cz](mailto:eichlerfr@geow.cz)  
web: [www.geow.cz](http://www.geow.cz)

**Objednatel:****Technická Universita Liberec**

Fakulta mechatroniky, informatiky a  
mezioborových studií  
Ústav nových technologií a aplikované  
informatiky

Studentská 2  
CZ-461 17 **Liberec 1**  
Czech Republic

tel.: –  
fax.: –  
mobil: –  
e-mail: –  
web: [www.tul.cz](http://www.tul.cz)

*V Liberci, pátek, 5. září 2015*

**Věc:** *Posudek na disertační práci Mgr. Jana Holečka „Geochemický výzkum vzniku a chování novotvořených částic v roztocích vyluhovacích polí uranového ložiska Stráž pod Ralskem“.*

Předkládaná bakalářská práce si klade za cíl přispět k výzkumu a poznání vzniku, vlastností a chování novotvořených sraženin v neutralizovaných zbytkových technologických roztocích. Předmětem studia v kapalně fázi zjištěných novotvořených částic bylo jejich studium při kontrolovaných podmínkách v laboratorních podmínkách. Studované částice byly připraveny laboratorní simulací, kdy neutralizační alkalické technologické roztoky interagovaly v laboratorních, přesně definovaných podmínkách s kyselými zbytkovými technologickými roztoky odebranými z ložiska Stráž pod Ralskem. Další cílem bylo zhodnocení stavu, kdy byly porovnávány chemické a mineralogické složení nově krystalované pevné fáze, kinetika chemických interakcí a látkové bilance neutralizačních reakcí. A v konečné fázi, výsledky laboratorních experimentů měly objasnit vývoj a změny chemického složení neutralizovaných matečných roztoků a hmotnostní bilance vzniklých nově krystalované pevné fáze. Předkládaná a posuzovaná práce má celkem 102 stran, 11 kapitol, 59 obrázků a grafů, 14 tabulek, cituje 66 zdrojů informací a uvádí i seznam publikací autora (patenty, užité průmyslové zdroje, certifikované metody, články v recenzovaném odborném periodiku, články v impaktovaném recenzovaném odborném periodiku, odborné

publikace, knihy, články v recenzovaném sborníku z odborné akce, články v nerecenzovaném sborníku nebo abstrakt ve sborníku).

Předkládaná práce byla logicky rozdělena do logických částí, tj. úvodních komentářů, kapitol a podkapitol: formality dané fakultou, tj. *Prohlášení, Poděkování, Abstrakt, Abstract, Seznam obrázků, Seznam tabulek, Seznam zkratk*; názvy kapitol a podkapitol, tj. *Úvod, Cíle a přínos disertační práce, Rešerše současného stavu problematiky, Uranové ložisko Stráž pod Ralskem* (podkapitoly *Geografie a geomorfologie, Geologická stavba území* (dílčí podkapitoly *Podloží sedimentárního pokryvu, Sedimentární křídový pokryv, Terciérní vulkanity a sedimenty, Kvartérní sedimenty*), *Hydrogeologické poměry*), *Použité analytické metody* (podkapitoly *Odběry vzorků, Analýza chemického složení vod, Rentgenová difrakční analýza, Optická mikroskopie, Elektronová mikroskopie, Plynová chromatografie*), *Výsledky* (podkapitoly *Geochemická charakteristika vod na ložisku Stráž pod Ralskem*, (dílčí podkapitoly *Podzemní vody cenomanského kolektoru, Podzemní vody turonského kolektoru*), *Plyny ve vodách na ložisku Stráž pod Ralskem, Původ novotvořených částic, Srážecí neutralizační reakce, Kinetika neutralizačních reakcí, Velikost, množství a charakter novotvořených částic v závislosti na složení neutralizačních směsí, Vývoj chemického složení neutralizovaných roztoků v čase, Hmotnostní bilance novotvořené pevné fáze při neutralizačním experimentu, Chemické a mineralogické složení novotvořených pevných fází, Chování a stabilita novotvořených částic v kyselém prostředí*), *Diskuze, Doporučení pro následné práce, Shrnutí a závěr, Seznam použité literatury a Seznam publikací autora*.

Logické části *Prohlášení, Poděkování, Seznam obrázků, Seznam tabulek, Seznam zkratk, Seznam použité literatury a Seznam publikací autora* nebyly hodnoceny. Pokud se týče části *Abstrakt a Abstract*, vzhledem k rozsáhlosti tématu v nich byly v rozumné míře definovány cíle a výsledky prací. Nicméně, každý autor by si měl uvědomit, že většina potenciálních čtenářů se podle abstraktu bude rozhodovat, zda li si práci přečte či nikoliv. Autor předkládané práce toto v rozumné míře zvládnul.

V kapitolách *Úvod a Cíle a přínos disertační práce* je srozumitelně nadefinován problém, který bude řešen a důvody, které vedly k zámyslu problematiku řešit. Bylo by ale lepší, v některých větech používat čas budoucí nikoliv minulý, neb jsme teprve v počátku. Co

Strana 2 (celkem 6)

se týče obecné náplně uvedených kapitol, autor předkládané práce jejich zpracování v rozumné míře zvládnul.

Pokud se týká kapitoly **Rešerše současného stavu problematiky**, v řešené problematice existují spousty publikací, které se problematikou sanací kyselých od vznikajících při těžbě nerostných surovin více či méně zabývají. Citací týkajících se řešené problematiky by mohlo být i o dva řády více, ale to by bylo na úkor přehlednosti a koneckonců by to bylo i zbytečné. Práce zahrnuje citace podstatných publikací. V případě předkládané práce bych doporučoval citovat původní, starší publikace. Co se týče obecné náplně uvedené kapitoly, autor předkládané práce její zpracování v rozumné míře zvládnul.

V kapitole **Uranové ložisko Stráž pod Ralskem** (podkapitoly **Geografie a geomorfologie**, **Geologická stavba území** (dílčí podkapitoly **Podloží sedimentárního pokryvu**, **Sedimentární křídový pokryv**, **Terciérní vulkanity a sedimenty**, **Kvartérní sedimenty**), **Hydrogeologické poměry**) byly podrobně popsány geologické poměry na ložisku. Pokud předkládaná práce se zabývá dílčí problematikou sanace ložiska, je popis geologických poměrů na místě. Je ale otázkou, zda li obsah této kapitoly je důležitý v návaznosti na další část předkládané práce a komu ve finále je předkládaná práce určena. To je ale problémem obdobných prací mezioborových studií, kdy širší problematiky a zahrnutí dalších odborných témat pak vede k těžkému rozhodování, co do práce zahrnout a v jaké míře. Co se týče obecné náplně uvedené kapitoly, podkapitol a dílčích podkapitol, autor předkládané práce jejich zpracování v rozumné míře zvládnul.

Velmi dobře je zpracována kapitola **Použité analytické metody** (podkapitoly **Odběry vzorků**, **Analýza chemického složení vod**, **Rentgenová difrakční analýza**, **Optická mikroskopie**, **Elektronová mikroskopie**, **Plynová chromatografie**). Stručně se v ní, respektive v jednotlivých podkapitolách, popisuje lokalizace míst odběrů vzorků, příprava zkušebních vzorků z terénních vzorků a analytické podmínky a postupy laboratorních zkoušek, kterými byly získány výsledky. Drobnou námitku lze vznést pouze k přípravě rentgenovou práškovou difrakční analýzu a elektronovou mikroskopii. Při interpretaci je nutné vzít v úvahu, že vytváříme preparát, který vzhledem k vysoušení může mít mírně odlišné složení pevné fáze než původní. Během vysoušení dochází k posunům hodnot fyzikálních parametrů (tj. pH a Eh systému) tak i k chemickým (tj. koncentrace rozpuštěných chemických složek). Můžou tak

Strana 3 (celkem 6)

krystalovat další pevné fáze. Nicméně, prezentované výsledky poukazují, že tomuto nedocházelo v podstatné míře. Co se týče obecné náplně uvedené kapitoly a podkapitoly, autor předkládané práce jejich zpracování v rozumné míře zvládnul.

Zcela logicky, nejrozsáhlejší je kapitola *Výsledky* (podkapitoly *Geochemická charakteristika vod na ložisku Stráž pod Ralskem*, (dílčí podkapitoly *Podzemní vody cenomanského kolektoru*, *Podzemní vody turonského kolektoru*), *Plyny ve vodách na ložisku Stráž pod Ralskem*, *Původ novotvořených částic*, *Srážecí neutralizační reakce*, *Kinetika neutralizačních reakcí*, *Velikost, množství a charakter novotvořených částic v závislosti na složení neutralizačních směsí*, *Vývoj chemického složení neutralizovaných roztoků v čase*, *Hmotnostní bilance novotvořené pevné fáze při neutralizačním experimentu*, *Chemické a mineralogické složení novotvořených pevných fází*, *Chování a stabilita novotvořených částic v kyselém prostředí*). V podkapitole *Geochemická charakteristika vod na ložisku Stráž pod Ralskem* byly zpracovány a vyříděny výsledky chemických analýz vod z vrtů na území dolu chemické těžby (zdrojem dat byla databáze DIAMO, s. p., o. z. TÚU, Stráž pod Ralskem). Podstatnou informací ale byly výsledky stanovení plynů ve vodách na ložisku Stráž pod Ralskem, neboť touto problematikou se zatím nikdo příliš do hloubky nezabýval. Prezentované výsledky jsou v souladu s předpoklady chemických a biochemických interakcí technologických kyselých zbytkových roztocích. V dalších části je detailně popsáno ústřední téma předkládané práce, tj. *Původ novotvořených částic*, *Srážecí neutralizační reakce*, *Kinetika neutralizačních reakcí*, *Velikost, množství a charakter novotvořených částic v závislosti na složení neutralizačních směsí*, *Vývoj chemického složení neutralizovaných roztoků v čase*, *Hmotnostní bilance novotvořené pevné fáze při neutralizačním experimentu*, *Chemické a mineralogické složení novotvořených pevných fází*, *Chování a stabilita novotvořených částic v kyselém prostředí*. Popsán je u většiny podkapitol princip a způsob získávání dat a informací, tyto informace jsou seříděny a prezentovány v tabulkách, grafech či je doložena fotodokumentace sledovaných dějů. S drobnými výhradami s výsledky lze souhlasit. Zejména lze doporučit opatrnou interpretaci výsledků rentgenové práškové difrakční analýzy (viz výše problematika přípravy preparátů pro rentgenovou práškovou difrakční analýzu). Nicméně v dalším zpracování autorovi lze doporučit vhodnou analytickou metodou se pokusit stanovit závislost velikosti rozměrů částic na čase (sedigraf, Malvern sizer a podobně). Co se týče obecné náplně uvedené kapitoly,

podkapitol a dílčích podkapitol, autor předkládané práce jejich zpracování v rozumné míře zvládnul.

V kapitole **Diskuze** při uvádění tvrzení, že účinnost srážení rozpuštěné mineralizace kyselých zbytkových technologických roztoků pomocí alkalického činidla z neutralizační stanice NDS6, je relativně nízká, by bylo vhodné zdůraznit, že poznatku bylo dosaženo laboratorními experimenty bez geochemické interakce s horninou. I k dalším tvrzením je možné vznést menší námitky. Nicméně, v širším měřítku diskutované skutečnosti jsou v souladu s představou průběhu geochemických interakcí zbytkových technologických roztoků pomocí alkalického činidla z neutralizační stanice NDS6, ale pouze v laboratorních podmínkách. Co se týče obecně náplně uvedené kapitoly, autor předkládané práce její zpracování v rozumné míře zvládnul.

Ke kapitole **Doporučení pro následné práce** by bylo třeba ujasnit, jestli prezentované výsledky mají sloužit k publikaci v odborném, pokud možno impaktovaném časopise, nebo se na jejich základě mají projektovat, provádět a vyhodnocovat sanační práce. Laboratorní experimenty mají odlišné podmínky než tomu tak je na sanovaném uranovém ložisku Stráž pod Ralskem. Co se týče obecně náplně uvedené kapitoly, autor předkládané práce její zpracování v rozumné míře zvládnul.

V kapitole **Shrnutí a závěr** lze považovat za nejčennější zjištění, že hlavní zjištěnou složkou analyzovaných plynů byl dusík s objemovou koncentrací 78,1 – 96,3 % a dalšími významnými plyny byly kyslík (0,33 – 16,8 obj. %), oxid uhličitý (0,04 – 9,2 obj. %) a vodík (max. 6,7 obj. %). Dalším dobrým poznatkem bylo, že kyselých směsí by nejstabilnější fází jarosit, v méně kyselých pak i sádrovec, z dalších významných minerálních fází pak byly zjištěny alunogen, epsomit, gipsit, etryngit, bayerit, jarosit, dolomit a kalcit. Toto by bylo vhodné zabudovat do geochemického modelu a provést následnou validaci a verifikaci. Co se týče obecně náplně uvedené kapitoly, autor předkládané práce její zpracování v rozumné míře zvládnul.

Co se týče obsahové úrovně, formulace cílů předkládaná byla podána srozumitelně a cílu také bylo víceméně dosaženo. Struktura práce logicky vychází z požadavku formulovat

Strana 5 (celkem 6)

cíle, definovat metodiku k jejich řešení, vymezení zájmových problémů. Z metodického hlediska lze kladně ocenit popis různých metodik stanovení, přípravy vzorků a metodiku měření a výpočtů. Text byl rozdělený do logicky navazujících kapitol a odstavců se strukturovaným textem. Pro účely dalšího rozpracování metodiky bylo cenné zejména získání základních informací o celé problematice. Ocenit lze také práci s daty a informacemi, jejich objektivitu, exaktnost a korektnost. Toto vše bylo dokumentováno a doloženo v tabulkách, grafech a fotografiích.

Nedostatky práce byly nastíněny výše. Nicméně, případné námitky nejsou závažné, jejich cílem bylo nastínit další možnosti při vypracování dalších publikací. Cenné na celé práci je, že shromážděné informace bude možné aplikovat například v geochemických modelech chemických a fyzikálních interakcí a transportu znečištěných látek v zeminách. Bylo by vhodné v tématu pokračovat dál a další souvislosti zpracovat v dalších publikacích. V tomto lze také spatřit velký přínos práce.

***Závěrem doktorandskou práci Mgr. Jana Holečka „Geochemický výzkum vzniku a chování novotvořených částic v roztocích vyluhovacích polí uranového ložiska Stráž pod Ralskem“ s drobnými výhradami, považuji za zdařilou a přínosnou:***

- 1. Doktorandská práce splňuje cíle zadání a požadavky na udělení akademického titulu Ph.D.***
- 2. Práci doporučuji k obhajobě a doporučuji hodnotit známkou výborně.***

Vypracoval:.....

RNDr. EICHLER František, Ph.D.

Odborná způsobilost v environmentální geologii,  
geochemii, číslo 1885/2004