

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ  
A ENVIROMETÁLNÍHO MODELOVÁNÍ**



**Potenciální ekologické, rekultivační a technologické vlastnosti těžebních odpadů po těžbě Li rud z odkališť v Horním Slavkově.**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Vedoucí práce: doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.**

**Diplomant: Bc. Michal Štefka**

**2020**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Michal Štefka

Krajinné inženýrství  
Regionální environmentální správa

### Název práce

Potenciální ekologické, rekultivační a technologické vlastnosti těžebních odpadů po těžbě Li rud z odkališť v Horním Slavkově.

### Název anglicky

The potential ecological, reclamation and technology properties of mining waste from re-mined Li tailings in Horní Slavkov area.

### Cíle práce

Cílem práce je posouzení odpadů z těžby, které vzniknou při přetěžení odkališť v Horním Slavkově. Na odebraných vzorcích bude provedena analýza objemová bilance produktu (Li koncentrátu) a zbylého odpadu z těžby. V návaznosti na schválené podmínky souhrnného plánu sanace a rekultivace při stanovení dobývacího prostoru Horní Slavkov bude zkoumána rizikovost odpadu z těžby pro životní prostředí, z hlediska jeho využití pro rekultivaci vytěžených ploch.

### Metodika

Na základě rešerše budou vyhodnoceny archivní informace o ložisku a zpracována problematika rekultivačních materiálů. Bude provedena zrnitostní analýza těžebních materiálů, v návaznosti na bakalářskou práci bude na odebraných vzorcích provedena elektromagnetická separace a dále chemické analýzy pro charakteristiku materiálu. Na podkladě zjištěných vlastností bude provedena diskuse o možnostech využití se závěrečným doporučením.

**Doporučený rozsah práce**

50 stran textu

**Klíčová slova**

těžba Li rud, odkaliště, Horní Slavkov, odpady z těžby a úpravy nerostných surovin, životní prostředí

---

**Doporučené zdroje informací**

- Čep H., Špírková R., 1997: Technologie úpravy kameniva. Těžební unie Brno, Praha, 143 s.
- Dinter O., 1966: Základy úpravy uhlí a rud. Státní nakladatelství technické literatury, n. p., Praha, 373 s.
- Gupta A., Yan D.S., 2006: Mineral Processing Design and Operation. Elsevier Science, Amsterdam, 718 s.
- MŽP, 2017: Závazné stanovisko k posouzení vlivů provedení záměru na životní prostředí Č.j.: MZP2017/710/360, Stanovení dobývacího prostoru Horní Slavkov a následná hornická činnost na ložisku Horní Slavkov – odkaliště. Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha 40 s.
- Štefka M., 2018: Vliv dobývání a úpravy lithiové rudy na krajinu v oblasti Horního Slavkova. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 64 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.
- Vyhláška č. 429/2009 Sb., o stanovení náležitostí plánu pro nakládání s těžebním odpadem včetně hodnocení jeho vlastností a některých dalších podrobností k provedení zákona o nakládání s těžebním odpadem, v platném znění.
- Zákon č. 157/2009 Sb., o nakládání s těžebním odpadem a o změně některých zákonů, v platném znění.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2019/20 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

---

Elektronicky schváleno dne 11. 2. 2020

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 11. 2. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 18. 02. 2020

## **ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem diplomovou prací na téma: Potenciální ekologické, rekultivační a technologické vlastnosti těžebních odpadů po těžbě Li rud z odkališť v Horním Slavkově vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou 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 vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledky 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 Horním Slavkově dne: 29. června 2020

.....

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych poděkoval panu doc. Mgr. Marku Vachovi, Ph.D. za odborné vedení při zpracování této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat za vstřícnost, cenné rady a připomínky Ing. Františkovi Ptícnovi, Ing. Josefu Godánymu, RNDr. Petru Rambouskovi z ČGS Barrandov. Zvláštní poděkování patří kolektivu pracovníků archivu Diámo Příbram a Státního okresního archivu se sídlem v Jindřichovicích za vstřícnost, ochotu a pomoc při bádání v uvedených archivech.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá problematikou posouzení rizikovosti odpadů vzniklých z těžby a úpravy nerostné suroviny - lithiové rudy. Práce navazuje na bakalářskou práci Vliv dobývání a úpravy lithiové rudy na krajinu v oblasti Horního Slavkova.

Jedním z cílů práce je zpracování dostupných archivních informací o odkalištích úpravny Krásno nad Teplou a důlně úpravenského závodu Stannum Horní Slavkov.

Dalším cílem práce je posouzení rizikovosti odpadů, které vzniknou při přetěžení odkališť, která jsou v současné době evidována jako ložisko vyhrazeného nerostu lithiové rudy.

Výsledky provedených analýz budou vyjádřeny graficky a tabulkově. Na základě výsledků analýz, které budou porovnány s normativními limitními hodnotami, budou zodpovězeny základní otázky:

Je odpad po elektromagnetické separaci rizikový pro životní prostředí?

Je odpad po elektromagnetické separaci vhodný pro rekultivaci vytěžených prostor dle schválených podmínek souhrnného plánu sanace a rekultivace?

**KLÍČOVÁ SLOVA:** odkaliště Horní Slavkov, odpady z těžby a úpravy nerostných surovin, těžba Li rud, životní prostředí

## **ABSTRACT**

This diploma thesis is focused on the risk evaluation of waste material which resulted from mining and processing of lithium ore and is the follow up of the bachelor's thesis on Mining and modifying cast iron ore and its effect on the landscape in the area of Horní Slavkov.

One of the goals is to analyze available archival resources dealing with tailing pond at Krásno nad Teplou and Stannum Horní Slavkov mining and processing enterprise.

Another goal of the thesis is to evaluate risk of waste material which would result from exploitation of existing tailing ponds which are registered as lithium ore deposits.

The results of chemical analyses will be presented in the form of different tables and plots. Based on the comparison of the analytical results with normative limiting values, the following essential questions will be answered:

Is the waste after electromagnetic separation still high risk for the environment?

Is the waste after electromagnetic separation suitable for recultivation of extracted areas according to the approved recultivation plan?

**KEY WORDS:** Tailing pond at Horní Slavkov, Waste material after mining and processing, Lithium ore mining, Environment

## **OBSAH DIPLOMOVÉ PRÁCE:**

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Literární rešerše .....</b>	<b>3</b>
2.1	Shrnutí současného stavu.....	3
2.1.1	Zrnitostní, chemické složení úpravenských odpadů.....	7
2.2	Technologie úpravy suroviny .....	8
2.3	Těžební odpad .....	11
2.4	Úpravnický zpracované suroviny .....	14
2.5	Soustava odkališť - Krásno, Horní Slavkov .....	15
2.5.1	Staré odkaliště (1944 - 1958).....	16
2.5.2	Střední odkaliště (1959 - 1969).....	19
2.5.3	Spodní odkaliště (1969 - 1991).....	22
2.6	Odkaliště - možnosti využití úpravenských odpadů .....	29
2.6.1	Mineralogický rozbor úpravenských odpadů v Krásně n. Teplou (1959) .....	29
2.6.2	Využití odpadů z úpraven flotačních a gravitačních Březové Hory - Krásno n. T. - Sobědruhy (1959).....	32
2.6.3	Výpočet zásob starého odkaliště (1964).....	34
2.6.4	Projektový úkol - výroba vápenopískových cihel v Horním Slavkově (1969).....	36
2.6.5	Výzkum hydrogeologických podmínek loužení odkališť - staré odkaliště (1973, 1974, 1975) .....	38
2.6.6	Mineralogicko – technologické zhodnocení obsahu Sn odpadů ze starého odkaliště (1985).....	40
2.6.7	Výzkum lithných surovin (1986 - 1990).....	42
2.6.8	Provozní pokus výroby vápenopískových cihel z odpadů úpravy Stannum (1990).....	43
2.6.9	Topazový koncentrát (1990) .....	45
2.6.10	Ověření možnosti výroby pórobetonu z odpadních písků RD Příbram (1990).....	46
2.7	Odkaliště - provedené analýzy (2018).....	49



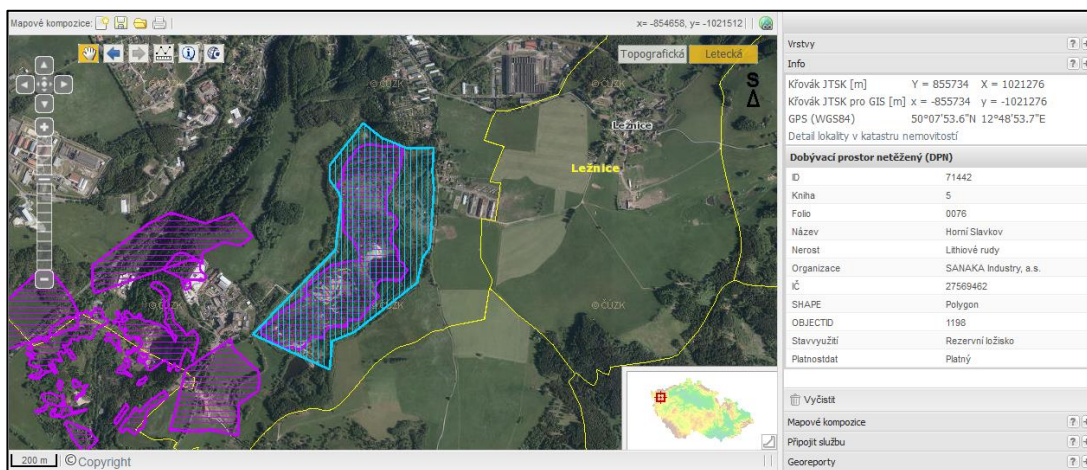
2.7.1	Sonda OK 1 střední odkaliště - XRF .....	50
2.7.2	Sonda OK 2 spodní odkaliště (pláž vodní plochy) - XRF .....	52
2.7.3	Sonda OK 3 staré odkaliště - XRF .....	54
2.7.4	Sonda OK 4 spodní odkaliště - XRF .....	56
2.7.5	Sonda OK 1 střední odkaliště - vodný výluh.....	58
2.7.6	Sonda OK 2 spodní odkaliště (pláž vodní plochy) - vodný výluh .....	59
2.7.7	Sonda OK 3 staré odkaliště - vodný výluh.....	60
2.7.8	Sonda OK 4 spodní odkaliště - vodný výluh .....	61
<b>3</b>	<b>Metodika práce .....</b>	<b>62</b>
3.1	Geografická charakteristika.....	62
3.1.1	Geologie a geomorfologie území .....	62
3.1.2	Geologie místa zájmového území.....	62
3.1.3	Půdy místa zájmového území .....	63
3.1.4	Podnebí .....	63
3.1.5	Biogeografická charakteristika zájmového území .....	63
3.1.6	Potenciální přirozená a geobotanická rekonstrukce.....	63
3.1.7	Hydrologie okolí a zájmového území .....	64
3.1.8	Chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV) .....	64
3.1.9	Ochranná pásma vodních zdrojů .....	64
3.1.10	Ochranná pásma přírodních léčivých zdrojů .....	64
3.1.11	Chráněná území .....	64
3.1.12	Územní systém ekologické stability (ÚSES).....	65
3.1.13	Krajinný ráz.....	65
3.2	Terénní část - odběr vzorků .....	66
3.3	Analytická část .....	67
3.3.1	Provedené analýzy .....	67
3.3.2	Analytické metody - postupy .....	69
3.3.2.1	Stanovení zrnitosti - Sítový rozbor (2018, 2020).....	69
3.3.2.2	RTG difrakce (2018) .....	69

3.3.2.3	Suchá magnetická separace (2019, 2020) .....	70
3.3.2.4	Rentgen fluorescenční analýza (2019, 2020) .....	70
3.3.2.5	Mokrá magnetická separace (2020).....	70
3.3.2.6	Posouzení jemných částic - Zkouška methylenovou modří (2020).....	70
3.3.2.7	RTG difrakce (2020) .....	71
3.3.2.8	Analýza vodného výluhu (2020).....	72
<b>4</b>	<b>Výsledky.....</b>	<b>73</b>
4.1	Stanovení zrnitosti - Sítový rozbor (2018) .....	73
4.1.1	Sonda OK 1 střední odkaliště .....	73
4.1.2	Sonda OK 2 spodní odkaliště - pláž vodní plochy .....	74
4.1.3	Sonda OK 3 staré odkaliště .....	75
4.1.4	Sonda OK 4 spodní odkaliště.....	76
4.2	RTG difrakce (2018).....	77
4.3	Suchá magnetická separace (2019) .....	78
4.4	Rentgen fluorescenční analýza PXRF (2019) .....	79
4.4.1	Sloučený vzorek OK 3 staré odkaliště .....	79
4.4.2	Sloučený vzorek OK 4 spodní odkaliště .....	81
4.5	Mokrá magnetická separace (2020) .....	83
4.6	Rentgen fluorescenční analýza (PXRF) (2020).....	84
4.6.1	Vzorek OHS 1 - 02 spodní odkaliště - pláž vodní plochy .....	84
4.6.2	Vzorek OHS 2 - 02 spodní odkaliště - pláž vodní plochy .....	86
4.6.3	Vzorek OHS 9 - 02 spodní odkaliště - pláž vodní plochy .....	88
4.7	Posouzení jemných částic - Zkouška methylenovou modří (2020).....	90
4.8	RTG difrakce (2020).....	90
4.8.1	Vzorek OHS 2 - 02 spodní odkaliště - pláž vodní plochy .....	90
4.8.2	Vzorek OHS 9 - 02 spodní odkaliště - pláž vodní plochy .....	91
4.9	Analýza vodného výluhu (2020).....	92
<b>5</b>	<b>Diskuse.....</b>	<b>93</b>

5.1 Zrnitostní analýza (2018) .....	93
5.2 RTG difrakce (2018).....	94
5.3 Suchá magnetická separace, rentgen fluorescenční analýza PXRF (2019).....	96
5.4 Mokrý magnetická separace, rentgen fluorescenční analýza PXRF (2020).....	97
5.5 Posouzení jemných částic - Zkouška methylenovou modří (2020).....	97
5.6 RTG difrakce (2020).....	98
5.7 Analýza vodného výluhu (2020).....	99
<b>6 Závěr a přínos práce.....</b>	<b>100</b>
<b>7 Mineralogický slovníček .....</b>	<b>103</b>
<b>8 Přehled literatury a použitých zdrojů .....</b>	<b>106</b>
8.1 Odborné publikace .....	106
8.2 Legislativní zdroje.....	109
8.3 Internetové zdroje.....	110
8.4 Ostatní zdroje .....	112
<b>9 Seznam obrázků, tabulek, příloh.....</b>	<b>114</b>
9.1 Seznam obrázků .....	114
9.2 Seznam tabulek.....	115
9.3 Přílohy.....	117

# 1 Úvod

Práce se zabývá problematikou těžebních odpadů, které vzniknou při přetěžení soustavy odkališť - nyní bloků zásob (obr. 1) vyhrazeného nerostu Li rudy. Odkaliště byla součástí technologie rozduřování SnW, Sn, W a Cu rudniny na úpravenském závodě Krásno, později přejmenovaném na důlně úpravenský závod Stannum Horní Slavkov. Předkládaná diplomová práce navazuje na Bakalářskou práci Vliv dobývání a úpravy lithiové rudy na krajinu v oblasti Horního Slavkova.



Obr. 1: Lokalizace záměru (ČGS, ©2020).

Alkalický prvek lithium je lehký, měkký, stříbrně lesklý, reaktivní, neušlechtilý (elektropozitivní  $E^0 = -3,04$  V proti vodíkové elektrodě) kov. Vzhledem k vysoké reaktivitě musí být lithium skladováno pod vrstvou nereaktivní bezvodné kapaliny (minerální olej, petrolej) nebo musí být uloženo v inertním plynu (argon). Vlastností lithia se značně liší od vlastností ostatních alkálií, v mnohém se vlastnosti lithia podobají vlastnostem kovů alkalických zemin (KREBS 2006, TARASCON 2010).

Obsah lithia v zemské kůře je odhadováno na 20 - 70 mg.kg<sup>-1</sup> (ppm) (KAMIENSKI ET AL 2004). DWIGHT ET JASKULA (2014) uvádějí, že lithium se vyskytuje ve většině hornin jako stopový prvek, v horninotvorných minerálech částečně nahrazuje hořčík, průměrný obsah lithia v zemské kůře je 20 mg.kg<sup>-1</sup> (ppm).

V přírodě se lithium nevyskytuje vzhledem ke své reaktivitě v elementární formě, ale pouze ve sloučeninách (KREBS 2006). Zásoby lithia jsou v přírodě uloženy:

- v mořské vodě s obsahem 0,1 % Li<sub>2</sub>O,
- v horninotvorných minerálech s obsahem 0,6 - 1,0 % Li<sub>2</sub>O (KESLER ET AL 2012, MOHR ET AL 2012).

VIKSTRÖM ET AL (2013) uvádějí, že vzhledem k vysoké reaktivitě je geochemie lithia velice složitá, vyskytuje se pouze ve sloučeninách, a to v podobě:

- lithných minerálů pegmatitů s obsahem 1 - 4 % Li,
- jílových minerálů,
- lithiových solanek s obsahem 0,017 - 0,15 % Li,
- rozpuštěných sloučenin v mořské vodě s obsahem 0,170 ppm Li.

Obsahy lithia v jílových minerálech jsou poměrně nízké 0,3 - 0,6 % Li (JIRÁSEK ET AL 2010).

Lithium je součástí vyvřelých hornin s největší koncentrací v granitech. Granitické pegmatity obsahují největší množství minerálů obsahující lithium, nejvýhodnějšími zdroji jsou spodumen a petalit (KAMIENSKI ET AL 2004).

Během posledního desetiletí se lithium stalo strategickým kovem, z důvodu jeho významného elektrochemického potenciálu. Lithium se začalo hojně využívat při výrobě baterií pro spotřební elektroniku, elektromobily a v poslední době pro výrobu velkokapacitních akumulátorů pro ukládání vyrobené „zelené“ energie (ARMAD ET TARASCON 2008, TARASCON 2010, ZIEMANN ET AL 2012, MANTHIRAM ET AL 2017).

V případě SnW ložisek s obsahem lithia jsou úpravenské odpady převážně tvořeny jemno až hrubozrnným křemenným pískem. Jílový podíl tvoří rozložené živce a primární jílové minerály. Petrologicky a mineralogicky je úpravenský kal v podstatě odrazem vstupní horniny ochuzené o úpravou získané koncentráty Sn, W, Cu, Zn (PETRŮ, 2015).

## 2 Literární rešerše

Kapitola vychází z odborných knih, monografií, internetových zdrojů, legislativních materiálů, závěrečných zpráv, posudků a zpracovaných analýz.

### 2.1 Shrnutí současného stavu

Deponie dnes již bývalých odkališť doposud představují antropogenní plochy po historické těžbě a úpravě SnW, Sn, W a Cu rudniny. Přestože byla na odkalištních pláních provedena rekultivace, na větších plochách jsou stále zřetelné obnažené úpravenské sedimenty s absencí porostu (obr. 2) (ŠTEFKA 2018).



Obr. 2: Obnažené sedimenty - střední odkaliště

Zájmová plocha plánované těžby vyhrazeného nerostu Li rudy představuje pozůstatek po někdejších dobývání a činnosti, která stála u počátků zdejšího osídlení a po staletí byla jednou ze základních ekonomických aktivit v území, čímž reprezentuje zásadní rys jeho kulturně - historické charakteristiky (ŠTEFKA 2018).

Soustava odkališť je umístěna v erozivním údolí Slavkovského potoka. Staré (horní) odkaliště bylo v provozu od roku 1944 do roku 1958. Na střední odkaliště bylo naplavováno od roku 1959 do roku 1969. Spodní odkaliště bylo v provozu v letech 1969 - 1991 (LUNDÁKOVÁ ET TOMÁŠEK 1997).

Odkaliště včetně čerpacích stanic, kalovodů, rozvodných řádů, kolektorů a repetičního potrubí vratné vody, byla součástí technologického procesu úpravy rud. Vlastní objekt odkaliště plnil vzájemně dvě funkce, sloužil jako bezpečná stabilní deponie sedimentovaných pevných odpadů, které vznikly při zpracování SnW rudniny a jako čistírenský objekt mechanického stupně pro transportovaný odpadní mmut z úpravny (MAČAS ET AL 1991).

Základní obvodové hráze byly sypané z hrubozrnného materiálu a doplněné drenážním příkopem na patě hráze. Hrubozrnný materiál zajišťoval snížení depresní křivky průsakové vody a odvedení vody pod vzdušný líc hráze do drenážního příkopu. Obvodové hráze plnily statickou funkci, přitěžovaly patu vzdušného líce hráze a zvyšovaly tak stabilitu odkaliště. Čelní hráze byly budovány plavením hrubších frakcí sedimentovaných písků (MAČAS ET AL 1991).

Úpravenský odpad docházel jako hydrosměs kalovodem na odkaliště, kde byly z rmutu sedimentací separovány pevné částice, které postupně vytvářely vlastní tělesa odkališť. Vyčeřená voda byla odváděná kolektory do svodného železobetonového kanálu a dále do dočišťovací nádrže o objemu 2 000 m<sup>3</sup> ze které byla čerpána stanicí repetiční vody zpět na úpravnu do akumulčních nádrží (MAČAS ET AL 1991).

Odkaliště zabírají plochu 46,5 ha včetně hrází. Kubatura uloženého úpravenského odpadu činí:

- staré (horní) odkaliště 434 087 m<sup>3</sup>,
- střední odkaliště 636 168 m<sup>3</sup>,
- spodní odkaliště 1 496 220 m<sup>3</sup>.

Celkem tedy 2 566 475 m<sup>3</sup> úpravenského odpadu, což při objemové hmotnosti 1,75 t.m<sup>-3</sup> činí 4 500 000 t písku různé frakce (MAČAS ET AL 1991).

Pro úpravu SnW rudy se používaly gravitační postupy rozduřování. S postupem doby klesala kvalita vsázky (obsahy Sn, W v rudnině). Do úpravny byly zavedeny modernější metody úpravy včetně úplnějšího odkrytí zrn užitkových minerálů. Postupně byly tedy na odkaliště naplavovány jemnější odpady. Nejhrubší odpady jsou uloženy na nejstarším horním odkališti (LUNDÁKOVÁ ET TOMÁŠEK 1997).

Proti vodám z vnějšího povodí jsou odkaliště z východní strany chráněna záchytným příkopem, který je zaústěn před vtokem do portálu štoly Slavkovského potoka. Na západní straně jsou chráněna přeloženým Slavkovským potokem, jehož koryto je zpevněno betonovými prefabrikáty (LUNDÁKOVÁ ET TOMÁŠEK 1997).

Na jižní straně je odkaliště chráněno proti povrchovým vodám terénní depresí, kde dochází k akumulování těchto vod. Bezpečnostní přepad nádrže je zaústěn do starého kolektoru a následně do dočišťovací nádrže, která je umístěna pod spodním odkalištěm (LUNDÁKOVÁ ET TOMÁŠEK 1997).

Naplavený materiál lze charakterizovat jako hrubou frakci charakteru písku až hlinitého písku s ojedinělými proplásky jemné frakce charakteru hlíny až jílovité hlíny. Ve větší hloubce se mocnost proplásků zvětšuje a na rozhraní s rostlým terénem tvoří souvislou vrstvu. Toto nerovnoměrné uložení odpadů zapříčinilo zvýšení hladiny podzemní vody (LUNDÁKOVÁ ET TOMÁŠEK 1997).

Odkalištní materiál obsahuje zbytky arsenopyritu a sulfidů barevných kovů. Obnažený povrch těchto minerálů je přístupný postupné oxidaci, což se projevuje loužením sulfidických minerálů (obr. 3). Při tomto přirozeném loužení svou roli hrají také přítomné chemolitotrofní bakterie *Ferrobacillus ferrooxidans* a *Thiobacillus ferrooxidans* (LUNDÁKOVÁ ET TOMÁŠEK 1997).



Obr. 3: Spodní odkaliště - pláž vodní plochy - loužení sulfidických minerálů

Rod bakterií *Thiobacillus - thiooxidans, ferrooxidans, caldus* byl v roce 2000 requalifikován a zařazen do rodu *Acidithiobacillus*, který vznikl vyčleněním obligátně acidofilních druhů bakterií. Tento druh bakterií je obligátně acidofilní, aerobní, využívající ke svému růstu redukovaných siřných látek (FEČKO 2004). Výjimkou je *Acidithiobacillus ferrooxidans*, který svůj zdroj energie získává oxidací  $Fe^{II}$  na  $Fe^{III}$  (WEBER ET AL 2006).

Schopnost acidofilních chemolitotrofních bakterií oxidovat anorganické sloučeniny je hojně využíváno v biohydrometalurgii - biologickému loužení sulfidických minerálů (JOHSON 2014). Bakterie se prakticky používají k získávání mědi, zlata, niklu kobaltu, manganu a zinku (ZLATEV ET AL 2006, PONCE ET AL 2012).

Princip loužení spočívá v přímé, nepřímé oxidaci sulfidové rudy, kterou se uvolní kov do roztoku a odtud může být vyseparován fyzikálně - chemickými metodami. Vedlejším projevem této přeměny jsou zvyšující se acidofilní vlastnosti okolního prostředí (FEČKO 2004).

Celosvětovým problémem je zvýšený obsah arsenu v podzemních vodách, který ovlivňuje zdraví stovek miliónů lidí, kteří jsou pravděpodobně postiženi otravou arsenem, jak prokázala studie provedená v roce 2007 (SCHAEFER ET AL 2016).

Arsen se vyskytuje v přírodě jako běžná složka více jak 200 minerálů. Nejhojnějším rudným minerálem arsenu je sulfid arsenopyrit případně löllingit (SMEDLEY ET KINNIBURGH 2002).



K uvolňování arsenu ze sulfidů dochází vlivem antropogenních procesů. Uvolněný arsen je transformován na anorganické sloučeniny As<sup>III</sup> nebo As<sup>V</sup>. Anorganické sloučeniny As<sup>III</sup> jsou toxičtější než anorganické sloučeniny As<sup>V</sup> a methylované formy arsenu jsou méně toxické než anorganické soli (MANDAL ET SUZUKI 2002).

Dne 25. května 2015 obdrželo MŽP - odbor posuzování vlivů na životní prostředí a integrované prevence oznámení záměru zpracovaného dle § 6 zákona č. 100/2001 Sb., zákona o posuzování vlivů na životní prostředí, v platném znění „(dále jen zákon)“

Tento záměr vypracovala organizace GET s. r. o, v zastoupení společnosti SANKA Industry a. s., s obsahem a rozsahem podle přílohy č.4. "Stanovení dobývacího prostoru Horní Slavkov a následná hornická činnost na ložisku Horní Slavkov - odkaliště (PETRŮ 2015).

Cílem předloženého záměru je stanovení dobývacího prostoru na výhradním ložisku lithiové rudy a následné provádění hornické činnosti na tomto ložisku, včetně úpravy a expedice suroviny i konečných produktů (PETRŮ 2015).

Dne 6. listopadu 2015 vydalo MŽP- odbor posuzování vlivů na životní prostředí a integrované prevence závěr zjišťovacího řízení. Na základě zjišťovacího řízení dospěl příslušný úřad k závěru, že předložené oznámení záměru se nepovažuje za dokumentaci EIA a byly stanoveny oblasti, na které je třeba se zaměřit při zpracování dokumentace (MŽP ©2015).

Dokumentace záměru podle § 8 zákona č. 100/2001 Sb. byla předložena dne 9. února 2016 MŽP - odboru posuzování vlivů na životní prostředí a integrované prevence (PETRŮ 2016).

Závazné stanovisko k posouzení vlivů provedení záměru na životní prostředí vydalo dne 14. srpna 2017 MŽP- odbor posuzování vlivů na životní prostředí a integrované prevence pod Č.j.: MZP/2017/710/360 (MŽP ©2017).

V navazujícím řízení vydal dne 30. července 2018 Obvodní báňský úřad pro území kraje Karlovarského, rozhodnutí o stanovení dobývacího prostoru Horní Slavkov Č.j.: SBS 03460/2018/OBÚ-08 o celkovém plošném rozsahu 0,4443435 km<sup>2</sup> pro těžbu výhradního ložiska vyhrazeného nerostu, lithiové rudy, Horní Slavkov - odkaliště, evidenční číslo ložiska 3 268 600 (OBÚ ©2018).

Geologické zásoby ložiska lithiové rudy v hranicích stanoveného DP byly schváleny k 21.11.2014 na 1184 zasedání Komise pro projekty a závěrečné zprávy ve výši 4 866 000 tun. Při průměrné kovnatosti 0,126 % Li je na ložisku 6153 tun Li. Veškeré zásoby byly vyhodnoceny jako zásoby bilanční (OBÚ ©2018).

Dobývání ložiska ve stanoveném DP, které může být zahájeno až po vydání povolení hornické činnosti obvodním báňským úřadem. Dobývání bude prováděno povrchovým lomem. Po vydobytí zásob ložiska budou pozemkové parcely dotčené dobýváním rekultivovány dle příslušného plánu sanace a rekultivace (OBÚ ©2018).

## 2.1.1 Zrnitostní, chemické složení úpravenských odpadů

MAČAS ET AL (1991) uvádějí ve zprávě Plán likvidace dolu Huber v kapitole 1.2.3.4 Odkaliště a odvaly, granulometrické složení deponovaných úpravenských odpadů:

- zrno + 1,0 mm max. 5 %,
- zrno + 0,1 mm 88 %,
- zrno - 0,05 mm 3 %,

a chemické složení deponovaného úpravenského odpadu (tab. 1):

Složka	Obsah (%)	Složka	Obsah (%)
SiO <sub>2</sub>	65 - 75	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12	SnO <sub>2</sub>	0,08
CaO	do 2	WO <sub>3</sub>	0,01
Na <sub>2</sub> O	0,7	CuO	0,10
K <sub>2</sub> O	1,4	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02

Tab. 1: Chemické složení - odpadu Plán likvidace dolu Huber (MAČAS ET AL 1991)

KOZUBEK ET KOZUBKOVÁ (1995) v Likvidační zprávě závodu Stannum Horní Slavkov - Technologická část, Kniha č. 8, v kapitole 10.6. autoři citují možnosti využití odkaliště, zprávu Rudného projektu Košice - Odkaliště jako zdroj druhotných surovin, která uvádí chemické složení úpravenských odpadů (tab. 2):

Složka	Obsah (%)	Složka	Obsah (%)	Složka	Obsah (%)
SiO <sub>2</sub>	75,6	CaO	1,54	WO <sub>3</sub>	0,02
TiO <sub>2</sub>	0,07	Li <sub>2</sub> O	0,03	CuO	0,14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,10	Na <sub>2</sub> O	3,5	ZnO	0,07
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,0	K <sub>2</sub> O	1,75	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02
MgO	0,75	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,75	S <sub>celk.</sub>	0,48
MnO	0,15	SnO <sub>2</sub>	0,14		

Tab. 2: Chemické složení - odpadu Zpráva Rudného projektu Košice (KOZUBEK ET KOZUBKOVÁ 1995)

Uvedené složení není možné považovat za reprezentativní pro celé odkaliště, ale odpovídá zřejmě pouze místům odběrů vzorků (KOZUBEK ET KOZUBKOVÁ 1995).

## 2.2 Technologie úpravy suroviny

Technologie úpravy suroviny je navržena vysoko gradientní mokrá magnetická separace. Technologie vychází z vlastností zpracované suroviny, které jsou dány vlastnostmi primárních rud a také z technologických postupů, používaných při jejich zpracování. Výsledným produktem této úpravy je magnetický slídový koncentrát s vázaným množstvím lithia a doprovodných složek a nemagnetická křemenná složka (PETRŮ 2015).

Natěžená surovina bude roztríděna a rozplavena na jednotlivé frakce:

- kamenivo a hrubé podíly,
- velikost zrna 1,0 - 4,0 mm,
- velikost zrna 0 - 1,0 mm vstupní surovina pro magnetickou separaci.

Provozní suspenze zbavená slídového koncentrátu bude v hydrocyklonech rozdělena na frakce:

- velikost zrna 0,063 - 1,0 mm - křemenný písek,
- velikost zrna 0 - 0,063 mm - jílové kaly (PETRŮ 2015).

PETRŮ (2015) uvádí v dokumentaci Oznámení záměru - Stanovení dobývacího prostoru a následná hornická činnost na ložisku Horní Slavkov - odkaliště v kapitole č. 4 Charakter záměru a možnost kumulace jeho vlivů s jinými záměry, Technologická charakteristika úpravy suroviny, předpokládané hmotnostní výnosy jednotlivých složek z navrhované technologie (tab. 3).

Produkt	Hmotnostní výnos (%)
Slídový koncentrát	18
Písek velikost zrna 0,063 - 1,0 mm	70,5
Písek velikost zrna 1,0 - 4,0 mm	1,6
Jílové kaly velikost zrna 0 - 0,063 mm	9,9

Tab. 3: Předpokládaný hmotnostní výnos jednotlivých složek (PETRŮ 2015)

Zemní práce v rámci technické rekultivace budou spočívat v:

- modelaci terénu skrývkovými a pískovými materiály,
- uložení jílových kalů z magnetické separace jako podklad vodních ploch (ŠLECHTOVÁ 2016).

Místy budou tvořeny nové písčiny a ostrůvky z písčitého materiálu, který bude vedlejší produkt magnetické separace. Písčiny budou tvořeny především v blízkosti a v březích vodních ploch. Jílové kaly - odpadní část magnetické separace budou využity jako podklad vodních ploch. V případě překročení limitů znečištění bude jílovými kaly nakládáno jako s ostatním odpadem (ŠLECHTOVÁ 2016).

Úspěšnou metodou pro rozdužování slabě magnetických minerálů s velmi jemnými částicemi je vysoko gradientní magnetická separace HGMS (SVOBODA 2004). Vysoko gradientní magnetická separace dále „HGMS“ je fyzikální metoda separace nebo filtrace jemných částic z tekutých suspenzí (REZLESCU ET AL 1995).

První použití HGMS bylo provedeno v oblasti zpracování nerostných surovin a bylo zaměřeno na odstranění slabě magnetických minerálů, např. ilmenitu a wolframitu z kovových rud (KRAFCIK ET AL. 2019).

HGMS je založena na principu vytvoření silného nehomogenního magnetického pole v magnetické matici (feromagnetická vlákna) umístěného do středu elektromagnetické cívky. Vysoký gradient magnetického pole v blízkosti vláken indukuje magnetický moment v paramagnetických částicích (CHEN ET AL 2017).

Výkon HGMS je ovlivněn mnoha konfiguracemi a provozními parametry, jako je aplikované magnetické pole (SVOBODA 1994, WATSON ET LI 1992), rychlost suspenze (NEWS ET PASCOE 2002), velikost a vlastnosti částic, které mají být separovány (WATSON ET LI 1991), velikost a tvar uspořádání matrice (SVOBODA 1981).

Při magnetickém rozdužování se využívá rozdílných magnetických vlastností jednotlivých složek upravovaných nerostných surovin. Magnetické rozdužování se zakládá na tom, že dráhy různých minerálních zrn pohybujících se v magnetickém poli závisí na magnetických a mechanických silách, které na ně působí (DINTER 1966).

Z mechanických sil se uplatňuje především tíhová síla, síla třením, adhezní síla mezi jednotlivými zrny, viskozita prostředí a hydraulický odpor při magnetickém rozdužování za mokra (DINTER 1966).

Ze směsi minerálních zrn se může získat magnetický a nemagnetický produkt. Magnetická síla působí na zrna, která mají být převedena do magnetického produktu, je mnohonásobně větší než výsledná síla mechanická. Na zrna patřící do nemagnetického produktu působí, s převládajícím účinkem, síla mechanická (DINTER 1966).

Chování minerálních zrn v magnetickém poli závisí na jejich susceptibilitě (schopnost pojmout magnetismus), a permeabilitě (schopnost látek propouštět siločáry) tj. magnetická vodivost látek. Při magnetickém rozdužování se využívá nehomogenního magnetického pole (DINTER 1966).

Intenzita magnetické pole musí vždy odpovídat charakteru upravované suroviny a požadavkům na získávané produkty. Rozdružování za mokra převládá při úpravě jemně zrnitých surovin (DINTER 1966).

Hrubě a středně zrnité suroviny se rozdružují za sucha. V magnetických rozdružovačích nelze současně upravovat zrna značně rozdílných velikostí, upravované suroviny je tedy třeba vhodně přetřídít a odstranit nejjemnější částice (DINTER 1966).

Velmi jemné částice se při vstupu do magnetického pole orientují ve směru siločar a vytvářejí shluky, v nichž se uzavírají i zrna nemagnetická, a tak jsou nemagnetická zrna strhávána do magnetického produktu a znečišťují ho (DINTER 1966).

Přitažlivá síla působící v magnetickém poli na slabě magnetická zrna malých rozměrů je velmi malá. Magnetické rozdružování slabě magnetických částic menších než 0,05 mm nebývá dostatečně účinné. Při magnetickém rozdružování za mokra působí rušivě i malé pádové rychlosti velmi jemných zrn (DINTER 1966).

## 2.3 Těžební odpad

Většinu odpadů vzniklých při mechanickém rozpojování vydobyté nerostné suroviny z povrchové těžby a hlubinného dobývání, uložených na haldách nebo odkalištích, lze využít při zemních pracích a na stavbě (CASTRO - GOMES ET AL 2012).

Zejména hrubší frakce těžebního odpadu lze využít do obalované živичné směsi (CASTRO - GOMES ET AL 2006), (AKBULUT ET GÜRER 2007) nebo do betonové směsi (YELLISHETTY ET AL 2008), (HEBHOUND ET AL 2011). Potenciální opětovné využití těžebních odpadů na vnitrostátní úrovni je primárně omezeno dopravou z důvodu ekonomických aspektů (CASTRO - GOMES ET AL 2012).

Problematika nakládání s těžebními a úpravenskými odpady je velmi rozsáhlá a vždy je nutno zohlednit celou řadu faktorů. Odpady z úpravy rud jsou většinou představovány jemnozrnnými materiály - odpadními produkty úpravnických technologií uložených v odkalištích nebo skládkách. Tyto druhy odpadů představují již částečně upravenou surovinu, kterou lze v řadě případů použít pro výrobu dalších užitkových složek (BOTULA 2015).

Obsah případných užitkových složek (kovů) je samozřejmě vždy odrazem úrovně v minulosti použitých technologií dobývání a následného zpracování vydobyté rudniny. Získání užitkových složek z úpravenských odpadů je komplikováno nejen relativně nízkými obsahy kovů v odpadech, ale i skutečností, že ve většině odpadů je přítomno několik užitkových složek. Další komplikací představuje působení vnějších vlivů na uložené odpady v odkalištích nebo skládkách. Působení vnějších vlivů mohlo způsobit změnu jejich mineralogicko - petrografických a chemických charakteristik (BOTULA 2015).

Těžební odpady představují důležitý proud průmyslových odpadů. Množství těžebního odpadu lze snížit jeho zhodnocením recyklací nebo regenerací. Oblast využití těžebních odpadů se nabízí v oblasti stavebnictví a terénních úprav a rekultivací (KRENÍKOVÁ 2014).

Těžebním odpadem se dle § 2 odst. 1 zákona č. 157/2009 Sb. rozumí jakýkoliv odpad, kterého se provozovatel zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se ho zbavit, včetně odpadů vzniklých při těžbě, úpravě a zpracování radioaktivních nerostů, které nelze považovat za radioaktivní odpady, a které vznikají:

- a) při ložiskovém průzkumu, těžbě, úpravě nebo skladování nerostů a které podle zákona o odpadech náleží mezi odpady z těžby nebo úpravy nerostů, nebo,
- b) při těžbě nebo úpravě a skladování rašeliny.

Při nakládání s těžebním odpadem dle § 3 odst. 1 zákona č. 157/2009 Sb. nesmí být ohroženy životy osob a lidské zdraví a nesmí být používány procesy a metody, které by mohly poškozovat životní prostředí, zejména pokud jde o jakost vody, ovzduší nebo půdy, a nesmí docházet k obtěžování hlukem nebo zápachem na rozsah stanovený jinými právními předpisy, ani k nepříznivému vlivu na krajinu, rostliny, živočichy nebo zvláště chráněná území, památkové rezervace a zóny, případně jiná chráněná území nebo ochranná pásma stanovená podle jiných právních předpisů.

Způsob hodnocení očekávaných fyzikálních a chemických vlastností těžebního odpadu dle § 4 odst. 6 zákona č. 157/2009 Sb., který se bude ukládat, s ohledem na jeho stabilitu za různých atmosférických podmínek, na typ těženého nerostu a vlastnosti skrývky nebo hlušiny, které budou v průběhu těžby přemísťovány, limity pro zařazení úložných míst do kategorií a kritéria pro charakteristiku inertního těžebního odpadu, stanoví vyhláškou Český báňský úřad v dohodě s Ministerstvem životního prostředí.

Ukládání těžebního odpadu mimo úložná místa je stanoveno v § 16 odst. 1 zákona č. 157/2009 Sb. Provozovatel, který z důvodu rekultivačních nebo stavebních prací vyplňuje zpětně těžebním opadem vytěžené prostory vzniklé povrchovou nebo hlubinou těžbou, přijme vhodná opatření za účelem:

- a) zajištění stability těžebního odpadu,
- b) předcházení znečištění půdy a povrchových a podzemních vod,
- c) zajištění monitorování těžebního odpadu a vytěžených prostor.

Při ukládání těžebního odpadu dle § 16 odst. 3 zákona č. 157/2009 Sb., do vytěžených prostor, ve kterých po uzavření může dojít k naplnění vodou, poskytne provozovatel příslušnému obvodnímu báňskému úřadu a vodoprávnímu úřadu informace o přijatých informacích podle požadavku dle § 16 odst. 1 písm. b) zákona č. 157/2009 Sb.

Způsob hodnocení vlastností těžebního materiálu dle § 2 odst. 1 vyhlášky 429/2009 Sb. zahrnuje informace o:

- a) činnostech, při kterých vznikne těžební odpad,
- b) geologické charakteristice ložiska, jehož těžbou odpad vznikne,
- c) těžebním odpadu a plánovaném způsobu nakládání s ním,
- d) geotechnickém chování těžebního odpadu,
- e) geochemickém chování těžebního odpadu.

Informace o geochemickém chování těžebního odpadu dle § 2 odst. 6 vyhlášky č. 429/2009 Sb., se týkají chemických a mineralogických vlastností těžebního odpadu a veškerých přísad nebo zbytkových látek, které v těžebním odpadu zůstávají. Součástí informace je předpověď vývoje chemických průsaků v čase, a to pro každý druh těžebního odpadu s ohledem na plánovaný způsob nakládání s těžebním odpadem, zejména:

- a) vyhodnocení vyluhovatelnosti kovů, oxyaniontů a solí pomocí vhodných testů,
- b) u těžebního odpadu obsahující sulfidy provedení statických a kinetických testů pro stanovení jeho kyselinotvorného potenciálu ke vzniku kyselých vod a vyluhovatelnosti kovů,
- c) vyhodnocení oxidačních vlastností jednotlivých složek těžebního odpadu a možností geochemických změn v tělese úložného místa.

Těžební odpad se považuje za inertní dle § 11 vyhlášky č. 429/2009 Sb., pokud jsou krátkodobě a dlouhodobě splněna následující kritéria:

- a) u těžebního odpadu nedojde k žádnému významnému rozpadu nebo rozpuštění nebo jiné podstatné změně, jež by mohla mít nepříznivý dopad na životní prostředí nebo poškodit lidské zdraví,
- b) těžební odpad obsahuje maximálně 0,1 % sulfidické síry, nebo obsahuje maximálně 1 % sulfidické síry a jeho koeficient neutralizačního potenciálu definovaný jako poměr neutralizačního potenciálu a kyselinotvorného potenciálu určeného na základě statického testu je vyšší než 3,
- c) u těžebního odpadu nehrozí riziko samovznícení a odpad nehoří,
- d) jsou-li v těžebním opadu, a to včetně samostatných drobných částic těžebního odpadu, obsaženy látky, které mohou ohrozit životní prostředí nebo lidské zdraví, zejména arsen, kadmium, kobalt, měď, rtuť, molybden, nikl, olovo, vanad, zinek, v tak nízkém množství nebo prokazatelně ve stabilní chemické vazbě, že riziko pro lidské zdraví a životní prostředí je krátkodobě i dlouhodobě nevýznamné a nepřesahuje hodnoty pro tyto kovy stanovené jiným právním předpisem,
- e) těžební odpad neobsahuje chemické látky a chemické přípravky použité při těžbě nebo úpravě, které mohou poškodit životní prostředí nebo lidské zdraví.



## 2.4 Úpravnický zpracované suroviny

V jednotlivých obdobích provozu úpravny byly postupně zpracovávány suroviny z těchto ložisek:

- Schnödův peň,
- Huberův peň - důl,
- Huberův peň - lom
- Krásno - po sloučení ložisek Schnödův a Huberův peň,
- Vysoký Kámen - lom
- Aluvia potoka Stoka,
- Úpravenský odpad z horního (starého) odkaliště,
- Přebuz - Sn rudnina s vysokým obsahem löllingitu,
- Tisová - Cu rudnina,
- Vrbík - scheelitová W rudnina (KOZUBEK ET KOZUBKOVÁ 1995).

SnW suroviny z různých ložisek byly zpracovávány jak samostatně, tak společně. Většinou se jednotlivé SnW rudniny upravovaly souběžně, v poměrech dle okamžitých možností těžby. Odděleně byla pouze zpracovávána scheelitová (wolframová) ruda z ložiska Vrbík. Rovněž odděleně, ale pouze velmi krátkodobě, byly prováděny pokusy se získáním Sn a W novým přepracováním úpravenských odpadů uložených na starém (horním) odkališti. Cu rudnina z ložiska Tisová byla upravována na samostatné lince. (KOZUBEK ET KOZUBKOVÁ 1995).

Během provozu závodu byly ze všech dílčích elevací ložiska Krásno a z ostatních ložisek v okolí, těženy a úpravnický zpracovány tyto základní petrografické typy surovin:

- alterovaná (rozložená) žula,
- žula,
- greisenisovaná žula,
- greiseny (KOZUBEK ET KOZUBKOVÁ 1995).

Krásenskou cínonosnou žulu lze pokládat za diferenciat Krušnohorské žuly, náležející k lithnotopazové žule typu Čisté, která je postižena celou řadou postmagmatických procesů, vznik greisenisované žuly, greisenu (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

Uvedené horniny tvořily v podstatě celé ložisko Krásno a další SnW ložiska v okolí. Zrudnění bylo v ložiskové oblasti představováno difuzním rozptýlením kasiteritu a wolframitu ve všech typech uvedených hornin. Rozložení užitečných prvků uvnitř ložiskových těles bylo v jednotlivých částech ložiska značně nerovnoměrné (KOZUBEK ET KOZUBKOVÁ 1995).

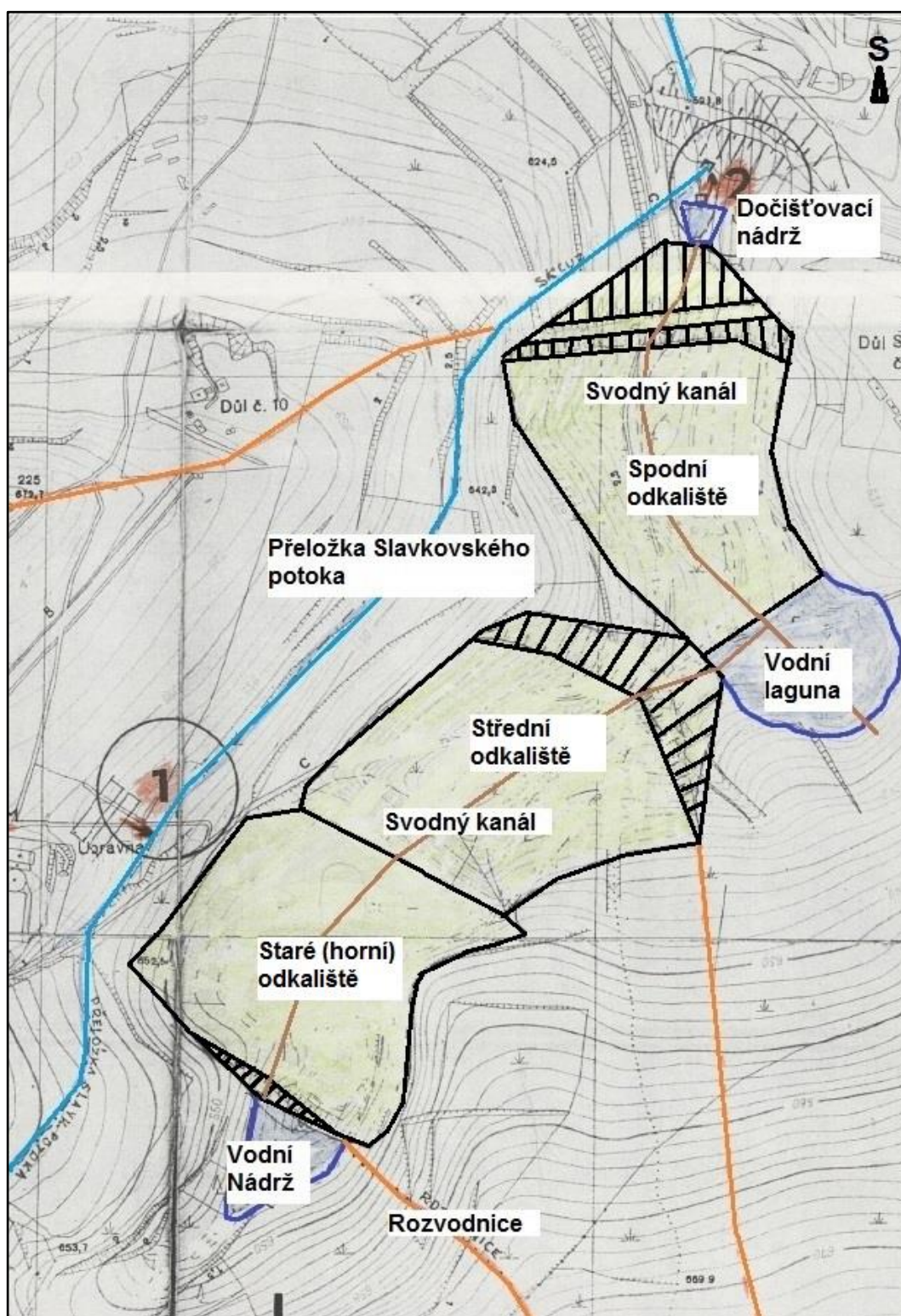
Z technologického hlediska je možno surovinu rozdělit do tří základních typů:

- impregnační typ zrudnění v alterovaných žulách a greisenech,
- zrudnění vázané na křemenné žíly a okoložilné struktury,
- aluviální písky s podílem jílovité i hrubě úlomkovité složky (KOZUBEK ET KOZUBKOVÁ 1995).

## 2.5 Soustava odkališť - Krásno, Horní Slavkov

V kapitole bude popsána historie jednotlivých odkališť.

Každé z odkališť (obr. 4) je tvarově dáno svojí genesí - plavením kalů s odběrným kolektorem v nejnižší části mísovitě vytvarované pláně (NOVÁK 1992).



Obr. 4: Soustava odkališť - Krásno, Horní Slavkov (NOVÁK 1992)

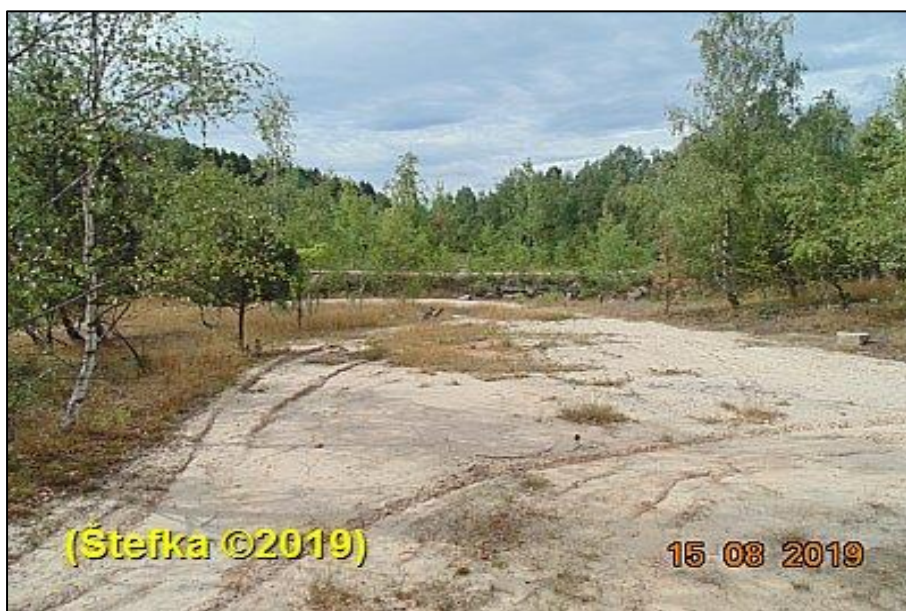
## 2.5.1 Staré odkaliště (1944 - 1958)

Úpravna závodu Krásno byla budována v době II. světové války a uvedena do provozu v roce 1944. Vlastní objekt úpravný a odkalištní plocha jsou umístěny na pozemcích katastru města Horní Slavkov. Výstavba odkaliště byla prováděna v době okupace, projekt a prováděcí dokumentace není k dispozici (POKORNÝ 1965).

K naplavování úpravenských odpadů bylo využito erozivní údolí Slavkovského potoka dříve Wiesenthalerbach (Luční údolí), asi 2 km jihovýchodně od Horního Slavkova, přibližně 200 m východně od objektů Krásenské úpravný. V profilu má údolí tvar rozevřeného V, k severu s mírným spádem. Potok je zaříznut asi 20 m pod okolní terén o nadmořské výšce 650 m n. m. (DVOŘÁK 1964).

Osa odkaliště je tvořena svodným betonovým kanálem vejčitého profilu a světlosti 90 x 135 cm a délce 200 m. Svodný kanál byl osazen 6 přípojkami pro svislé kolektory, 3 svislé kolektory byly během provozu odstaveny a zabetonovány. Svislé kolektory byly složeny ze studničních rour (POKORNÝ 1965).

Po zaklenutí Slavkovského potoka do svodného betonového kanálu byl údolní profil Slavkovského potoka na severním a jižním (obr. 5) okraji překlenut plavenými hrázemi s jílovitou těsnící vložkou. Osy těchto hrází jsou kolmé na osu původního údolí. K naplavování hrází byla použita hrubší frakce. Naplavování rmutu bylo následně prováděno do nově vytvořeného prostoru mezi naplavenými hrázemi (DVOŘÁK 1964).



Obr. 5: Staré odkaliště - jižní hráz

Svodný betonový kanál plnil dvě základní funkce:

- odváděl mechanickou sedimentací znečištěnou vodu z odkalištní plochy do Slavkovského potoka,
- sloužil jako převodový kanál vod Slavkovského potoka pod tělesem odkaliště (POKORNÝ 1965).

Od roku 1948 s rostoucí výškou odkalištní plochy byly svislé kolektory (obr. 6) postupně nastavovány. Celková délka nastavení kolektorů byla 87 m. V roce 1952 byly pak položeny paralelně s kolektory železobetonové roury typu „Vianini“ Ø 100 cm k zajištění rovnoměrného odtoku odkalištní plochy (POKORNÝ 1965).



Obr. 6: Staré odkaliště - svislý kolektor

Technologickému úpravenskému procesu na úpravně Krásno byla podrobena rudnina SnW, mající původ v ložisku geneticky pneumatolytického vzniku, vázaného na greiseny, která byla dobývána z důlního pole Schnödova pně (POKORNÝ 1965).

Fundamentálním zdrojem průmyslové vody pro gravitační linky úpravny Krásno byl umělý vodní kanál Stoka „Flossgraben“. Voda ze Stoky byla svedena potrubím do zásobníku šachty Krásno a odtud byla čerpána na úpravnu. Do zásobníku šachty Krásno byla také čerpána důlní voda z důlního pole Schnödova pně (POKORNÝ 1965).

Výlučnost zpracování greisenové rubaniny z důlního pole Schnödova pně na úpravně Krásno cestou gravitačního rozdělování je možné vymezit i časově údobím roků 1944 - 1959 (POKORNÝ 1965).

Rmut z gravitační linky byl sveden do zahušťovače Dorr na úpravně, kde došlo zahuštění rmutu na hustotu  $1\,200\text{ g.l}^{-1}$ . Voda z přepadu byla vedena zpět do technologie úpravny. Zahuštěný rmut byl čerpán na odkalištní plochu kalovými čerpadly a převáděn do prostoru sedimentace kalovodem z ocelových trubek o světlosti DN 100 mm (DVOŘÁK 1964).

Hodinový přítok rmutu na odkalištní plochu činil přibližně  $25\text{ m}^3$ . Vzhledem k ploše naplavování a sedimentační době asi 20 hod. byla volena optimální výška naplavení. Po sedimentaci a nasazení nejmenějších šlemovitých frakcí byl naplavený materiál pro vodu prakticky nepropustný a přebytečná voda odtékala do svislých kolektorů pouze z povrchu odkaliště (DVOŘÁK 1964).

TOMÍČEK (2018) v monografii Historie dolu Vilém v Krásnu 1920 - 1945 uvádí, že úpravenské kaly po zahuštění v zahušťovači Dorr byly vynášeny pásovým dopravníkem mimo budovu odpadového hospodářství na volné prostranství, kde byly přechodně deponovány a poté byly v cyklech odváženy povozy na odkaliště. Uložené úpravenské kaly byly částečně přeprodávány na stavby a výsypky cest.

V roce 1957 bylo zahájeno flotační přečištění předkoncentrátu SnW, z důvodu odstranění sulfidických minerálů - škodlivin (Cu, Zn, As) v konečných koncentrátech Sn a W. Vedlejší produkt flotace (mineralizovaná pěna) obsahovala sulfidické minerály, které se dále zpracovávaly a došlo, tak ke zvýšení výtěžnosti Cu (DVOŘÁK 1964).

Při flotačním odstraňování sulfidických minerálů (Cu, Zn, As) z předkoncentrátu SnW, byly používány tyto flotační činidla:

- ethylxantát draselný (sběrač) 80 gr.t<sup>-1</sup>,
  - xylenol (fenolický pěnič) 150 gr.t<sup>-1</sup>,
  - kyselina sírová (aktivátor) 30 gr.t<sup>-1</sup>,
  - vodní sklo (depresor) 200 gr.t<sup>-1</sup>
- (POKORNÝ 1965).

Rmut z gravitační a flotační linky byl sveden do zahušťovače Dorr na úpravně, kde došlo k zahuštění rmutu. Voda z přeplavu byla vedena zpět do technologie úpravní. Zahuštěný rmut byl čerpán na odkalištní plochu kalovými čerpadly a převáděn do prostoru sedimentace kalovodem z ocelových trubek o světlosti DN 100 mm. Od roku 1957 byl rmut odkalován do prostoru v JV části odkaliště, které sloužilo k odkalování při havarijních situacích na úpravně a v době zamrznutí hlavního kalovodu (DVOŘÁK 1964).

Odpadní vody z odkalištní plochy měly pH v rozmezí 7 - 9. Odkalování rmutu na odkališti probíhalo pouze v jednom stupni, a to přirozenou sedimentací na odkalištní ploše, kdy byly z rmutu odstraněny pouze mechanické podíly (DVOŘÁK 1964).

Relativní výška koruny odkalištního tělesa byla v konečné fázi plavení vysoká 19,22 m. Naplavování rmutu na staré odkaliště bylo zastaveno v době, kdy absolutní výška koruny dosáhla výškové kóty 650 m n. m. (POKORNÝ 1965) to bylo roce 1948 (DVOŘÁK 1964).

Při šetření v červnu 1957 byla zjištěna hrozba prolomení betonového svodného kanálu. V případě prolomení by došlo k částečnému splavení deponovaného odkalištního materiálu do svodného kanálu a tím k přerušení odtokové cesty vod Slavkovského potoka. V době přípravy projektu pro výstavbu středního odkaliště bylo zvažováno o vybudování obtokového koryta pro převedení vod Slavkovského potoka. Od záměru bylo nakonec odstoupeno (POKORNÝ 1965).

Na staré odkaliště bylo celkem naplaveno 470 917 m<sup>3</sup> úpravenských odpadů, při objemové hmotnosti 1,68 t.m<sup>-3</sup> se jedná o 791 140 t (DVOŘÁK 1964).

## 2.5.2 Střední odkaliště (1959 - 1969)

Výstavba odkaliště byla povolena vodohospodářským rozhodnutím odboru pro vodní hospodářství rady KNV v Karlových Varech ze dne 17. června 1957 č.j. VOD/1961/57. Stavba byla vyprojektována Rudným projektem Praha a provedena Vodními stavbami n. p. - inženýrské stavby Praha VII (POKORNÝ 1965).

Podobně jako při stavbě starého (horního) odkaliště, bylo při budování odkaliště využito přirozené terénní konfigurace údolí Slavkovského potoka. Základní hráz odkaliště byla navržena po spádu údolíčka, na vzdálenost 240 m od hráze starého odkaliště. Odkaliště bylo uvedeno do provozu v roce 1959. Naplavování rmutu bylo následně prováděno do nově vytvořeného prostoru mezi hrázemi (POKORNÝ 1965).

Osu odkaliště opět tvořil svodný železobetonový kanál vejčitého profilu o světlosti 90 x 135 cm, který navazoval na svodný betonový kanál starého odkaliště. Svodný kanál byl osazen 3 betonovými kolektory. Svislé kolektory byly složeny ze studničních rour (POKORNÝ 1965).

Statically bylo svodné železobetonové potrubí počítáno na zatížení vrstvou až 25 m vysokou, křemičitými písky při objemové hmotnosti  $2,3 \text{ t.m}^{-3}$ . S rostoucí výškou odkalištní plochy byly kolektory postupně nastavovány (POKORNÝ 1965).

Svodný železobetonový kanál plnil dvě základní funkce:

- odváděl mechanickou sedimentací znečištěnou vodu z odkalištní plochy do Slavkovského potoka,
- sloužil jako převodový kanál vod Slavkovského potoka pod tělesem odkaliště (POKORNÝ 1965).

Nově vybudovaný usazovací prostor měl objem  $340\,000 \text{ m}^3$  cca  $600\,000 \text{ t}$ . Při předpokladu denního zpracování  $100 \text{ m}^3$  rudniny tj.  $30\,000 \text{ m}^3$  za rok, byla životnost odkaliště spočítána na 10 - 12 let. Konečná úroveň odkalištní hráze měla za těchto podmínek dosáhnout výškové kóty 643 m n. m. Na odkalištní plochu byl v prvopočátku naplavován pouze rmut po gravitačně - flotačním rozduřování greisenové rubaniny z důlního pole Schnödova pně.

Při flotačním odstraňování sulfidických minerálů (Cu, Zn, As) z předkoncentrátu SnW, byly používány tyto flotační činidla:

- ethylxantát draselný (sběrač)  $80 \text{ gr.t}^{-1}$ ,
  - xylenol (fenolitický pěnič)  $150 \text{ gr.t}^{-1}$ ,
  - kyselina sírová (aktivátor)  $30 \text{ gr.t}^{-1}$ ,
  - vodní sklo (depresor)  $200 \text{ gr.t}^{-1}$
- (POKORNÝ 1965).

V roce 1960 byla na úpravně Krásno uvedena do provozu nová úpravenská flotační linka s určením zpracovávat Cu rudninu z důlního pole dolu Helena v Tisové u Kraslic. Jedná se o rudninu ze žilníkového ložiska tvořeného sericiticko-chloritickými břidlicemi a mineralizovanými sirníky (POKORNÝ 1965).

Při flotačním rozdružování Cu rudniny byly používány tyto flotační činidla:

- ethylxantát draselný (sběrač) 150 gr.t<sup>-1</sup>,
  - xylenol (fenolitický pěnič) 200 gr.t<sup>-1</sup>,
  - vodní sklo (depresor) 200 gr.t<sup>-1</sup>,
  - vápno (depresor) 5 kg.t<sup>-1</sup>
- (POKORNÝ 1965).

Od roku 1960 je do sedimentačního prostoru středního odkaliště naplavován rmut po flotačním rozdružení Cu rudniny z důlního pole dolu Helena z Tisové u Kraslic (POKORNÝ 1965).

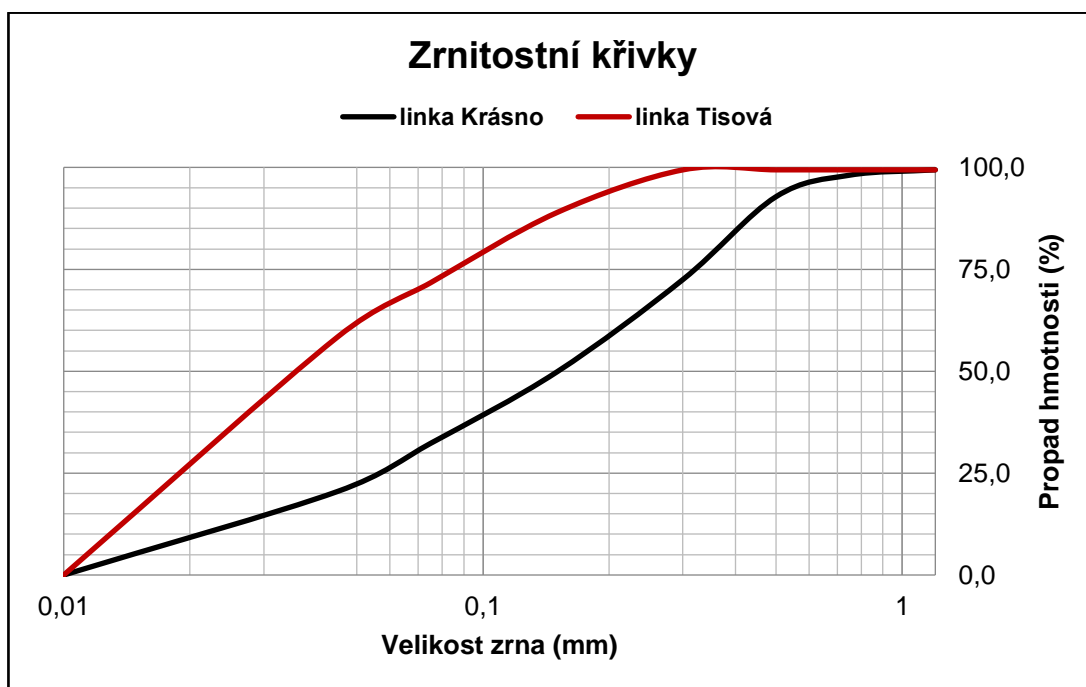
Zdrojem průmyslové vody pro gravitační a flotační linky úpravny Krásno byl umělý vodní kanál Stoka „Flossgraben“. Voda ze Stoky byla svedena potrubím do zásobníku šachty Krásno a odtud byla čerpána na úpravnu. Do zásobníku šachty Krásno byla také čerpána důlní voda z důlního pole Schnödova pně. V období sucha byla jako nouzový zdroj používána důlní voda ze šachty JD (Jáchymovských dolů) č. 9, která byla samostatným řádem dopravována na úpravnu Krásno (POKORNÝ 1965).

Rmut z gravitačních a flotačních linek byl čerpán do zahušťovače Dorr, kde došlo k zahuštění rmutu na hustotu 200 g.l<sup>-1</sup>. Voda z přepadu byla vedena zpět do technologie úpravny. Zahuštěný rmut byl čerpán po přidání mletého vápna na odkalištní plochu kalovodem o světlosti DN 125 mm, v místě rozplavování DN 100 mm (POKORNÝ 1965).

Odpadní vody z odkalištní plochy měly pH v rozmezí 7 - 9. Odkalování rmutu na odkališti probíhalo pouze v jednom stupni, a to přirozenou sedimentací na odkalištní ploše, kdy byly z rmutu odstraněny pouze mechanické podíly. Pro zlepšení přirozené sedimentace bylo do rmutu čerpaného na odkalištní plochu přidáváno mleté vápno (cca 250 kg za směnu), které napomáhalo s vyvoláním flokulace (vločkování) (POKORNÝ 1965).

Projekce odkaliště stanovila velikost usazovacího prostoru na 340 000 m<sup>3</sup> při předpokladu denního naplavování 230 t úpravenského kalu. Zvýšením kapacity úpravny došlo ke zvýšení denního naplavovaného množství úpravenského kalu na 340 t denně. Začátkem roku 1965 byla dle výpočtu dosažena koruna odkalištní hráze, která byla naprojektována na výšku 643 m n. m. Kapacita odkaliště tak byla na hranici své životnosti (POKORNÝ 1965).

POKORNÝ (1965) ve zprávě Výstavba nového odkaliště pro úpravnu rud závodu Krásno nad Teplou uvádí síťové charakteristiky pro úpravenské odpady. Grafické vyjádření zrnitostního rozboru úpravenského odpadu z linek Tisová a Krásno (obr. 7), upraveno autorem (ŠTEFKA 2020).



Obr. 7: Zrnitostní křivky - odpad linka Krásno a linka Tisová (1965)



### 2.5.3 Spodní odkaliště (1969 - 1991)

Pro stavbu spodního odkaliště byl 22. června 1964 vypracován závodem Krásno investiční úkol - Výstavba rozšíření odkaliště úpravny Krásno. Závod odeslal tento investiční úkol připomínkovému a schvalovacímu řízení nadřízenému orgánu (POKORNÝ 1965).

Rozsah požadavků připomínkového řízení si vyžádal přepracování investičního úkolu a změnu názvu na Výstavba nového odkaliště pro úpravnu rud závodu Krásno nad Teplou. Uvedený investiční úkol byl odsouhlasen s doplňujícími podmínkami dne 25. srpna 1964 Okresní plánovací komisí v Sokolově (POKORNÝ 1965).

Výstavba nového odkaliště pro úpravnu rud závodu Krásno byla zařazena do výhledového investičního plánu na léta 1966 - 1967 a byl stanoven časový plán výstavby:

- jednostupňový projekt 1965 - vypracuje Rudný projekt Praha,
- zahájení stavby - 1966,
- dokončení stavby - 1967,
- průběžná doba výstavby 24 měsíců (POKORNÝ 1965).

Výstavbou nového odkaliště byly sledovány tyto prvořadě cíle:

- I. Nahradit střední odkaliště, jehož kapacita se blížila k hranici své životnosti, kdy začátkem roku 1965 bylo dle výpočtu dosaženo koruny odkalištní hráze, která byla projektovaná v konečné výšce 643 m n. m.
- II. Zajistit zlepšení čistoty odpadních vod úpravny - v nepříznivých jarních obdobích často docházelo k znečištění vod ve Slavkovském potoce - znečištění odpadních vod bylo dvojího druhu:
  - A. mechanické - jemně, mletými flotačními odpady jejichž kompozice je objemově tvořena 60 % podílem odpadu Krásenské linky granulometrického složení charakterizovaného mletím z 35 % pod 0,075 mm a 40 % podílem odpadu Tisovské linky granulometrického složení charakterizovaného mletím z 80 % pod 0,075 mm,
  - B. chemické - používanými flotačními přísadami na Krásenské a Tisovské lince.
- III. Vyřešit otázku hospodaření s vodou zavedením úplné recirkulace odpadních vod - v letních obdobích se každoročně projevoval citelný nedostatek vody ve Stoce a důlní vodou nebylo možné zcela pokrýt technologický proces - často tak docházelo k prostojům ve výrobě.
- IV. Vyloučit eventualitu havárie v oblasti starého a středního odkaliště (POKORNÝ 1965).

V roce 1964 došlo ke dvěma vážným poruchám, a to kráterovým propadům deponovaného odkalištního materiálu. Oba propady se projevíly v ose svodného betonového kanálu v oblasti starého odkaliště, a to v místě maximálního zatížení hlavní hráze odkaliště, cca 19 m výšky nadloží nad svodným kanálem (POKORNÝ 1965).

V roce 1965 došlo k další poruše na svodném betonovém kanálu v oblasti starého odkaliště, při poruše došlo k výronu 300 m<sup>3</sup> deponovaného odkalištního materiálu do svodného kanálu a následnému usazení uniklého odkalištního materiálu za hrází středního odkaliště (POKORNÝ 1965).

Z uvedených důvodů bylo rozhodnuto o vybudování obtokového kanálu Slavkovského potoka, který byl veden mezi odkalištěm a úpravnou. Projektová dokumentace přeložky Slavkovského potoka do obtokového kanálu při západní straně Slavkovského údolí byla součástí projektu výstavby spodního odkaliště (POKORNÝ 1965).

Při výběru staveniště odkaliště III přicházely v úvahu dvě alternativy:

- situovat odkaliště JZ směrem od starého odkaliště,
- situovat odkaliště SV směrem od středního odkaliště (POKORNÝ 1965).

Výběr staveniště byl určen konfigurací terénu, situování odkaliště SV směrem od středního odkaliště. Obdobně jako u středního odkaliště se zde využilo přirozeného údolí Slavkovského potoka, které tvoří úložnou pánev pro kaly (NOVOTNÝ 1967A).

Poloha odkaliště vzhledem k závodu byla výhodná, protože maximální kótou odkaliště už byla kóta úpravny vody. Toto výškové situování umožňovalo gravitační vypouštění kalovodu do odkaliště, což bylo vzhledem ke klimatickým podmínkám velmi důležité (NOVOTNÝ 1967A).

Odkaliště bylo situováno na ploše 14 ha. Pozemky byly složeny z 1,4 ha orné půdy, zbytek tvořily trvalé travní porosty z části porostlé keři. Odkaliště bylo z východní části ohraničeno starou hlušinovou haldou Jáchymovských dolů, dolu č. 6 Svatopluk. Jižní a západní strany se opíraly o přirozený svah údolí, na severní straně bylo nutné vybudovat základní hráz (NOVOTNÝ 1967A).

Patu základní hráze bylo nutné zapustit do terénu vytvořením základové spáry. Funkcí základní hráze bylo zajištění stability paty svahu odkaliště a dále zajištění odvodnění návodního líce hráze snížením průsakové křivky. Pro tyto účely byla navržena lichoběžníková základní hráz o sklonu svahu 1:1,5 a 4 m šířce koruny. Výška základní hráze byla navržena od 1 m do max. 6 m (NOVOTNÝ 1967B).

V ose základní hráze bylo položeno betonové drenážní potrubí DN 200 mm s filtračním obsypem. Drenážní potrubí ústilo do dočišťovací nádrže o objemu 1 500 m<sup>3</sup> pod patou odkaliště. Pro stavbu základní hráze byla využita hlušinová halda Jáchymovských dolů, která byla odebírána z haldy u východní strany odkaliště. Materiál byl sypán max. po 20 cm vrstvách a hutněn pojížděním (NOVOTNÝ 1967B).

Celková kubatura násypu základní hráze činila 7 752 m<sup>3</sup>. Základní hráz byla navržena v celkové délce 660 m z čehož 600 m byla pouze min. základní drenážní pata o výšce 1 - 1,5 m. Na délce 60 metrů u dna Slavkovského údolí dosahovala základní hráz výšky 6 m z provozních důvodů - dosažení dostatečné sedimentační doby pro začátek provozu odkaliště. Vnitřní stěna základní hráze a styčnou plochu se starou hlušinovou haldou bylo nutno vyložit jílovou vrstvou, aby se hráz stala nepropustnou (NOVOTNÝ 1967B).

Při budování dalších stupňů hráze bylo nutno zachovat následující parametry:

- ústup 2 m,
- výška stupně 2 m,
- úklon stupně 1:1,5 - generální sklon hráze tedy byl 1:2,5 (NOVOTNÝ 1967B).

Následující stupně hráze byly naplavovány přímo z odpadu úpravní, z hlavního kalovodu vedoucího podél hráze, opatřeného krátkými trubkami s vtokovými otvory dimenzovanými tak, aby nastal výtok jen části odpadu, a to hrubé frakce. Část odpadního rmutu nesoucí hlavně jemnou šlemovou frakci byla prodlouženým kalovodním potrubím vyvedena dovnitř odkaliště mimo základní hráz (NOVOTNÝ 1967B).

Osou odkalištního dna byl veden svodný železobetonový kanál, vejčitého tvaru o světlosti 90 x 140 cm, uložený na betonovém loži s pevným vodotěsným propojením na svodný železobetonový kanál ze středního odkaliště. Napojení na svodný kanál byl na výškové kótě 620 m n. m., výtok pak pod základní hrází na kótě 605 m n. m. do dočišťovací nádrže o objemu 1 500 m<sup>3</sup>. Délka svodného kanálu byla 790 m (NOVOTNÝ 1967B).

Vlastní odběr vody z odkalištní plochy byl proveden 7 svislými ocelovými kolektory DN 400 mm s bočním odběrem vody. Kolektory byly vybudovány na 4 m odbočkách ze svodného železobetonového kanálu, aby nedocházelo při sedání terénu k porušení svodného kanálu. Odpad kolektoru - spojovací trubka mezi kolektorem a svodným kanálem byla ocelová DN 400 mm, opatřena asfaltovým nátěrem. Odbočka a pata svislého kolektoru byla obetonována. Uzavírání bočních odběrů bylo prováděno zaslepovací přírubou DN 400 mm (NOVOTNÝ 1967C).

Úroveň podlaží, ze kterého byl vyveden kalovod byl situován na výškové kótě 675 m n. m. Výška koruny hráze dosáhla kóty 635 m n. m. Pro vyspádování hlavní větve kalovodu v délce 800 m bylo k dispozici 40 m, tj. podmínky pro zachování potřebné rychlosti proudění rmutu v potrubí byly dostatečné (POKORNÝ 1965).

Trasu hlavního kalovodu bylo nutné vytýčit ve směru nynější polní cesty, vedoucí podél středního odkaliště a po západní straně spodního odkaliště směrem k hrází. Kalovod byl navržen z ocelových bezešvých trubek spojovaných přírubami s čedičovou vložkou o světlosti DN 250 mm v místě rozplavování s odbočkami DN 150 mm, umístěnými ve vzdálenostech 18 m (NOVOTNÝ 1967C).

Hráz dočišťovací nádrže o objemu 1 500 m<sup>3</sup> byla vybudována jako rybníční s jílovým těsněním. Odběr z dočišťovací nádrže byl prováděn čerpací stanicí vratné vody zpět na úpravu. Vratná voda byla čerpána na úpravnu ocelovým potrubím DN 250 (NOVOTNÝ 1967C).

Vody z extravilánu byly z jedné strany zachycovány přeložkou Slavkovského potoka a z protilehlé strany záchytnými příkopy stávajících odkališť, které byly prodlouženy i podél nového odkaliště a zaústěny do přeložky Slavkovského potoka (NOVOTNÝ 1967C).

Spodní odkaliště bylo navrženo tak, aby se na něm dalo uložit celé množství schválených geologických zásob. Odkaliště bylo navrženo na 5 000 000 m<sup>3</sup> úpravných odpadů, životnost odkaliště se předpokládala na 20 let při roční těžbě 400 kt rudniny.

Naplavování nového odkaliště bylo rozděleno do IV. etap:

- bude naplavováno na střední odkaliště na kótu 646 m n. m. - souhlasné stanovisko Rudné projektu Praha ze dne 4. ledna 1965,
- bude naplavováno na spodní odkaliště na kótu 645 m n. m.,
- zatížená pata středního odkaliště umožní naplavení další vrstvy na střední odkaliště na kótu 655 m n. m.,
- následně bude naplavováno na staré odkaliště na kótu 655 m n. m. (NOVOTNÝ 1967A).

Obtokový kanál (obr. 8) převedl Slavkovský potok protékající ve svodných kanálech pod tělesem starého odkaliště a středního odkaliště mimo tělesa odkališť. Navržená trasa obtokového kanálu byla při západní straně Slavkovského údolí mezi úpravou a odkališti. Pod hrází spodního odkaliště se přeložka vracela zpět do původního koryta (NOVOTNÝ 1967D).



Obr. 8: Obtokový kanál - Slavkovského potoka

Celková délka obtokového kanálu byla navržena na 1 951 m, s korytem lichoběžníkového profilu a kapacitou koryta  $Q_{100} = 3,95 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Dno a stěny koryta byly zpevněny silničními panely, drsnost koryta byla dosažena zabetonováním žulových bloků (NOVOTNÝ 1967D).

Odbor výstavby a vodního hospodářství ONV Sokolov vydal dne 12. 7. 1967 povolení č.j. VOD/1117/67 Krásno výstavba nového odkaliště, povolení zvláštního užívání vod - vodohospodářské rozhodnutí.

Povolení k zvláštnímu užívání vody v tomto rozsahu:

- 1) k odběru povrchové vody z potoka Stoka v maximálním množství  $30 \text{ l.s}^{-1}$ , další potřebná voda bude získávána z důlní jámy č.9 a jámy Krásno,
- 2) k vypouštění předčištěných odpadních vod v množství  $31 \text{ l.s}^{-1}$  do Slavkovského potoka s max. obsahem: nerozpustné látky  $30 \text{ mg.l}^{-1}$ , fenoly jednomocné  $93 \text{ mg.l}^{-1}$ , síranové ionty ( $\text{SO}_4$ )  $130 \text{ mg.l}^{-1}$ ,

Povolení k výstavbě:

- 1) odkaliště o ploše 14 ha s kubaturou  $5\,000\,000 \text{ m}^3$  včetně dočišťovací nádrže o objemu  $1\,500 \text{ m}^3$  a přístupové cesty,
- 2) kolovodu a rozvodu po hrázi z ocelového potrubí  $\varnothing 250 \text{ mm}$ ,
- 3) přeložky Slavkovského potoka,
- 4) přeložky zásobovacího řádu pro Horní Slavkov  $\varnothing 300 \text{ mm}$ .

Rozhodnutí o povolení zvláštního užívání vod a povolení staveb bylo vázáno na splnění a dodržování těchto podmínek:

- I. Stavba odkaliště včetně dočišťovací nádrže a přeložky Slavkovského potoka bude zahájena v roce 1967 a dokončena nejpozději do 31. 12. 1968.
- II. Zahájení naplavování základní hráze odkaliště začne od 1. 4. 1969.
- III. Návrh havarijních opatření bude předložen k odsouhlasení do 31. 12. 1969.
- IV. Zavést do technologie úpravy rud nefenolické pěniče počínaje 1. 1. 1968.
- V. Investor s projektantem a OVHS bude povinen upřesnit trasu přeložky vodovodu a respektovat plynulé zásobování města Horní Slavkov pitnou vodou i v době prováděné přeložky (OVVH ONV SOKOLOV ©1967).

Odbor výstavby a vodního hospodářství ONV Sokolov revokoval dne 3. 6. 1968 povolení č.j. VOD/1117/67 Krásno výstavba nového odkaliště a povolení zvláštního užívání vod - vodohospodářské rozhodnutí. Povolení bylo nahrazeno novým povolením č.j. VOD/1075/68 Krásno výstavba nového odkaliště - vodohospodářské rozhodnutí.

Povolení k zvláštnímu užívání vody v tomto rozsahu:

- 1) k odběru povrchové vody z potoka Stoka v maximálním množství  $30 \text{ l.s}^{-1}$ , další potřebná voda bude získávána z důlní jámy č.9 a jámy Krásno,
- 2) k vypouštění průmyslových vod v množství  $35 \text{ l.s}^{-1}$  na odkaliště k předčištění a odtud do Slavkovského potoka s max. obsahem: nerozpustné látky  $30 \text{ mg.l}^{-1}$ , fenoly jednomocné  $0,5 \text{ mg.l}^{-1}$  je do doby, kdy začne používání nefenolických pěničů, BSK5  $10 \text{ mg.l}^{-1}$ .

Povolení k výstavbě:

- 1) odkaliště o ploše 14 ha s kubaturou 5 000 000 m<sup>3</sup> včetně základní dočišťovací nádrže o objemu 1 500 m<sup>3</sup>,
- 2) čerpací stanice vratných vod a přístupové cesty,
- 3) kolovodu a rozvodu po hrázi, potrubí vratné vody,
- 4) přeložky zásobovacího řádu pro Horní Slavkov Ø 300 mm.

Rozhodnutí o povolení zvláštního užívání vod a povolení staveb bylo vázáno na splnění a dodržování těchto podmínek:

- I. Stavba bude provedena dle projednaného projektu. Veškeré změny vyžadují předchozí souhlas vodohospodářského orgánu.
- II. Při stavbě odkaliště budou zajištěna důlní díla přiblížená k povrchu nebo vyražena na povrch proti vnikání vody.
- III. Stavba odkaliště bude dokončena nejpozději do 30. 9. 1969.
- IV. Dočišťovací nádrž (obr. 9) bude dokončena do 30. 6. 1968.
- V. S budováním základní hráze odkaliště bude započato od 1. 4. 1969.
- VI. Dnem 1. 10. 1968 zavést do technologie úpravy nefenolitické pěniče, od tohoto data nesmí být v odpadní vodě přítomnost fenolů.
- VII. Při provádění přeložky vodovodního řádu nesmí být narušeno zásobování města Horní Slavkov pitnou vodou (OVVH ONV SOKOLOV ©1968).



Obr. 9: Spodní odkaliště - dočišťovací nádrž

Po vybudování obtokového kanálu, došlo k odstavení svodného kanálu a nad jižní hrází starého odkaliště vznikla nádrž (obr. 10). Voda z nádrže volně prosakovala tělesem odkaliště. Hladina vody v nádrži kolísala dle stavu srážek a podle ročních období (NOVÁK 1992).



Obr. 10: Staré odkaliště - vodní nádrž

V rámci intenzifikace úpravny byly obměněny flotační činidla k odstraňování sulfidických minerálů z předkoncentrátu SnW následujícími flotačními činidly:

- etylxantogenát draselný (sběrač) 150 - 200 g.t<sup>-1</sup>,
  - flotační pěnič - 2 EHP 100 - 150 g.t<sup>-1</sup>,
  - modrá skalice (aktivátor) 80 - 100 g.t<sup>-1</sup>
- (KOZUBEK ET KOZUBKOVÁ 1995).

Odbor vodního a lesního hospodářství a zemědělství ONV Sokolov vydal dne 20. 12. 1982 rozhodnutí č.j. VLHZ/599/82-235 Rozhodnutí o povolení ke zřízení vodohospodářského díla - Rozšíření odkaliště Stannum (OVLHZ ONV SOKOLOV ©1982).

Předložená technická dokumentace vypracovaná Rudným projektem Brno v roce 1982 řešila všechny objekty nutné k vytvoření stabilního odkaliště na výšku 647 m n. m. (OVLHZ ONV SOKOLOV ©1982).

Rozhodnutím VŘV TBD Praha, bylo odkaliště závodu Stannum zařazeno do IV. kategorie dle vyhlášky č. 62/1975 Sb., o odborném technicko bezpečnostním dohledu na některých vodohospodářských dílech a o technicko bezpečnostním dozoru národních výborů nad nimi (OSVALD 1995).

## 2.6 Odkaliště - možnosti využití úpravenských odpadů

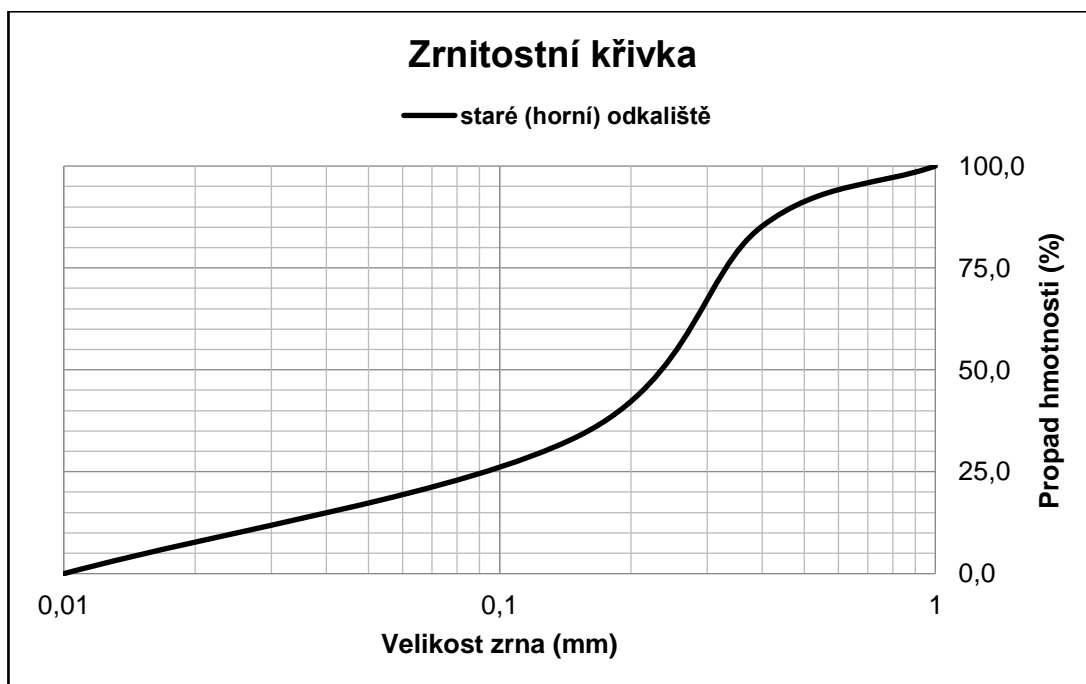
V kapitole budou uvedeny možnosti využití úpravenských odpadů uložených na jednotlivých odkalištích dle historických zpráv.

### 2.6.1 Mineralogický rozbor úpravenských odpadů v Krásně n. Teplou (1959)

Hlavním úkolem výzkumu mineralogického složení úpravenských odpadů z Krásna n. Teplou bylo určení mineralogického složení a určení minerálů, na které byl vázán obsah Cu. Úpravou greisenové rubaniny v okolí Krásna n. Teplou se na starém odkališti shromáždilo značné množství jemně mletého materiálu s určitým množstvím užitkových složek stopových prvků. Makroskopický vzhled greisenů ukazoval na relativně značné zastoupení křemene. Křemen z těchto partií vynikal značnou čistotou, pravděpodobně by vyhovoval vyšším normám obchodně průmyslového křemene (TACL ET BLÜML 1959).

Materiál, který byl odebrán k rozboru, byl jemně zrnitý až prachovitý, jako odpad vznikající gravitační a flotační úpravou. Odebraný materiál byl nejprve v celém množství důkladně promísen, tím se předešlo eventuálním anomálním koncentracím těžkých minerálů, které mohly vzniknout na základě různých hustot minerálů během transportu. Po zhomogenizování bylo odebráno několik vzorků k zrnitostní, mineralogické a spektrální analýze (TACL ET BLÜML 1959).

Prosívání bylo provedeno na sítích o  $\varnothing$  ok 40 mesh (0,4 mm) a 100 mesh (0,15 mm) (TACL ET BLÜML 1959). Grafické vyjádření zrnitostního rozboru (obr. 11), upraveno autorem (ŠTEFKA 2020).



Obr. 11: Zrnitostní křivka - odpad staré odkaliště (1959)



Mineralogické složení úpravenského odpadu staré odkaliště:

- křemen - převážná část,
- biotit - převážná část,
- muskovit - převážná část,
- topaz,
- apatit,
- jemnozrnné agregáty jílových minerálů (růžové, nazelenalé),
- fluorit,
- kasiterit - velmi zřídka,
- wolframit - velmi zřídka,
- chalkopyrit,
- malachit - sekundární uhličitan Cu,
- chryzokol - sekundární křemičitan Cu (TACL ET BLÜML 1959).

Jeden ze vzorků úpravenského odpadu byl podroben separaci těžkou kapalinou, ACTS - acetylentetrabromidem. Výsledky ACTS separace jsou uvedeny v tab. 4:

ACTS	Výtěžek
Lehký podíl	křemen, deferifikovaný biotit, jílové minerály
Střední podíl	křemen obalený hydroxidy Fe, deferifikovaný biotit, muskovit, jílové minerály,
Těžký podíl	křemen obalený hydroxidy Fe, biotit, muskovit, apatit, fluorit, topaz, chalkopyrit, kasiterit, wolframit, malachit, <i>cinvaldit</i> ?

Tab. 4: Výsledky ACTS separace - odpad staré odkaliště (TACL ET BLÜML 1959)

Lehký podíl byl tvořen minerály s hustotou menší než  $2,65 \text{ g.cm}^{-3}$ , těžký podíl byl tvořen minerály s hustotou větší než  $3,0 \text{ g.cm}^{-3}$ .

Středně zrnitá část podílu (velikost zrna (0,15 - 0,4 mm) po síťové analýze byl separován v BF - bromoformu. Výsledky BF separace uvedeny v (tab. 5):

BF	Výtěžek
Lehký podíl	křemen, jílové minerály
Těžký podíl	křemen obalený hydroxidy Fe, biotit, muskovit, apatit, fluorit, topaz, chalkopyrit, kasiterit, wolframit, malachit, <i>cinvaldit</i> ?

Tab. 5: Výsledky BF separace - odpad staré odkaliště (TACL ET BLÜML 1959)

Lehký podíl byl tvořen minerály s hustotou menší než  $2,65 \text{ g.cm}^{-3}$ , těžký podíl byl tvořen minerály s hustotou větší než  $3,0 \text{ g.cm}^{-3}$ .

Průměrný vzorek úpravenských odpadů jednotlivé podíly získané separací v těžkých kapalinách byly podrobeny semikvantitativní spektrální analýze (tab. 6).

	Průměrný vzorek	ACTS			BF
		lehký podíl	střední podíl	těžký podíl	těžký podíl
Hlavní prvek (10 <sup>1</sup> %)	Si, Al	Si, Al	Si, Al, Mg	Si, Al, Mg, Fe	Si, Al
Hlavní příměs (10 <sup>0</sup> %)	Ca, Mg, K	Ca, Mg, K	K, Fe, Ca	Ca, K, Mn	Ca, Mg, K, Fe
Vedlejší příměs (10 <sup>-1</sup> %)	Fe, Mn	Fe	Mn	P, Cu	Ti
Podřadná příměs (10 <sup>-2</sup> %)	Ti, Cu, Zn, P, Sn	Mn, Be, Cu, Zn	Ti, Sr, Cr, B, Sn, Cu	Zn, Sr, Cu, Sn, Ti, Be, Bi, B, Cr	P, Mn, Sn, Zn, Be, Cu, Bi, Sr
Stopy (10 <sup>-3</sup> %)	Sr, Be, V, Cr, As, B, Bi	Sn, Ti, Sr, Cr, Ag, Ga, Bi	Zn, V, Ni, Be, Bi	Pb, As, W, V, In, Ag	Cr, Pb, V, As, W, Ag, In
Problematické prvky	Ag, Li	Pb	Pb, Ag, In	Ni	B, Ni
Ga (g.t <sup>-1</sup> )			130 - 150	130	80
Ge (g.t <sup>-1</sup> )				60	50

Tab. 6: Výsledky spektrální analýzy - odpad staré odkaliště (TACL ET BLÜML 1959)

Po provedení analýz bylo možné konstatovat: průměrný vzorek úpravenských odpadů obsahovala téměř 50 % kvalitního křemene. Z důležitých užitkových složek obsahoval Cu, Zn, Sn a v množství nepodstatném Li. Dodaný vzorek vykázal ve svém průměru nízké obsahy Cu a Zn (cca 0,05 %). Obsah Cu souvisel s výskytem chalkopyritu a vzácně vyskytující se stanninu (TACL ET BLÜML 1959).

Vzhledem k tomu že těžební materiál byl po mineralogické stránce poměrně stálý, nebylo možno předpokládat jiné podstatné změny v jeho mineralogickém složení v celé vrstvě starého (horního) odkaliště (TACL ET BLÜML 1959).

Obsah Li byl vázán na lithné slídy, využitváním tohoto prvku bylo možné uvažovat pouze po předcházející flotační úpravě slídk. S tím bylo spojeno i využitvání obsahu stopových prvků - Ga, které bylo rovněž vázáno na slídy v množství 100 - 130 g.t<sup>-1</sup> slídkového koncentrátku (TACL ET BLÜML 1959).

Zjištěný obsah Ge v topazu neměl hospodářský význam, poněvadž bylo převážně pevně vázáno v silikátové mřížce jinak do té doby nevyužitvovaného topazu. Využitvání obsahu Ge a In vázaných na sulfidické minerály předpokládalo získávání flotačních koncentrátů Cu a Zn (TACL ET BLÜML 1959).

## 2.6.2 Využití odpadů z úpraven flotačních a gravitačních Březové Hory - Krásno n. T. - Sobědruhy (1959)

Odpady z flotační úpravy Cu na úpravně v Krásně n. T. byly deponovány na starém odkališti a na středním odkališti. Ve stanovené době výzkumu nebylo možné odebrat průměrný vzorek ze starého odkaliště, výzkum byl tak proveden na flotačních odpadech z běžné výroby (ZÍTEK 1959).

Mineralogický rozbor flotačního odpadu:

- lehký podíl (75,8 %) - křemen, akcesorické množství fluoritu,
- těžký podíl (24,2 %):
  - magnetický (4,5 %) - otěr z kulových mlýnů,
  - nemagnetický (95,5 %):
    - 40,5 % muskovit,
    - 33,1 % křemen,
    - 14,7 % biotit,
    - 7,5 % fluorit,
    - 2,8 % wolframit,
    - 1,4 % kasiterit (ZÍTEK 1959).

Chemický rozbor flotačního odpadu (tab. 7):

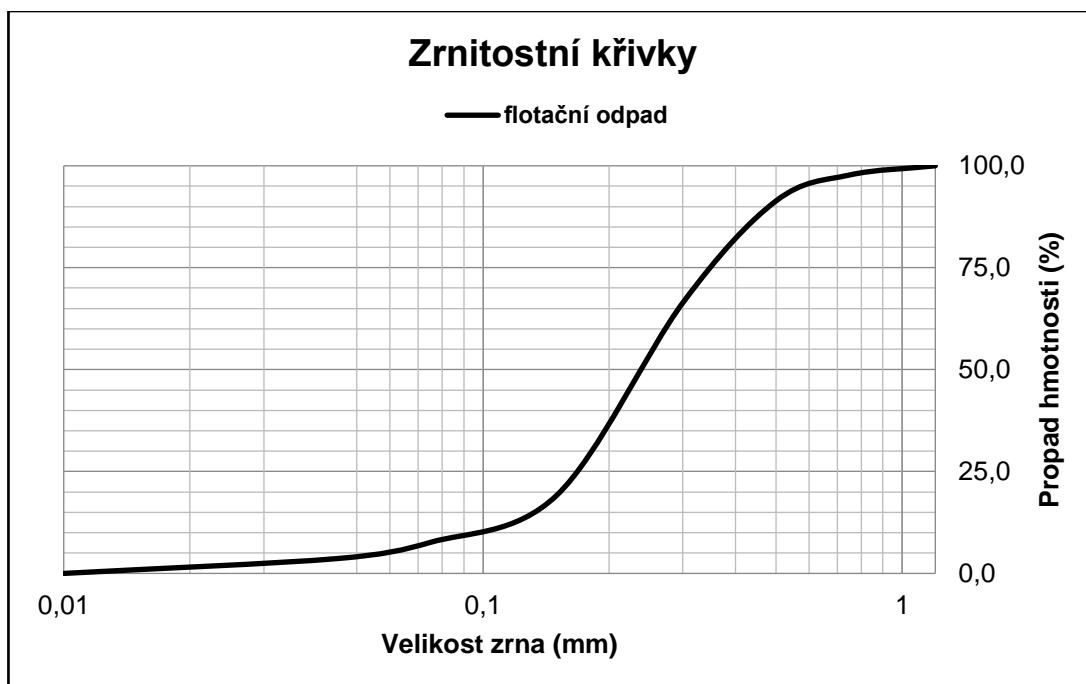
Složka	Obsah (%)	Složka	Obsah (%)	Složka	Obsah (%)
SiO <sub>2</sub>	75,59	Na <sub>2</sub> O	3,50	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,82	K <sub>2</sub> O	1,63	PbO <sub>2</sub>	st.
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,29	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,06	MoO <sub>3</sub>	0,0
MgO	0,75	SnO <sub>2</sub>	0,07	S <sub>celk.</sub> (oxidační tavení) 0,26 %	
MnO	0,15	WO <sub>3</sub>	0,02		
CaO	1,15	CuO	0,04	S <sub>celk.</sub> (Lungeho metoda) 0,10 %	
Li <sub>2</sub> O	0,03	ZnO	0,07		

Tab. 7: Chemický rozbor - flotační odpad (ZÍTEK 1959)

Spektrální rozbor flotačního odpadu:

- nad 1 % - Si, Mg, Al, Ca, Fe,
- 1 - 0,1 % - Ti, Mn, Na, Sn,
- pod 0,1 % - B, As, Cd, Pb, P, (W), (Bi), Zn, Cu, (V), Mo, Cr, (Ga), Li, prvky uvedené v závorkách přítomny jen ve stopách (ZÍTEK 1959).

Grafické vyjádření zrnitostního rozboru flotačního odpadu (obr. 12), upraveno autorem (ŠTEFKA 2020).



Obr. 12: Zrnitostní křivka - flotační odpad (1959)

Provedené rozborů prokázaly, že kovatosti užitkových složek (Sn, W, Cu, Zn) obsažených ve flotačních odpadech byly minimální a bylo možné tyto odpady považovat jako konečné. Další výzkum je třeba zaměřit na jejich využití pro účely stavebnictví případně keramické (ZÍTEK 1959).

### 2.6.3 Výpočet zásob starého odkaliště (1964)

Z důvodu vyhodnocení rudních výskytů v těsné blízkosti dobývacího prostoru podniku Rudných dolů, závod Krásno nad Teplou byla ke dni 1. 5. 1964 vypracována závěrečná zpráva s výpočtem zásob úpravenských odpadů s určitým obsahem užitkových složek Sn, W, Cu deponovaných na starém nebo taky zvaném německém odkališti (DVOŘÁK 1964).

Hlavním úkolem provedených průzkumných prací bylo ověření rudních obsahů na starém odkališti, zvláště obsahu Cu. Dalším úkolem byl odběr technologického vzorku a vypracování kompletní technologie se zřetelem na možnost získání Sn z deponovaného úpravenského odpadu (DVOŘÁK 1964).

Od roku 1945 do roku 1958 bylo na úpravně zpracováno cca 812 547 t SnW rudniny. V roce 1957 byla zahájena flotace předkoncentrátu SnW, z důvodu odstranění sulfidických minerálů, škodlivin (Cu, Zn, As) v konečných koncentrátech Sn a W. Vedlejší produkt flotace (mineralizovaná pěna) obsahovala sulfidické minerály, které se dále zpracovávaly a došlo, tak ke zvýšení výtěžnosti Cu (DVOŘÁK 1964).

Z uvedených údajů bylo možné vyčíslit pravděpodobné zásoby úpravenských odpadů na odkališti, které činily 800 000 t o kovnatosti 0,14 % Sn a 0,028 % W a 0,14 % Cu (DVOŘÁK 1964).

K prověření těchto údajů a k zajištění rozmístění a rozvrstvení užitkových složek byly na starém odkališti provedeny v rámci geologicko - průzkumných prací vrty vibrační soupravou. Síť 25 vrtů Ø 155 mm byla odvrtna v prosinci roku 1961 (DVOŘÁK 1964).

Všechny vrty dosáhly podloží tak, že staré odkaliště bylo provrtáno v celé mocnosti. Délka jednotlivých vrtů byla různá a kolísala od 4 m do 20,3 m. Z vrtů byly po 1 m odebírány vzorky pro zjištění obsahu Cu, Sn, W (DVOŘÁK 1964).

Rozložení obsahu jednotlivých prvků ve vrtech, tak i ve směru vertikálním byl dosti variabilní. Výjimkou byl obsah Cu, kde zejména vrchní 2 m mocná vrstva obsahovala podprůměrné množství či jen stopy (DVOŘÁK 1964).

Charakteristika úpravenských odpadů:

- křemenný písek jemnozrný, s podílem střednězrného a hrubozrného písku - převládal křemen,
- jílový podíl nepřevyšoval 20 % a byl tvořen rozloženými živci, kaolinitem a slídkami které byly zastoupeny:
  - muskovitem,
  - biotitem,
  - cinvalditem,
- malé lupénky slídk sedimentovaly nejpomaleji a byly z části odnášeny vodou z odkaliště do kolektorů,

- úpravenské odpady neodpovídaly ČSN normám pro sklářský písek a keramické suroviny,
- užitkové rudní komponenty kasiterit, wolframit, chalkopyrit byly obsaženy v nejjemnější frakci, zarostlé často do křemenných zrn do velikosti 0,15 mm (DVOŘÁK 1964).

Provedeným vrtným průzkumem bylo zjištěno, že jednotlivé frakce byly v profilu dokonale promíšeny, to způsobilo silné střídání kovnatostí. Nepotvrdila se hypotéza uvedená ve „Zprávě o zpracování odkaliště na provozu Krásno hodnotové a nákladové propočty“ ze dne 27.10.1958, že na odkališti došlo k určitému gravitačnímu třídění a tím i koncentraci zrudnění u dna - v nehlubších partiích (DVOŘÁK 1964).

Hypotéza předpokládala, že když byl vzorek odebrán v hloubce 6,5 m a průměrná hloubka starého odkaliště byla 15 m lze předpokládat, že kovnatost bude ve spodních partiích odkaliště vyšší, protože v dřívějších letech byla podstatně vyšší kvalita rudniny, a tedy i odpady obsahovaly vyšší podíl rudniny (RD PŘÍBRAM ©1958).

Maximální mocnost náplavů byla 20 m. Vlhkost odkalištních kalů činila 6,9 %. Kubatura odkaliště po odečtení kubatury betonového svodného kanálu převedeného potoka a délky svislých betonových kolektorů činila 470 971 m<sup>3</sup> což při stanovené objemové hmotnosti 1,68 t.m<sup>-3</sup> představoval 791 140 t při průměrných hodnotách kovnatosti užitkových složek:

- Cu (0,140 %) = 1 107,5 t,
- Sn (0,140 %) = 1 107,5 t,
- W (0,020 %) = 158,2 t (DVOŘÁK 1964).

Grafické vyjádření zrnitostního rozboru úpravenského odpadu staré odkaliště (obr. 13), upraveno autorem (ŠTEFKA 2020).



Obr. 13: Zrnitostní křivka - odpad staré odkaliště (1964)

## 2.6.4 Projektový úkol - výroba vápenopískových cihel v Horním Slavkově (1969)

Na úpravně Rudných dolů, n. p. Příbram v Horním Slavkově vzniklo velké množství úpravnických odpadů, které byly ukládány na odkaliště. V této době byly tyto materiály deponovány již na 3 odkalištích, z nichž třetí bylo v provozu. Odkaliště ležela v bezprostřední blízkosti úpravny závodu. Tento odpadový produkt nebyl v této době systematicky dále využíván, odběry, které se prováděly jednotlivými závody byly, víceméně náhodné a vzhledem k odebíranému množství zcela zanedbatelné (ŠÍR ET VLACH).

Odkaliště zabírala v terénu značné plochy, které po uvedení odkališť do stavu mimo provoz musely být nákladně rekultivovány, aby byla půda vrácena svému zemědělskému účelu a dále, aby bylo zabráněno znečišťování širokého okolí odkaliště, ke kterému docházelo za suchého větrného počasí, kdy byl písek rozprášen větrem velmi daleko (ŠÍR ET VLACH).

Výstavba závodu na zpracování úpravenských odpadů úpravny v Horním Slavkově měla zajistit využití těchto materiálů na výrobu vhodných stavebních materiálů, kterých bylo v tehdejší době v ČSSR a v Západočeském kraji velký nedostatek (ŠÍR ET VLACH).

Výrobní program tohoto závodu se sestával z celé škály plných i vylehčených cihel různých velikostí, jejichž základem byl metrický formát (240 x 115 x 52 mm). Jako speciální obkladový materiál pro bezomítkový způsob provádění staveb byly jako další materiál vyráběny cihly různě zbarvené a upravené pro obklad vnějších zdí, tak i vnitřních interiérů (ŠÍR ET VLACH).

V roce 1967 byly získány některé cestovní zprávy ze zahraničí, které byly spolu s některými publikacemi zabývajícími se výrobou stavebních materiálů v zahraničí prostudovány. Jednalo se o zkušenosti z NSR, kde byly flotační odpady z úpraven polymetalických rud zpracovány již běžně na výrobu vápenopískových cihel. Pro možnost využití úpravenských odpadů z úpravny v Horním Slavkově na podobnou výrobu byl podnikem pověřen Výzkumný a vývojový ústav stavebních závodů Praha (ŠÍR ET VLACH).

Toto výzkumné pracoviště provedlo s materiálem celou sérii laboratorních zkoušek a provozní pokusy na provozní cihelně v Bzenci. Na základě těchto prací byla podniku v dubnu 1968 předána tímto pracovištěm kompletní technologie výroby vápenopískových cihel. Podle této technologie bylo možno vyrábět vápenopískové cihly, které nejen vyhovovaly ČSN 72 2632, ale v pevnostních požadavcích vysoko překračovaly požadované ukazatele (ŠÍR ET VLACH).

V měsíci červnu 1968 byly navázány kontakty s firmou Atlas - MaK Maschinenbau GmbH, Bremen, která vyráběla kompletní automatické linky na výrobu vápenopískových cihel a prováděla i technologické zkoušky s materiálem. V průběhu jednání u této firmy byly k dispozici již první výsledky laboratorních zkoušek, které opět potvrdily, že úpravenské odpady z úpravny v Horním Slavkově byly mimořádně výhodné pro výrobu vápenopískových cihel (ŠÍR ET VLACH).

Firmě Atlas byly dodány další vzorky pro provedení dalších důkladnějších zkoušek a pro stanovení technologie. Z uvedeného průběhu dosavadních průzkumných prací vyplynulo, že bylo možno z odpadů úpravny v Horním Slavkově vyrábět vápenopískové cihly, a to prakticky z celého množství až na zbytek cca 8 - 10 % - propad sítím 0,02 mm (ŠÍR ET VLACH).

Vápenopískové cihly jsou zdící materiál, vyráběný z křemičitého písku, vápna a vody. Surovina je míchána, formována a tvrzena vlivem páry. Působením vysokotlaké páry se tvoří kalciumhydrosilikáty různých forem, které mají vysokou odolnost proti mechanickým, fyzikálním a chemickým vlivům (ŠÍR ET VLACH).

Všeobecné požadavky na suroviny pro výrobu vápenopískových cihel:

- písek - zrnění 0 - 7,0 mm, minimální obsah křemene více než 60 %,
- vápno - obsah 70 - 95 %, musí být jemně mleté, nesmí obsahovat hrudky,
- voda - studniční nebo říční, nelze použít odpadní vody (ŠÍR ET VLACH).

Ekonomické výpočty prokázaly, že celá investiční akce by byla uhrazena v období 5,1 let plného provozu závodu za předpokladu, že by bylo použito 100 % úvěru na investiční náklady. Navíc nebylo možno přehlédnout skutečnost, že v širokém okolí navrhované výroby nebyla žádná výroba tohoto stavebního materiálu, čímž by realizace výroby dle předloženého projektového úkolu pomohla vyřešit palčivý nedostatek v této oblasti Západočeského kraje (ŠÍR ET VLACH).

Předpokládané ekonomické výsledky opravňovaly investora k předložení tohoto projektového úkolu ke schválení a k výstavbě výroby vápenopískových cihel v Horním Slavkově v nejkratší možné době (ŠÍR ET VLACH).

Dle sdělení SBČS (Státní banka československá) nebyla tato akce - Výroba vápenopískových cihel v Krásně odsouhlasena v konkurzním řízení k zahájení v roce 1970 a tedy žádost o prodej deviz na nákup zařízení byla bezpředmětná (STBČ ©1969).



## 2.6.5 Výzkum hydrogeologických podmínek loužení odkališť - staré odkaliště (1973, 1974, 1975)

Cílem hydrogeologického výzkumu bylo vypracovat soubor hydrogeologických podmínek pro provozní využití starého odkaliště k biologickému vyluhování barevných a těžkých kovů. Výzkum byl konkrétně zaměřen na staré odkaliště závodu Stannum Krásno n. Teplou s tím, že získané poznatky by se daly využít pro odkaliště odlišná jak z morfologického, tak i z hlediska charakteru sedimentu (CHARBULA ET AL. 1974).

V roce 1973 byl proveden přepočítání zásob starého odkaliště. Z výpočtu byla vyloučena vrchní 2 m mocná vrstva, která k loužení nepřicházela v úvahu pro nízký obsah mědi. Dle nového výpočtu činila celková kubatura kalojemu 437 900 m<sup>3</sup>, což při objemové hmotnosti 1,68 t.m<sup>-3</sup> představovala 735 700 t (BERÁNEK ET AL. 1975).

Současně byl z dostupných podkladů přepočten i obsah mědi, který po vyloučení 2 m mocné vrchní vrstvy dosáhl hodnoty kovnatosti 0,157 % tj. 1 155 t mědi. Vzhledem k tomu, že se odkaliště nacházelo v bývalém potočném údolí, byly zásoby podle horizontů rozloženy takto (tab. 8):

Horizont	Kóta (m n. m.)	Objem (m <sup>3</sup> )	Obsah CuO (%)
I.	631 - 635	21 600	4,9
II.	635 - 640	72 600	16,6
III.	640 - 645	151 900	34,7
IV.	645 - 649	191 800	43,8

Tab. 8: Rozložení zásob Cu dle horizontů - staré odkaliště (BERÁNEK ET AL. 1975)

Z tabulky je zřejmé, že převážná část zásob mědi se nacházela až v posledních vrchních horizontech, což si při vlastním loužení vyžadovalo, aby loužicí roztok dosáhl až po kótu 649 m n. m. Na základě situování technologických vrtů v odkališti byl proveden v roce 1975 výpočet kubatury jen v oblasti, která by byla bezpečně zasažena loužicím roztokem, který by proudil mezi vrty. V takto vymezeném prostoru se nacházelo 233 090 m<sup>3</sup> úpravenského odpadu, což při objemové hmotnosti 1,68 t.m<sup>-3</sup> a kovnatosti 0,157 % představovalo 613,6 t Cu (BERÁNEK ET AL. 1975).

Podle této studie byl celý kalojem rozdělen na úseky, které měly řady vsakovacích a čerpacích vrtů. Měď byla loužena kyselým roztokem o pH 2,2 - 2,4, obsah Fe = 2 - 3 g při koncentraci thionových bakterií 10<sup>6</sup> jedinců v ml. Množství čerpaného roztoku se předpokládalo 470 l.min<sup>-1</sup> do vrtů, výluhy byly z vrtů odčerpávány v celkovém množství 420 l.min<sup>-1</sup> pomocí airliftů (ejektorů) (BERÁNEK ET AL. 1975).

Na odkališti bylo navrtáno 56 studní, 6 studní bylo situováno do severní hráze odkaliště. Studně sloužily jako pozorovací, zda nedochází k úniku loužicího roztoku přes korunu hráze. Zbývajících 50 studní sloužilo pro technologický proces, s rozdělením na studně vsakovací a čerpací (BERÁNEK ET AL. 1975).

Všechny studny byly vrtány na  $\varnothing$  860 mm a vystrojeny perforovanými pažnicemi (obr. 14) s nalepenou filtrační vrstvou o vnitřní  $\varnothing$  250 mm s dvojitým obsypem šterku o zrnitosti 4 - 8 mm a 8 - 16 mm. Žádná ze studní nebyla provrtána do původního terénu údolí. Dle hloubky studní se řídila délka perforovaných pažnic (BERÁNEK ET AL. 1975).



Obr. 14: Staré odkaliště - perforovaná pažnice z překližky

Plánované práce na úkole byly v roce 1974 značně ovlivněny požadavkem RD Příbram a závodu Stannum, aby byla uskutečněna dlouhodobá komunikační zkouška, která měla prokázat nepropustnost hráze odkaliště, než se přikročí k výzkumu hydrologických vlastností sedimentovaného úpravenského odpadu pro pokusný provoz a stanovení optimálních podmínek při oběhu loužicích roztoků ložiskem (BERÁNEK ET AL. 1975).

Jako indikátoru bylo použito chladící solanky R, kterou vyráběl n. p. Spolana Neratovice, v celkovém množství 10 000 kg o hustotě  $31^\circ$  B, což odpovídalo koncentraci 460 g  $\text{CaCl}_2$  na 1 litr vody. Výběr tohoto indikátoru byl proveden po analýze možnosti kontaminace okolí a po zvážení sorpčních vlastností okolního materiálu, zejména sedimentovaného odpadu v kalojemu (BERÁNEK ET AL. 1975).

V květnu 1975 byly provedeny čerpací pokusy jen v části, která přicházela v úvahu pro vlastní loužicí proces v první etapě. Na zbývajících vrtech se pokračovalo v čerpacích pokusech (BERÁNEK ET AL. 1975).

Vzhledem k vysokým nákladům tohoto způsobu získávání Cu, nikdy nebyla tato technologie realizována v provozním měřítku. Byly pouze provedeny čerpací pokusy (BERAN ET AL. 1995).

## 2.6.6 Mineralogicko – technologické zhodnocení obsahu Sn odpadů ze starého odkaliště (1985)

Účelem mineralogického studia a následných laboratorních a provozních technologických pokusů mělo být ověření vhodnosti tohoto materiálu jako možné sekundární suroviny pro získání části reliktních obsahů kasiteritu (BLÜML ET MALÝ 1985).

Materiál k mineralogickému a laboratornímu technologickému pokusu byl odebrán na starém odkališti ze šachtice o rozměrech 2,0 m x 2,0 m a hloubce 2,5 m a z výkopu poblíž vrtu (s údajně zvýšeným obsahem Sn), který měl rozměr 1,0 m x 1,0 m a hloubku 1,0 m (BLÜML ET MALÝ 1985).

Na základě výsledků pracovníků ÚVR Praha (DVOŘÁK 1964) měly být maximální obsahy přítomného Sn údajně koncentrovány do nejjemnějších zrnitostních tříd. Směsný vzorek (šachtice a výkop) pro laboratorní technologický pokus vážil cca 200 kg. (BLÜML ET MALÝ 1985).

V šachtici, ze které byly odebrány vzorky, bylo zjištěno již makroskopicky odlišné granulometrické složení jednotlivých střídajících se poloh. Počínajícího se zpevňování jílových proplátek, polohy silně zvodnělé až vodonosné, vedle vrstev drobně písčitého charakteru. Méně výrazné změny v barvách i granulometrii byly zjištěny v jemně písčitém materiálu z výkopu (BLÜML ET MALÝ 1985).

Z výsledků granulometrických analýz vyplynulo, že se jednalo o jemně zrnitý písčité charakter odpadu, který u některých vzorků téměř přecházel do poloh, odpovídajících svými rozměry siltu a jílu. Granulometrie vzorku byla značně proměnlivá zrna větší než 0,16 mm byla zastoupena méně než 25 %. Přitom šlo konstatovat, že zvýšené obsahy Sn, které ve studovaném materiálu kolísaly od 0,06 % do 0,16 % Sn, se projevily u vzorků s nejvýznamnějším uplatněním nejjemnějších zrnitostních tříd (BLÜML ET MALÝ 1985).

Laboratorní výzkum gravitační upravitelnosti materiálu z technologického vzorku byl realizován pracovníky rudných dolů dne 24. července 1985 v laboratořích ÚVR v Praze. Část dodaného technologického vzorku byl podroben hydraulickému roztřídění na laboratorním hydraulickém třídíči TRUD. Produkty z jednotlivých komor (4 komory) byly dále podrobeny gravitačnímu rozdělování na laboratorním splavu Wilfley (BLÜML ET MALÝ 1985).

Výsledky laboratorního výzkumu gravitační úpravy materiálu ze starého „německého“ odkaliště závodu Stannum odpovídaly v plném rozsahu charakteru materiálu deponovanému na odkališti. Nízká výtěžnost Sn do chudých koncentrátových produktů byla dána nízkým celkovým obsahem užitkové složky a charakterem upravovaného materiálu, ve kterém byla převážná část kasiteritu přítomna v nejjemnějších zrnitostních třídách (BLÜML ET MALÝ 1985).

S přihlédnutím k výsledkům laboratorních zkoušek rozhodlo vedení podniku ověřit upravitelnost materiálu z odkaliště Stannum v provozních podmínkách. Pokus proběhl ve dnech 17. a 18. srpna na 100 kt úpravně závodu Stannum za účasti pracovníků ÚVR Praha. Pro zabezpečení provozního pokusu bylo na skládku závodu navezeno 935 t úpravenského odpadu ze starého (horního) odkaliště (BLÜML ET MALÝ 1985).

Po provedení provozního pokusu bylo konstatováno, že většina Sn se nachází v nejjemnějších zrnitostních třídách zkoumaného materiálu, ze kterého by se použitými postupy získalo s nízkou výtěžností. Část získaného Sn pocházela z jeho zbytkových obsahů v hrubších třídách. Z toho důvodu bylo třeba dořešit otázku získávání cínu z kalových podílů odpadu buď flotačně nebo gravitačním postupem s použitím nejmodernějších technologií (BLÜML ET MALÝ 1985).

Pro provozní zpracování materiálu bylo třeba dořešit rozplavování jílových podílů materiálu a třídění nabohaceného SnW produktu před dočišťovacími splavy, neboť v tomto uzlu úpravy mohlo docházet k vysokým ztrátám již získaného nejjemnějšího podílu SnW koncentrátu. Rovněž bylo třeba dořešit otázku flotačního získávání přítomné Cu na základě podrobnějšího mineralogického výzkumu přítomných minerálů (BLÜML ET MALÝ 1985).

Výsledkem pokusu bylo zjištění, že tento materiál není možno upravovat samostatně, ale pouze v omezeném množství přidávat ke vsázce z ostatních ložisek s vyššími obsahy Sn a W. Celkem bylo zpracováno 3 250 t materiálu z odkaliště, s průměrným obsahem:

- 0,08 % Sn,
- 0,018 % W,
- 0,08 % Cu

(KOZUBEK ET KOZUBKOVÁ 1995).

## 2.6.7 Výzkum lithných surovin (1986 - 1990)

V červenci roku 1990 byla zpracována zpráva: Výzkum lithných surovin (závěrečná zpráva za období 1986 - 1990), která shrnuje výsledky výzkumných prací za období 1989 - 1990, hodnotí surovinovou základnu České republiky i možnosti jejího využití a srovnává vybrané lokality SnWLi asociace, speciálně ložisko Cínovec a Krásno (PAVLŮ 1990).

Zatímco hlavním zdrojem lithia ve světě jsou solanky a spodumenové pegmatity s obsahem většinou 0,5 - 1 % Li současnou surovinovou základnu České republiky tvoří LiF žuly krušnohorské metalogenitické subprovincie a na ně vázané greisenové horniny s SnW mineralizací. Lithium je v nich vázáno na LiFe slídy patřící převážně do skupiny cinvalditu (PAVLŮ 1990).

Greisenová ložiska, vázaná na lithné žuly mají řadu analogických znaků. SnWLi mineralizace se hromadí v apikálních částech žulových intruzí do hloubek 200 - 300 m od plochy kontaktu. Největší obsahy lithia bývají v cinvalditových a topaz - cinvalditových greisenech, které jsou převládajícím mineralogickým typem na cínoveckém ložisku. Ve světlých křemen - topazových greisenech, často s bohatou SnW mineralizací vyvinutých ve svrchních částech Hubského pně, jsou obsahy pochopitelně nízké (PAVLŮ 1990).

Pokles lithia s hloubkou v žulových klenbách dokumentují geochemické profily vrtů řady greisenových ložisek. Je dán jednak úbytkem množství slídy v hornině s postupně vyznívajícím greisenizací, jednak změnou obsahu lithia ve slídě samotné v různých úrovních intruze (PAVLŮ 1990).

Největší akumulaci chudých Li - rud představuje ložisko Cínovec. Podle provedeného výzkumu jsou ložiska v severní části Slavkovského lesa v ložiskovém pruhu Krásno - Čistá podružného významu, a to díky podstatně nižšímu obsahu Li v rudě i ve slídě (PAVLŮ 1990).

Pro srovnání údajů o obsazích některých zájmových prvků z SnW ložisek Cínovec, Stannum v Horním Slavkově byly vyžádány vzorky rudniny (podání) a odpadu z těžby. Vzorky reprezentovaly průměrný materiál za rok 1987, pro ložisko Krásno byly rozděleny na období leden - červenec, kdy byl současně s hlubinnou těžbou zpracován i povrchový materiál z apikální části ložiska Huberova pně a na období srpen - prosinec, kdy již lomová těžba neprobíhala. Porovnání obsahů Li je uvedeno v tabulce (tab. 9) (PAVLŮ 1990).

Rok	Rudnina (podání) obsah Li (%)		Odpad z těžby obsah Li (%)	
	Cínovec	Krásno	Cínovec	Krásno
Ø 1987	0,205		0,214	
Ø 1987 (1 - 7)		0,102		0,107
Ø 1987 (8 - 12)		0,116		0,125

Tab. 9: Porovnání obsahů Li - ložisko Cínovec, ložisko Krásno (PAVLŮ 1990)

## 2.6.8 Provozní pokus výroby vápenopískových cihel z odpadů úpravny Stannum (1990)

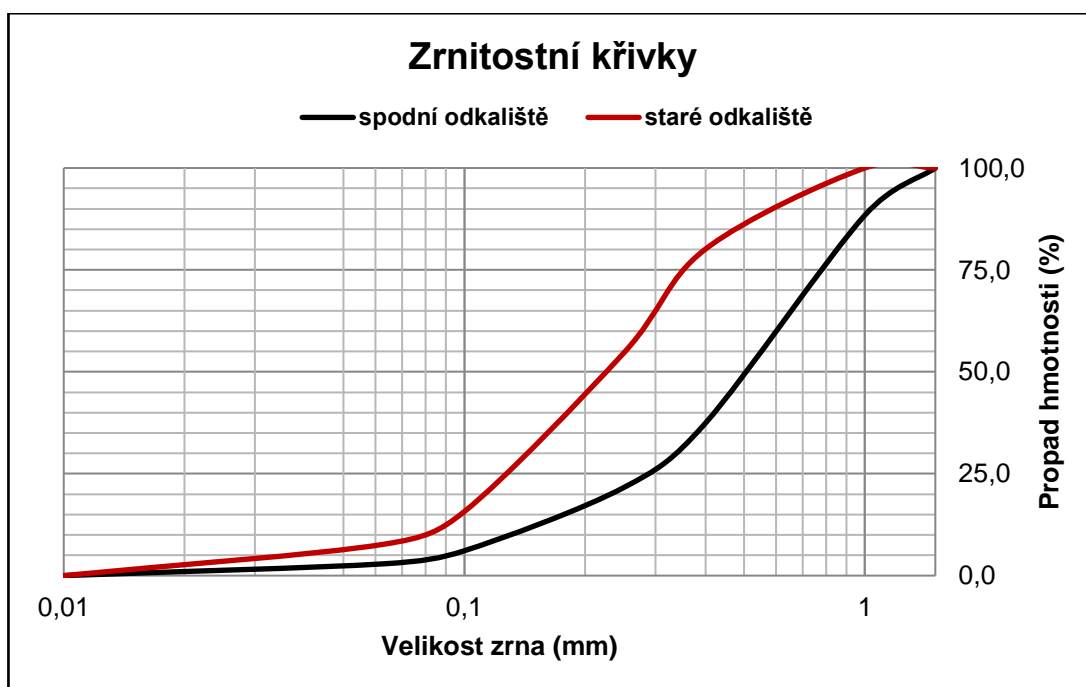
ÚVR Praha doporučil ještě před zastavením provozu a zahájením likvidace využívat hrubozrnný podíl odpadů přímo z úpravny pro stavební účely - výrobu vápenopískových cihel (BERAN ET AL. 1995).

Provozní pokus výroby byl zorganizován a proveden za účelem ověření možnosti výroby vápenopískových cihel z odpadu úpravny závodu Stannum, Horní Slavkov. Ze závodu Stannum bylo na závod Cihelna RD Příbram postupně navezeno cca 60 t úpravenských odpadů, které se skládaly:

- úpravenský odpad - spodní odkaliště (hrázový materiál),
- úpravenský odpad - staré odkaliště,
- úpravenský odpad - kalové frakce starého odkaliště (RD PŘÍBRAM ©1990).

Pro provozní pokus byly použity pouze úpravenské odpady ze spodního odkaliště a starého odkaliště, které byly smíchány v poměru 3:1. Kalové frakce nebyly pro výrobu cihel použity s ohledem na jejich nevhodnou konzistenci - plasticita a vysoká vlhkost (RD PŘÍBRAM ©1990).

Grafické vyjádření zrnitostního rozboru úpravenského odpadu spodního odkaliště, starého odkaliště (obr. 15), upraveno autorem (ŠTEFKA 2020).



Obr. 15: Zrnitostní křivky - odpad spodní a staré odkaliště (1990)

Do hlubinného zásobníku bylo navezeno 44 t smíšeného úpravenského odpadu v poměru 3 díly hrázového materiálu a 1 díl materiálu ze starého odkaliště. Při plnění reaktoru bylo nastaveno dávkování, na 320 kg písku bylo přidáno 25 kg vápna. Vlhkost vstupního materiálu činila 6,25 %.

Směs před vstupem do reaktoru byla přivlhčována pro zajištění správného proreagování. Směs reagovala v reaktoru od 09:00 do 14:30. Výroba cihel byla zahájena ve 14:30, směs byla před lisováním přivlhčována na potřebnou lisovací vlhkost. Vyrobeno bylo celkem 14 balíků VCP cihel, balík obsahuje 832 ks cihel, z toho bylo:

- 6 balíků VCP bílé - celkem 4 992 ks,
- 3 balíky VCP červené - celkem 2 496 ks,
- 2 balíky VCP žluté - celkem 1 664 ks,
- 3 balíky VCP přechodové barvy - celkem 2 496 ks (RD PŘÍBRAM ©1990).

Hmotnost jedné vyrobené cihly byla 3,92 kg. Po vytažení cihel z autoklávu byly odebrány vzorky pro provedení zkoušek cihel předepsaných ČSN 72 2632 a ČSN 72 2605. Dne 14. 5. 1990 byly zahájeny zkušební testy vápenopískových cihel vyrobených z odpadů úpravny Stannum v Horním Slavkově (RD PŘÍBRAM ©1990).

Výsledky testů bílé cihly:

- pevnost v tlaku - Ø pevnost 26,85 MPa
- nasákavost - Ø nasákavost 14,3 %,
- obsah zbytkového CaO - 1,0 %

Vykázané hodnoty zkoušek odpovídaly předepsaným ukazatelům ČSN 72 2632 a vyrobené bílé cihly bylo možno zařadit: druh rozměr - VCP 240 x 115 x 72 mm, pevnost - P 25 MPa, ČSN 72 2632 - 1, stanovení mrazuvzdornosti do 15. června 1990 (RD PŘÍBRAM ©1990).

Výsledky testů žluté cihly:

- pevnost v tlaku - Ø 21,5 MPa,
- nasákavost - Ø nasákavost 13,4 %,

Vykázané hodnoty zkoušek odpovídaly předepsaným ukazatelům ČSN 72 2632 a vyrobené žluté cihly bylo možno zařadit: druh a rozměr - VCP 240 x 115 x 72 mm, pevnost - P 20 MPa, ČSN 72 2632 - 1, stanovení mrazuvzdornosti do 25. června 1990 (RD PŘÍBRAM ©1990).

Výsledky testů červené cihly:

- pevnost v tlaku - Ø pevnost 29,4 MPa,
- nasákavost - Ø nasákavost 13,4 %,

Vykázané hodnoty zkoušek odpovídaly předepsaným ukazatelům ČSN 72 2632 a vyrobené červené cihly bylo možno zařadit takto: druh a rozměr - VCP 240 x 115 x 72 mm, pevnost - P 25 MPa, ČSN 72 2632 - 1, stanovení mrazuvzdornosti do 30. června 1990 (RD PŘÍBRAM ©1990).

K praktickému využití odpadů z úpravny ale nikdy nedošlo z důvodu nedostatku finančních prostředků pro nákup technologického zařízení budoucí cihelny a z důvodu nezajištěnosti odbytu v blízkém regionu (BERAN ET AL. 1995).

## 2.6.9 Topazový koncentrát (1990)

Další možností využití odkaliště se jevílo přepracování odkalištního písku pro získání topazového koncentrátu. V roce 1990 byla zpracována studie „Ověření technických vlastností topazového koncentrátu“. Studii zpracoval Keramický servis, s. p. Praha. Předpokladem bylo využívání topazu v keramice jako silikátové suroviny. Pro svůj vysoký obsah  $\text{Al}_2\text{O}_3$  je téměř předurčen pro využití jako žáruvzdorný materiál (KOZUBEK ET KOZUBKOVÁ 1995).

Při tomto využití byla velmi zajímavá jeho reakce při zahřívání na vyšší teploty, kdy se topaz rozkládá a přeměňuje na mullit za úniku topazu. Mullit je jednou z nejvýznamnějších složek vyskytujících se obvykle v keramických výrobcích (KOZUBEK ET KOZUBKOVÁ 1995).

Právě mullit je nositelem žádaných žáruvzdorných vlastností, jako je odolnost proti deformaci v žáru, žáruvzdornost a možná teplota použití. Na úpravně závodu Stannum bylo zkušebně získáno několik tun topazového koncentrátu (obr. 16). Bylo ověřeno, že získat topazový koncentrát je naprosto reálné (KOZUBEK ET KOZUBKOVÁ 1995).



Obr. 16: Topazový koncentrát - vzorek z hornického muzea v Sokolově

K realizaci však nedošlo vzhledem k přepokládaným vysokým provozním nákladům při přepracování odkalištních písků a nízké ceny při realizaci vyrobeného koncentrátu (KOZUBEK ET KOZUBKOVÁ 1995).



## 2.6.10 Ověření možnosti výroby pórobetonu z odpadních písků RD Příbram (1990)

Cílem prováděných prací bylo:

- 1) laboratorní ověření vzorků odpadních písků z odkaliště u Sokolova závodu Stannum Krásno pro výrobu pórobetonu, vzorek č. 1 a vzorek č. 2,
- 2) laboratorní ověření vzorků z odkaliště „Na Vrších“ u Příbrami pro výrobu pórobetonu, vzorek č. 3 (LADEREROVÁ ET VESELÝ 1990).

Pro laboratorní zkoušky ve Výzkumném ústavu stavebních hmot v Brně (dále VÚSH Brno) byly dodány jednorázové vzorky odpadních písků v množství cca 40 kg. Jednalo se o vzorky odpadního materiálu ze spodního odkaliště (hrázový materiál) a vzorky odpadního materiálu ze starého odkaliště (LADEREROVÁ ET VESELÝ 1990).

Zdravotní nezávadnost pórobetonu vyrobeného z dodaných vzorků byla posuzována z hlediska stanovení radioaktivity materiálu dle požadavku ČSN 73 1290 (LADEREROVÁ ET VESELÝ 1990).

Základními surovinami pro výrobu pórobetonu jsou v pískové technologii plnivo - písek (říční, vátý, odpadní kaolinitický, odpadní slévárenský) a pojivo (cement, vápno, vápenný hydrát, přičemž druh, obsah i skladba pojiva záleží na používané technologii LADEREROVÁ ET VESELÝ 1990).

Pórobeton se tedy vyrábí ze směsi křemičité složky a pojivové složky s vodou, vylehčené plynem vyvinutým uvnitř hmoty pomocí hliníkové přísady a hydrotermálně zpracované v autoklávu. Pojivová složka činí 38 až 45 % (LADEREROVÁ ET VESELÝ 1990).

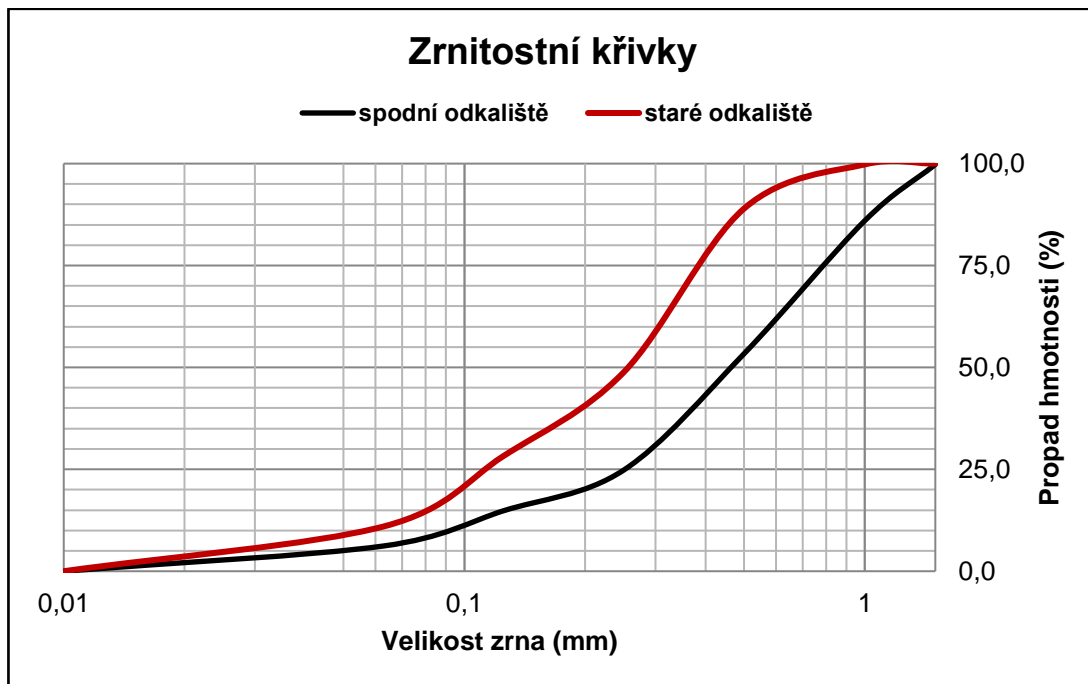
Technologie přípravy surovin:

- 1) mokré mletí - plnivo (písek) se mele za mokra v mlýně na pískový kal a jako pojivo se v převážné míře používá cement s částečným doplněním vápenným hydrátem či vápnem ke zvýšení alkalického prostředí ve hmotě pro správný průběh chemických reakcí při nárůstu (kynutí) hmoty,
- 2) suché mletí - všechny základní složky písek, cement a vápno se melou společně v mlýně za sucha, přičemž písek je předem nutno vysušit na hmotnostní vlhkost max. 0,5 % (LADEREROVÁ ET VESELÝ 1990).

Vzorek č. 1 - odpadní materiál spodního odkaliště, který byl odebrán pro „Provozní pokus výroby vápenopískových cihel z odpadů úpravny Stannum 1990“. Jednalo se o nejhrubší odpadový materiál. Orientační síťová analýza a chemický rozbor byl proveden v laboratoři závodu RD Příbram při provozním pokusu „Výroba vápenopískových cihel 1990“ (LADEREROVÁ ET VESELÝ 1990).

Vzorek č. 2 - odpadní materiál ze starého odkaliště, který byl odebrán pro „Provozní pokus výroby vápenopískových cihel z odpadů úpravny Stannum 1990“. Jednalo se o materiál jemnější s proplásky jemných podílů. Orientační síťová analýza a chemický rozbor byl proveden v laboratoři závodu RD Příbram při provozním pokusu „Výroba vápenopískových cihel 1990“ (LADEREROVÁ ET VESELÝ 1990).

Grafické vyjádření zrnitostního rozboru spodní odkaliště, staré (horní) odkaliště (obr. 17), upraveno autorem (ŠTEFKA 2020). Chemické rozborů odpadních písků z odkaliště závodu Stannum provedené na VÚSH Brno (tab. 10, tab. 11).



Obr. 17: Zrnitostní křivky - odpad spodní a staré odkaliště (1990)

Složka	Obsah (%)	Složka	Obsah (%)	Složka	Obsah (%)
SiO <sub>2</sub>	77,38	MgO	0,51	K <sub>2</sub> O	2,0
TiO <sub>2</sub>	0,21	MnO	0,11	SO <sub>3</sub>	0,03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,66	CaO	1,10	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	nest.
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,98	Na <sub>2</sub> O	0,61	organické látky - 0,25 %	

Tab. 10: Chemický rozbor - odpad staré odkaliště (LADEREROVÁ ET VESELÝ 1990)

Složka	Obsah (%)	Složka	Obsah (%)	Složka	Obsah (%)
SiO <sub>2</sub>	73,70	MgO	0,41	K <sub>2</sub> O	1,70
TiO <sub>2</sub>	0,24	MnO	0,12	SO <sub>3</sub>	0,26
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,03	CaO	1,76	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	nest.
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,47	Na <sub>2</sub> O	0,50	organické látky - 0,58 %	

Tab. 11: Chemický rozbor - odpad spodní odkaliště (LADEREROVÁ ET VESELÝ 1990)

Vlastnosti odpadních písků byly posuzovány podle ON 72 1532 „Kamenivo pro výrobu pórobetonu“, při hodnocení požadavků na jednotlivé vlastnosti se vycházelo z výsledků stanovených na VÚSH Brno, ale přihlíželo se i k výsledkům dodaným z jiných organizací (LADEREROVÁ ET VESELÝ 1990).

Dle obsahu  $\text{SiO}_2$  vyplynulo, že vzorek č. 1 vyhovoval II. třídě, kde byla předepsaná min. hranice 75 %  $\text{SiO}_2$ , i když je nutné uvést, že se jeho obsah pohyboval těsně na této požadované hranici. Obsah  $\text{Al}_2\text{O}_3$  byl předepisován pro kamenivo odpadající při průmyslové výrobě max. hodnotou 2 %, která byla překračována pětinásobně. U organických látek byl požadavek normy max. 0,3 % splněn, byl splněn požadavek na obsah  $\text{SO}_3$ , který mohl nejvíce činit 1 %. Max. hranice obsahu  $\text{Na}_2\text{O}$  byla 0,9 % při jeho překročení bylo nutno provádět zkoušku výkvětovitosti (LADEREROVÁ ET VESELÝ 1990).

Výsledné hodnoty obsahu  $\text{SiO}_2$  u vzorku č. 2 byly nižší než požadavek pro II. třídu - tedy ON 72 1532 nevyhovovaly. Obsah  $\text{Al}_2\text{O}_3$  byl ještě vyšší než u vzorku č. 1. Obsah  $\text{SO}_3$  vyhovoval, organické látky byly u tohoto vzorku překračovány na dvojnásobek maximální hranice normy. Obsah  $\text{Na}_2\text{O}$  normě vyhovoval (LADEREROVÁ ET VESELÝ 1990).

Z provedených laboratorních zkoušek s dodanými vzorky RD Příbram vyplynulo, že tento materiál bylo možno uplatnit ve výrobě pórobetonu jako plnivo za použití mokré technologie s variantním uplatněním technologie mokrosuché pro určité oblasti odkaliště závodu Stannum. Pro vypracování technologického předpisu bylo tedy nutno doplnit a zpřesnit informace geologického průzkumu v jednotlivých odkalištích závodu Stannum (LADEREROVÁ ET VESELÝ 1990).

Pro další postup se tedy doporučovalo podrobnější provedení geologického průzkumu v odkalištích závodu Stannum s vyhodnocením oblastí stejného charakteru a návrhem případných kombinací těžby včetně příslušných dopadů na případné změny v technologii výroby. Zejména v oblastech s vyšším obsahem  $\text{Na}_2\text{O}$  bylo nutno vytipovat lokality písku s maximálním obsahem nad 2 %, dále s obsahem kolem přípustné hranice 0,9 % a naposledy s obsahem 0,3 - 0,4 %, kterým by bylo možno lokality „ředit“. Požadavek hranice 0,9 % se vztahoval vždy na směs použitých písků a nevadilo, zda některý druh tuto hodnotu překračoval (LADEREROVÁ ET VESELÝ 1990).

Bylo tedy nutno zpracovat návrh těžby z hlediska procentického zastoupení jednotlivých oblastí z tohoto pohledu. Tento požadavek se týkal i granulometrie, i když v tomto případě bylo nutno požadavky na křivku zrnitosti teprve zpracovat (LADEREROVÁ ET VESELÝ 1990).

## 2.7 Odkaliště - provedené analýzy (2018)

Autor bakalářské práce: Vliv dobývání a úpravy lithiové rudy na krajinu v oblasti Horního Slavkova ŠTEFKA (2018) provedl v rámci terénních prací odvrtání sond označených jako OK 1, OK 2, OK 3, OK 4 do mim hloubky 5 m na vytipovaných místech deponií. K vrtání bylo použito průzkumných sad vrtáků pro geologický průzkum nadloží - sady Edlmanových vrtáků pro jíl, písek. Z každého 1 m odvrtaného vzorku byl odebrán průměrný vzorek o váze 1 - 1,5 kg. Průměrný vzorek vznikl odběrem vzorků ze tří libovolných míst metrového návrtu umístěného na plachtě. Celkem bylo odebráno 20 průměrných vzorků. Vzorky byly usušeny a poté předány do akreditovaných laboratoří KMK Granit Krásno a Centrální laboratoří ČGS Praha k provedení analýz.

- I. Rentgen fluorescenční analýza (XRF) KMK Granit a. s.- XRF je analytická metoda ke stanovení chemického složení téměř všech materiálů. Materiály mohou být ve formě pevné, kapalné, práškové a jiné. Metoda je rychlá, přesná, nedestruktivní, obvykle vyžaduje pouze minimum přípravy vzorku (BROUWER 2003). Výsledky semikvantitativní prvkové analýzy jsou rozděleny pro zjednodušení do následujících tabulek:
  - charakteristika materiálu - složky silikátové analýzy,
  - rudní prvky jako surovina - Rb (pro odhad obsahu Li) Sn, W,
  - toxické prvky - hodnocené dle Vyhlášky 94/2016 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů.
- II. Analýza vodného výluhu pro stanovení rizikovosti materiálu vyplývá z podstaty, kdy byl úpravenský odpad před provedením ložiskového průzkumu hodnocen jako odpad těžební. Nakládání s ním, hodnocení charakteristik se řídí zákonem č. 157/2009 Sb., o nakládání s těžebním odpadem. Zákon je upřesněn dvěma prováděcími vyhláškami ČBÚ:
  - Vyhláška ČBÚ č. 428/2009 Sb., o provedení některých ustanovení zákona o nakládání s těžebním odpadem,
  - Vyhláška ČBÚ č. 429/2009 Sb., o stanovení náležitosti plánu pro nakládání s těžebním odpadem, včetně hodnocení jeho vlastností a některých dalších podrobností k provedení zákona o nakládání s těžebním odpadem.

Hodnotí se především inertnost materiálu, dle kritérií, které vymezuje legislativa o odpadech v předpisech zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů a Vyhláška 94/2016 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů. Výluh byl proveden tzv. jednostupňovou vsádkovou zkouškou podle ČSN EN 12457 - 4 (ŠTEFKA 2018).

## 2.7.1 Sonda OK 1 střední odkaliště - XRF

V tabulce (tab. 12) jsou uvedeny obsahy hlavních složek v jílovitých vzorcích (složky dle silikátové analýzy zjednodušené). V tabulce (tab. 13) jsou uvedeny obsahy rudních složek v jílovitých vzorcích.

Vzorek	OK 1 - 01	OK 1 - 02	OK 1 - 03	OK 1 - 04	OK 1 - 05
Složka	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)
SiO <sub>2</sub>	57,28	56,80	59,92	61,31	60,11
TiO <sub>2</sub>	0,56	0,55	0,55	0,61	0,57
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23,40	23,41	23,48	20,86	21,21
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,78	12,37	11,88	10,46	11,25
MgO	0,74	0,79	0,76	0,79	0,80
MnO	0,17	0,18	0,16	0,16	0,16
CaO	0,46	0,47	0,59	0,65	0,77
Li <sub>2</sub> O	NA	NA	NA	NA	NA
Na <sub>2</sub> O	0,40	0,38	0,41	0,41	0,34
K <sub>2</sub> O	4,14	4,04	4,01	3,70	3,61
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,15	0,15	0,18	0,18	0,20

Tab. 12: Hlavní složky - jílovité vzorky sonda OK 1 (ŠTEFKA 2018).

Vzorek	OK 1 - 01	OK 1 - 02	OK 1 - 03	OK 1 - 04	OK 1 - 05
Složka	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)
SnO <sub>2</sub>	0,09	0,08	0,08	0,09	0,10
WO <sub>3</sub>	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
Rb <sub>2</sub> O	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06

Tab. 13: Rudní složky - jílovité vzorky sonda OK 1 (ŠTEFKA 2018)

NA - položka neanalyzována.

V tabulce (tab. 14) uvedeny obsahy toxických prvků v jílovitých vzorcích.

Vzorek	OK 1 - 01	OK 1 - 02	OK 1 - 03	OK 1 - 04	OK 1 - 05
Prvek	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)
F	2 550	1 740	3 780	3 190	3 331
As	179	208	174	132	171
Ba	198	244	221	193	195
Cd	ND	ND	ND	ND	ND
Cr	67	55	68	52	67
Cu	440	477	490	263	365
Hg	ND	ND	ND	ND	ND
Ni	54	52	40	43	43
Pb	ND	ND	ND	ND	ND
Sb	ND	ND	ND	ND	ND
Se	ND	ND	ND	ND	ND
Zn	699	686	645	361	509
Mo	ND	ND	ND	ND	ND
B	ND	ND	ND	ND	ND

Tab. 14: Toxické prvky - jílovité vzorky sonda OK 1 (ŠTEFKA 2018)

ND - položka nedetekována.

Podrobně rozpracované tabulky č. 12, 13, 14 vychází z tabulky č. 9 Porovnání hodnot Likvidační zpráva, analýza XRF, uvedené v kapitole 5.1, Bakalářské práce - Vliv dobývání a úpravy lithiové rudy na krajinu v oblasti Horního Slavkova (ŠTEFKA 2020).

## 2.7.2 Sonda OK 2 spodní odkaliště (pláž vodní plochy) - XRF

V tabulce (tab. 15) jsou uvedeny obsahy hlavních složek v jílovitopísčících vzorcích (složky dle silikátové analýzy zjednodušené). V tabulce (tab. 16) jsou uvedeny obsahy rudních složek v jílovitopísčících vzorcích.

Vzorek	OK 2 - 01	OK 2 - 02	OK 2 - 03	OK 2 - 04	OK 2 - 05
Složka	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)
SiO <sub>2</sub>	61,36	61,19	60,89	62,98	61,40
TiO <sub>2</sub>	0,32	0,33	0,37	0,42	0,46
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23,64	23,91	23,70	21,15	22,30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,39	6,31	6,45	6,63	7,61
MgO	0,74	0,77	0,83	0,86	0,95
MnO	0,22	0,23	0,23	0,33	0,23
CaO	1,34	1,44	1,37	1,11	1,20
Li <sub>2</sub> O	NA	NA	NA	NA	NA
Na <sub>2</sub> O	0,56	0,60	0,64	0,67	0,61
K <sub>2</sub> O	3,23	3,19	3,48	3,92	3,62
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,35	0,31	0,32	0,30	0,32

Tab. 15: Hlavní složky - jílovitopísčité vzorky sonda OK 2 (ŠTEFKA 2018)

Vzorek	OK 2 - 01	OK 2 - 02	OK 2 - 03	OK 2 - 04	OK 2 - 05
Složka	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)
SnO <sub>2</sub>	0,15	0,15	0,15	0,13	0,16
WO <sub>3</sub>	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
Rb <sub>2</sub> O	0,13	0,13	0,14	0,16	0,14

Tab. 16: Rudní složky - jílovitopísčité vzorky sonda OK 2 (ŠTEFKA 2018)

NA - položka neanalyzována.

V tabulce (tab. 17) jsou uvedeny obsahy toxických prvků v jílovitopísčítých vzorcích.

Vzorek	OK 2 - 01	OK 2 - 02	OK 2 - 03	OK 2 - 04	OK 2 - 05
Prvek	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)
F	8 320	7 790	7 820	9 550	8 660
As	202	251	282	328	450
Ba	ND	ND	ND	ND	ND
Cd	ND	ND	ND	ND	ND
Cr	28	46	36	43	48
Cu	1 151	1 440	1 330	764	1 110
Hg	ND	ND	ND	ND	ND
Ni	33	29	29	23	30
Pb	ND	ND	ND	ND	ND
Sb	ND	ND	ND	ND	ND
Se	ND	ND	ND	ND	ND
Zn	2 370	2 100	1 980	1 220	1 470
Mo	ND	20	21	ND	23
B	ND	ND	ND	ND	ND

Tab. 17: Toxické prvky - jílovitopísčíté vzorky sonda OK 2 (ŠTEFKA 2018)

ND - položka nedetekována.

Podrobně rozpracované tabulky č. 15, 16, 17 vychází z tabulky č. 9 Porovnání hodnot Likvidační zpráva, analýza XRF, uvedené v kapitole 5.1, Bakalářské práce - Vliv dobývání a úpravy lithiové rudy na krajinu v oblasti Horního Slavkova (ŠTEFKA 2020).



### 2.7.3 Sonda OK 3 staré odkaliště - XRF

V tabulce (tab. 18) jsou uvedeny obsahy hlavních složek v písčitéch vzorcích (složky dle silikátové analýzy zjednodušené). V tabulce (tab. 19) jsou uvedeny obsahy rudních složek v písčitéch vzorcích.

Vzorek	OK 3 - 01	OK 3 - 02	OK 3 - 03	OK 3 - 04
Složka	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)
SiO <sub>2</sub>	76,60	78,29	75,71	72,19
TiO <sub>2</sub>	0,20	0,19	0,36	0,56
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,27	11,47	13,30	14,67
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,92	3,57	4,13	5,84
MgO	0,36	0,35	0,47	0,71
MnO	0,11	0,10	0,10	0,11
CaO	1,23	1,12	0,83	0,59
Li <sub>2</sub> O	NA	NA	NA	NA
Na <sub>2</sub> O	0,59	0,54	0,56	0,90
K <sub>2</sub> O	1,90	1,78	2,25	3,30
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,52	0,52	0,44	0,26

Tab. 18: Hlavní složky - písčité vzorky sonda OK 3 (ŠTEFKA 2018)

Vzorek	OK3 - 01	OK3 - 02	OK3 - 03	OK3 - 04
Složka	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)
SnO <sub>2</sub>	0,13	0,08	0,09	0,03
WO <sub>3</sub>	0,02	0,01	0,02	0,01
Rb <sub>2</sub> O	0,08	0,07	0,06	0,06

Tab. 19: Rudní složky - písčité vzorky sonda OK 3 (ŠTEFKA 2018)

NA - položka neanalyzována.

V tabulce (tab. 20) jsou uvedeny obsahy toxických prvků v písčítých vzorcích.

Vzorek	OK 3 - 01	OK 3 - 02	OK 3 - 03	OK 3 - 04
Prvek	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)
F	16 900	14 900	11 700	4 920
As	45	60	134	283
Ba	ND	ND	98	317
Cd	ND	ND	ND	ND
Cr	36	20	37	60
Cu	1 130	995	787	269
Hg	ND	ND	ND	ND
Ni	ND	15	12	14
Pb	ND	ND	ND	ND
Sb	ND	ND	ND	ND
Se	ND	ND	ND	ND
Zn	867	1 260	1 600	415
Mo	ND	ND	ND	ND
B	ND	ND	ND	ND

Tab. 20: Toxické prvky - písčité vzorky sonda OK 3 (ŠTEFKA 2018)

ND - položka nedetekována.

Podrobně rozpracované tabulky č. 18, 19, 20 vychází z tabulky č. 9 Porovnání hodnot Likvidační zpráva, analýza XRF, uvedené v kapitole 5.1, Bakalářské práce - Vliv dobývání a úpravy lithiové rudy na krajinu v oblasti Horního Slavkova (ŠTEFKA 2020).

## 2.7.4 Sonda OK 4 spodní odkaliště - XRF

V tabulce (tab. 21) jsou uvedeny obsahy hlavních složek v písčítých vzorcích (složky dle silikátové analýzy zjednodušené). V tabulce (tab. 22) jsou uvedeny obsahy rudních složek v písčítých vzorcích.

Vzorek	OK 4 - 01	OK 4 - 02	OK 4 - 03	OK 4 - 04	OK 4 - 05	OK 4 - 06
Složka	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)
SiO <sub>2</sub>	78,80	79,18	78,09	77,41	77,27	78,04
TiO <sub>2</sub>	0,08	0,08	0,10	0,19	0,23	0,18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,79	11,73	12,06	11,83	12,30	11,92
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,82	2,72	2,70	3,40	3,22	2,89
MgO	0,18	0,18	0,23	0,38	0,47	0,36
MnO	0,14	0,13	0,15	0,25	0,11	0,12
CaO	0,97	0,92	1,15	1,18	1,03	1,01
Li <sub>2</sub> O	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Na <sub>2</sub> O	0,65	0,61	0,97	0,73	1,18	1,05
K <sub>2</sub> O	1,95	1,89	2,20	2,35	2,45	2,33
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,43	0,43	0,44	0,46	0,31	0,38

Tab. 21: Hlavní složky - písčité vzorky sonda OK 4 (ŠTEFKA 2018)

Vzorek	OK 4 - 01	OK 4 - 02	OK 4 - 03	OK 4 - 04	OK 4 - 05	OK 4 - 06
Složka	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)
SnO <sub>2</sub>	0,09	0,12	0,10	0,08	0,06	0,10
WO <sub>3</sub>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Rb <sub>2</sub> O	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10

Tab. 22: Rudní složky - písčité vzorky sonda OK 4 (ŠTEFKA 2018)

NA - položka neanalyzována.

V tabulce (tab. 23) jsou uvedeny obsahy toxických prvků ve písčítých vzorcích.

Vzorek	OK 4 - 01	OK 4 - 02	OK 4 - 03	OK 4 - 04	OK 4 - 05	OK 4 - 06
Prvek	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)
F	18 800	17 900	16 000	14 900	11 300	13 800
As	ND	29	ND	31	39	38
Ba	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cd	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cr	12	19	15	12	12	23
Cu	256	240	201	290	173	209
Hg	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ni	ND	ND	ND	9	14	ND
Pb	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sb	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Se	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Zn	396	368	307	548	488	465
Mo	ND	20	ND	ND	ND	ND
B	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Tab. 23: Toxické prvky - písčité vzorky sonda OK 4 (ŠTEFKA 2018)

ND - položka nedetekována.

Podrobně rozpracované tabulky č. 21, 22, 23 vychází z tabulky č. 9 Porovnání hodnot Likvidační zpráva, analýza XRF, uvedené v kapitole 5.1, Bakalářské práce - Vliv dobývání a úpravy lithiové rudy na krajinu v oblasti Horního Slavkova (ŠTEFKA 2020).

## 2.7.5 Sonda OK 1 střední odkaliště - vodný výluh

V tabulce (tab. 24) jsou uvedeny výsledky vodného výluhu. Výsledky byly pro přehlednost zpracovány do tabulky a porovnány s normativními hodnotami, které jsou uvedeny ve vyhlášce č. 94/2016 Sb. o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů. Tabulka rozšířena o hodnotu měrné vodivosti výluhu.

Ukazatel	Jednotka	Limitní hodnota	OK 1 - 01	OK 1 - 02	OK 1 - 03	OK 1 - 04	OK 1 - 05
pH		5,5 - 13	5,6	5,7	5,9	7,0	7,5
RL	mg.l <sup>-1</sup>	8 000	NA	NA	NA	NA	NA
Fluoridy	mg.l <sup>-1</sup>	30	8,2	6,1	3,6	2,6	2,4
As	mg.l <sup>-1</sup>	2,5	46,1	63,2	39,9	7,5	9,2
Ba	mg.l <sup>-1</sup>	30	NA	NA	NA	NA	NA
Cd	mg.l <sup>-1</sup>	0,5	19,9	19,8	20,7	1,3	1,2
Cr celkový	mg.l <sup>-1</sup>	7	<0,5	0,5	0,5	0,5	0,7
Cu	mg.l <sup>-1</sup>	10	61,8	97,3	28,3	1,6	2,0
Hg	mg.l <sup>-1</sup>	0,2	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Ni	mg.l <sup>-1</sup>	4	484,0	386,0	251,0	13,8	14,9
Pb	mg.l <sup>-1</sup>	5	0,4	1,4	0,7	1,0	1,0
Sb	mg.l <sup>-1</sup>	0,5	NA	NA	NA	NA	NA
Se	mg.l <sup>-1</sup>	0,7	NA	NA	NA	NA	NA
Zn	mg.l <sup>-1</sup>	20	NA	NA	NA	NA	NA
Mo	mg.l <sup>-1</sup>	3	0,6	<0,5	<0,5	4,9	7,6
B	mg.l <sup>-1</sup>	90	NA	NA	NA	NA	NA
Konduktivita (μS.cm <sup>-1</sup> )			197	255	310	179	348

Tab. 24: Porovnání analytických hodnot - vzorky sonda OK 1 (ŠTEFKA 2018)

NA - položka neanalyzována.

Barevně označené řádky představují nadlimitní hodnoty z hlediska rizikovosti materiálu. Podrobně rozpracovaná tabulka č. 24 vychází z tabulky č.10 Porovnání analytických hodnot, uvedené v kapitole 5. 2, Bakalářské práce Vliv dobývání a úpravy lithiové rudy na krajinu v oblasti Horního Slavkova (ŠTEFKA 2020).

## 2.7.6 Sonda OK 2 spodní odkaliště (pláž vodní plochy) - vodný výluh

V tabulce (tab. 25) jsou uvedeny výsledky vodného výluhu. Výsledky byly pro přehlednost zpracovány do tabulky a porovnány s normativními hodnotami, které jsou uvedeny ve vyhlášce č. 94/2016 Sb. o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů. Tabulka rozšířena o hodnotu měrné vodivosti výluhu.

Ukazatel	Jednotka	Limitní hodnota	OK 2 - 01	OK 2 - 01	OK 2 - 03	OK 2 - 04	OK 2 - 05
pH		5,5 - 13	7,4	7,9	8,1	8,0	7,9
RL	mg.l <sup>-1</sup>	8 000	NA	NA	NA	NA	NA
Fluoridy	mg.l <sup>-1</sup>	30	3,2	3,3	3,0	2,3	2,5
As	mg.l <sup>-1</sup>	2,5	35,0	67,3	83,1	219,0	290,0
Ba	mg.l <sup>-1</sup>	30	NA	NA	NA	NA	NA
Cd	mg.l <sup>-1</sup>	0,5	31,6	4,5	2,6	3,9	4,5
Cr celkový	mg.l <sup>-1</sup>	7	2,8	1,9	0,6	2,9	3,1
Cu	mg.l <sup>-1</sup>	10	29,3	19,3	18,7	106,0	227,8
Hg	mg.l <sup>-1</sup>	0,2	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Ni	mg.l <sup>-1</sup>	4	9,0	2,0	1,7	4,3	7,5
Pb	mg.l <sup>-1</sup>	5	7,1	2,9	0,9	7,1	4,3
Sb	mg.l <sup>-1</sup>	0,5	NA	NA	NA	NA	NA
Se	mg.l <sup>-1</sup>	0,7	NA	NA	NA	NA	NA
Zn	mg.l <sup>-1</sup>	20	NA	NA	NA	NA	NA
Mo	mg.l <sup>-1</sup>	3	45,5	84,0	80,0	43,8	59,2
B	mg.l <sup>-1</sup>	90	NA	NA	NA	NA	NA
Konduktivita (μS.cm <sup>-1</sup> )			333	296	236	107	127

Tab. 25: Porovnání analytických hodnot - vzorky sonda OK 2 (ŠTEFKA 2018)

NA - položka neanalyzována.

Barevně označené řádky představují nadlimitní hodnoty z hlediska rizikosti materiálu. Podrobně rozpracovaná tabulka č. 25 vychází z tabulky č.10 Porovnání analytických hodnot, uvedené v kapitole 5. 2, Bakalářské práce Vliv dobývání a úpravy lithiové rudy na krajinu v oblasti Horního Slavkova (ŠTEFKA 2020).

## 2.7.7 Sonda OK 3 staré odkaliště - vodný výluh

V tabulce (tab. 26) jsou uvedeny výsledky vodného výluhu. Výsledky byly pro přehlednost zpracovány do tabulky a porovnány s normativními hodnotami, které jsou uvedeny ve vyhlášce č. 94/2016 Sb. o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů. Tabulka rozšířena o hodnotu měrné vodivosti výluhu.

Ukazatel	Jednotka	Limitní hodnota	OK 3 - 01	OK 3 - 02	OK 3 - 03	OK 3 - 04
pH		5,5 - 13	6,1	6,1	5,8	5,4
RL	mg.l <sup>-1</sup>	8 000	NA	NA	NA	NA
Fluoridy	mg.l <sup>-1</sup>	30	3,7	4,4	5,6	3,1
As	mg.l <sup>-1</sup>	2,5	4,4	2,1	88,6	32,4
Ba	mg.l <sup>-1</sup>	30	NA	NA	NA	NA
Cd	mg.l <sup>-1</sup>	0,5	86,0	91,0	105,0	14,9
Cr celkový	mg.l <sup>-1</sup>	7	1,0	0,5	1,5	<0,5
Cu	mg.l <sup>-1</sup>	10	1105,0	1027,0	349,0	90,0
Hg	mg.l <sup>-1</sup>	0,2	0,08	0,08	0,08	0,08
Ni	mg.l <sup>-1</sup>	4	38,9	4,7	97,0	5,1
Pb	mg.l <sup>-1</sup>	5	1,9	1,1	1,6	0,9
Sb	mg.l <sup>-1</sup>	0,5	NA	NA	NA	NA
Se	mg.l <sup>-1</sup>	0,7	NA	NA	NA	NA
Zn	mg.l <sup>-1</sup>	20	NA	NA	NA	NA
Mo	mg.l <sup>-1</sup>	3	0,5	<0,5	<0,5	1,3
B	mg.l <sup>-1</sup>	90	NA	NA	NA	NA
Konduktivita (μS.cm <sup>-1</sup> )			100	100	179	184

Tab. 26: Porovnání analytických hodnot - vzorky sonda OK 3 (ŠTEFKA 2018)

NA - položka neanalyzována.

Barevně označené řádky představují nadlimitní hodnoty z hlediska rizikovosti materiálu. Podrobně rozpracovaná tabulka č. 26 vychází z tabulky č.10 Porovnání analytických hodnot, uvedené v kapitole 5. 2, Bakalářské práce Vliv dobývání a úpravy lithiové rudy na krajinu v oblasti Horního Slavkova (ŠTEFKA 2020).

## 2.7.8 Sonda OK 4 spodní odkaliště - vodný výluh

V tabulce (tab. 27) jsou uvedeny výsledky vodného výluhu. Výsledky byly pro přehlednost zpracovány do tabulky a porovnány s normativními hodnotami, které jsou uvedeny ve vyhlášce č. 94/2016 Sb. o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů. Tabulka rozšířena o hodnotu měrné vodivosti výluhu.

Ukaza- tel	Jed- notka	Limitní hod- nota	OK 4 - 01	OK 4 - 02	OK 4 - 03	OK 4 - 04	OK 4 - 05	OK 4 - 06
pH		5,5 - 13	6,9	6,6	7,3	7,2	7,3	7,2
RL	mg.l <sup>-1</sup>	8 000	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Fluo- ridy	mg.l <sup>-1</sup>	30	0,8	1,5	1,1	1,4	1,4	1,0
As	mg.l <sup>-1</sup>	2,5	46,5	87,0	31,4	30,9	43,4	27,2
Ba	mg.l <sup>-1</sup>	30	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cd	mg.l <sup>-1</sup>	0,5	5,5	20,9	4,6	4,5	5,3	5,6
Cr cel- kový	mg.l <sup>-1</sup>	7	1,8	6,0	2,5	4,3	2,3	3,8
Cu	mg.l <sup>-1</sup>	10	454,0	524,0	321,0	139,0	142,0	126,5
Hg	mg.l <sup>-1</sup>	0,2	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Ni	mg.l <sup>-1</sup>	4	2,6	14,6	2,0	3,0	2,7	4,3
Pb	mg.l <sup>-1</sup>	5	3,5	6,4	6,0	8,1	2,9	5,6
Sb	mg.l <sup>-1</sup>	0,5	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Se	mg.l <sup>-1</sup>	0,7	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Zn	mg.l <sup>-1</sup>	20	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Mo	mg.l <sup>-1</sup>	3	4,5	1,3	6,0	6,2	3,2	3,6
B	mg.l <sup>-1</sup>	90	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Konduktivita (μS.cm <sup>-1</sup> )			36	50	37	37	40	70

Tab. 27: Porovnání analytických hodnot - vzorky sonda OK 4 (ŠTEFKA 2018)

NA - položka neanalyzována.

Barevně označené řádky představují nadlimitní hodnoty z hlediska rizikovosti materiálu. Podrobně rozpracovaná tabulka č. 27 vychází z tabulky č.10 Porovnání analytických hodnot, uvedené v kapitole 5. 2, Bakalářské práce Vliv dobývání a úpravy lithiové rudy na krajinu v oblasti Horního Slavkova (ŠTEFKA 2020).



### 3 Metodika práce

V kapitole bude uvedena charakteristika zájmového území, uvedena metodika odběru vzorků a popsány provedené analýzy na odebraných vzorcích.

#### 3.1 Geografická charakteristika

Kraj:	Karlovarský
Obec:	Horní Slavkov
Katastrální území	Horní Slavkov

Ložisko vyhrazeného nerostu Li rudy se nachází v prostoru soustavy tří odkališť bývalého důlně úpravenského závodu Stannum Horní Slavkov. Ložisko je situováno v údolí Slavkovského potoka, které bylo z části vyplněno úpravenskými odpady z úpravy SnW rudnin. Nadmořská výška terénu se pohybuje v rozmezí 610 - 640 m n.m., nejvyšší úroveň pláží odkaliště je cca 660 m n.m. (ŠLECHTOVÁ 2016).

##### 3.1.1 Geologie a geomorfologie území

Dle geomorfologického členění (CENIA ©2020) zájmové území systematicky náleží do:

Provincie:	Česká vysočina
Subprovincie:	Krušnohorská soustava (III)
Oblast:	Karlovarská vrchovina (IIIC)
Celek:	Slavkovský les (IIIC - 1)
Podcelek:	Bečovská vrchovina (IIIC - 1C)
Okrsek:	Mnichovská vrchovina (IIIC - 1C - 1)

Mnichovská vrchovina okrsek v západní a jihozápadní části Bečovské vrchoviny, členitá vrchovina 115,41 km<sup>2</sup>, tvořena svrchnopaleozoickými granity a granodiority, amfiboly spodnopaleozoického mariánskolázeňského metabazitového komplexu, migmatity a ortorulami svrchnoproterozoického až paleozoického stáří, kerný georeliév s relikty holoroviny, se suký a denudačními zbytky povrchových neovulkanitů, povrch silně rozčleněný hlubokými údolími (DEMEK ET AL 2006).

##### 3.1.2 Geologie místa zájmového území

Skalní podklad tvoří ruly tmavošedé, jemnozrnné, silně slídnaté, význačně usměrněné a v povrchových partiích silně rozpukané. V nejbližším okolí zjištěn směr puklů H 1 - 2, se sklonem 80° k východu. Na úrodních svazích je podklad zakryt hlinitopísčitymi sutěmi s kolísavou příměsí suťových úlomků ruly (DVOŘÁK 1964).

V údolním dně, šířky cca 40 m, je skalní podklad zakryt vrstvou potčních náplavů. Při povrchu jsou to šedohnědé až šedé, silně jílovité, humosní písky, silně slídnaté s drobnými valounky, místy s polohami žilnatými až žílami. Hluběji jsou uloženy písčito - kamenité náplavy. Jedná se o rychle přemístěný suťový materiál s krátkou transportní vzdáleností, většinou slabě opracovaný (DVOŘÁK 1964).

Přibližně 40 % tohoto objemu materiálu tvoří ostrohranný i částečně opracovaný štěrk velikosti nad 6 cm, ostatní tvoří hrubý písek a drobný štěrk spolu s měnicí se příměsí jílu až jílovité hlíny. Při povrchu skalního podkladu na bázi náplavů jsou uloženy větší balvany ruly až 50 cm v průměru. Maximální mocnost náplavů a suť je v údolí 2,30 m, při čemž hlinité písky a hlína jsou od 0,00 do 0,10 m pak do cca 1,0 m písky, hlouběji suť až ke skalnímu podkladu (DVOŘÁK 1964).

### 3.1.3 Půdy místa zájmového území

Dle (ČÚZK ©2020A) parcely nacházející se v dobývacím prostoru Horní Slavkov nemají evidované BPEJ a jsou evidovány jako ostatní plochy. V zájmovém území a v blízkém okolí se dle (VÚMOP ©2020) vyskytuje půdní typ: kambizemě dystrikové, podzoly, kryptopodzoly, pseudogleje, gleje. Charakteristika půd v zájmovém území a v jejím bezprostředním okolí je poznamenána silně antropickými vlivy a původní genetické znaky půd jsou těmito vlivy vesměs setřeny. Na zájmovém území proto jde především o výskyt antropické půdy (ŠLECHTOVÁ 2016).

### 3.1.4 Podnebí

Dle QUITTA (1971) se zájmové území nachází v mírně teplé oblasti MT3. Léto je krátké, mírné až středně chladné, suché až mírně suché a normální přechodné období s mírným jarem a podzimem. Zima je obvykle mírná až středně chladná, suchá, mírně suchá až normální s krátkým trváním sněhové pokrývky.

### 3.1.5 Biogeografická charakteristika zájmového území

Dle biogeografického členění České republiky od autorů (CULEK ET AL 2013) je zájmové území součástí Hornoslavkovského bioregionu (1.60). Bioregion leží v západních Čechách, zabírá geomorfologický celek Slavkovský les, severní část Tepelské vrchoviny a okraje Tepelské brázdy v okolí Lázní Kynžvart. Plocha bioregionu je 1109 km<sup>2</sup>. Bioregion je tvořen strmými okrajovými svahy a centrální náhorní plošinou. Dominují zde žuly a amfiboly a nachází se zde největší hadcový ostrov. Bioregion má rozpětí vegetačních stupňů od 3. dubo-bukového do 6. smrko-jedlo-bukového.

### 3.1.6 Potenciální přirozená a geobotanická rekonstrukce

Dle mapy Potenciální přirozené vegetace České republiky (NEUHÄUSLOVÁ ET AL 1997) zájmové území leží v mapovací jednotce (36) Biková a /nebo jedlová doubrava (*Luzulo albidae - Quercetum petraeae*, *Albieti - Quercetum*). Potenciální přirozená vegetace je označována taková vegetace, která by se vytvořila v určité časové etapě za předpokladu vyloučení jakékoliv další činnosti člověka (TÜXEN 1956).

### 3.1.7 Hydrologie okolí a zájmového území

Území v okolí Horního Slavkova a zájmové území je součástí hydrogeologického rajónu 6112 - Krystalinikum Slavkovského lesa s celkovou plochou rajónu 523, 33 km<sup>2</sup> (ČHMÚ ©2020A). Území v okolí Horního Slavkova a zájmové území je odvodňováno vodotečí Stoka č. hydrologického pořadí 1-13-01-135 (ČHMÚ ©2020B).

Vlastní povodí je značně sevřené, v údolnici Slavkovského potoka byly realizovány odkalištní pláně. V šedesátých letech byla realizována přeložka Slavkovského potoka v horní části nad odkališti, takže v umělém korytě protéká mimo vlastní tělesa odkališť. V severní části se prudkým skluzem vrací do původního koryta a po několika desítkách metrů vtéká do portálu štol, která byla vybudována v rámci překlenutí údolí při budování železniční tratě Krásný jez - Loket (LUNDÁKOVÁ ET TOMÁŠEK 1997).

### 3.1.8 Chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV)

Dle registru Území chráněná pro akumulaci vod (HEIS VÚV ©2020A) se zájmové území nachází v CHOPAV Chebská pánev a Slavkovský les (ID: 214) s plochou chráněné oblasti přirozené akumulace vod 1 096, 520 km<sup>2</sup>. CHOPAV Chebská pánev a Slavkovský les byly vyhlášeny Nařízením vlády č. 85/1981 Sb.

### 3.1.9 Ochranná pásma vodních zdrojů

Dle registru Odběry vody pro lidskou spotřebu a jejich ochranná pásma se ochranná pásma vodních zdrojů v zájmovém území nevyskytují (HEIS VÚV ©2020B).

### 3.1.10 Ochranná pásma přírodních léčivých zdrojů

Dle Dokumentů - ochranná pásma a lázeňská místa, mapy Karlovarský kraj se zájmové území nachází mimo ochranné pásmo přírodních léčivých zdrojů (Mz ©2020. Hranice nejbližšího OPPLZ - Karlovy Vary ochranné pásmo II. st cca 750 m SV směrem od zájmového území.

### 3.1.11 Chráněná území

Zájmové území leží ve velkoplošném zvláště chráněném území - Chráněné krajinné oblasti Slavkovský les, ve IV. zóně ochrany. CHKO Slavkovský les byla zřízena Výnosem ministerstva kultury ČSR ze dne 3. května 1974 č. j. 7657/74. Součástí výnosu je příloha, kterou se vymezuje území CHKO (AOPK ČR ©2019).

Do IV. zóny CHKO Slavkovský les jsou zařazeny větší obce a města s málo hodnotnou zástavbou (Horní Slavkov, Stanovice, Krásné Údolí, Kolová), jejich nejbližší okolí, soustředěná průmyslová výroba, pozemky s ornou půdou, pozemky meliorované s narušeným vodním režimem. Cílem v nejméně hodnotné části CHKO je především postupně zvyšovat retenční schopnost území, revitalizovat devastovaná území, obnovit rozptýlenou zeleň, realizovat skladebné prvky ÚSES (AOPK ČR ©2019).

Do zájmového území nezasahuje žádná z Evropsky významných lokalit a Ptačích oblastí. Nejbližší EVL CZ0410401 Krásenské rašeliniště s rozlohou 151,7351 ha se nachází cca 2 km JZ směrem od zájmového území (AOPK ČR ©2020). Dle mapy přírodních parků Karlovarského kraje záměr neleží v žádné ploše přírodního parku (KVK ©2020A). V rámci zájmového území a jeho okolí nebyl zjištěn dle mapy registrovaných VKP výskyt registrovaných významných krajinných prvků (KVK ©2020B). V zájmovém území a jeho okolí nebyl rovněž zjištěn žádný památný strom dle mapy památných stromů (KVK ©2020C).

### **3.1.12 Územní systém ekologické stability (ÚSES)**

Územní systém ekologické stability dle § 3 odst. 1 písm. a) zákona č. 114/1992 Sb., je vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu. Rozlišuje se místní, regionální a nadregionální systém ekologické stability.

Dle Územního plánu města Horní Slavkov - Úplné znění po vydání Změny č. 2 UP z června 2018 - Hlavní výkres - jih (MĚÚ SOKOLOV ©2020A) se v severní části zájmového území nachází funkční biocentrum U tunelu (pořadové číslo 24) s nepravidelně členitým územím po historické těžbě, porostlé nálety, místy charakteru acidofilních doubrav. Návrhem opatření je ponechání funkčního biocentra spontánní sukcesi (MĚÚ SOKOLOV ©2020B).

V platném územním plánu jsou navrženy dva nové biokoridory místního významu. Navržený biokoridor (pořadové číslo 27) z části kopíruje hranici jižní části zájmového území. Je charakterizován jako zemědělská půda, porosty dřevin, s navrženým opatřením zachovat porosty dřevin a ponechat je spontánnímu vývoji, travní porosty lze šetrně využívat. Navržený biokoridor (pořadové číslo 28) kopíruje hranici severní části zájmového území. Je charakterizován jako zemědělská půda, porosty dřevin, s navrženým opatřením zachovat porosty dřevin a ponechat spontánnímu vývoji, vysadit nepravidelné skupiny dřevin dle projektu ÚSES, travní porosty lze šetrně využívat (MĚÚ SOKOLOV ©2020B).

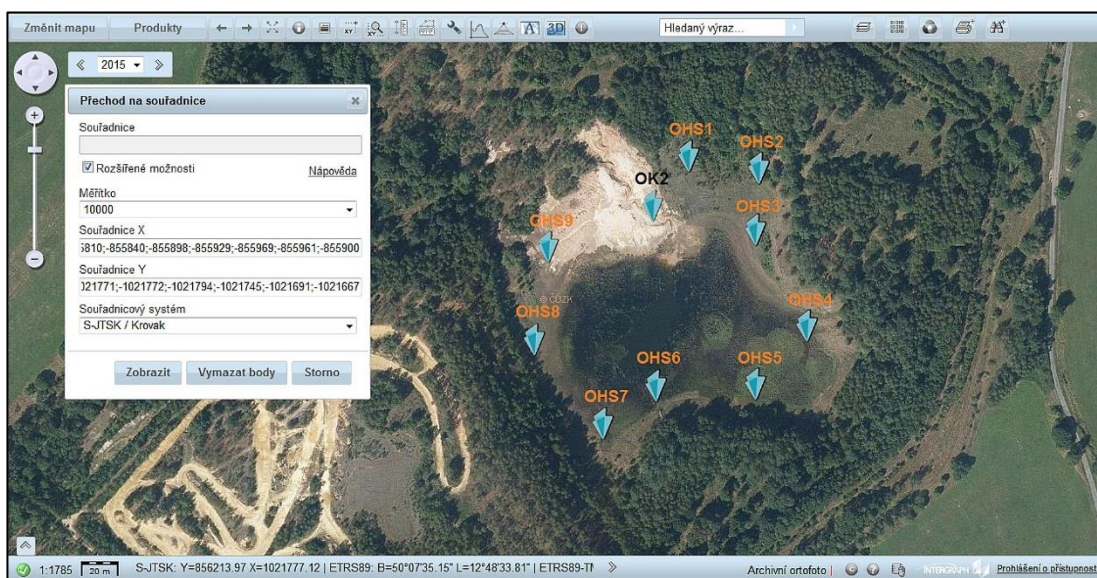
### **3.1.13 Krajinový ráz**

Realizace záměru - hornická činnost na ložisku Horní Slavkov - odkaliště nezpůsobí nepřípustný vliv do přírodní charakteristiky. Těžba zaujme prostor antropicky vzniklého reliéfu tvořeného uloženými odpady po někdejší těžbě a porostlého náletovými dřevinami. Zásahem do antropogenního reliéfu dojde k přiblížení se původní terénní morfologii údolí Slavkovského potoka a také k návratu vodních poměrů Slavkovského potoka. Z hlediska vlivu na kulturně historickou charakteristiku území nebude navržený záměr těžby písků znamenat nepřípustný zásah. Negativní dopady navrženého záměru na vizuální charakteristiku území jsou spojeny s fází časově omezené těžby. Plánovaná těžba bude znamenat proměnu konfigurace terénu - transformaci uměle vzniklého terénu - odpadním materiálem zaplněného údolí Slavkovského potoka (KLOUDA 2016).

## 3.2 Terénní část - odběr vzorků

Výsledky analýzy vodného výluhu pro stanovení rizikovosti materiálu uvedené v Bakalářské práci Vliv dobývání a úpravy lithiové rudy na krajinu v oblasti Horního Slavkova prokázaly nadlimitní obsahy toxických kovů, které se v případě těžby mohou ve zvýšené míře uvolňovat do životního prostředí.

Na konci roku 2019 byly na vytipovaných místech (obr. 18) v okolí vodní plochy, která se nachází pod vzdušnou hrází středního odkaliště a je součástí spodního odkaliště, odvrtny sondy pro ověření výsledků. Tyto sondy byly označené jako OHS (odkaliště Horní Slavkov),



Obr. 18: Lokalizace místa odběrů vzorků (ČÚZK, ©2020B)

- 1) vrtaná sonda OHS 1 spodní odkaliště - pláž,
- 2) vrtaná sonda OHS 2 spodní odkaliště - pláž,
- 3) vrtaná sonda OHS 3 spodní odkaliště - pláž,
- 4) vrtaná sonda OHS 4 spodní odkaliště - vodní plocha,
- 5) vrtaná sonda OHS 5 spodní odkaliště - vodní plocha,
- 6) vrtaná sonda OHS 6 spodní odkaliště - vodní plocha,
- 7) vrtaná sonda OHS 7 střední odkaliště - vzdušná hráz,
- 8) vrtaná sonda OHS 8 střední odkaliště - vzdušná hráz,
- 9) vrtaná sonda OHS 9 spodní odkaliště - pláž.

Fotodokumentace, popis místa odběru sond a vzorků jsou uvedeny v příloze 3 diplomové práce. Vrtání sond a odběr průměrných vzorků bylo provedeno dle metody uvedené v kapitole 4.2 Odběr vzorků ze strany č. 33, 34 Bakalářské práce Vliv dobývání a úpravy lithiové rudy na krajinu v oblasti Horního Slavkova.

### 3.3 Analytická část

Tato kapitola popisuje provedené analytické metody, které byly provedeny v laboratořích ČGS Barrandov v letech 2018, 2019, 2020 k detailnímu zkoumání odebraných průměrných vzorcích.

V první části kapitoly je uvedeno označení průměrných vzorků a provedené analytické metody, v druhé části kapitoly jsou uvedeny postupy analytických metod.

#### 3.3.1 Provedené analýzy

- I. Stanovení zrnitosti - Sítový rozbor (2018)
  - sonda OK1 střední odkaliště, vzorky označeny: OK 1 - 01, OK 1 - 02, OK 1 - 03, OK 1 - 04, OK 1 - 05,
  - sonda OK 2 spodní odkaliště (pláž vodní plochy), vzorky označeny: OK 2 - 01, OK 2 - 02, OK 2 - 03, OK 2 - 04, OK 2 - 05,
  - sonda OK 3 staré odkaliště, vzorky označeny: OK 3 - 01, OK 3 - 02, OK 3 - 03, OK 3 - 04
  - sonda OK 4 spodní odkaliště, vzorky označeny: OK 4 - 01, OK 4 - 01, OK 4 - 02, OK 4 - 03, OK 4 - 04, OK 4 - 05, OK 4 - 06.
- II. Rentgen difrakční analýza (2018)
  - vzorky označeny: OK 1 - 02, OK 2 - 02, OK 3 - 02, OK 4 - 02.
- III. Suchá magnetická separace (2019)
  - sloučené vzorky sond OK 1, OK 2, OK 3, OK 4,
- IV. Rentgen fluorescenční analýza PXRF (2019)
  - původní vzorek
  - magnetický podíl I.,
  - nemagnetický podíl I.
  - magnetický podíl II. z magnetického podílu I.,
  - nemagnetický podíl II. z magnetického podílu I.

Vybrané rudě červené jílovité vzorky označené OHS 1 - 02, OHS 2 - 02, OHS 9 - 02 a žluté jemně písčité vzorky označené OHS 7 - 02, OHS 8 - 02 byly nejprve zhomogenizovány a poté dezintegrovány na analytickou jemnost pro chemické a mineralogické analýzy.

Na vybraných jílovitých vzorcích byly v roce 2020 provedeny v laboratořích ČGS Praha - Barrandov tyto analýzy:

- I. Mokrý magnetická separace:
  - vzorek OHS 1 - 02,
  - vzorek OHS 2 - 02,
  - vzorek OHS 9 - 02
- II. Posouzení jemných částic - Zkouška methylenovou modří:
  - vzorek OHS 2 - 02,

- III. Rentgen fluorescenční analýza PXRF:
  - původní vzorek - (OHS 1 - 02, OHS 2 - 02, OHS 9 - 02),
  - zbytek na síť (frakce + 0,063 mm),
  - magnetický podíl (frakce 0,025 - 0,063 mm),
  - jílovina (frakce < 0,025 mm)
- IV. Rentgen difrakční analýza:
  - vzorek OHS 2 - 02,
  - vzorek OHS 9 - 02,
- V. Analýza vodného výluhu:
  - vzorek OHS 2 - 02 jílovina jako nemagnetický podíl,
  - vzorek OHS 9 - 02 jílovina jako nemagnetický podíl.

Na vybraných jemně písčítých vzorcích byly v roce 2020 provedeny v laboratořích ČGS Praha - Barrandov tyto analýzy:

- I. Stanovení zrnitosti - Síťový rozbor:
  - vzorek OHS 7 - 02,
  - vzorek OHS 8 - 02,
- II. Suchá magnetická separace:
  - vzorek OHS 7 - 02,
  - vzorek OHS 8 - 02,
- III. Rentgen fluorescenční analýza PXRF:
  - původní vzorek - (OHS 7 - 02, OHS 8 - 02),
  - magnetický podíl (frakce 0,1 - 2,0 mm),
  - nemagnetický podíl (frakce 0,1 - 2,0 mm),
- IV. Analýza vodného výluhu:
  - vzorek OHS 7 - 02 nemagnetický podíl.

### 3.3.2 Analytické metody - postupy

V kapitole budou popsány postupy úpravy vzorků, které bylo nutné provést pro efektivní využití těchto metod.

#### 3.3.2.1 Stanovení zrnitosti - Sítový rozbor (2018, 2020)

ČSN EN 933 - 1 uvádí, že se zkouška sestává z roztřídění a oddělení materiálu pomocí sady sít do několika zrnitostních podílů s klesající velikostí částic. Velikost otvorů sít a počet sít jsou voleny podle druhu a požadované přesnosti. Schválená metoda je praní a prosévání za sucha. Pokud praní může změnit fyzikální vlastnosti pórovitého kameniva, vynechá se praní a musí se použít prosévání za sucha. Hmotnost částic zachycených na jednotlivých sítích se uvádí ve vztahu k počáteční hmotnosti materiálu. Souhrnný propad jednotlivými sítí se uvádí v procentech číselným způsobem, a pokud se požaduje, tak v grafické podobě.

Před sítováním se vzorek, pokud je příliš velký, upraví na přiměřenou velikost kvartováním. Vzorek se vysype na rovnou čistou podložku a svislým vsunováním desky v rovině procházející vrcholem se rozdělí vzorek na dvě části, z nichž se bude sítovat jedna část. Tento proces se může opakovat několikrát, vždy se jedna polovina vzorku odstraní a druhá se připraví stejným způsobem k dalšímu kvartování (ČEP ET ŠPÍRKOVÁ 1997).

Sítový rozbor vzorků odebraných z jednotlivých částí deponie byl proveden suchou cestou.

- kamenivo se umístilo do sušárny a sušilo do ustálené hmotnosti (M2),
- vysušený materiál se nasypal na síta, sestavená odspoda od nejmenších otvorů až po největší otvory (velikost oka pro materiál odkaliště byla 2 mm - 1 mm - 0,5 mm - 0,25 mm - 0,125 mm - 0,063 mm.),
- víko na prosévacím stroji se uzavřelo a začalo se s proséváním,
- na závěr se jednotlivá síta ručně prosela,
- zvážily se zůstatky na jednotlivých sítích,
- výpočet a křivka zrnitosti.

#### 3.3.2.2 RTG difrakce (2018)

Vzorky byly zpracovány dle následujícího postupu v laboratoři RTG difrakce:

- vzorky byly namlety na požadovanou jemnost (10  $\mu\text{m}$ ) v mlýnku McCrone mill po dobu 10 min.,
- vzorky byly připraveny metodou tzv. bočního plnění,
- XRD difrakční záznamy byly pořízeny na RTG difraktrometru Brucker D8 Advance za použití  $\text{CuK}\alpha$  záření a detektoru Lynx Exe XE,
- záznamy pořízeny s automatickou divergenční clonkou (ADS, 10 mm),
- záznamy byly kvalitativně vyhodnoceny pomocí software Diffrac EVA 2015 a databáze PDF - 2 2018.

Semikvantitativní fázová analýza byla provedena pomocí Rietveldovy metody v programu Diffrac Topas 5.



### **3.3.2.3 Suchá magnetická separace (2019, 2020)**

Magnetická separace je proces, při němž dochází k oddělení určité fáze od jiných na základě magnetických vlastností jednotlivých minerálů. Nejefektivnější je zpravidla oddělení feromagnetických minerálů (oxidy Fe), které lze odseparovat za pomoci permanentního magnetu. Při separaci dalších feromagnetických minerálů se nejčastěji využívá elektromagnetu. S narůstající intenzitou magnetického pole elektromagnetu dochází k postupnému oddělování stále méně magnetických minerálů.

Vybrané vzorky byly upraveny suchou magnetickou separací (SMS) na pásovém magnetu RAPID s proměnlivým magnetickým polem o síle 0,8 - 1 T.

### **3.3.2.4 Rentgen fluorescenční analýza (2019, 2020)**

Pro materiál odkaliště byl použit mód pro lehkou matici (LM) a pro obecné horniny Geochem (G 40, G 50) Práce s mobilním přístrojem je jednoduchá, výsledky je však nutno brát jako orientační a semikvantitativního charakteru.

Pracovní schéma je následující:

- naplnění analytické dózy (cca 20 g),
- expozice RTG paprsky cca 120 s,
- vyhodnocení spekter a interpretace koncentrací.

### **3.3.2.5 Mokrú magnetická separace (2020)**

Magnetická separace je proces, při němž dochází k oddělení určité fáze od jiných na základě magnetických vlastností jednotlivých minerálů. Nejefektivnější je zpravidla oddělení feromagnetických minerálů (oxidy Fe), které lze odseparovat za pomoci permanentního magnetu. Při separaci dalších feromagnetických minerálů se nejčastěji využívá elektromagnetu. S narůstající intenzitou magnetického pole elektromagnetu dochází k postupnému oddělování stále méně magnetických minerálů.

Vybrané jílovité vzorky byly nejprve rozplaveny a poté byl stanoven zbytek na síti. Následně byla provedena magnetická separace v suspenzi s oddělením jíloviny jako nemagnetického podílu na magnetu SALA s magnetickým polem o síle 1,9 T.

### **3.3.2.6 Posouzení jemných částic - Zkouška methylenovou modří (2020)**

Norma ČSN EN 933 9 popisuje referenční metodu používanou při počátečních zkouškách typu a v případech sporu pro stanovení hodnoty methylenové modře podílu 0 - 2,0 mm v drobném kamenivu nebo směsi kameniva.

Do suspenze zkušební navážky s destilovanou nebo demineralizovanou vodou se postupně přidává roztok methylenové modře 10 g.l<sup>-1</sup>. Adsorpce barevného roztoku zkušební navážkou je kontrolován po každém přidání roztoku provedením zkoušky zbarvení filtračního papíru k zjištění přítomnosti navázaného barviva.

Pokud je přítomnost navázaného barviva potvrzena, vypočte se hodnota methylenové modře a vyjádří se v g barviva adsorbovaného jedním kg zkoušeného podílu.

Postup zkoušky:

- zkušební navážka pro frakci zrna (0 - 2,0 mm) se kvartováním upraví, aby minimální hmotnost zkušební vzorku byla 200 g, upravený vzorek se poté vysuší v cirkulační peci při teplotě 110 °C,
- suchý vzorek se přeseje přes síto s okem 2 mm, nadsítné se odstraní (frakce + 2,0 mm), výsledná hmotnost podsítné (frakce 0 - 2,0 mm) musí mít minimální hmotnost 200 g,
- počáteční hmotnost zkušební vzorku se poté zaznamená do tabulky,
- do kádinky se nalije 500 ml destilované nebo demineralizované vody a přisype se vysušený vzorek, obsah kádinky se důkladně promíchá za pomoci stěrky, následně se do kádinky vloží lopatkové míchadlo s možností regulace otáček, otáčky lopatkového míchadla se nastaví na 600 ot.min<sup>-1</sup> a míchadlo se spustí na dobu 5 min,
- po 5 minutách se otáčky lopatkové míchadla sníží na 400 ot.min<sup>-1</sup> a do kádinky se vstříkne 5 ml roztoku barviva a nechá se 1 minutu míchat, poté se provede odběr vzorku pomocí skleněné tyčinky a odebraný vzorek se odkápně na filtrační papír, v případě, že se na filtračním papíru neobjeví barevný kruh, vstříkne se do kádinky dalších 5 ml barviva a nechá se opět míchat 1 minutu,
- přidáváním roztoku se pokračuje, dokud se kolem modrého středu neobjeví světle modrý cca 1 mm kroužek a nezmizí během 5 minut, následně se zaznamená celkový objem roztoku a provede se výpočet.

### 3.3.2.7 RTG difrakce (2020)

Na vybraných rudě červených jílových vzorcích byla provedena RTG semikvantitativní fázová analýza (mineralogické složení). Vzorky byly zpracovány dle následujícího postupu v laboratoři RTG difrakce:

- vzorky byly namlety na požadovanou jemnost (10 µm) v mlýnku McCrone mill po dobu 7 min. (stupeň mletí 3) v suspenzi s ethanolem,
- po vysušení byly vzorky byly připraveny metodou tzv. bočního plnění,
- XRD difrakční záznamy byly pořízeny na RTG difraktrometru Brucker D8 Advance za použití CuK $\alpha$  záření a detektoru Lynx Exe XE,
- záznamy pořízeny s automatickou divergenční clonkou (ADS, 10 mm),
- záznamy byly kvalitativně vyhodnoceny pomocí software Diffpac EVA 2015 a databáze PDF - 2 2018 (ICDD 2018).

Semikvantitativní fázová analýza byla provedena pomocí Rietveldovy metody v programu Diffpac Topas 5 (Bruker AXS 2015) a Profex 4 (Döbelin and Kleeberg 2015).

### 3.3.2.8 Analýza vodného výluhu (2020)

Na nehomogenizovaných vzorcích z nemagnetických podílů byla provedena analýza vodného výluhu.

Jedná se o zkoušku, během níž se materiál přivede do kontaktu s vyluhovací kapalinou (destilovaná voda, demineralizovaná voda, deionizovaná voda nebo voda odpovídající čistoty ( $5 < \text{pH} < 7,5$ ) s konduktivitou  $< 0,5 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$  podle 3. stupně jakosti v EN ISO 3696) a některé složky materiálu se vyluhují.

Analýza vodného výluhu pro stanovení rizikovosti materiálu vyplývá z podstaty, kdy úpravenský odpad byl před provedením ložiskového průzkumu hodnocen jako odpad těžební. Nakládání s ním, hodnocení charakteristik se řídí zákonem č. 157/2009 Sb., o nakládání s těžebním odpadem. Zákon je upřesněn dvěma prováděcími vyhláškami ČBÚ:

- Vyhláška ČBÚ č. 428/2009 Sb., o provedení některých ustanovení zákona o nakládání s těžebním odpadem,
- Vyhláška ČBÚ č. 429/2009 Sb., o stanovení náležitosti plánu pro nakládání s těžebním odpadem, včetně hodnocení jeho vlastností a některých dalších podrobností k provedení zákona o nakládání s těžebním odpadem.

Hodnotí se především inertnost materiálu, dle kritérií, které vymezuje legislativa o odpadech v předpisech zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů a Vyhláška 94/2016 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů. Výluh byl proveden tzv. jednostupňovou vsádkovou zkouškou podle ČSN EN 12457 - 4. Navážka pro loužení odpovídala normovanému 10 l vody na 1 kg zkoumaného materiálu.

V následující kapitole budou uvedeny pouze vybrané výsledky z provedených analýz vzhledem k rozsahu diplomové práce.

## 4 Výsledky

V kapitole budou prezentovány výsledky provedených analýz

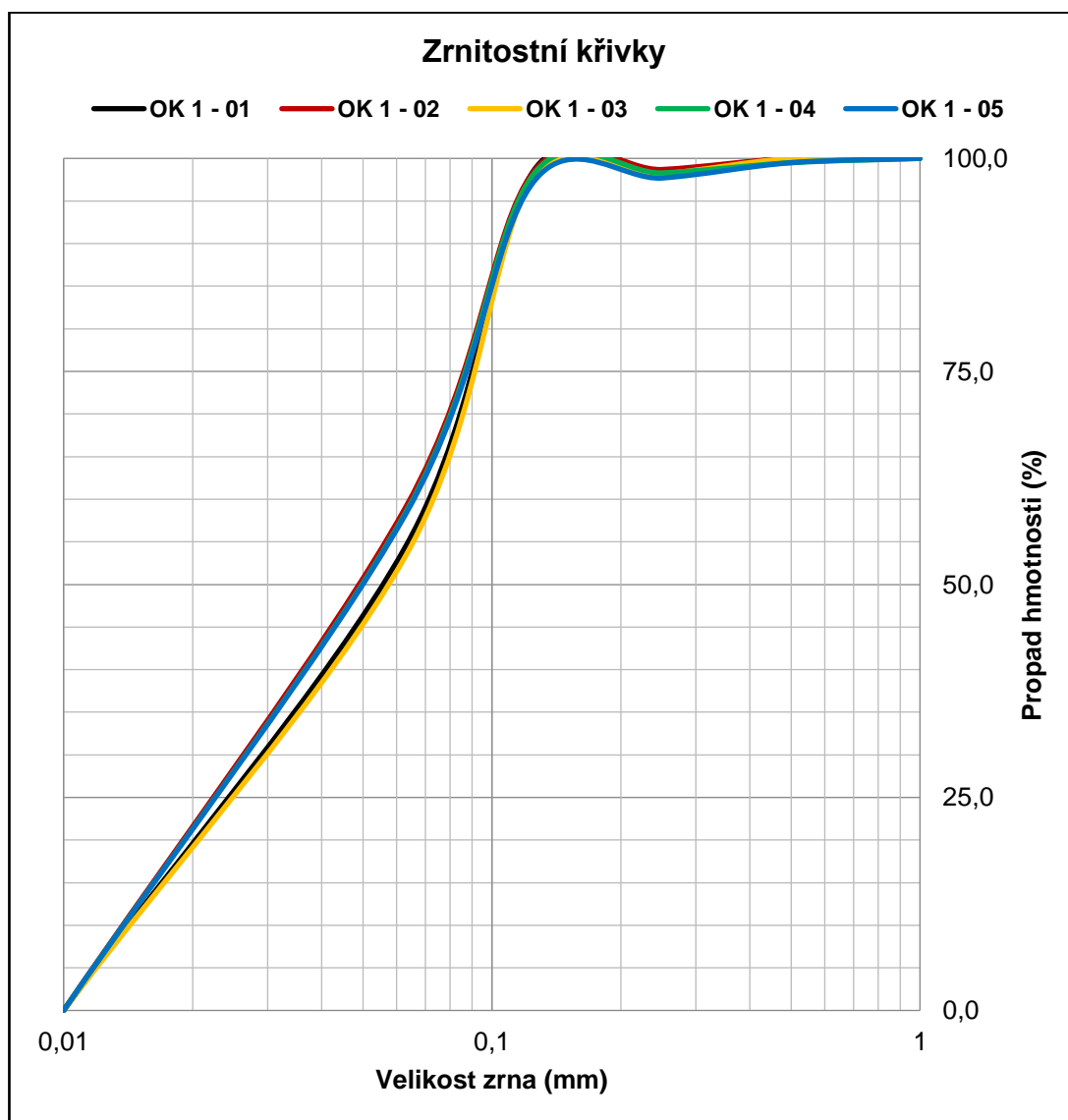
### 4.1 Stanovení zrnitosti - Síťový rozbor (2018)

Grafické vyjádření granulometrického složení úpravenských odpadů.

#### 4.1.1 Sonda OK 1 střední odkaliště

Grafické vyjádření zrnitostního rozboru sondy (obr. 19), vzorky označeny jako:

- OK 1 - 01 hloubka odběru průměrného vzorku z 0,0 - 1,0 m,
- OK 1 - 02 hloubka odběru průměrného vzorku z 1,0 - 2,0 m,
- OK 1 - 03 hloubka odběru průměrného vzorku z 2,0 - 3,0 m,
- OK 1 - 04 hloubka odběru průměrného vzorku z 3,0 - 4,0 m,
- OK 1 - 05 hloubka odběru průměrného vzorku z 4,0 - 5,0 m.

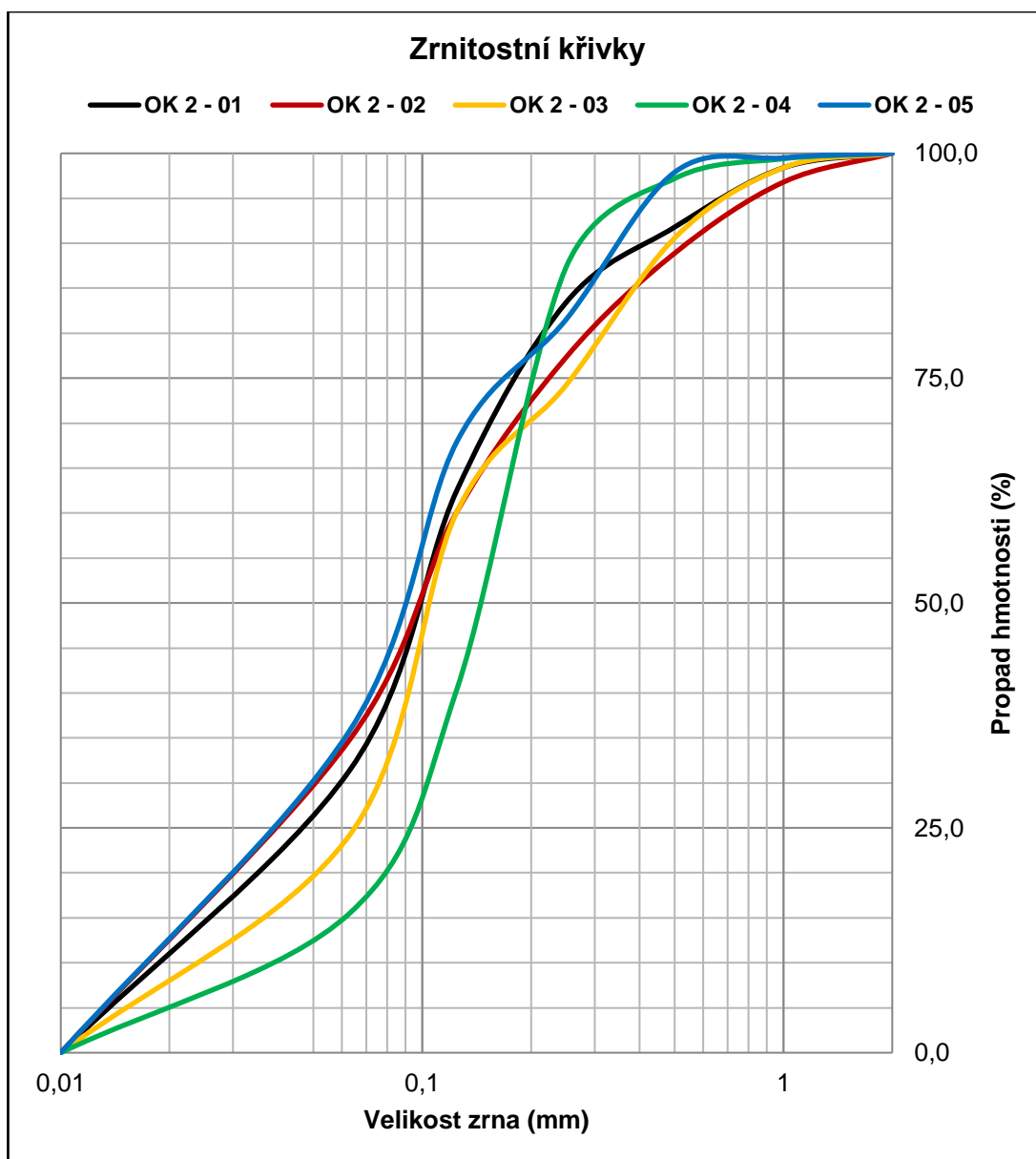


Obr. 19: Zrnitostní křivky - vzorky sonda OK 1

#### 4.1.2 Sonda OK 2 spodní odkaliště - pláž vodní plochy

Grafické vyjádření zrnitostního rozboru sondy (obr. 20), vzorky označeny jako:

- OK 2 - 01 hloubka odběru průměrného vzorku z 0,0 - 1,0 m,
- OK 2 - 02 hloubka odběru průměrného vzorku z 1,0 - 2,0 m,
- OK 2 - 03 hloubka odběru průměrného vzorku z 2,0 - 3,0 m,
- OK 2 - 04 hloubka odběru průměrného vzorku z 3,0 - 4,0 m,
- OK 2 - 05 hloubka odběru průměrného vzorku z 4,0 - 5,0 m.

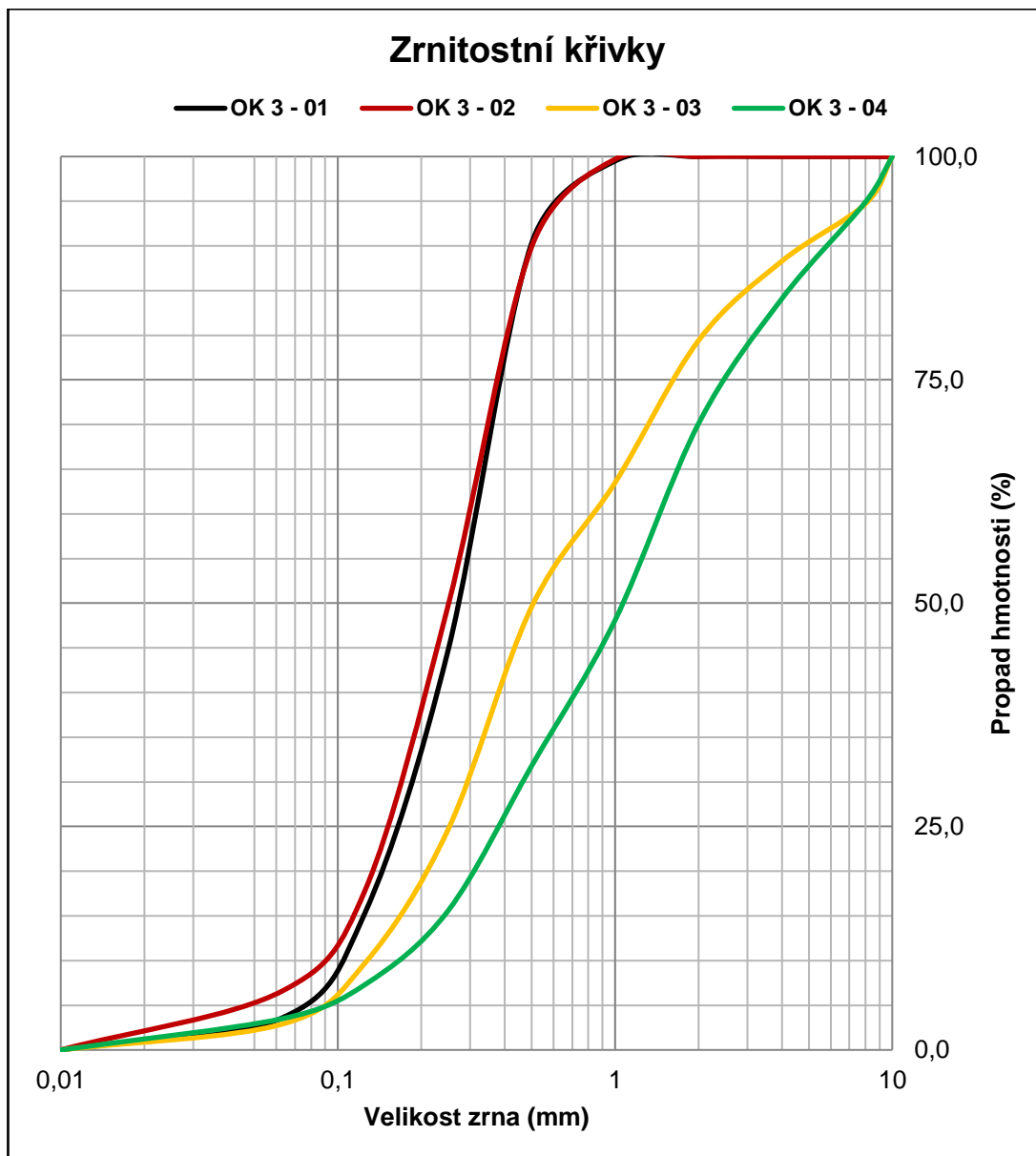


Obr. 20: Zrnitostní křivky - vzorky sonda OK 2

### 4.1.3 Sonda OK 3 staré odkaliště

Grafické vyjádření zrnitostního rozboru sondy (obr. 21), vzorky označeny jako:

- OK 3 - 01 hloubka odběru průměrného vzorku z 0,0 - 1,0 m,
- OK 3 - 02 hloubka odběru průměrného vzorku z 1,0 - 2,0 m,
- OK 3 - 03 hloubka odběru průměrného vzorku z 2,0 - 3,0 m,
- OK 3 - 04 hloubka odběru průměrného vzorku z 3,0 - 4,0 m.

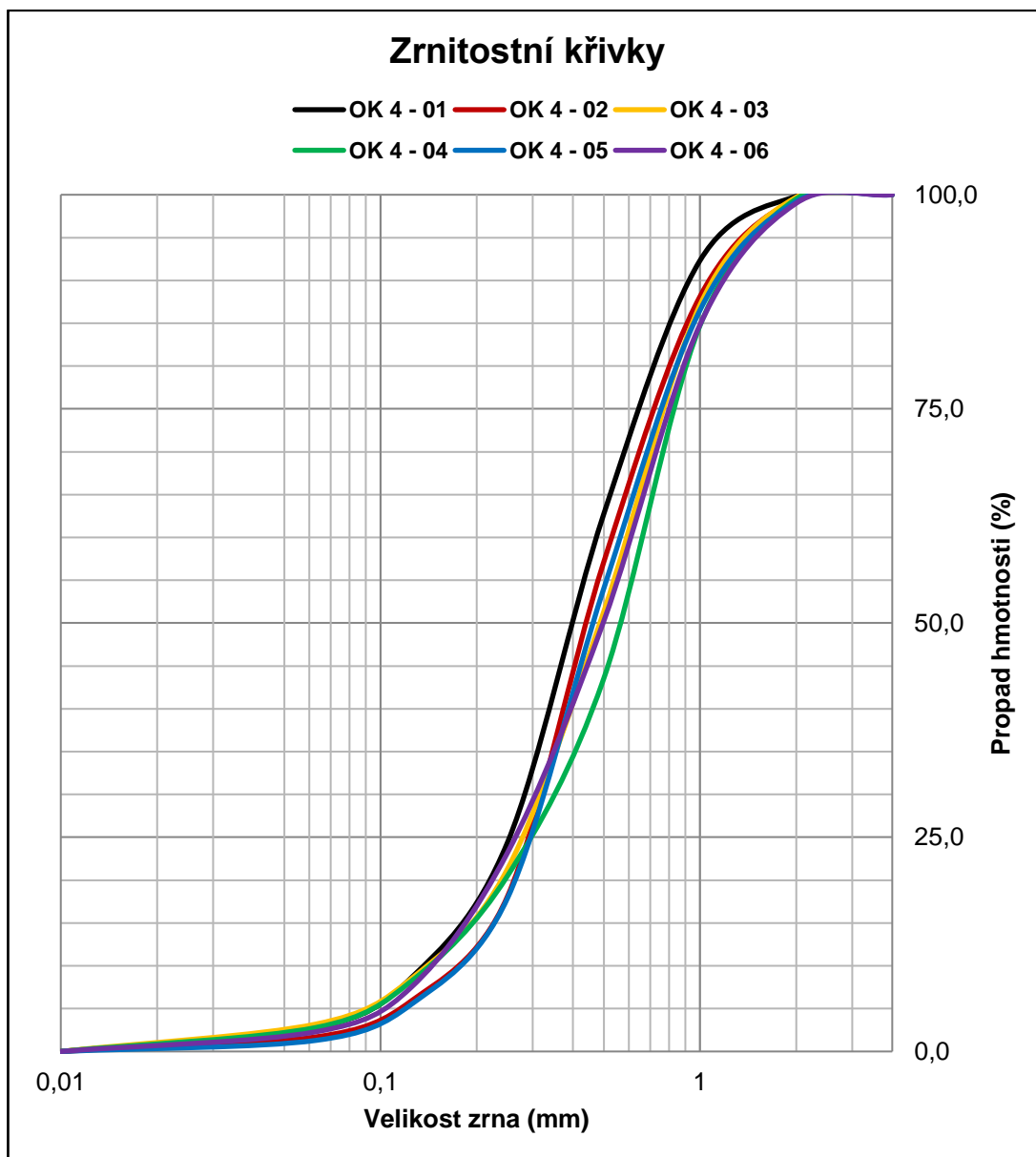


Obr. 21: Zrnitostní křivky - vzorky sonda OK 3

#### 4.1.4 Sonda OK 4 spodní odkaliště

Grafické vyjádření zrnitostního rozboru sondy (obr. 22), vzorky označeny jako:

- OK 4 - 01 hloubka odběru průměrného vzorku z 0,0 - 1,0 m,
- OK 4 - 02 hloubka odběru průměrného vzorku z 1,0 - 2,0 m,
- OK 4 - 03 hloubka odběru průměrného vzorku z 2,0 - 3,0 m,
- OK 4 - 04 hloubka odběru průměrného vzorku z 3,0 - 4,0 m,
- OK 4 - 05 hloubka odběru průměrného vzorku z 4,0 - 5,0 m,
- OK 4 - 06 hloubka odběru průměrného vzorku z 5,0 - 6,0 m.



Obr. 22: Zrnitostní křivky - vzorky sonda OK 4

## 4.2 RTG difrakce (2018)

V tabulce (tab. 28) je uvedeno mineralogické složení vybraných vzorků vrtaných sond.

Vzorek	OK 1 - 02	OK 2 - 02	OK 3 - 02	OK 4 - 02
Minerál	obsah (hm. %)	obsah (hm. %)	obsah (hm. %)	obsah (hm. %)
Křemen	34	45	72,5	74
Chlorit	14	3	1	
Kaolinit	6	16,5	2	2
Albit	4	12	5	6
K - živec		3	1	1,5
Slída 1	42	11,5		
Slída 2		6	5	4,5
Fluorapatit			1,5	1
Topaz		3	12	11
<b>Slída 1</b> - draselná dioktaedrická slída <b>Muskovit</b> (bohatá Al slída)				
<b>Slída 2</b> - slída chemicky mezi siderofylitem - polylytionitem, Li slída <b>Cinvaldit</b>				
<b>Chlorit</b> v reprezentativním vzorku <b>OK 2 - 02</b> značně zvětralý				
<b>Kaolinit</b> v reprezentativním vzorku <b>OK 3 - 02, OK 4 - 02</b> může být <b>Dickit</b>				
<b>Hematit</b> v reprezentativním vzorku <b>OK 1 - 02, OK 2 - 02, OK 3 - 02</b> < 0,5 hm. %				

Tab. 28: Mineralogické složení vzorků - OK 1 - 02, OK 2 - 02, OK 3 - 02, OK 4 - 02

XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází jsou uvedeny v příloze 4, 5, 6, 7 diplomové práce.



### 4.3 Suchá magnetická separace (2019)

V tabulce (tab. 29) uvedeny hmotnostní výnosy magnetického (slídy) a nemagnetického podílu.

Vzorek	Magnetický podíl I. (%)	Nemagnetický podíl I. (%)	Zrnitost vzorku	Lepivost na pasu	Vhodnost pro SMS
OK 1	99,6	0,4	jílovitý	velká	ne
OK 2	87,7	12,3	jílovitopísčitý	velká	ne
OK 3	45,2	54,8	středně písčitý	menší	ano
OK 4	37,3	54,8	hruběji písčitý	minimální	ano

Tab. 29: Hmotnostní výnosy - vzorků sond OK 1, OK 2, OK 3, OK 4

Výnosy magnetického a nemagnetického podílu po opakované magnetické separaci magnetického podílu vzorků OK 3, OK 4 uvedeny v tabulce (tab. 30).

Vzorek	Magnetický podíl II. (%)	Nemagnetický podíl II. (%)	Zrnitost vzorku	Lepivost na pasu	Vhodnost pro SMS
OK 3a	36,8	63,2	středně písčitý	menší	ano
OK 4a	30,9	69,1	hruběji písčitý	minimální	ano

Tab. 30: Hmotnostní výnosy - opakované magnetování magnetického podílu I. vzorků OK 3, OK 4

Sloučené vzorky OK 1, OK 2 jsou velmi jemnozrné s vysokým podílem prachovitých částic a jsou proto suchou cestou magneticky nezpracovatelné, neboť se jemné částice lepí na separační pás. V následující kapitole bude tedy pouze uvedeno chemické složení sloučených vzorků OK 3, OK 4 a jejich podílů po suché magnetické separaci.

## 4.4 Rentgen fluorescenční analýza PXRF (2019)

Výsledky rentgen fluorescenční analýzy vybraných vzorků.

### 4.4.1 Sloučený vzorek OK 3 staré odkaliště

V tabulce (tab. 31) jsou uvedeny obsahy hlavních složek ve sloučeném středně písčitém vzorku (složky dle silikátové analýzy zjednodušené). V tabulce (tab. 32) jsou uvedeny obsahy rudních složek ve sloučeném středně písčitém vzorku.

Vzorek OK 3	Původní vzorek	Magnetický podíl I.	Nemagnetický podíl I.	Magnetický podíl II.	Nemagnetický podíl II.
Složka	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)
SiO <sub>2</sub>	56,82	50,25	68,27	50,96	64,34
TiO <sub>2</sub>	0,52	0,93	< LOD	0,87	0,45
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,47	13,64	9,84	14,46	12,01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,82	6,49	1,63	6,68	2,95
MgO	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
MnO	0,08	0,15	0,03	0,15	0,05
CaO	1,19	1,41	0,36	1,42	0,86
Li <sub>2</sub> O	NA	NA	NA	NA	NA
Na <sub>2</sub> O	MRM	MRM	MRM	MRM	MRM
K <sub>2</sub> O	2,22	3,41	1,17	3,34	1,88
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,16	0,41	< LOD	0,25	< LOD

Tab. 31: Hlavní složky - sloučený středně písčité vzorek sondy OK 3

Vzorek OK 3	Původní vzorek	Magnetický podíl I.	Nemagnetický podíl I.	Magnetický podíl II.	Nemagnetický podíl II.
Složka	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)
SnO <sub>2</sub>	0,04	0,09	0,03	0,06	0,03
WO <sub>3</sub>	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01
Rb <sub>2</sub> O	0,06	0,12	0,02	0,10	0,03

Tab. 32: Rudní složky - sloučený středně písčité vzorek sondy OK 3

V tabulce (tab. 33) uvedeny obsahy toxických prvků ve sloučeném středně písčitém vzorku.

Vzorek OK 3	Původní vzorek	Magnetický podíl I.	Nemagnetický podíl I.	Magnetický podíl II.	Nemagnetický podíl II.
Prvek	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)
F	MRM	MRM	MRM	MRM	MRM
As	77	113	44	153	98
Ba	140	132	114	190	171
Cd	11	22	< LOD	16	10
Cr	< LOD	< LOD	< LOD	50	< LOD
Cu	1 022	1 336	398	1 158	567
Hg	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Ni	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Pb	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	14
Sb	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Se	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Zn	956	2 019	368	1 496	601
Mo	< LOD	6	21	< LOD	5
B	MRM	MRM	MRM	MRM	MRM

Tab. 33: Toxické prvky - sloučený středně písčité vzorek sondy OK 3

NA - položka neanalyzována, LOD - limit detekce, MRM - mimo rozsah měření.

#### 4.4.2 Sloučený vzorek OK 4 spodní odkaliště

V tabulce (tab. 34) jsou uvedeny obsahy hlavních složek ve sloučeném hruběji písčitém vzorku (složky dle silikátové analýzy zjednodušené). V tabulce (tab. 35) jsou uvedeny obsahy rudních složek ve sloučeném hruběji písčitém vzorku.

Vzorek OK 4	Původní vzorek	Magnetický podíl I.	Nemagnetický podíl I.	Magnetický podíl II.	Nemagnetický podíl II.
Složka	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)
SiO <sub>2</sub>	53,85	43,33	62,19	41,27	66,54
TiO <sub>2</sub>	0,56	0,88	< LOD	0,88	< LOD
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,08	16,18	11,41	15,45	11,92
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,60	5,71	1,11	6,75	1,30
MgO	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
MnO	0,10	0,22	0,04	0,28	0,04
CaO	1,11	1,23	0,49	1,10	0,96
Li <sub>2</sub> O	NA	NA	NA	NA	NA
Na <sub>2</sub> O	MRM	MRM	MRM	MRM	MRM
K <sub>2</sub> O	2,60	4,26	1,43	5,09	1,36
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	< LOD	0,11	< LOD	0,23	< LOD

Tab. 34: Hlavní složky - sloučený hruběji písčítý vzorek sondy OK 4

Vzorek OK 4	Původní vzorek	Magnetický podíl I.	Nemagnetický podíl I.	Magnetický podíl II.	Nemagnetický podíl II.
Složka	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)
SnO <sub>2</sub>	0,05	0,06	0,02	0,06	0,05
WO <sub>3</sub>	< LOD	0,01	0,01	< LOD	0,01
Rb <sub>2</sub> O	0,08	0,18	0,03	0,19	0,06

Tab. 35: Rudní složky - sloučený hruběji písčítý vzorek sondy OK 4

V tabulce (tab. 36) uvedeny obsahy toxických prvků ve sloučeném hruběji písčitém vzorku.

Vzorek OK 4	Původní vzorek	Magnetický podíl I.	Nemagnetický podíl I.	Magnetický podíl II.	Nemagnetický podíl II.
Prvek	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)
F	MRM	MRM	MRM	MRM	MRM
As	21	35	12	33	27
Ba	55	86	32	89	54
Cd	< LOD	< LOD	< LOD	5	< LOD
Cr	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Cu	123	193	129	177	148
Hg	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Ni	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Pb	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Sb	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Se	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Zn	393	747	231	840	304
Mo	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	31
B	MRM	MRM	MRM	MRM	MRM

Tab. 36: Toxické prvky - sloučený hruběji písčítý vzorek sondy OK 4

NA - položka neanalyzována, LOD - limit detekce, MRM - mimo rozsah měření.

## 4.5 Mokr  magnetick  separace (2020)

V tabulce (tab. 37) jsou uvedeny hmotnostní v nosy.

Vzorky	Zbytek	Magnetick� pod�l	Jílovina
	obsah (hm. %)	obsah (hm. %)	obsah (hm. %)
OHS 1 - 02	2,8	12,2	85,0
OHS 2 - 02	0,4	5,9	93,7
OHS 9 - 02	4,9	9,7	85,4

Tab. 37: Hmotnostní výnosy - vzorky OHS 1 - 02, OHS 2 - 02, OHS 9 - 02

Zrnitostní frakce: Zbytek - (+ 0,063 mm), Magnetick  podíl - (0,025 - 0,063 mm), Jílovina (nemagnetick  podíl) - (0 - 0,025 mm).

## 4.6 Rentgen fluorescenční analýza (PXRF) (2020)

Výsledky rentgen fluorescenční analýzy vybraných vzorků.

### 4.6.1 Vzorek OHS 1 - 02 spodní odkaliště - pláž

V tabulce (tab. 38) jsou uvedeny obsahy hlavních složek v jílovitém vzorku (složky dle silikátové analýzy zjednodušené). V tabulce (tab. 39) jsou uvedeny obsahy rudních složek v jílovitém vzorku.

OHS 1 - 02	Původní vzorek	Zbytek	Magnet. podíl	Jílovina
složka	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)
SiO <sub>2</sub>	54,57	40,70	46,01	48,11
TiO <sub>2</sub>	0,95	1,07	0,99	0,84
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24,56	19,06	18,95	22,05
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,26	9,33	7,96	6,40
MgO	1,96	< LOD	2,54	< LOD
MnO	0,19	0,27	0,20	0,19
CaO	2,21	1,28	1,08	1,85
Li <sub>2</sub> O	NA	NA	NA	NA
Na <sub>2</sub> O	MRM	MRM	MRM	MRM
K <sub>2</sub> O	3,59	4,70	4,74	3,48
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD

Tab. 38: Hlavní složky - jílovitý vzorek OHS 1 - 02

OHS 1 - 02	Původní vzorek	Zbytek	Magnet. podíl	Jílovina
složka	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)
SnO <sub>2</sub>	0,10	0,07	0,05	0,10
WO <sub>3</sub>	0,07	0,07	0,02	0,08
Rb <sub>2</sub> O	0,15	0,17	0,19	0,13

Tab. 39: Rudní složky - jílovitý vzorek OHS 1 - 02

V tabulce (tab. 40) uvedeny obsahy toxických prvků v jílovitém vzorku.

OHS 1 - 02	Původní vzorek	Zbytek	Magnet. podíl	Jílovina
prvek	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)
F	MRM	MRM	MRM	MRM
As	293	738	185	312
Ba	133	175	170	134
Cd	9	26	8	14
Cr	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Cu	612	717	301	636
Hg	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Ni	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Pb	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Sb	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Se	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Zn	1 627	1 917	1 162	1 496
Mo	23	29	14	15
B	MRM	MRM	MRM	MRM

Tab. 40: Toxické prvky - jílovitý vzorek OHS 1 - 02

Zrnitostní frakce: Zbytek - (+ 0,063 mm), Magnetický podíl - (0,025 - 0,063 mm), Jílovina (nemagnetický podíl) - (0 - 0,025 mm). NA - položka neanalyzována, LOD - limit detekce, MRM - mimo rozsah měření.



#### 4.6.2 Vzorek OHS 2 - 02 spodní odkaliště - pláž

V tabulce (tab. 41) jsou uvedeny obsahy hlavních složek v jílovitém vzorku (složky dle silikátové analýzy zjednodušené). V tabulce (tab. 42) jsou uvedeny obsahy rudních složek v jílovitém vzorku.

OHS 2 - 02	Původní vzorek	Zbytek	Magnet. podíl	Jílovina
Složka	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)
SiO <sub>2</sub>	54,57	69,15	44,45	48,52
TiO <sub>2</sub>	0,81	1,79	1,12	0,77
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,12	20,58	19,96	21,65
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,93	14,76	8,27	6,09
MgO	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
MnO	0,22	0,40	0,22	0,20
CaO	2,14	2,34	1,07	1,86
Li <sub>2</sub> O	NA	NA	NA	NA
Na <sub>2</sub> O	MRM	MRM	MRM	MRM
K <sub>2</sub> O	3,48	4,90	4,94	3,25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD

Tab. 41: Hlavní složky - jílovitý vzorek OHS 2 - 02

OHS 2 - 02	Původní vzorek	Zbytek	Magnet. podíl	Jílovina
Složka	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)
SnO <sub>2</sub>	0,10	0,07	0,05	0,10
WO <sub>3</sub>	0,06	< LOD	0,02	0,06
Rb <sub>2</sub> O	0,15	0,36	0,19	0,13

Tab. 42: Rudní složky - jílovitý vzorek OHS 2 - 02

Zrnitostní frakce: Zbytek - (+ 0,063 mm), Magnetický podíl - (0,025 - 0,063 mm), Jílovina (nemagnetický podíl) - (0 - 0,025 mm). NA - položka neanalyzována, LOD - limit detekce, MRM - mimo rozsah měření.

V tabulce (tab. 43) uvedeny obsahy toxických prvků v jílovitém vzorku.

OHS 2 - 02	Původní vzorek	Zbytek	Magnet. podíl	Jílovina
Prvek	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)
F	MRM	MRM	MRM	MRM
As	365	2 005	204	341
Ba	133	131	148	118
Cd	19	182	10	14
Cr	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Cu	929	7 744	614	919
Hg	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Ni	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Pb	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Sb	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Se	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Zn	1 970	16 191	1 798	1 868
Mo	25	288	17	14
B	MRM	MRM	MRM	MRM

Tab. 43: Toxické prvky - jílovitý vzorek OHS 2 - 02

Zrnitostní frakce: Zbytek - (+ 0,063 mm), Magnetický podíl - (0,025 - 0,063 mm), Jílovina (nemagnetický podíl) - (0 - 0,025 mm). NA - položka neanalyzována, LOD - limit detekce, MRM - mimo rozsah měření.

### 4.6.3 Vzorek OHS 9 - 02 spodní odkaliště

V tabulce (tab. 44) jsou uvedeny obsahy hlavních složek v jílovitém vzorku (složky dle silikátové analýzy zjednodušené). V tabulce (tab. 45) jsou uvedeny obsahy rudních složek v jílovitém vzorku.

OHS 9 - 02	Původní vzorek	Zbytek	Magnet. podíl	Jílovina
Složka	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)
SiO <sub>2</sub>	50,74	38,99	46,45	45,46
TiO <sub>2</sub>	1,07	1,22	1,00	0,87
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24,12	20,11	19,34	23,15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,63	9,65	7,43	6,94
MgO	< LOD	< LOD	< LOD	1,69
MnO	0,21	0,30	0,19	0,21
CaO	2,12	1,31	1,58	2,04
Li <sub>2</sub> O	NA	NA	NA	NA
Na <sub>2</sub> O	MRM	MRM	MRM	MRM
K <sub>2</sub> O	3,68	5,12	4,33	3,18
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD

Tab. 44: Hlavní složky - jílovitý vzorek OHS 9 - 02

OHS 9 - 02	Původní vzorek	Zbytek	Magnet. podíl	Jílovina
Složka	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)	obsah (%)
SnO <sub>2</sub>	0,08	0,05	0,05	0,08
WO <sub>3</sub>	0,06	0,02	0,02	0,04
Rb <sub>2</sub> O	0,13	0,16	0,15	0,11

Tab. 45: Rudní složky - jílovitý vzorek OHS 9 - 02

Zrnitostní frakce: Zbytek - (+ 0,063 mm), Magnetický podíl - (0,025 - 0,063 mm), Jílovina (nemagnetický podíl) - (0 - 0,025 mm). NA - položka neanalyzována, LOD - limit detekce, MRM - mimo rozsah měření.

V tabulce (tab. 46) uvedeny obsahy toxických prvků v jílovitém vzorku.

OHS 9 - 02	Původní vzorek	Zbytek	Magnet. podíl	Jílovina
Prvek	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)	obsah (ppm)
F	MRM	MRM	MRM	MRM
As	438	483	267	421
Ba	153	165	184	147
Cd	27	25	22	26
Cr	< LOD	50,52	< LOD	< LOD
Cu	1 319	1 065	1 081	1 386
Hg	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Ni	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Pb	< LOD	23	< LOD	26
Sb	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Se	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Zn	2 675	2 448	2 363	2 672
Mo	26	31	28	24
B	MRM	MRM	MRM	MRM

Tab. 46: Toxické prvky - jílovitý vzorek OHS 9 - 02

Zrnitostní frakce: Zbytek - (+ 0,063 mm), Magnetický podíl - (0,025 - 0,063 mm), Jílovina (nemagnetický podíl) - (0 - 0,025 mm). NA - položka neanalyzována, LOD - limit detekce, MRM - mimo rozsah měření.

## 4.7 Posouzení jemných částic - Zkouška methylenovou modří (2020)

Pro zkoušku methylenovou modří byl vybrán nejjemnější rudě červený jílový vzorek sondy OHS 2 - 02 s obsahem 94 hm. % jíloviny.

Vypočtená hodnota adsorpce methylenové modře je 34,6 mg.g<sup>-1</sup> což odpovídá kaolinitům s vyšší pevností nebo kameninovým jílům.

## 4.8 RTG difrakce (2020)

Výsledky RTG difrakce vybraných rudě červených jílovitých vzorků.

### 4.8.1 Vzorek OHS 2 - 02 spodní odkaliště

V tabulce (tab. 47) uvedeno mineralogické složení původního vzorku sondy OHS 2 - 02, podílu po rozplavení a magnetické separaci.

OHS 2 - 02	Původní vzorek	Zbytek	Magnet. podíl	Jílovina
Minerál	obsah (hm. %)	obsah (hm. %)	obsah (hm. %)	obsah (hm. %)
Plagioklas	9,5	9,5	11	11
Kaolinit	20	12,5	15	22
Muskovit	29	28	37	25,5
Křemen	19	35,5	22,5	17,5
Chlorit	8	7	7	7
Fluorit	1,5	3	1	1
Hematit	1,5	1	1,5	1
Smektit	11,5	2	5	15
Sfalerit		0,5		
Chalkopyrit		1		
Kalcit				

Tab. 47: Mineralogické složení - jílovitý vzorek OHS 2 - 02

Zrnitostní frakce: Zbytek - (+ 0,063 mm), Magnetický podíl - (0,025 - 0,063 mm), Jílovina (nemagnetický podíl) - (0,0 - 0,025 mm).

XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází jsou uvedeny v příloze č. 8, 9, 10, 11 diplomové práce.

#### 4.8.2 Vzorek OHS 9 - 02 spodní odkaliště - pláž

V tabulce (tab. 48) uvedeno mineralogické složení původního vzorku sondy OHS 9 - 02, podílu po rozplavení a magnetické separaci.

OHS 9 - 02	Původní vzorek	Zbytek	Magnet. podíl	Jílovina
Minerál	obsah (hm. %)	obsah (hm. %)	obsah (hm. %)	obsah (hm. %)
Plagioklas	9,5	10	12,5	10,5
Kaolinit	20,5	20	17	22
Muskovit	31,5	29	28	24
Křemen	18	20	22	13
Chlorit	7,5	8,5	8	6,5
Fluorit	1	0,5	0,5	1
Hematit	1	1	1	1,5
Smektit	11	9	8	18,5
Sfalerit				
Chalkopyrit				
Kalcit		2	3	3

Tab. 48: Mineralogické složení - jílovitý vzorek OHS 9 - 02

Zrnitostní frakce: Zbytek - (+ 0,063 mm), Magnetický podíl - (0,025 - 0,063 mm), Jílovina (nemagnetický podíl) - (0,0 - 0,025 mm).

XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází jsou uvedeny v příloze č. 12, 13, 14, 15 diplomové práce.

## 4.9 Analýza vodného výluhu (2020)

V tabulce (tab. 49) jsou uvedeny výsledky vodného výluhu. Výsledky byly pro přehlednost zpracovány do tabulky a porovnány s normativními hodnotami, které jsou uvedeny ve vyhlášce č. 94/2016 Sb. o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů. Tabulka rozšířena o hodnotu měrné vodivosti výluhu.

Ukazatel	Jednotka	Limitní hodnota	Jílovitý		Písčitý
			OHS 2 - 02	OHS 9 - 02	OHS 7 - 02
pH		5,5 - 13	7,7	7,5	7,7
RL	mg.l <sup>-1</sup>	8 000	NA	NA	NA
Fluoridy	mg.l <sup>-1</sup>	30	3,8	2,2	1,5
As	mg.l <sup>-1</sup>	2,5	0,3	0,2	0,04
Ba	mg.l <sup>-1</sup>	30	0,2	0,08	0,7
Cd	mg.l <sup>-1</sup>	0,5	0,004	0,001	0,0003
Cr celkový	mg.l <sup>-1</sup>	7	0,001	0,001	0,001
Cu	mg.l <sup>-1</sup>	10	0,08	0,06	0,04
Hg	mg.l <sup>-1</sup>	0,2	0,00008	0,00008	0,00008
Ni	mg.l <sup>-1</sup>	4	0,004	0,003	0,002
Pb	mg.l <sup>-1</sup>	5	0,002	0,001	0,002
Sb	mg.l <sup>-1</sup>	0,5	0,008	0,005	0,004
Se	mg.l <sup>-1</sup>	0,7	NA	NA	NA
Zn	mg.l <sup>-1</sup>	20	0,1	0,09	0,04
Mo	mg.l <sup>-1</sup>	3	0,1	0,05	0,0006
B	mg.l <sup>-1</sup>	90	NA	NA	NA
Konduktivita (μS.cm <sup>-1</sup> )			243	129	22

Tab. 49: Porovnání analytických hodnot - nehomogenizované vzorky nemagnetického podílu

NA - položka neanalyzována.

## 5 Diskuse

V kapitole budou porovnány výsledky provedených analýz a výsledky uvedené v závěrečných zprávách.

### 5.1 Zrnitostní analýza (2018)

Výsledky zrnitostních analýz prokázaly rozdíly v granulometrickém složení úpravenského odpadu na jednotlivých deponiích.

Zrnitostní frakce dle ČSN EN ISO 14688 - 1:

1. jemnozrné částice:
  - jílovité částice zrna  $\leq 0,002$  mm,
  - prachovité částice zrna  $> 0,002 - \leq 0,063$  mm,
2. písčité částice:
  - jemnozrný písek zrna  $> 0,063 - \leq 0,20$  mm,
  - střednězrný písek zrna  $> 0,20 - \leq 0,63$  mm,
  - hrubozrný písek zrna  $> 0,63 - \leq 2,0$  mm,
3. štěrkovité částice:
  - jemnozrný štěrk zrna  $> 2,0 - \leq 6,3$  mm,
  - střednězrný štěrk zrna  $> 6,3 - \leq 20$  mm
  - hrubozrný štěrk zrna  $> 20 - \leq 63$  mm.

**Staré odkaliště** - vzorky vrtané sondy OK 3 obsahují v místě odběru tyto zrnitostní frakce: **horizont 0,0 - 2,0 m** 5 % jemnozrných částic a 95 % písčitých částic (30 % jemnozrný, 60 % střednězrný a 5 % hrubozrný písek). **Horizont 2,0 - 3,0 m** obsahuje 4 % jemnozrných částic, 76 % písčitých částic (16 % jemnozrný, 35 % střednězrný, 25 % hrubozrný písek) a 20 % štěrkovitých částic (15 % jemnozrný a 5 % střednězrný štěrk). **Horizont 3,0 - 4,0 m** obsahuje 4 % jemnozrných částic, 66 % písčitých částic (10 % jemnozrný, 16 % střednězrný, 40 % hrubozrný písek) a 30 % štěrkovitých částic (20 % jemnozrný a 10 % střednězrný štěrk). Vysoké obsahy štěrkovitých částic v horizontu 2,0 - 4,0 m souvisí s naplavováním hrází, kdy byla používána hrubší frakce.

Obdobné granulometrické složení odpadu uvádí v závěrečné zprávě TAČL ET BLÜML (1959), ZÍTEK (1959), DVOŘÁK (1964), RD PŘÍBRAM (1990), LADEROVÁ ET VESELÝ (1990). Vyšší obsahy jemnozrného písku má původ v technologii zdobňování, kdy byla rudnina domílána v kulových mlýnech před gravitačním rozdužením.

**Střední odkaliště** - vzorky vrtané sondy OK 1 obsahují v místě odběru tyto zrnitostní frakce: **horizont 0,0 - 5,0 m** 60 % jemnozrných částic a 40 % písčitých částic (jemnozrný písek). Vysoký podíl prachových částic v úpravenském odpadu má původ v technologii úpravy rudniny, která byla zdobňována ve třech stupních a mleta v kulových mlýnech. V roce 1960 byla na úpravě Krásno uvedena do provozu nová flotační linka Tisová na zpracování Cu rudniny. Pro flotační rozdužování bylo potřeba zrno dokonale otevřít zrno „umlít na prach“.

Obdobné granulometrické složení odpadu uvádí v závěrečné zprávě POKORNÝ (1965).



**Spodní odkaliště - pláž vodní plochy** - vzorky vrtané sondy OK 2 obsahují v místě odběru tyto zrnitostní frakce: **horizont 0,0 - 5,0 m** 25 % jemnozrnných částic a 75 % písčitých částic (50 % jemnozrnný, 20 % střednězrnný a 5 % hrubozrnný písek). Vysoký podíl jemnozrnných částic a jemnozrnného písku má původ ve způsobu naplavování rmutu na odkaliště, kdy od výtoku rmutu z kalovodu nejdříve sedimentovaly hrubší frakce a jemné frakce (jílové minerály) postupně odtékaly do nejnižšího místa odkalištní pláně.

**Spodní odkaliště** - vzorky vrtané sondy OK 4 obsahují v místě odběru tyto zrnitostní frakce: **horizont 0,0 - 6,0 m** 3 % jemnozrnných částic a 97 % písčitých částic (12 % jemnozrnný, 45 % střednězrnný a 40 % hrubozrnný písek). Nahrazením kulových mlýnů, mlýny tyčovými bylo zabráněno přemílání křehkých rudních komponent a jejich kumulaci v jemných nejhůře upravitelných podílech. Narostl tak podíl střednězrnného a hrubozrnného písku.

Obdobné granulometrické složení odpadu uvádí v závěrečné zprávě RD PŘÍBRAM (1990), LADEROVÁ ET VESELÝ (1990).

Zjištěné granulometrické složení není možné považovat za reprezentativní pro celá odkaliště, ale odpovídá zřejmě pouze místům odběru vzorků.

Granulometrické složení úpravenských odpadů uložených na deponiích dle jednotlivých autorů MAČAS ET AL (1991), KOZUBEK ET KOZUBKOVÁ (1995), LUNDÁKOVÁ ET TOMÁŠEK (1997) tabulka (tab. 50).

Velikost zrna (mm)	Autor		
	Mačas (1991)	Kozubek (1995)	Lundáková (1997)
+ 1,0	5 %	5 %	5 %
0,1 - 1,0	88 %	88 %	83 %
0,05 - 0,1			9 %
- 0,05	3 %	3 %	3 %

Tab. 50: Granulometrické složení úpravenských odpadů dle autorů

## 5.2 RTG difrakce (2018)

Výsledky rentgen difrakční analýzy, prokázaly odlišné mineralogické složení úpravenských odpadů z jednotlivých deponií. Mineralogické složení úzce souvisí typem upravované SnW, Sn, W a Cu rudniny a také místem odběru vzorků.

Petrografické typy SnW rudniny ložiska Krásno:

- alterovaná lithnotopazová žula typu Čistá - Krásno,
- žula - lithnotopazová typu Čistá - Krásno,

- postmagmatickým procesem postižená lithnotopazová žula typu Čistá - Krásno (greisenisovaná žula),
- postmagmatickým procesem přeměněná lithnotopazová žula typu Čistá - Krásno (greisen).

**Staré odkaliště** - reprezentativní vzorek sondy OK 3 - 02:

- majoritní množství (> 10 hm. %): křemen, topaz,
- minoritní množství (≤ 10 hm. %): albit, cinvaldit (5 hm. %)
- podružné množství (≤ 3 hm. %): kaolinit, fluorapatit, chlorit, K-živec.

TACL ET BLÜML (1959) v závěrečné zprávě uvádí k mineralogickému složení odpadu: převážnou část tvoří křemen, muskovit a biotit. Dále se v odpadu vyskytuje topaz, apatit, fluorit, jemnozrné agregáty jílových minerálů, fluorit, chalkopyrit a sekundární minerály Cu (malachit a chryzokol), velmi zřídka se vyskytuje kasiterit a wolframit. Uvádí rovněž zmínku o výskytu lithné slídy cinvalditu.

DVOŘÁK (1964) v závěrečné zprávě uvádí následující mineralogické složení odpadu: převládá křemen, jílový podíl je tvořen rozloženými živci, kaolinitem a slídkami (muskovit, biotit, cinvaldit) a dále výskyt rudních komponent kasiterit, wolframit a chalkopyrit.

**Střední odkaliště** - reprezentativní vzorek sondy OK 1 - 02:

- majoritní množství (> 10 hm. %): muskovit, křemen, chlorit,
- minoritní množství (≤ 10 hm. %): kaolinit, albit.

Podobně vysoké obsahy muskovitu ve flotačním odpadu uvádí v závěrečné zprávě ZÍTEK (1959) dále je ve zprávě uvedeno následující složení: křemen, biotit, fluorit a rudní komponenty kasiterit a wolframit.

**Spodní odkaliště - pláž vodní plochy** reprezentativní vzorek sondy OK 2 - 02:

- majoritní množství (> 10 hm. %): křemen, kaolinit, albit, muskovit,
- minoritní množství (≤ 10 hm. %): cinvaldit (6 hm. %),
- podružné množství (≤ 3 hm. %): chlorit, K-živec, topaz.

**Spodní odkaliště** - reprezentativní vzorek sondy OK 4 - 02:

- majoritní množství (> 10 hm. %): křemen, topaz,
- minoritní množství (≤ 10 hm. %): albit, cinvaldit (4,5 hm. %),
- podružné množství (≤ 3 hm. %): kaolinit, K-živec, fluorapatit.

Obsahy minerálů ve vzorcích jsou řazeny sestupně. Jílové minerály jsou zastoupeny: kaolinitem, minerály skupiny chloritů a minerály skupiny slídk: muskovitem, cinvalditem.

Zjištěné mineralogické složení není možné považovat za reprezentativní pro celá odkaliště, ale odpovídá zřejmě pouze místům odběru vzorků.

### 5.3 Suchá magnetická separace, rentgen fluorescenční analýza PXRF (2019)

Sloučené vzorky OK 1, OK 2 jsou velmi jemnozrnné s vysokým podílem prachovitých částic a jsou proto suchou cestou magneticky nezpracovatelné, neboť se jemné částice lepí na separační pás. Dále tedy bude diskutováno chemické složení - toxické prvky v nemagnetických podílech sloučených vzorků sond OK 3, OK 4, které jsou písčité a jsou tedy vhodné pro zpracování suchou cestou.

**Staré odkaliště** - sloučený vzorek sondy OK 3. Nemagnetický podíl po první magnetické separaci činil 54,8 hm. %. Po druhé magnetické separaci, magnetického podílu z první separace činil nemagnetický podíl dokonce 63,2 hm. %. Detekované toxické prvky v původním vzorku a nemagnetickém podílu:

- původní vzorek: As, Ba, Cd, Cu, Zn,
- nemagnetický podíl I.: As, Ba, Cu, Zn, Mo,
- nemagnetický podíl II.: As, Ba, Cd, Cu, Pb, Zn, Mo.

Závěrem lze konstatovat, že významné podíly toxických prvků se kumulují v nemagnetickém podílu. Opětovným magnetováním přibýly v nemagnetickém podílu, další podíly toxických prvků. Vysoké obsahy Cu a Zn v původním vzorku a poté v nemagnetických podílech mají původ v technologii úpravy rudniny, kdy byla rudnina po zdrobnění a třídění pouze gravitačně rozdělena.

**Spodní odkaliště** - sloučený vzorek sondy OK 4. Nemagnetický podíl po první magnetické separaci činil 54,8 hm. %. Po druhé magnetické separaci magnetického podílu z první separace činil nemagnetický podíl dokonce 69,1 hm. %. Detekované toxické prvky v původním vzorku a nemagnetickém podílu:

- původní vzorek: As, Ba, Cu, Zn,
- nemagnetický podíl I.: As, Ba, Cu, Zn,
- nemagnetický podíl II.: As, Ba, Cu, Zn, Mo.

Závěrem lze opět konstatovat, že významné podíly toxických prvků se kumulují v nemagnetickém podílu. Opětovným magnetováním přibýly v nemagnetickém podílu, další podíly toxických prvků. Obsahy Cu a Zn v původním vzorku a poté v nemagnetických podílech jsou podstatně nižší než v původním vzorku a nemagnetických podílech sondy OK 3.

Od roku 1957 byla technologie rozdělování rozšířena o uzel flotačního přečištění gravitačního předkoncentrátu. Odpad mineralizovaná pěna obsahující sulfidy Cu a Zn byla dále zpracována na Cu a Zn koncentráty a obsah Cu a Zn v úpravenských odpadech tak podstatně klesl.

Je tedy vysoce pravděpodobné, že se uvedené toxické prvky můžou, v případě použití nemagnetického podílu k modelaci terénu, případně při tvorbě písčin a ostrůvků, uvolňovat do životního prostředí.

Zjištěné chemické složení není možné považovat za reprezentativní pro celá odkaliště, ale odpovídá zřejmě pouze místům odběru vzorků.

## 5.4 Mokr magnetick separace, rentgen fluorescenční analýza PXRF (2020)

Vybran rud erven jlovit vzorky oznaen OHS 1 - 02, OHS 2 - 02, OHS 9 - 02, byly nejprve rozplaveny, byl stanoven zbytek na st a poté provedena magnetick separace v suspenzi (frakce 0,025 - 0,063 mm) s oddlenm jíloviny (frakce 0 - 0,025 mm) jako nemagnetického podílu.

Dále bude diskutováno pouze chemick složení - obsahy toxických prvků v jílovině jako nemagnetickém podílu. Sondy OHS 1, OHS 2, OHS 9 byly odvrtny na spodním odkaliště na plzch vodní plochy.

Vzorek oznaen **OHS 1 - 02** obsahuje 85 hm. % jíloviny (nemagnetického podílu), 12,2 hm. % tvor magnetick podíl a zbytek na st 2,8 hm. %. Detekovan toxické prvky v původní vzorku a jílovině:

- původní vzorek: As, Ba, Cd, Cu, Zn, Mo
- jílovina: As, Ba, Cd, Cu, Zn, Mo.

Vzorek oznaen **OHS 2 - 02** obsahuje 93,7 hm. % jíloviny (nemagnetického podílu), 5,9 hm. % tvor magnetick podíl a zbytek na st 0,4 hm. %. Detekovan toxické prvky:

- původní vzorek: As, Ba, Cd, Cu, Zn, Mo
- jílovina: As, Ba, Cd, Cu, Zn, Mo.

Vzorek oznaen **OHS 2 - 02** obsahuje 85,4 hm. % jíloviny (nemagnetického podílu), 9,7 hm. % tvor magnetick podíl a zbytek na st 4,9 hm. %. Detekovan toxické prvky v původní vzorku a jílovině:

- původní vzorek: As, Ba, Cd, Cu, Zn, Mo
- jílovina: As, Ba, Cd, Cu, Pb, Zn, Mo.

Z výsledků proveden analýzy vyplývá, že toxické prvky se kumulují hlavn v jemnozrnných prachovitých asticch. Všechny vzorky vykazují vysok obsahy Cu, Zn, As. Je tedy pravdpodobn, že se v prpad pouit jíloviny jako podkladní vrstvy pod vodní plochy můžou uveden toxické prvky uvolňovat do životního prostředí.

Zjiten chemick složení není možné považovat za reprezentativní pro spodní odkaliště, ale odpovídá zejm pouze místům odběru vzorků.

## 5.5 Posouzení jemných častic - Zkouška methylenovou modr (2020)

Závěrem lze konstatovat, že tyto jíly jsou málo vazn, plastick s vrazn nimi sorpčními vlastnostmi ve srovnání s bentonitickmi jíly s AMM cca 250 - 350 mg.g<sup>-1</sup>, jejich pouit jako podkladní vrstva pod vodní plochy není vhodn.

## 5.6 RTG difrakce (2020)

Výsledky rentgen difrakční analýzy prokázaly odlišné mineralogické složení vzorků OHS 2 - 02 a OHS 9 - 02. Mineralogické složení úzce souvisí s typem upravené SnW, Sn, W a Cu rudniny a také místem odběru vzorků. Dále bude diskutováno mineralogické složení magnetického podílu (frakce 0,025 - 0,063 mm) a jíloviny jako nemagnetického podílu (frakce 0 - 0,025 mm).

Vzorek označený **OHS 2 - 02** magnetický podíl obsahuje:

- majoritní množství (> 10 hm. %): muskovit, křemen, kaolinit, plagioklas,
- minoritní množství ( $\leq$  10 hm. %): chlorit, smektit,
- podružné množství ( $\leq$  3 hm. %): hematit, fluorit.

Vzorek označený **OHS 2 - 02** jílovina (nemagnetický podíl) obsahuje:

- majoritní množství (> 10 hm. %): muskovit, kaolinit, křemen, smektit, plagioklas,
- minoritní množství ( $\leq$  10 hm. %): chlorit,
- podružné množství ( $\leq$  3 hm. %): hematit, fluorit.

Vzorek označený **OHS 9 - 02** magnetický podíl obsahuje:

- majoritní množství (> 10 hm. %): muskovit, křemen, kaolinit, plagioklas,
- minoritní množství ( $\leq$  10 hm. %): chlorit, smektit,
- podružné množství ( $\leq$  3 hm. %): kalcit, hematit, fluorit.

Vzorek označený **OHS 9 - 02** jílovina (nemagnetický podíl) obsahuje:

- majoritní množství (> 10 hm. %): muskovit, kaolinit, smektit, křemen, plagioklas,
- minoritní množství ( $\leq$  10 hm. %): chlorit,
- podružné množství ( $\leq$  3 hm. %): kalcit, hematit, fluorit.

Obsahy minerálů ve vzorcích jsou řazeny sestupně. Jílové minerály tvoří cca 70 hm. % jíloviny jako nemagnetického podílu a jsou zastoupeny: kaolinitem, minerály skupiny chloritů, minerály skupiny smektitů a minerálem skupiny slíd: muskovitem.

Zjištěné mineralogické složení není možné považovat za reprezentativní pro spodní odkaliště, ale odpovídá zřejmě pouze místům odběru vzorků.

## 5.7 Analýza vodného výluhu (2020)

Analýza prokázala přítomnost toxických prvků ve výluhu. Změřené hmotnostní koncentrace nedosahují limitních hodnot, které jsou uvedeny ve vyhlášce č. 94/2016 Sb. o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů. Změřené hmotnostní koncentrace toxických prvků ve výluhu z nemagnetických podílu nelze považovat za reprezentativní, ale odpovídají zřejmě pouze místům odběru vzorků v jílovině jako nemagnetickém podílu z jílovitých vzorků a nemagnetickém podílu z písčitých vzorků.

Rozdílné hodnoty celkové směsi minerálů a nemagnetického podílu dávají předpoklad o vazbě minerálů navyšující toxicitu na magnetický podíl, tj. hlavní produkt úpravy, který je pak dále hutnicky zpracován.

## 6 Závěr a přínos práce

Předkládaná práce navazuje na bakalářskou práci: Vliv dobývání a úpravy lithiové rudy na krajinu v oblasti Horního Slavkova. V rešeršní části je podrobně popsána historie jednotlivých odkališť a jsou zde uvedeny možnosti využití úpravenských odpadů uložených na jednotlivých deponiích, se zřetelem na strategické komodity. V analytické části jsou popsány provedené analýzy na odebraných vzorcích sond označených OK, OHS v laboratořích ČGS Praha - Barrandov. Studie v tomto rozsahu sledovaných jevů na sekundárním ložisku lithiové rudy nebyla doposud v ČR provedena. Rovněž analýzy na obsahy flotačních činidel v deponovaném úpravenském odpadu nebyly zatím provedeny.

Analýzy prokázaly rozdíly v chemickém, mineralogickém a granulometrickém složení úpravenského odpadu deponovaném na starém (horním), středním a spodním odkališti. Můžeme tedy konstatovat, že rozdíly souvisí s typem upravované rudniny, technologií zdobňování - mletí (kulové, tyčové mlýny) a způsobem rozdrůžování (gravitační, flotační).

Na staré (horní) odkaliště byl odkalován odpad po gravitačním rozdrůžení SnW rudniny z důlního pole Schnödova pně. V roce 1957 byla zahájena flotační přečistka SnW předkoncentrátu z důvodu odstranění sulfidických minerálů (Cu, Zn, As) v konečných Sn a W koncentrátech. Vzorky sondy OK 3 obsahují jemnozrný, střednězrný a hrubozrný písek. V reprezentativním vzorku převažuje křemen (72,5 hm. %), který je doplněn topazem (12 hm. %) ve vzorku byl potvrzen výskyt lithné slídy cinvalditu (5 hm. %). Materiál je vhodný pro suchou magnetickou separaci.

Na střední odkaliště byl odkalován odpad po gravitačním rozdrůžení SnW rudniny z důlního pole Schnödova pně a odpad po flotačním přečištění SnW předkoncentrátu. Od roku 1960 byl na střední odkaliště odkalován odpad po flotačním rozdrůžení Cu rudniny. Vzorky sondy OK 1 obsahují prachovité částice a jemnozrný písek. V reprezentativním vzorku převažují jílové minerály (62 hm. %) a křemen (34 hm. %). Materiál není vhodný pro suchou magnetickou separaci.

Na spodní odkaliště byl odkalován odpad po gravitačním rozdrůžení SnW rudniny z důlního pole Huberova pně (hlubina, lom) a Vysokého kamene, Sn rudnina z Přebuzi, W rudnina z Vrbíku, náplavy potoka Stoka a odkalištní písky ze starého odkaliště. Dále byly na odkaliště odkalovány odpady po flotačním přečištění SnW předkoncentrátu.

Vzorky sondy OK 2 obsahují jemnozrný a střednězrný písek a také prachovité částice. V reprezentativním vzorku převažuje křemen (45 hm. %) a jílové minerály (31 hm. %) ve vzorku byl potvrzen výskyt lithné slídy cinvalditu (6 hm. %). Materiál není vhodný pro suchou magnetickou separaci. Vzorky sondy OK 2 byly odvrtny na pláži vodní plochy.

Vzorky sondy OK 4 obsahují jemnozrnný, střednězrnný a hrubozrnný písek. V reprezentativním vzorku převažuje křemen (75 hm. %) a topaz (11 hm. %) ve vzorku byl potvrzen výskyt lithné slídy cinvalditu (4,5 hm. %). Materiál je vhodný pro suchou magnetickou separaci. Vzorky sondy OK 2 byly odvrtny u naplavené hráze.

Vybrané písčité vzorky sond označených OK 3, OK 4 a OHS 7 - 02, OHS 8 - 02 byly separovány suchou magnetickou separací a jílovité vzorky sond označených OHS 1 - 02, OHS 2 - 02, OHS 9 - 02 byly separovány mokrou magnetickou separací. Vzniklý magnetický podíl, nemagnetický podíl z písčitých vzorků a nemagnetický podíl (jílovina) jílovitých vzorků byl dále analyzován.

Rentgen fluorescenční analýzy prokázaly kumulaci toxických prvků v nemagnetickém podílu z písčitých vzorků a nemagnetickém podílu - jílovině z jílovitých vzorků. Z analýzy vyplývá, že obsahy toxických prvků v jílovině jsou několika násobně vyšší než v nemagnetickém podílu z písčitých vzorků. Rovněž analýza vodného výluhu prokázala přítomnost toxických prvků v nemagnetických podílech.

Pro zhodnocení, zda nemagnetický podíl je nebo není rizikový pro životní prostředí a zda je možné vzniklý nemagnetický podíl využít k modelaci terénu, ke tvorbě písčin nebo ostrůvků by bylo zapotřebí provést podrobnější vzorkovací síť různé hustoty pro odběr vzorků na jednotlivých tělesech odkališť.

Rovněž při použití jíloviny (frakce 0 - 0,063 mm) jako podkladu pod budoucí vodní plochy by bylo za potřebí provést podrobnější analýzy, aby bylo možné konstatovat, zda při použití jíloviny jako podkladní vrstvy bude nebo nebude docházet k mobilitě toxických prvků do vodního prostředí. Navíc zkouška adsorpce methylenové modře prokázala, že se jedná o jíly málo vazné, plastické, s výrazně nižšími sorpčními vlastnostmi ve srovnání s bentonickými jíly.

TACL (1974) ve zprávě Možnosti získávání stopových a vzácných prvků ze SnWLi rudnin a SnW koncentrátů uvádí: těžené SnW rudniny obsahují kromě hlavních užitkových minerálů Sn a W ještě řadu vedlejších kovů v podřadných koncentracích jako Cu, Zn, Pb, Mo, Bi a kromě toho i určitá množství stopových a vzácných prvků. Jedná se o Ta, Nb, Sc. Zvláštní postavení pak mají prvky alkalických kovů Li, Rb, Cs zpravidla úzce parageneticky vázaných. Tyto prvky jsou vázány v lithné slídě cinvalditu a jde o disperzní prvky v živcích.

STOČES (1947) v monografii Nerostné suroviny uvádí: alkálie jsou prvky litofilní vyskytující se v kyselých horninách, tvoří především hlinité křemičitany, živce a jim odpovídající vodnaté sloučeniny slídy. Do draselných a sodných hlinitých křemičitanů přechází Rb a Cs. Iont Li je příliš malý proto se neváže na živce, ale vstupuje do složení draselných slíd, které se tvoří ze zbytkových magmat.

Chemické a mineralogické analýzy prokázaly závislost obsahu Rb na obsahu draselného živce v úpravenském odpadu. Lze tedy konstatovat, že s rostoucím podílem draselného živce v úpravenském odpadu, narůstá podíl Rb v úpravenském odpadu. KOŠATKA (1992) k Rb uvádí: Rb je vázáno na lithnou slídu cinvalditu a draselný živec. Cs zastupuje K v lithné slídě cinvalditu.



V reprezentativních vzorcích sond OK 2, OK 3, OK 4 byl potvrzen výskyt lithné slídy - cinvalditu. Autoři závěrečných zpráv se rovněž zmiňují o výskytu lithné slídy - cinvalditu ve flotační a úpravenském odpadu:

- v nepodstatném množství (TACL ET BLÜML 1959),
- obsah 0,03 %  $\text{Li}_2\text{O}$  (ZÍTEK 1959),
- obsah 0,03 %  $\text{Li}_2\text{O}$  (MAČAS ET AL 1991).

Závěrem lze konstatovat, že obsahy Li v deponovaném úpravenském odpadu budou pravděpodobně pod mezí bilančnosti. Lithná slída jako (lehký) jílový minerál sedimentovala od výtoku rmutu z kalovodu nejdále (byla unášena vodou) a proto budou na odkalištích pouze lokální místa s vyšším obsahem naakumulované lithné slídy. Lze tedy konstatovat, že distribuce lithné slídy v úpravenském odpadu na jednotlivých deponiích bude značně nepravidelná. Z hlediska kovnatosti se bude jednat o velice chudé sekundární ložisko lithiové rudy.

Za možný potenciální perspektivní zdroj lithiové rudy za podmínek komplexního využití všech užitkových složek, lze považovat ložisko Krásno - Horní Slavkov. FUKSA ET AL (1990) k ložisku uvádějí: jedná se o tři ložisková tělesa, která nikdy nebyla masivně těžena. Rudninu tvoří greisen a greisenisovaná lithnotopazová žula s nepravidelně vtroušeným makroskopickým SnW zrudněním. Provedené analýzy prokázaly zvýšené obsahy Li, Rb, Nb a Ta. Lithium je vázáno na cinvaldit obsah  $\text{Li}_2\text{O}$  se v rudě pohybuje od 0,162 do 0,674 %. Rubidium je vázáno především na draselné živce s průměrným obsahem 0,107 %. Niob a tantal tvoří mikroskopické inkluze v kasiteritu a wolframitu.

Podrobnější znalost úpravenského odpadu a zejména obsahy doprovodných složek, které nejsou v současné době předmětem dalšího zpracování, by mohla v budoucnu vést k druhotnému využití tohoto materiálu. K objektivnímu zhodnocení perspektivy získávání doprovodných složek, včetně strategických nerostných komodit, by bylo vhodné provést komplexnější ložiskový výzkum, a to i s ohledem na vývoj moderních technologií zpracování šetrných k životnímu prostředí a směřujících k bezodpadové technologii zpracování těchto komodit, což by mohlo být tématem například dizertační práce.

## 7 Mineralogický slovníček

**Albit**  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  člen skupiny trojklonných živců (plagioklasů), tvoří tabulkovité krystalky nebo zrnité, celistvé agregáty, bývá bezbarvý, častěji šedobílý, červenavý i nazelenalý, mívá skelný lesk a krystaly průsvitné, průhledné. Albit tvoří jednu z hlavních složek albitických žul (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Apatit**  $\text{Ca}_5[\text{F}(\text{PO}_4)_3]$  menší množství **Ca** může být zastoupeno **Mn<sup>2+</sup>** nebo **Fe<sup>2+</sup>** dále **Sr, Mg, Na, K, Th**. Apatit bývá různě zbarven od bezbarvého přes žlutozelený, olejově zelený až do fialova a modrozelená. Tvoří nejčastěji krystaly sloupcovité, vzácněji i tabulkovité, narostlé i zarostlé, s bělavým vrypem, někdy i značně velké (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Arsenopyrit** **FeAsS** obsahující až 46 % **As**, někdy i menší obsahy **Co, Ni, Au, Ag**. Jeho cínově bílé, kovově žlutobílé nebo světle šedé, často naběhlé krystaly bývají tmavší nežli löllingit **FeAs<sub>2</sub>**. Obsahy arsenopyritu v povrchovém lomu na Huberově pni se pohybovaly až kolem 10 % kovového **As**, průměrné obsahy se pohybovaly okolo 1 % kovového **As** (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Biotit**  $\text{K}(\text{MgFe}^{2+}\text{AlFe}^{3+})_3\text{Si}_3(\text{AlFe}^{3+})\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_2$  tvoří tmavohnědé, tmavozelelé až černé tabulkovité, vzácné i sloupcovité krystaly, narostlé i zarostlé. Bývá perleťově až kovově lesklý, průsvitný nebo neprůhledný. V oblasti lomu na živcovou surovinu na Vysokém kameni se vyskytují polohy tmavých slíd o metrových rozměrech, v nichž se vyskytují jednotlivé tabulky o maximální velikosti okolo 15 cm. Místy byl prokázán i zvýšený obsah lithia, ale dle provedených chemických analýz se jedná o jednoznačný biotit. Některé vzorky by se daly dle svého složení nazvat, **Li** - biotit nebo cinvaldizovaný biotit (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Cinvaldit (zinnwaldit)**  $\text{K}(\text{LiFe}^{2+}\text{Al})_3(\text{SiAl})_4\text{O}_{10}(\text{F},\text{OH})_2$  obsahuje až 2 - 8 % **F**, jeho tabulkovité krystaly mají šestiúhelníkový obrys, bývají narostlé i zarostlé. Má charakteristickou stříbrnošedou nebo fialovou barvu, perleťový lesk a je dokonale štěpný. Cinvaldit na ložisku krásno je tmavší než na ložisku cínovec a tvoří žilné výplně. Za nejčistší cinvaldit je možno považovat slídy v greisenovém lomu na Vysokém kameni, tyto jsou zajímavé i z pohledu obsahů **Rb, Cs** (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Dickit**  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$  jílový minerál ze skupiny kaolinitu se stejným chemickým složením jako kaolinit, krystalky vykazují vyšší souměrnost, převládající jílový minerál spjatý s SnW zrudněním (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Fluorapatit**  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  odrůda apatitu s podílem **F**, často zčásti nahrazeného **Cl** (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Fluorit**  $\text{CaF}_2$  obyčejně čirý, bezbarvý a rozmanitě zbarvený, hlavně fialový, modrý, zelený, vzácně také růžový. Vyskytuje se často v dokonalých krystalech, hlavně v krychlích a oktaedrech. Je nejhojnější sloučeninou **F**, často užívanou v průmyslu (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Hematit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$**  obsahuje až 70 % Fe, někdy s příměsí  $\text{TiO}_2$  až do 9 %, bývá modravě ocelově šedý až černý, jeho agregáty jsou červené nebo tmavé červenohnědé (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Chalkopyrit  $\text{CuFeS}_2$**  obsahuje 34,5 % Cu, 30,5 % Fe a někdy příměsí Au, Ag. Hlavní rudní minerál Cu je mosazně žlutý, zlatožlutý s odstínem do zelena. Jeho krystaly mají sfenoidický habitus. Při rozkladu poskytuje, malachyt  $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ , azurit  $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$  a limonit. Chalkopyrit na zdejší ložisku je běžnou součástí sulfidického zrudnění. V určitém období byl z rudniny získáván Cu koncentrát (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Chlorit  $(\text{MgAlFe})_4 - 6(\text{SiAl})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$**  tvoří velkou skupinu vrstevních vodnatých křemičitanů, řazených k jílovým minerálům, které mají schopnost izomorfního nahrazování iontů, jako kationty se nejčastěji uplatňují Mg, Al,  $\text{Fe}^{2+}$  méně obsahující Cr, Ni, Mn, Li (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Chryzokol  $(\text{CuAl})_2\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$**  sekundárním minerál, vodnatý křemičitan měďnatý s obsahem asi 30 - 40 % CuO. Cu bývá nahrazena Al nebo Fe. Tvoří světle modrozelené, zelené nebo modré, mastně až skelně lesklé, poloprůhledné i neprůhledné kůry, hroznovité agregáty i celistvé povlaky (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Ilmenit  $\text{FeTiO}_3$**  někdy s příměsí sloučenin  $\text{Fe}^{3+}$ , Mg, Mn, je kovově až polokovově lesklý, černý s odstínem do fialova nebo hněda. Krystaly mají různý habitus, často jsou klencové nebo tabulkovité (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Kasiterit (cínovec)  $\text{SnO}_2$**  obsahuje 78,6 % Sn, až 13 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , MnO,  $\text{SiO}_2$  a oxidy Ta, Nb. Má barvu černohnědou, tmavošedou až šedou, výjimečně je i bezbarvý a vyniká silným kovovým až diamantovým leskem, jeho krystalky jsou zarostlé i narostlé, krátce sloupcovité i dlouze jehlicovité (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Kaolinit  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$**  hojný a velmi rozšířený trojklonný jílový minerál ze skupiny kaolinitu, tvoří jemně šupinkaté agregáty zemitého vzhledu, nejčastěji bílé nebo nažloutlé barvy, má perleťový lesk (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Křemen  $\text{SiO}_2$**  nejrozšířenější nerost ložiska, který tvoří hlavní díl hlušínového podílu. Bývá nejčastěji bezbarvý nebo šedobílý a ovlivněný radioaktivním ozářením kdy vznikají jeho bezbarvé odrůdy - záhněda, ametyst (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Lepidolit  $\text{K}(\text{Li,Al})_3(\text{Al,Si})_4\text{O}_{10}(\text{F,OH})_2$**  slída bohatá na Li, až do 3,3 %  $\text{Li}_2\text{O}$  může vstoupit do struktury muskovitu  $\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH,F})_2$  většinou je v šupinkovitých až jemnozrných agregátů, vzácně tvoří velké tabulovité krystaly, má různé barevné odstíny zelené, růžové, purpurové, perleťově lesklý (BERNARD ET AL. 1992).

**Löllingit  $\text{FeAs}_2$**  nerost příměsí arsenidů Ni, Co, Bi, Sb, Au, makroskopicky velmi podobný arsenopyritu  $\text{FeAsS}$ , avšak poněkud světlejší. Má barvu stříbrnošedou, šedě nabíhá a mívá za čerstva kovový lesk. tvoří drobné, rýhované sloupce nebo jehlice. Od arsenopyritu jej lze odlišit prakticky pouze RTG analýzou (BERAN ET BERANOVÁ 1995). Zastupuje arsenopyrit i na žilách Sn - W s greiseny, u nás zejména jako paprscité agregáty s kasiteritem  $\text{SnO}_2$  na ložisku Přebuz (BERNARD ET AL. 1992).

**Malachit**  $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$  obsahuje až 57,4 % **Cu** a někdy příměs **Pb** a **Zn**. Je charakteristicky zelený až tmavozelený, skelně nebo hedvábně lesklý průsvitný i neprůhledný a má světle zelený vryp. Jen vzácně tvoří dobře omezené krystaly, zpravidla jemně nebo dlouze sloupcovité, často jehličkovité nebo vláskovité (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Muskovit**  $\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{F})_2$  označovaný také jako draselná slída, bez hořčíku, s celou řadou celistvých, jemně šupinkatých a chemických odrůd. Někdy mívá přebytek **SiO<sub>2</sub>**, K je nahrazen **Si**, **Mg**, **Mn**. Je s perleťovým leskem, obvykle barvy šedé, žlutavé, zelené nebo je bezbarvý. Tvoří krystaly narostlé i zarostlé (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Petalit**  $\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$  tvoří drobné krystaly, obvykle štěpné masivní agregáty, je bezbarvý, bílý a žlutý. Tento ekonomicky významný rudní nerost lithia je vázán hlavně na pegmatity Na - Li (BERNARD ET AL. 1992).

**Sfalerit** **ZnS** obsahující někdy až 25 % **FeS**, 67 % **Zn**, někdy až 0,5 % **Cd**, 2 % **MnS** a v malých podílech také **Hg**, **Tl**, **Ge**, **In**, **Ga**, **Sn**, **Pb** a jiné prvky. Vyniká polokovovým až diamantovým leskem, bývá černý, černohnědý, žlutozelený, vzácně i bezbarvý nebo čirý, s hnědým nebo žlutým vrypem. Často tvoří dobře omezené nebo různě deformované krystaly, v určitém období byl průmyslově využíván (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Scheelit**  $\text{CaWO}_4$  obsahuje 80,6 % **WO<sub>3</sub>**, kde **Ca** bývá zastoupen často **Cu** (až 19 % **CuO**), někdy obsahuje až 8 % **MoO<sub>3</sub>**. Bývá zpravidla šedobílý, žlutavý až medově žlutý, často různě zbarvený, mastně až diamantově lesklý. Tvoří obvykle jednotlivé krystaly narostlé i zarostlé. Po wolframitu (**Fe,Mn**)**WO<sub>4</sub>** je nejdůležitější wolframovou rudou (BERAN ET BERANOVÁ 1995). Tvoří malá bohatá ložiska na Horažďovicku - ložisko Vrbík (BERNARD ET AL. 1992).

**Spodumen**  $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$  často sloupcovité velké krystaly, zrna a zřídka agregáty, je zelený, šedý, bílý, bezbarvý, růžový, průhledný a průsvitný, skelně lesklý. Nejvíce vyhledávaná surovina lithia je téměř vždy vázána na žulové Na - Li pegmatity (BERNARD ET AL. 1992).

**Stannin**  $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$  může obsahovat příměs **ZnS** někdy až 2 % **In** a menší množství **Ag**, **Sb**. Jeho vzácné drobné tetraedrické krystaly jsou olivově až ocelově šedé, naběhlé hnědavě i modravě, kovově lesklé, s černým vrypem (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Topaz**  $\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F},\text{OH})_2$  obsahuje až 20 % **F**, tvoří často hojnoploché, obvykle krátce sloupcovité rýhované krystaly. Bývá čirý i bezbarvý, častěji však zbarvený vínově žlutě, modře, zeleně, růžově i fialově vždy skelně lesklý, průhledný nebo průsvitný s bezbarvým vrypem (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

**Wolframit** (**Fe,Mn**)**WO<sub>4</sub>** obsahuje až 74,8 % **WO<sub>3</sub>** a malé množství **CaO**, **Nb**, **Ta** a prvků vzácných zemin. Často tvoří velké, tlustě tabulkovité krystaly, krátce sloupcovité nebo jemně paprscité jehlice. Barvu má tmavohnědou až černou, mastný nebo kovový lesk a žlutohnědý až černý vryp. Wolframit byl druhou hlavní užitkovou složkou ložiska a jeho obsahy byly řádově 10 x nižší než obsahy kasiteritu (BERAN ET BERANOVÁ 1995).

## 8 Přehled literatury a použitých zdrojů

V kapitole je uveden seznam použitých zdrojů k vypracování diplomové práce.

### 8.1 Odborné publikace

- Akbulut H., Güner C., 2007: Use of aggregates produced from marble quarry waste in asphalt pavements. *Building and Environment* 42: 1921 - 1930.
- Armad S. T., Tarascon J. M., 2008: Building better batteries. *Nature* 451: 652 - 657.
- Bernard J. H., Rost R., Bernardová E., Breiter K., Kašpar P., Lang M., Melka K., Novák F., Rost J., Řídkošil T., Slivka D., Ulrych J., Vrána S., 1992: Encyklopedický přehled minerál., Academia nakladatelství Československé akademie věd Praha, Praha 704 s.
- Brouwer P., 2003: Theory of XRF: Getting acquainted with the principles. PANalytical B. V., Almelo, 71 s.
- Castro - Gomes J. P., Almeida M. D., Pereira - Oliveira L. A., 2006: Valorization of Mining Waste on Asphalt Pavements of Low Cost. *Valorization of Residues Magazine* 3: 9 - 11.
- Castro - Gomes J. P., Silva A. P., Cano R. P., Suarez J. D., Albuquerque A., 2012: Potential for reuse of tungsten mining waste - rock in technical - artistic value added product. *Journal of Cleaner Production* 25: 34 - 41.
- Culek M., Grulich V., Laštůvka Z., Divíšek J., 2013: Biogeografické regiony České republiky. 1. vydání. Masarykova univerzita Brno, Brno. 448 s.
- Čep H., Špírková R., 1997: Technologie úpravy kameniva. Těžební unie Brno, Praha. 143 s.
- Demek J., Mackovčín P., Balatka B., Buček A, Cibulková P., Culek M., Čermák P., Dobiáš D., Havlíček M., Hrádek M., Kirchner K., Lacina J., Pánek T., Slavík P., Vašátko J., 2006: Hory a nížiny. Zeměpisný lexikon ČR. 2. upravené vydání. MŽP ČR., Brno, 582 s.
- Dinter O., 1966: Základy úpravy uhlí a rud, Státní nakladatelství technické literatury, n. p., Praha, 373 s.
- Dwight B., Jaskula B., 2014: Lithium - For harnessing renewable energy. U. S. Geological Survey fact Sheet 3035, p 2.
- Fečko P., 2004: Environmentální biotechnologie. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 180 s.
- Heboun H., Aoun H., Belachia M., Ghorbel E., 2011: Use of marble aggregates in concrete. *Construction and Building Materials* 25: 1167 - 1171.
- Jirásek J., Sivek M., Láznička P., 2010: Ložiska nerostů. Ostrava, Anagram.
- Chen L., Liu W., Zeng J., Ren P., 2017: Quantitative investigation on magnetic capture of single wires in pulsating HGMS. *Powder Technology* 313: 54 - 59.
- Kamiensky C. W., McDonald D. P., Stark M. W., Papcun J. R., 2004: Lithium and Lithium Compounds, Kirk - Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. John Wiley&Sonc, Inc: 120 - 153.
- Kesler S. E., Gruber P. W, Medina P. A., Keoleian G. A., Everson M. P., Wallington T. J., 2012: Global lithium resources: Relative importance of pegmatite, brine and other deposit. *Ore Geology Reviews* 48: 55 - 69.

- Krafcik A., Babinec P., Babincova M, Frollo I., 2019: High gradient magnetic separation with involved Basset history force: Configuration with single axial wire. Powder Technology 347: 50 - 58.
- Krebs R. E., 2006: The History and Use of Our Earths Chemical Elements: A Reference Guide, Second Edition. Green Publish Group, London, 422 s.
- Kreníková V., 2014: Odpady a druhotné suroviny II, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí n. Labem. Fakulta životního prostředí, Ústí n. Labem, 209 s.
- Mohr S. H., Mudd G. M., Giurco D., 2012: Lithium Resources and Production: Critical Assessment and Global Projections. Minerals 2 (1): 65 - 84.
- MŽP, 2015: Závěr zjišťovacího řízení, Č.j., 65788/ENV/15, Stanovení dobývacího prostoru Horní Slavkov a následná hornická činnost na ložisku Horní Slavkov - odkaliště. Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha, 13 s.
- Klouda L., 2016: Příloha č. 4 - doplněk dokumentace, Posouzení vlivu na krajinný ráz (aktualizace) - Stanovení dobývacího prostoru Horní Slavkov a následná hornická činnost na ložisku Horní Slavkov - odkaliště. Praha, 41 s.
- Madal B. K., Suzuki K. T., 2002: Arsenic round the world: a review. Talanta 58: 201 - 235.
- Mathiram A., Yu X., Wang S., 2017: Lithium battery chemistries enabled by solid - state electrolytes. Nature Reviews Materials 2: 16103.
- News A., Pascoe R. D., 2002: Influence of path length and slurry velocity on the removal of iron from kaolin using a high gradient magnetic separator. Minerals Engineering. 15 (6), 465 - 467.
- MŽP, 2017: Závazné stanovisko k posouzení vlivů provedení záměru na životní prostředí, Č.j., MZP/2017/710/360, Stanovení dobývacího prostoru a následná hornická činnost na ložisku Horní Slavkov - odkaliště. Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha, 40 s.
- Neuhäuslová Z., Moravec J., Chytrý M, Sádlo J., Rybníček K., Kolbek J., Jirásek J., 1997: Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Botanický ústav AV ČR, Průhonice. 1 s.
- OBÚ, 2018: Rozhodnutí o stanovení dobývacího prostoru, čj. SBS 03460/2018/OBÚ-08, dobývací prostor Horní Slavkov. Obvodní báňský úřad pro území kraje Karlovarského, Sokolov, 19 s.
- Ponce J. S., Moinier D., Byrne D., Amouric A., Bonnefoy V., 2012: *Acidithiobacillus ferrooxidans* oxidizes ferrous iron before sulfur likely through transcriptional regulation by the global redox responding RegBA signal transducing systém. Hydrometallurgy (127 - 128), 187 - 194.
- Quitt E., 1971: Klimatické oblasti Československa, Geografický ústav ČSAV Brno, Brno, 73 s.
- Petrů M., 2015: Oznámení záměru, Stanovení dobývacího prostoru Horní Slavkov a následná hornická činnost na ložisku Horní Slavkov - odkaliště. Geologie, ekologie, těžební servis (GET), Praha, 155 s.
- Petrů M., 2016: Dokumentace záměru, Stanovení dobývacího prostoru Horní Slavkov a následná hornická činnost na ložisku Horní Slavkov - odkaliště. Geologie, ekologie, těžební servis (GET), Praha, 253 s.
- Rezlescu N., Murariu V., Rotariu O., Badescu V., 1995: Capture modeling for axial high gradient magnetic separation filter with a bounded flow field. Powder Technology 83: 259 - 264.

- Schaefer M. V., Ying S. C., Benner S. G., Duan Y., Wang Y., Fendorf S., 2016: Aquifer arsenic cycling induced by seasonal hydrologic changes within the Yangtze river basin. *Environmental Science & Technology* 50: 3521- 3529.
- Smedley P. L., Kinniburgh D. G., 2002: A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters. *Applied Geochemistry* 17: 517 - 568.
- Stočes B., 1947: Nerostné suroviny, Knihotiskárna H. Lüdemann v národní správě v, České Těšíně, Český Těšín, 439 s.
- Svoboda J., 1981: High gradient magnetic separation: A search for matrix material. *International Journal of Mineral Processing*. 8 (2), 165 - 175.
- Svoboda J., 1994: The effect of magnetic field strength on the efficiency of magnetic separation. *Minerals Engineering*. 7 (5-6), 747 - 757.
- Svoboda J., 2004: *Magnetic Technique for the Treatment of Materials*. Kluwer Academic Publishers, Boston, 629 s.
- Šlechtová M., 2016: Doplnění souhrnného plánu sanace a rekultivace (kompromisní varianta). *Geologie, ekologie, těžební servis (GET)*, Praha, 51 s.
- Tarascon J. M., 2010: Is lithium the new gold? *Nature Chemistry* 2: 510.
- Tomíček R., 2018: Historie dolu Vilém v Krásnu 1920 - 1945, Část II., Muzeum Sokolov, Sokolov, 58 s.
- Tüxen R., 1956: Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. *Angew. Pfl. Soziol.* 13: 5 - 42.
- Vikström H., Davidsson S., Höök M., 2013: Lithium availability and future production outlooks. *Applied Energy* 110: 252 - 266.
- Watson J. H. P., Li Z., 1991: A study on mechanical entrapment in HGMS and vibration HGMS. *Minerals Engineering*. 4 (7-11), 815 - 823.
- Watson J. H. P., Li Z., 1992: Theoretical and single wire studies of vortex magnetic separation. *Minerals Engineering*. 5 (10 - 12), 1147 - 1165.
- Weber K. A., Achenbach L. A., Coates J. D., 2006: Microorganisms pumping iron: anaerobic microbial iron oxidation and reduction. *Nature Reviews Microbiology* 4: 752 - 756.
- Yellishetty M., Karpe V., Reddy E. H., Subhash K. N., 2008: Reuse of iron ore mineral wastes in civil engineering constructions: a case study. *Resources, Conservation and Recycling* 52: 1283 - 1289.
- Ziemann S., Well M., Schebek L., 2012: Tracing the fate of lithium - The development of material flow model. *Resources, Conservation and Recycling* 63: 26 - 34.
- Zlatev R., Magnin J., P., Ozil P., Stoytcheva M., 2006: *Acidithiobacillus ferrooxidans* fixation on mercuric surface and its application in stripping voltammetry. *Biosensors and Bioelectronics* 21: 1753 - 1759.

## 8.2 Legislativní zdroje

- Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění.
- Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů, v platném znění.
- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a změně některých dalších zákonů, v platném znění.
- Zákon č. 157/2009 Sb., o nakládání s těžebním odpadem a o změně některých zákonů, v platném znění.
- Vyhláška č. 62/1975 Sb., o odborném technickobezpečnostním dohledu na některých vodohospodářských dílech a technickobezpečnostním dozoru národních výborů nad nimi. Vyhláška zrušena zákonem č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů, v platném znění.
- Vyhláška č. 428/2009 Sb., o provedení některých ustanovení zákona o nakládání s těžebním odpadem.
- Vyhláška č. 281/2018 Sb., kterou se mění vyhláška č. 429/2009 Sb., o stanovení náležitostí plánu pro nakládání s těžebním odpadem včetně hodnocení jeho vlastností a některých dalších podrobností k provedení zákona o nakládání s těžebním odpadem, v platném znění.
- Vyhláška č. 94/2016 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, v platném znění.
- Nařízení vlády č. 85/1981 Sb., o chráněných oblastech přirozené akumulace vod Chebská pánev a Slavkovský les, Severočeská křída, Východočeská křída, Polická pánev, Třeboňská pánev a Kvartér řeky Moravy, v platném znění.
- ČSN 72 2605: Skúšanie tehliarskych výrobkov - Stanovenie mechanických vlastností, Český normalizační institut, Praha. 1978. 8 s.
- ČSN 73 1290: Fyzikální vlastnosti pórobetonu, Český normalizační institut, Praha. 1978. 8 s.
- ČSN 72 2632: Vápenopískové prvky pro svislé konstrukce - Společná ustanovení. Český normalizační institut, Praha, 1980. 8 s.
- ČSN 72 2632 - 1: Vápenopískové cihly plné (VCP) - Technické požadavky, Český normalizační institut, Praha, 1980. 2 s.
- ČSN EN 12457 - 4: Charakterizace odpadů - Vyluhování - ověřovací zkouška vyluhovatelnosti zrnitých odpadů a kalů - Část 4: Jednostupňová vsádková zkouška při poměru kapalné a pevné fáze 10 l/kg pro materiály se zrnitostí menší než 10 mm (bez zmenšení velikosti částic, nebo s ním). Český normalizační institut, Praha, 2003. 32 s.
- ČSN EN 933 - 1: Zkoušení geometrických vlastností kameniva - Část 1: Stanovení zrnitosti - Síťový rozbor. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2012. 20 s.
- ČSN EN 933 - 9 + A1: Zkoušení geometrických vlastností kameniva - Část 9: Posouzení jemných částic - Zkouška methylenovou modří. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2013. 16 s.
- ČSN EN ISO 14688 - 1: Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zatřídování zemin - Část 1: Pojmenování a popis. Česká agentura pro standardizaci, Praha, 2018. 36 s.



### 8.3 Internetové zdroje

- AOPK ČR, ©2019: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Správa CHKO Slavkovský les, Plány péče (online) [cit.2019.10.23], dostupné z <<http://slavkovskyles.ochranaprirody.cz/ke-stazeni/plany-pece/>>.
- AOPK ČR, ©2020: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Územní ochrana, NATURA 2000 soustava chráněných území evropského významu, Seznam lokalit (online) [cit.2020.01.21], dostupné z <[http://www.nature.cz/natura2000-design3/web\\_lokality.php?cast=1805&akce=karta&id=1000143931](http://www.nature.cz/natura2000-design3/web_lokality.php?cast=1805&akce=karta&id=1000143931)>.
- Botula J., Odpady z těžby a úpravy nerostných surovin a možnosti jejich využití (online) [cit.2020.02.19], dostupné z <<https://www.stavebni-technika.cz/clanky/odpady-z-tezby-a-upravy-nerostnych-surovin-a-moznosti-jejich-vyuziti>>.
- CENIA, ©2020: Česká informační agentura životního prostředí: Geoportal, Geomorfologické členění ČR (online) [cit.2020.02.19], dostupné z <<https://geoportal.gov.cz/web/quest/map/>>.
- ČHMÚ, ©2020a: Český hydrometeorologický ústav: Hydrologické rajóny (online) [cit.2020.02.19], dostupné z <<http://hydro.chmi.cz/ismnozstvi/ciselnik.php?t=L&id=hgr50&ordrstr=ID&startpos=90&recnum=30>>.
- ČHMÚ, ©2020b: Český hydrometeorologický ústav: Mapový prohlížeč hydrologických sítí, Síť monitoringu povrchových vod (online) [cit.2020.02.19], dostupné z <<http://hydro.chmi.cz/hydro/>>.
- ČGS, ©2020: Česká geologická služba: Mapy (online) [cit.2020.01.18], dostupné z <<http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/wms>>.
- ČÚZK, ©2020a: Český úřad zeměměřický a katastrální: Nahlížení do KN (online) [cit.2020.01.20], dostupné z <[https://nahlizeni.dokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt.aspx?encrypted=KceXsw\\_ZSAVZcHXadt-kBu\\_coiVHOIYc4TEaNozno-HuP3E0UR1YHguwSQsGdv5u1PetN55-4NxWW2O-rXp8nxgw\\_OnNbW8YCJCa8meb6rZkCtseGT-iHRuSEk58dQeTd](https://nahlizeni.dokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt.aspx?encrypted=KceXsw_ZSAVZcHXadt-kBu_coiVHOIYc4TEaNozno-HuP3E0UR1YHguwSQsGdv5u1PetN55-4NxWW2O-rXp8nxgw_OnNbW8YCJCa8meb6rZkCtseGT-iHRuSEk58dQeTd)>.
- ČÚZK, ©2020b: Český úřad zeměměřický a katastrální: Nahlížení do KN (online) [cit.2020.01.20], dostupné z <<https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>>.
- HEIS VÚV, ©2020a: Hydroekologický informační systém výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka: Mapa: Vodního hospodářství a ochrana vod, Území chráněná pro akumulaci vod (online) [cit.2020.01.21], dostupné z <[https://heis.vuv.cz/data/webmap/is-api.dll?map=isvs\\_rchu&TMPL=HVMAP\\_MAIN&IF-RAME=0&lon=12.7728829&lat=50.0737618&scale=241920](https://heis.vuv.cz/data/webmap/is-api.dll?map=isvs_rchu&TMPL=HVMAP_MAIN&IF-RAME=0&lon=12.7728829&lat=50.0737618&scale=241920)>.
- HEIS VÚV, ©2020b: Hydroekologický informační systém výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka: Mapa: Vodního hospodářství a ochrana vod, Odběry vody pro lidskou spotřebu a jejich ochranná pásma (online) [cit.2020.01.21], dostupné z <[https://heis.vuv.cz/data/webmap/is-api.dll?map=mp\\_heis\\_voda&TMPL=HVMAP\\_MAIN&IF-RAME=0&lon=12.807844&lat=50.1134303&scale=30240](https://heis.vuv.cz/data/webmap/is-api.dll?map=mp_heis_voda&TMPL=HVMAP_MAIN&IF-RAME=0&lon=12.807844&lat=50.1134303&scale=30240)>.
- KVK, ©2020a: Karlovarský kraj, Životní prostředí, Ochrana přírody a krajiny, Mapa přírodních parků (online) [cit.2020.01.21], dostupné z <[https://www.kr-karlovarsky.cz/zivotni/Documents/OPK\\_mapa\\_prirodnich\\_parku.pdf](https://www.kr-karlovarsky.cz/zivotni/Documents/OPK_mapa_prirodnich_parku.pdf)>.

- KVK, ©2020b: Karlovarský kraj, Životní prostředí, Ochrana přírody a krajiny, Mapa registrovaných VKP (online) [cit.2020.01.21], dostupné z <[https://www.kr-karlovarsky.cz/zivotni/Documents/OPK\\_mapa\\_registrovanych\\_VKP.pdf](https://www.kr-karlovarsky.cz/zivotni/Documents/OPK_mapa_registrovanych_VKP.pdf)>.
- KVK, ©2020c: Karlovarský kraj, Životní prostředí, Ochrana přírody a krajiny, Mapa památných stromů (online) [cit.2020.01.21], dostupné z <[https://www.kr-karlovarsky.cz/zivotni/Documents/OPK\\_mapa\\_pamatnych\\_stromu.pdf](https://www.kr-karlovarsky.cz/zivotni/Documents/OPK_mapa_pamatnych_stromu.pdf)>.
- MěÚ Sokolov ©2020a: Městský úřad Sokolov, Odbor stavební a územního plánování, Územní plány, Vydané územní plány, Horní Slavkov (online) [cit.2020.01.21], dostupné z <[https://www.sokolov.cz/assets/urad/odbory/odbor\\_stavebni\\_a\\_uzemniho\\_planovani/uzemni\\_plany/vydane/a2\\_hlavni\\_vykres\\_jih.pdf](https://www.sokolov.cz/assets/urad/odbory/odbor_stavebni_a_uzemniho_planovani/uzemni_plany/vydane/a2_hlavni_vykres_jih.pdf)>.
- MěÚ Sokolov ©2020b: Městský úřad Sokolov, Odbor stavební a územního plánování, Územní plány, Vydané územní plány, Horní Slavkov (online) [cit.2020.01.21], dostupné z <[https://www.sokolov.cz/assets/urad/odbory/odbor\\_stavebni\\_a\\_uzemniho\\_planovani/uzemni\\_plany/vydane/textova\\_cast\\_2.pdf](https://www.sokolov.cz/assets/urad/odbory/odbor_stavebni_a_uzemniho_planovani/uzemni_plany/vydane/textova_cast_2.pdf)>.
- MZ, ©2020: Ministerstvo zdravotnictví České republiky, Český inspektorát lázní a zřídel, Dokumenty - ochranná pásma a lázeňská místa v mapách, Karlovarský kraj (online) [cit.2020.01.21], dostupné z <<http://www.mzcr.cz/Admin/upload/files/3/karlovarsk%c3%bd%20kraj.pdf>>.
- VÚMOP, ©2020: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy: Geoportál SOWAC-GIS, Půda v mapách (online) [cit.2020.01.20], dostupné z <<https://mapy.vumop.cz/>>.

## 8.4 Ostatní zdroje

- Beran, P., Beranová, V., 1995: Likvidační zpráva závodu Stannum Horní Slavkov - Petrologie a mineralogie Sn, W ložisek v oblasti Krásna a Horního Slavkova. Kniha č.4, 741 s. „nepublikováno“. Dep.: Praha - Kostelní, GF FZ 006630.
- Beran, P.; Farka, O., Holub, M., Jangl, L., Kozubek, P., Kozubková, B., Ludvík, V., Majer, J., Novák, L., Osvald, P., Pavlů, D., Suček, P., 1995: Likvidační zpráva závodu Stannum Horní Slavkov - Souhrnná zpráva. Kniha č. 1, 280 s. „nepublikováno“. Dep.: Praha - Kostelní, GF FZ 006630.
- Beránek J., Hanousek J., Kotoun L., Kyntera F., Tylšar M., 1975: Zpráva o výsledcích výzkumu technologie loužení úpravenských odpadů (Krásno) s obsahem Cu - hornická část, 17 s. „nepublikováno“. Dep.: Podnikový archiv DIAMO, 14 RD, 600, KV 9a - 5.
- Blüml A., Malý R., 1985: Mineralogické zhodnocení obsahu Sn odpadů z tzv. „německého odkaliště“ závodu Stannum, 22 s., „nepublikováno“. Dep.: Podnikový archiv DIAMO, 14 RD, 600, KV 8 - 9.
- Dvořák A., 1964: Výpočet zásob starého odkaliště Krásno - stav ke dni 1.5.1964, 35 s. „nepublikováno“. Dep.: Praha - Kostelní, GF P104286.
- Charbula K., Skalička J., Šebor G., Vydra J., 1974: Výzkum hydrogeologických podmínek loužení odkališť - Závěrečná zpráva, 88 s. „nepublikováno“. Dep.: Podnikový archiv DIAMO, 14 - RD, 600, KV 9a - 4.
- Fuksa J., Fulková J., Hoeschl V., Hron M., Najman K., Novák K., 1990: Závěrečná zpráva úkolu Krásno - Horní Slavkov, Surovina Sn, W rudy. „nepublikováno“. Dep.: Praha - Kostelní, GF P075709.
- Košatka M., 1992: Vzácné prvky na ložisku Krásno - kandidátská dizertační práce, Přírodovědecká fakulta University Karlovy Praha, 157 s, „nepublikováno“. Dep.: Praha - Kostelní GF P134989.
- Kozubek, P., Kozubková, B., 1995: Likvidační zpráva závodu Stannum Horní Slavkov - Technologická část. Kniha č.8, 73 s. „nepublikováno“. Dep.: Praha - Kostelní GF FZ 006630.
- Ladererová J., Veselý J., 1990: Ověření možnosti výroby pórobetonu z odpadních písků Rudných dolů Příbram, 91 s. „nepublikováno“. Dep.: Archiv DIAMO Příbram.
- Lundáková I., Tomášek J., 1997: Řešení problematiky průsakových vod odkališť Stannum Krásno, 22 s. „nepublikováno“. Dep.: Podnikový archiv DIAMO, 14 RD, 600, KV 13a - 3.
- Mačas V., Kozubek P., Pösinger P., Andrejkiv B., Heřman V., 1991: Plán likvidace dolu Huber, 112 s „nepublikováno“. Dep.: Podnikový archiv DIAMO, 14 RD, 600, KV 127 - 1.
- Novák I., 1992: Sanace ploch odkališť - Souhrnná zpráva o vodohospodářských poměrech, PIN projekce Praha, Praha 31 s. „nepublikováno“. Dep.: Podnikový archiv DIAMO, 14 RD, 600, KV 130 - 4.
- Novotný J., 1967a: Odkaliště Krásno, Souhrnná zpráva, 14 s. „nepublikováno“. Dep.: SOKA Sokolov, fond ONV Sokolov, odbor VLHZ, sign. 233/4, VLHZ 158.
- Novotný J., 1967b: Odkaliště Krásno, Objekt č.1 - odkaliště - Technická zpráva, 4 s. „nepublikováno“. Dep.: SOKA Sokolov, fond ONV Sokolov, odbor VLHZ, sign. 233/4, VLHZ 158.

- Novotný J., 1967c: Zázpis z jednání na Rudných dolech n. p. Krásno ve věci projednání úvodního projektu na výstavbu odkaliště a dodatku na přeložku Slavkovského potoka, 5 s. „nepublikováno“. Dep.: SOkA Sokolov, fond ONV Sokolov, odbor VLHZ, sign. 233/4, VLHZ 158.
- Novotný J., 1967d: Odkaliště a obtokový kanál Krásno - Technická zpráva, 21 s. „nepublikováno“. Dep.: SOkA Sokolov, fond ONV Sokolov, odbor VLHZ, sign. 233/4, VLHZ 157.
- Osvald P., 1995: Likvidační zpráva závodu Stannum Horní Slavkov - Hydrologie ložiska Krásno a nejbližšího okolí. Kniha č.5, 68 s. „nepublikováno“. Dep.: Praha - Kostelní GF FZ 006630.
- Ovzh ONV Sokolov, 1982: Rozhodnutí o povolení ke zřízení vodohospodářského díla - Rozšíření odkaliště Stannum, 3 s. „nepublikováno“. Dep.: SOkA Sokolov, fond ONV Sokolov, odbor VLHZ, sign. 233/4, VLHZ 159.
- Ovvh ONV Sokolov, 1967: Krásno výstavba nového odkaliště a povolení zvláštního užívání vod - vodohospodářské rozhodnutí, 3 s. „nepublikováno“. Dep.: SOkA Sokolov, fond ONV Sokolov, odbor VLHZ, sign. 233/4, VLHZ 158.
- Ovvh ONV Sokolov, 1968: Krásno výstavba nového odkaliště - vodohospodářské rozhodnutí, 2 s. „nepublikováno“. Dep.: SOkA Sokolov, fond ONV Sokolov, odbor VLHZ, sign. 233/4, VLHZ 159.
- Pavlů D., 1990: Výzkum lithných surovin (závěrečná zprava za období 1986 - 1990), 98 s. „nepublikováno“. Dep.: Praha - Kostelní GF P072543.
- Pokorný V., 1965: Výstavba nového odkaliště pro úpravnu rud závodu Krásno nad Teplou - investiční úkol, 28 s. „nepublikováno“. Dep.: Podnikový archiv DIAMO, 14 RD, 600, KV 17a - 5.
- RD Příbram, 1958: Zpráva o zpracování odkaliště na provozu Krásno hodnotové a nákladové propočty, 5 s. „nepublikováno“. Dep.: Podnikový archiv DIAMO, 14 RD, 600, KV 9 - 2a.
- RD Příbram, 1990: Provozní pokus výroby vápenopískových cihel z odpadů úpravy Stannum, 16 s. „nepublikováno“. Dep.: Podnikový archiv DIAMO, 14 RD, 600, ST 198a - 15.
- SBČS Příbram 1969: Žádost o prodej deviz na akci - Cihelna Krásno, 1 s. „nepublikováno“. Dep.: Podnikový archiv DIAMO, 14 RD, 600, KV 27a - 3.
- Šír J., Vlach K., 1969: Projektový úkol - Výroba vápenopískových cihel v Horním Slavkově, 44 s. „nepublikováno“. Dep.: Podnikový archiv DIAMO, 14 RD, 600, KV 27a - 3.
- Štefka M., 2018: Vliv dobývání a úpravy lithiové rudy na krajinu v oblasti Horního Slavkova. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 64 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.
- Tacl A., Blüml A., 1959: Mineralogický rozbor úpravenských odpadů v Krásně n. Teplou, 18 s. „nepublikováno“. Dep.: Podnikový archiv DIAMO, 14 RD, 600, KV 8 - 1.
- Tacl A., 1974: Možnosti získávání stopových a vzácných prvků z SnWLi rudnin a SnW koncentrátů, 16 s. „nepublikováno“. Dep.: Podnikový archiv DIAMO, 14 RD, 600 RD 15 - 3.
- Zítek G., 1959: Využití odpadů z úpraven flotačních a gravitačních Březové Hory - Krásno n. T. - Sobědruhy, 75 s. „nepublikováno“. Dep.: Podnikový archiv DIAMO, 14 RD, 600, RD 3 - 5.

## 9 Seznam obrázků, tabulek, příloh

V kapitole jsou uvedeny seznamy obrázků, tabulek a příloh.

### 9.1 Seznam obrázků

Obr. 1: Lokalizace záměru (ČGS, ©2020) .....	1
Obr. 2: Obnažené sedimenty - střední odkaliště .....	3
Obr. 3: Spodní odkaliště - pláž vodní plochy - loužení sulfidických minerálů ...	5
Obr. 4: Soustava odkališť - Krásno, Horní Slavkov (NOVÁK 1992).....	15
Obr. 5: Staré odkaliště - jižní hráz.....	16
Obr. 6: Staré odkaliště - svislý kolektor.....	17
Obr. 7: Zrnitostí křivky - odpad linka Krásno a linka Tisová (1965).....	21
Obr. 8: Obtokový kanál - Slavkovského potoka.....	25
Obr. 9: Spodní odkaliště - dočišťovací nádrž.....	27
Obr. 10: Staré odkaliště - vodní nádrž .....	28
Obr. 11: Zrnitostní křivka - odpad staré odkaliště (1959) .....	29
Obr. 12: Zrnitostní křivka - flotační odpad (1959) .....	33
Obr. 13: Zrnitostní křivka - odpad staré odkaliště (1964) .....	35
Obr. 14: Staré odkaliště - perforovaná pažnice z překližky .....	39
Obr. 15: Zrnitostní křivky - odpad spodní a staré odkaliště (1990) .....	43
Obr. 16: Topazový koncentrát - vzorek z hornického muzea v Sokolově .....	45
Obr. 17: Zrnitostní křivky - odpad spodní a staré odkaliště (1990) .....	47
Obr. 18: Lokalizace místa odběrů vzorků (ČÚZK, ©2020) .....	66
Obr. 19: Zrnitostní křivky - vzorky sonda OK 1 .....	73
Obr. 20: Zrnitostní křivky - vzorky sonda OK 2 .....	74
Obr. 21: Zrnitostní křivky - vzorky sonda OK 3 .....	75
Obr. 22: Zrnitostní křivky - vzorky sonda OK 4 .....	76

## 9.2 Seznam tabulek

Tab. 1: Chemické složení - odpadu Plán likvidace dolu Huber (MAČAS ET AL 1991) .....	7
Tab. 2: Chemické složení - odpadu Zpráva Rudného projektu Košice (KOZUBEK ET KOZUBKOVÁ 1995) .....	7
Tab. 3: Předpokládaný hmotnostní výnos jednotlivých složek (PETRŮ 2015)...	8
Tab. 4: Výsledky ACTS separace - odpad staré odkaliště (TAČL ET BLÜML 1959).....	30
Tab. 5: Výsledky BF separace - odpad staré odkaliště (TAČL ET BLÜML 1959).....	30
Tab. 6: Výsledky spektrální analýzy - odpad staré odkaliště (TAČL ET BLÜML 1959).....	31
Tab. 7: Chemický rozbor - flotační odpad (ZÍTEK 1959).....	32
Tab. 8: Rozložení zásob Cu dle horizontů - staré odkaliště (BERÁNEK ET AL. 1975).....	38
Tab. 9: Porovnání obsahů Li - ložisko Cínovec, ložisko Krásno (PAVLŮ 1990).....	42
Tab. 10: Chemický rozbor - odpad staré odkaliště (LADEREROVÁ ET VESELÝ 1990) .....	47
Tab. 11: Chemický rozbor - odpad spodní odkaliště (LADEREROVÁ ET VESELÝ 1990) .....	47
Tab. 12: Hlavní složky - jílovité vzorky sonda OK 1 (ŠTEFKA 2018).....	50
Tab. 13: Rudní složky - jílovité vzorky sonda OK 1 (ŠTEFKA 2018).....	50
Tab. 14: Toxické prvky - jílovité vzorky sonda OK 1 (ŠTEFKA 2018).....	51
Tab. 15: Hlavní složky - jílovitopísčité vzorky sonda OK 2 (ŠTEFKA 2018) .....	52
Tab. 16: Rudní složky - jílovitopísčité vzorky sonda OK 2 (ŠTEFKA 2018).....	52
Tab. 17: Toxické prvky - jílovitopísčité vzorky sonda OK 2 (ŠTEFKA 2018).....	53
Tab. 18: Hlavní složky - písčité vzorky sonda OK 3 (ŠTEFKA 2018).....	54
Tab. 19: Rudní složky - písčité vzorky sonda OK 3 (ŠTEFKA 2018) .....	54
Tab. 20: Toxické prvky - písčité vzorky sonda OK 3 (ŠTEFKA 2018).....	55
Tab. 21: Hlavní složky - písčité vzorky sonda OK 4 (ŠTEFKA 2018).....	56
Tab. 22: Rudní složky - písčité vzorky sonda OK 4 (ŠTEFKA 2018) .....	56
Tab. 23: Toxické prvky - písčité vzorky sonda OK 4 (ŠTEFKA 2018).....	57
Tab. 24: Porovnání analytických hodnot - vzorky sonda OK 1 (ŠTEFKA 2018).....	58

Tab. 25: Porovnání analytických hodnot - vzorky sonda OK 2 (ŠTEFKA 2018).....	59
Tab. 26: Porovnání analytických hodnot - vzorky sonda OK 3 (ŠTEFKA 2018).....	60
Tab. 27: Porovnání analytických hodnot - vzorky sonda OK 4 (ŠTEFKA 2018).....	61
Tab. 28: Mineralogické složení vzorků - OK 1 - 02, OK 2 - 02, OK 3 - 02, OK 4 - 02.....	77
Tab. 29: Hmotnostní výnosy - vzorků sond OK 1, OK 2, OK 3, OK 4.....	78
Tab. 30: Hmotnostní výnosy - opakované magnetování magnetického podílu I. vzorků OK 3, OK 4.....	78
Tab. 31: Hlavní složky - sloučený středně písčité vzorek sondy OK 3.....	79
Tab. 32: Rudní složky - sloučený středně písčité vzorek sondy OK 3.....	79
Tab. 33: Toxické prvky - sloučený středně písčité vzorek sondy OK 3.....	80
Tab. 34: Hlavní složky - sloučený hruběji písčité vzorek sondy OK 4.....	81
Tab. 35: Rudní složky - sloučený hruběji písčité vzorek sondy OK 4.....	81
Tab. 36: Toxické prvky - sloučený hruběji písčité vzorek sondy OK 4.....	82
Tab. 37: Hmotnostní výnosy - vzorky OHS 1 - 02, OHS 2 - 02, OHS 9 - 02.....	83
Tab. 38: Hlavní složky - jílovitý vzorek OHS 1 - 02.....	84
Tab. 39: Rudní složky - jílovitý vzorek OHS 1 - 02.....	84
Tab. 40: Toxické prvky - jílovitý vzorek OHS 1 - 02.....	85
Tab. 41: Hlavní složky - jílovitý vzorek OHS 2 - 02.....	86
Tab. 42: Rudní složky - jílovitý vzorek OHS 2 - 02.....	86
Tab. 43: Toxické prvky - jílovitý vzorek OHS 2 - 02.....	87
Tab. 44: Hlavní složky - jílovitý vzorek OHS 9 - 02.....	88
Tab. 45: Rudní složky - jílovitý vzorek OHS 9 - 02.....	88
Tab. 46: Toxické prvky - jílovitý vzorek OHS 9 - 02.....	89
Tab. 47: Mineralogické složení - jílovitý vzorek OHS 2 - 02.....	90
Tab. 48: Mineralogické složení - jílovitý vzorek OHS 9 - 02.....	91
Tab. 49: Porovnání analytických hodnot - nehomogenizované vzorky nemagnetického podílu.....	92
Tab. 50: Granulometrické složení úpravenských odpadů dle autorů.....	94

## 9.3 Přílohy

<b>Příloha 1</b> Povolení přístupu k archivním materiálům .....	1
<b>Příloha 2</b> Podmínky k zajištění BOZP pro jednorázový vstup do prostoru Huberova Pně.....	2
<b>Příloha 3</b> Fotodokumentace, popis místa vrtání a vzorků.....	3
<b>Příloha 4</b> XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází - vzorek sonda OK 1 - 02 (2018).....	12
<b>Příloha 5</b> XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází - vzorek sonda OK 2 - 02 (2018).....	12
<b>Příloha 6</b> XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází - vzorek sonda OK 3 - 02 (2018).....	13
<b>Příloha 7</b> XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází - vzorek sonda OK 4 - 02 (2018).....	13
<b>Příloha 8</b> XRD záznam s vyznačenými píky od detekovaných fází: původní vzorek .....	14
<b>Příloha 9</b> XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází: zbytek na sítu.....	14
<b>Příloha 10</b> XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází: magnetický podíl.....	15
<b>Příloha 11</b> XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází: jílovina.....	15
<b>Příloha 12</b> XRD záznam s vyznačenými píky od detekovaných fází: původní vzorek .....	16
<b>Příloha 13</b> XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází: zbytek na síti.....	16
<b>Příloha 14</b> XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází: magnetický podíl.....	17
<b>Příloha 15</b> XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází: jílovina.....	17



## Příloha 1 Povolení přístupu k archivním materiálům



DIAMO, státní podnik  
ředitelství s. p.  
Máchova 201  
471 27 Stráž pod Ralskem

Pan  
Bc. Michal Štefka  
Školní 852  
357 31 Horní Slavkov

Vaše značka/ze dne	Naše značka	Vyřizuje	Stráž pod Ralskem
-/2019-10-21	D100/11293/2019	Znamenáčková/487894254	2019-10-24

### Povolení přístupu k archivním materiálům

Vážený pane bakaláři,

na základě Vaší žádosti povolují přístup k archivním materiálům uloženým v Archivu DIAMO za účelem zpracování diplomové práce na téma Potenciální ekologické, rekultivační a technologické vlastnosti těžebních odpadů po těžbě Li rud z odkališť v Horním Slavkově. Přístup je povolen za níže uvedených podmínek:

1. Dodržení ustanovení „Archivního a badatelského řádu“ s. p. a prokazatelné seznámení se s tímto dokumentem.
2. Bude umožněno studium materiálů vztahujících se bezprostředně k zadanému tématu, jež popisujete ve Vaší žádosti.
3. Doba studia nebude překračovat běžnou výpůjční dobu a požadavky na vyhledávání spisových materiálů nebudou výrazně přesahovat rámec běžného servisu pro pracovníky DIAMO, s. p.
4. Získané informace z archivních materiálů budou řádně citovány a nebudou využity ke komerčním účelům či předány třetí straně bez písemného souhlasu.
5. Jeden exemplář výsledné práce bude předán Archivu DIAMO k internímu využití, a to v papírové i digitální podobě.
6. V případě porušení podmínek se žadatel zaručuje uhradit DIAMO, s. p., veškeré způsobené škody.

Povolení přístupu k archivním materiálům je platné do 31. 12. 2020.

S pozdravem

DIAMO, státní podnik  
Máchova 201  
471 27 Stráž pod Ralskem

Ing. Bc. Jiří Jež  
ředitel státního podniku

DIAMO, státní podnik  
Máchova 201  
471 27 Stráž pod Ralskem

IČO: 00002739  
DIČ: CZ00002739  
Tel.: +420 487 851 338  
E-mail: diamo@diamo.cz

Obchodní rejstřík: Krajský soud Ústí nad Labem  
Oddíl AXVIII, vložka 520  
Bankovní spojení: ČSOB, a. s.  
č. ú. 8010-0805109003/0300



Strana 1, celkem 1

## Příloha 2 Podmínky k zajištění BOZP pro jednorázový vstup do prostoru Huberova Pně



DIAMO, státní podnik  
odštěpný závod Správa uranových ložisek  
28. října 184, Příbram VII  
261 01 Příbram

Bc. Michal Štefka  
Školní 852  
357 31 Horní Slavkov

Vaše značka/ze dne	Naše značka	Vyřizuje/Tel.	Příbram
	D300/04697/2019/OSLB	Ing. Kučera/318644127 kucera@diamo.cz	2019-06-13

Vážený pane,

na základě § 29, odst. (2) Vyhlášky č. 26/1989 Sb. Českého báňského úřadu o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při činnosti prováděné hornickým způsobem na povrchu, Vám povoluji vstup do Huberova pně v lokalitě Krásno v rámci terénních prací při zpracování diplomové práce. Podmínkou vstupu je dodržení podmínek stanovených závodním dolo Ing. Petrem Rezkem, Ph.D.

### Podmínky k zajištění BOZP pro jednorázový vstup do prostoru Huberova pně:

- žadatel oznámí minimálně s dvoudenním předstihem konkrétní datum a čas začátku vstupu a ukončení vstupu (závodnímu dolo 777 203 001),
- použije vhodnou pevnou pracovní obuv,
- dbá zvýšené pozornosti při pohybu na lokalitě,
- vyvaruje se vstupu a chůze do prohlubní, pod nestabilní svahy, převisy a hrany srázů,
- odběry vzorků budou prováděny bez použití mechanizace a vjezdu mechanizace,
- odběry vzorků budou prováděny šetrně s ohledem na případnou vegetaci a živočichy,
- po opuštění prostoru a ukončení prací žadatel telefonicky kontaktuje závodního dola a oznámí mu tuto skutečnost.

S pozdravem

DIAMO, státní podnik  
odštěpný závod Správa uranových ložisek  
28. října 184, Příbram VII  
261 01 Příbram 29  
**Ing. Zbyněk Skála**  
ředitele o. z.

DIAMO, státní podnik  
Máchova 201, 471 27 Stráž pod Ralskem  
DIAMO, státní podnik, odštěpný závod Správa uranových ložisek  
28. října 184, Příbram VII, 261 01 Příbram

IČO: 00002739  
DIČ: CZ00002739  
Tel.: +420 318 644 111  
E-mail: sul@diamo.cz

Obchodní rejstřík: Krajský soud Ústí nad Labem  
Oddíl A XVIII, vložka 520  
Bankovní spojení: ČSOB, a. s.  
č. ú. 8010-0404327843/0300



Strana 1. celkem 1

**Příloha 3** Fotodokumentace, popis místa vrtání a vzorků.

**1)** vrtaná sonda OHS 1 spodní odkaliště - pláž

- datum odběru: 21. 12. 2019,
- souřadnice: (S-JSTK/ Křovák)  $x= 855879$   $y= 1021638$ ,
- nadmořská výška: 631 m n.m.,
- odběrné místo: pod vegetačním krytem, v mírném svahu svažujícím se k vodní ploše,



- celková navrtaná hloubka: 6,0 m,
- naražená hladina podzemní vody ve 3,0 m,
- průměrný vzorek OHS 1 - 01 (0,0 - 1,0 m),
- průměrný vzorek OHS 1 - 02 (1,0 - 2,0 m),
- průměrný vzorek OHS 1 - 03 (2,0 - 3,0 m),
- průměrný vzorek OHS 1 - 04 (3,0 - 4,0 m),
- průměrný vzorek OHS 1 - 05 (4,0 - 6,0 m),
- průměrný vzorek OHS 1 - 06 (5,0 - 6,0 m).

2) vrtaná sonda OHS 2 spodního odkaliště - pláž

- datum odběru: 27. 12. 2019
- souřadnice: (S-JSTK/ Křovák)  $x= 855838$   $y= 1021645$ ,
- nadmořská výška: 629 m n.m.,
- odběrné místo: pod vegetačním krytem, v mírném svahu svažujícím se k vodní ploše,



- celková navrtaná hloubka: 3,0 m,
- naražená hladina podzemní vody ve 2,0 m,
- průměrný vzorek OHS 2 - 01 (0,0 - 1,0 m).
- průměrný vzorek OHS 2 - 02 (1,0 - 2,0 m).
- průměrný vzorek OHS 2 - 03 (2,0 - 3,0 m).
- vzorek OHS 2 - 04 (+ 3,0 m) dnový sediment.

3) vrtaná sonda OHS 3 spodní odkaliště - pláž

- datum odběru: 22. 12. 2019
- souřadnice: (S-JSTK/ Křovák)  $x= 855840$   $y= 1021681$ ,
- nadmořská výška: 629 m n.m.,
- odběrné místo: pod vegetačním krytem, při vyšším stavu vody je místo vrtané sondy zaplavené,



- celková navrtaná hloubka: 1,0 m,
- hladina podzemní vody nenaražena,
- průměrný vzorek OHS 3 - 01 (0,0 - 1,0 m),
- vzorek OHS 3 - 02 ( + 1,0 m) dnový sediment.

4) vrtaná sonda OHS 4 spodní odkaliště - vodní plocha

- datum odběru: 27. 12. 2019
- souřadnice: (S-JSTK/ Křovák)  $x= 855810$   $y= 1021737$ ,
- nadmořská výška: 628 m n.m.,
- odběrné místo: vodní plocha pod vegetačním krytem, při vyšším stavu vody je místo vrtané sondy zaplavené,



- celková navrtaná hloubka: 1,0 m,
- naražená hladina podzemní vody ve 0,5 m,
- průměrný vzorek OHS 4 - 01 (0,0 - 1,0 m),
- vzorek OHS 4 - 02 (+1,0 m) dnový sediment.

5) vrtaná sonda OHS 5 spodní odkaliště - vodní plocha

- datum odběru: 27. 12. 2019
- souřadnice: (S-JSTK/ Křovák)  $x= 855840$   $y= 1021771$ ,
- nadmořská výška: 627 m n.m.,
- odběrné místo: vodní plocha pod vegetačním krytem, při vyšším stavu vody je místo vrtané sondy zaplavené,



- celková navrtaná hloubka 0,5 m,
- hladina podzemní vody nenaražena,
- průměrný vzorek OHS 5 - 01 (0,0 - 0,5 m),
- vzorek OHS 5 - 02 (+ 0,5 m) dnový sediment.

6) vrtaná sonda OHS 6 spodní odkaliště - pláž

- datum odběru: 21. 12. 2019
- souřadnice: (S-JSTK/ Křovák)  $x= 855898$   $y= 1021772$ ,
- nadmořská výška: 628 m n.m.,
- odběrné místo: pod vegetačním krytem, při vyšším stavu vody je místo vrtané sondy zaplavené,



- celková navrtaná hloubka 1,0 m,
- hladina podzemní vody nenaražena,
- průměrný vzorek OHS 6 - 01 (0,0 - 1,0 m),
- vzorek OHS 6 - 02 (+ 1,0 m) dnový sediment.



7) vrtaná sonda OHS 7 střední odkaliště - vzdušná hráz

- datum odběru: 21. 12. 2019
- souřadnice: (S-JSTK/ Křovák)  $x= 855929$   $y= 1021794$ ,
- nadmořská výška 631 m n.m.,
- odběrné místo: vrtáno u paty vzdušné hráze střední odkaliště,



- celková navrtaná hloubka 4,0 m,
- hladina podzemní vody nenaražena,
- průměrný vzorek OHS 7 - 01 (0,0 - 1,0 m),
- průměrný vzorek OHS 7 - 02 (1,0 - 2,0 m),
- průměrný vzorek OHS 7 - 03 (2,0 - 3,0 m),
- průměrný vzorek OHS 7 - 04 (3,0 - 4,0 m),
- vzorek OHS 7 - 05 (+ 4,0 m) dnový sediment.

**8) vrtaná sonda OHS 8 střední odkaliště - vzdušná hráz**

- datum odběru: 22. 12. 2019
- souřadnice: (S-JSTK/ Křovák)  $x= 855969$   $y= 1021745$ ,
- nadmořská výška 632 m n.m.,
- odběrné místo: vrtáno u paty vzdušné hráze střední odkaliště,



- celková navrtaná hloubka 3,0 m,
- hladina podzemní vody nenaražena,
- průměrný vzorek OHS 8 - 01 (0,0 - 1,0 m),
- průměrný vzorek OHS 8 - 02 (1,0 - 2,0 m),
- průměrný vzorek OHS 8 - 03 (2,0 - 3,0 m),
- vzorek OHS 8 - 04 (+ 3,0 m) dnový sediment.

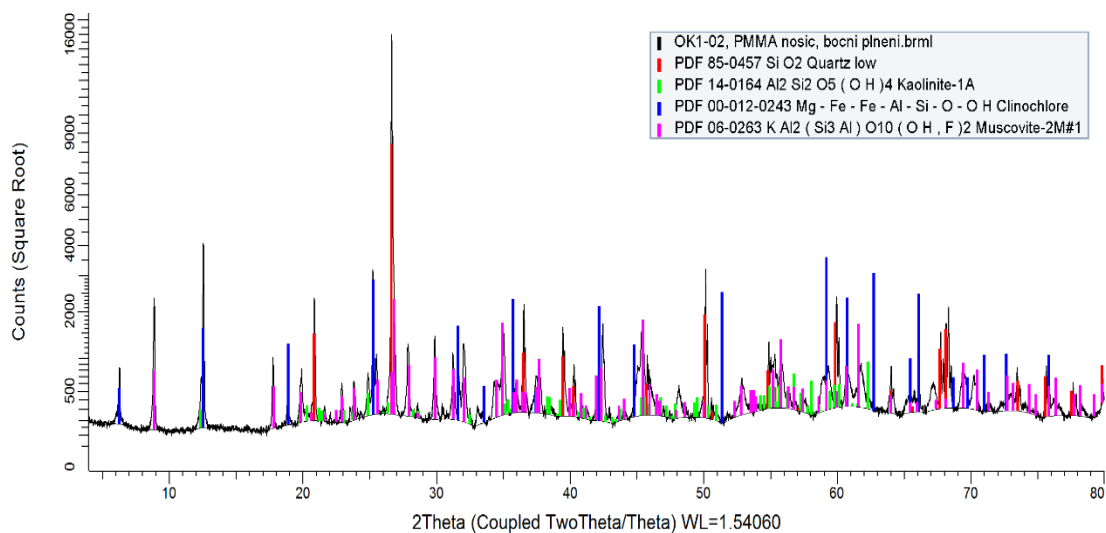
9) vrtaná sonda OHS 9 - pláž spodní odkaliště

- datum odběru: 22. 12. 2019
- souřadnice: (S-JSTK/ Křovák):  $x= 855961$   $y= 1021691$ ,
- nadmořská výška 629 m n.m.,
- odběrné místo: pod vegetačním krytem, v mírném svahu svažujícím se k vodní ploše,

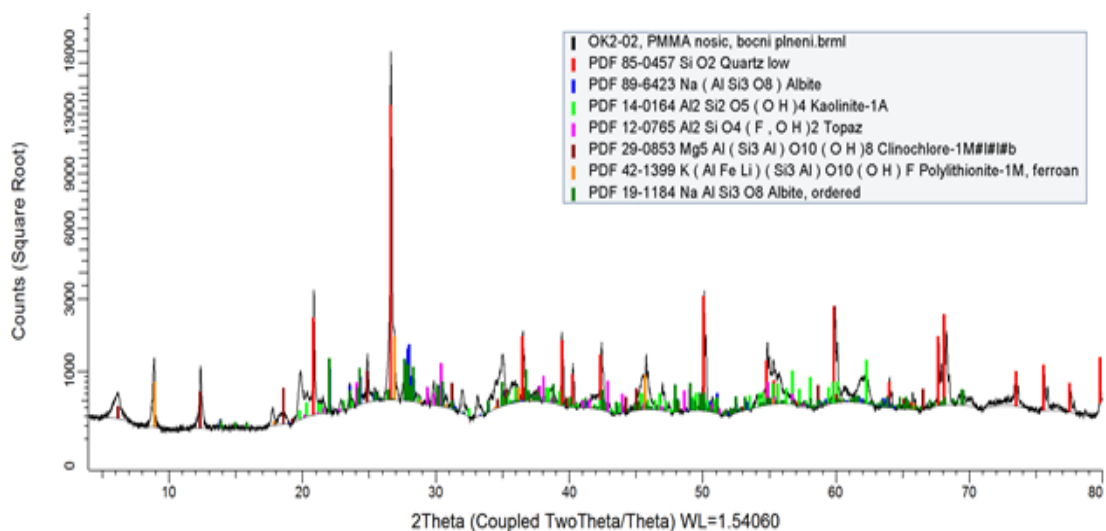


- celková navrtaná hloubka 4,0 m,
- naražená hladina podzemní vody ve 2,0 m,
- průměrný vzorek OHS 9 - 01 (0,0 - 1,0 m),
- průměrný vzorek OHS 9 - 02 (1,0 - 2,0 m),
- průměrný vzorek OHS 9 - 03 (2,0 - 3,0 m),
- průměrný vzorek OHS 9 - 04 (3,0 - 4,0 m),
- vzorek OHS 9 - 05 (+ 4,0 m) dnový sediment.

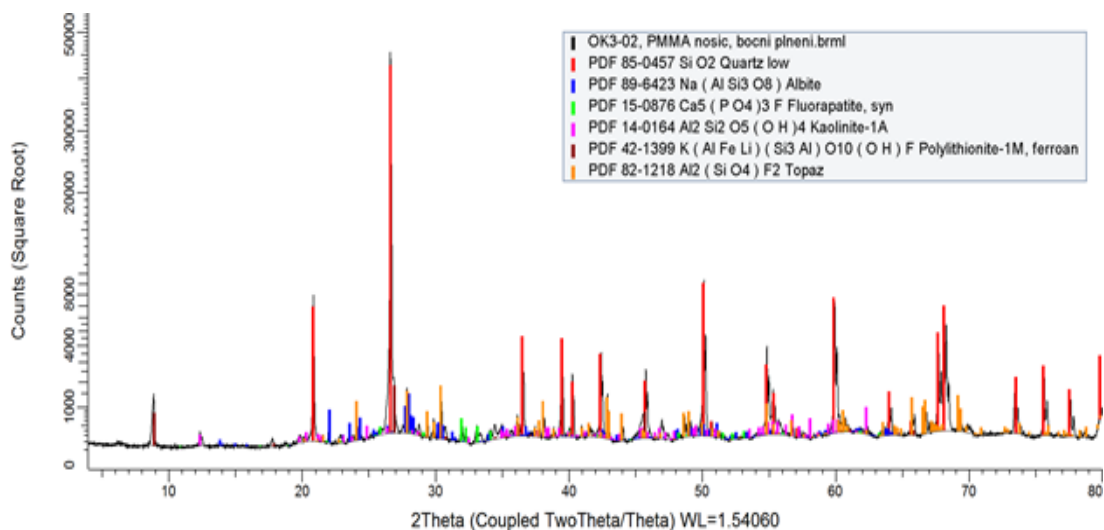
**Příloha 4** XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází - vzorek sonda OK 1 - 02 (2018)



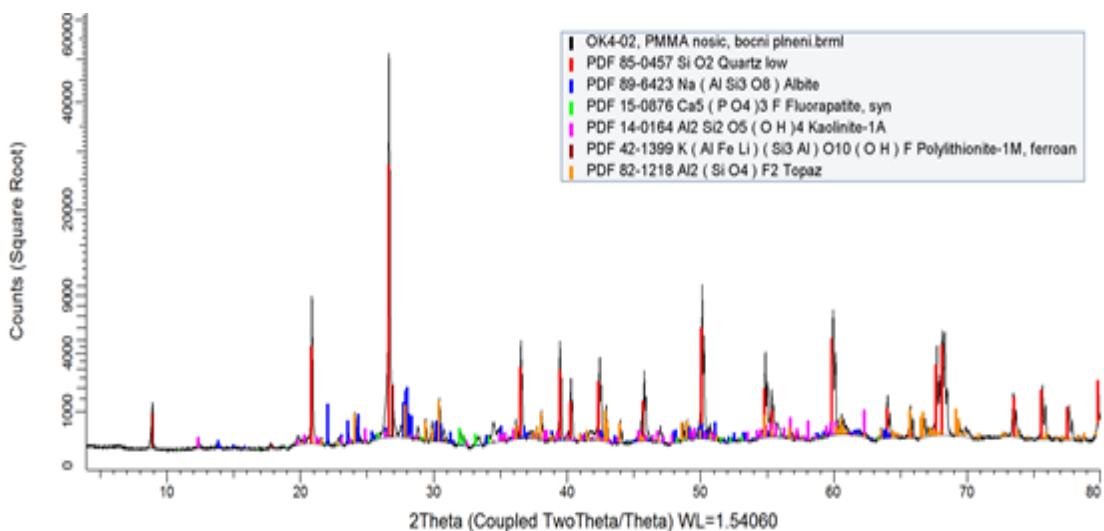
**Příloha 5** XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází - vzorek sonda OK 2 - 02 (2018)



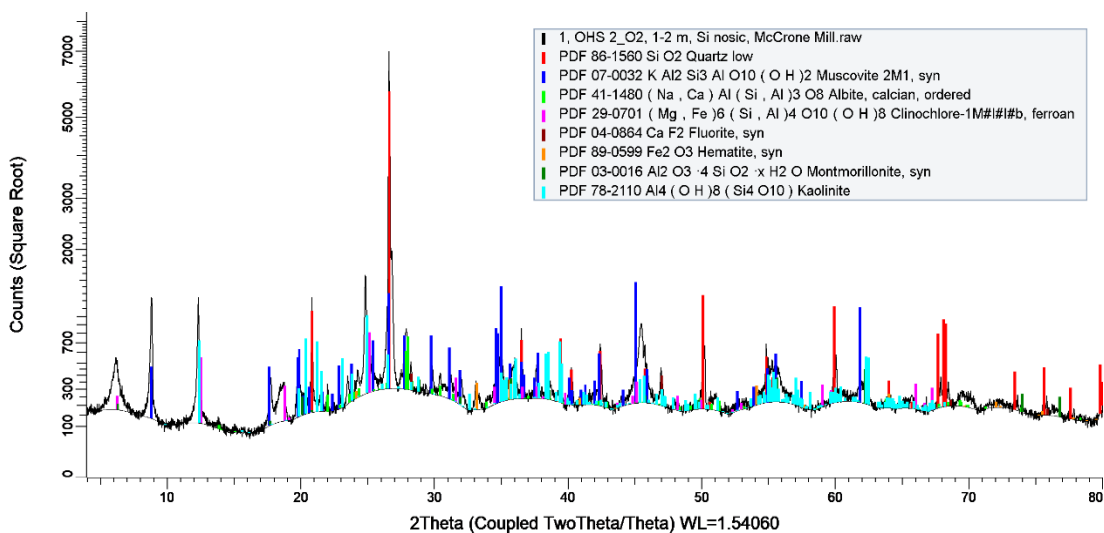
**Příloha 6** XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází - vzorek sonda OK 3 - 02 (2018)



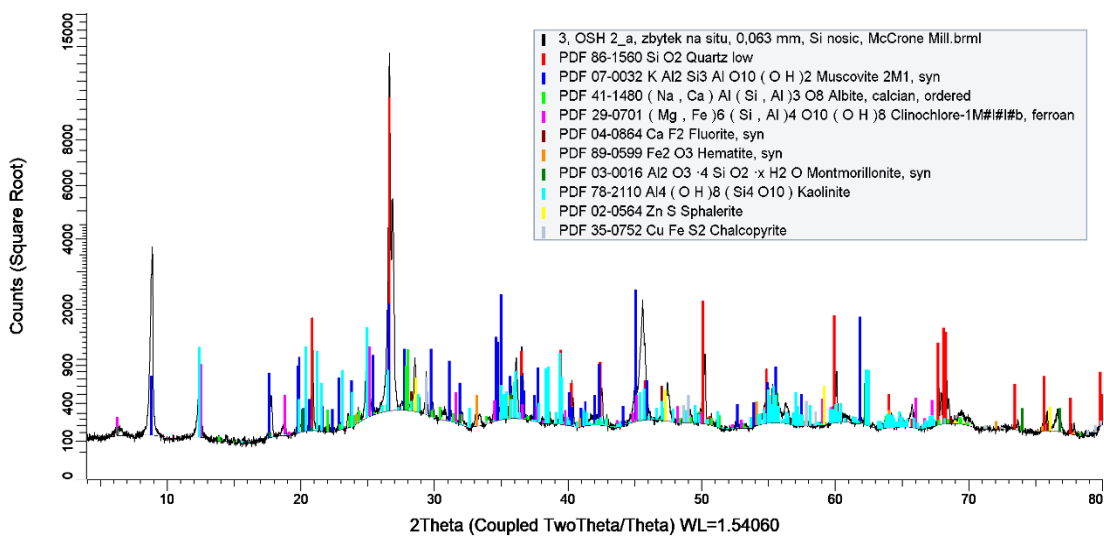
**Příloha 7** XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází - vzorek sonda OK 4 - 02 (2018)



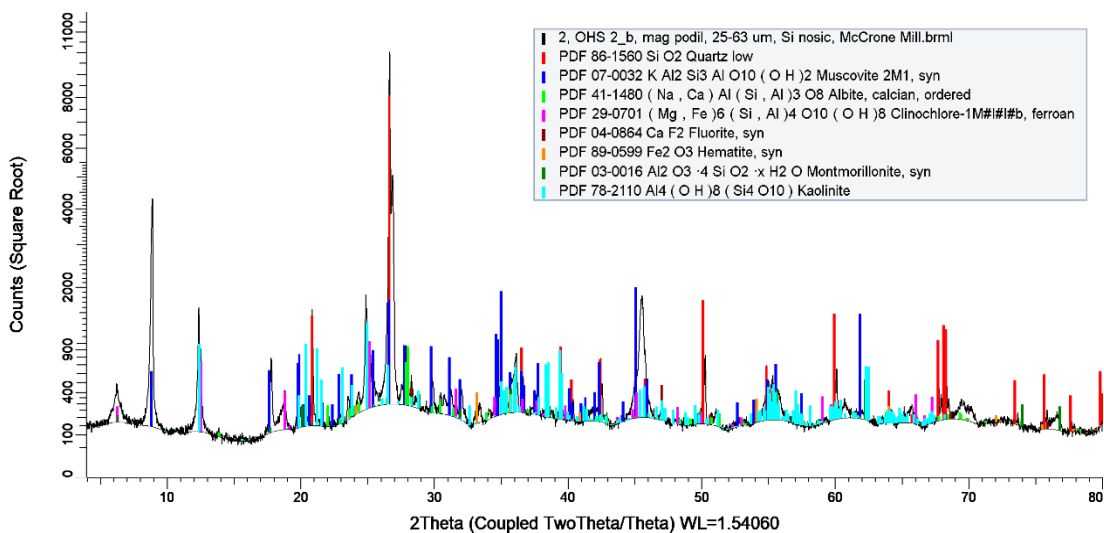
### Příloha 8 XRD záznam s vyznačenými píky od detekovaných fází: původní vzorek



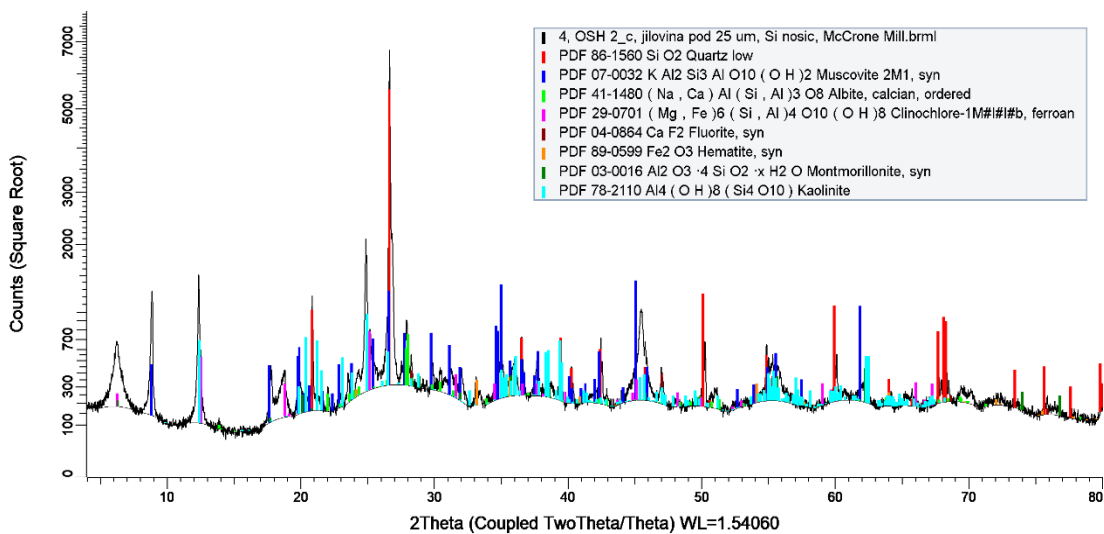
### Příloha 9 XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází: zbytek na sítu



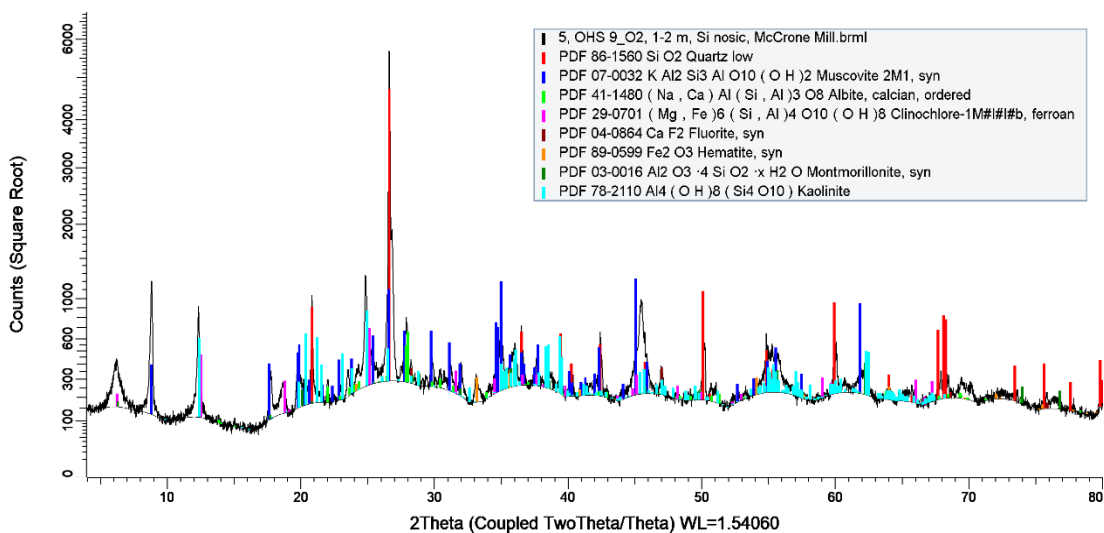
**Příloha 10** XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází: magnetický podíl



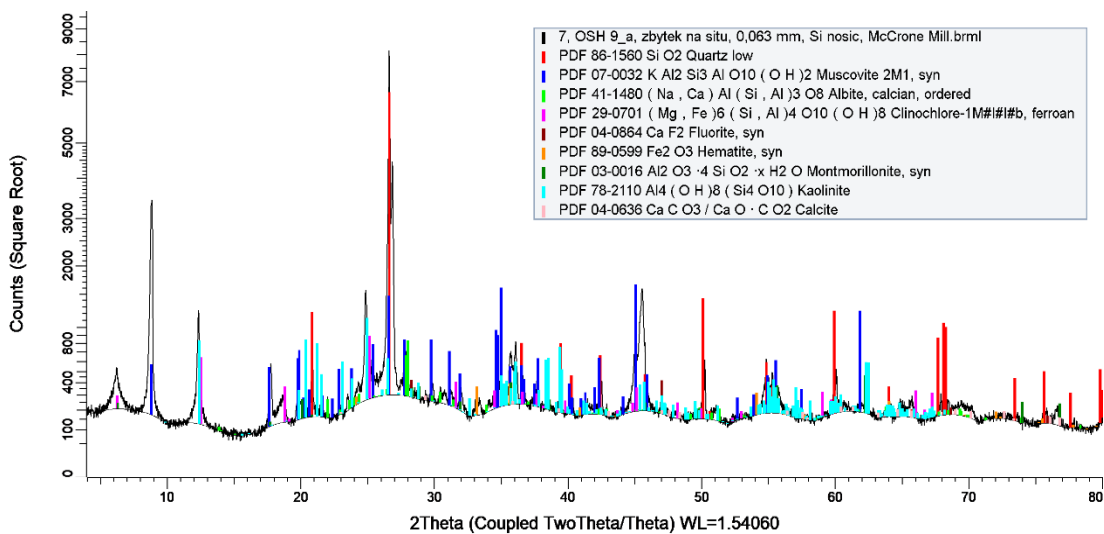
**Příloha 11** XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází: jílovina



**Příloha 12** XRD záznam s vyznačenými píky od detekovaných fází: původní vzorek

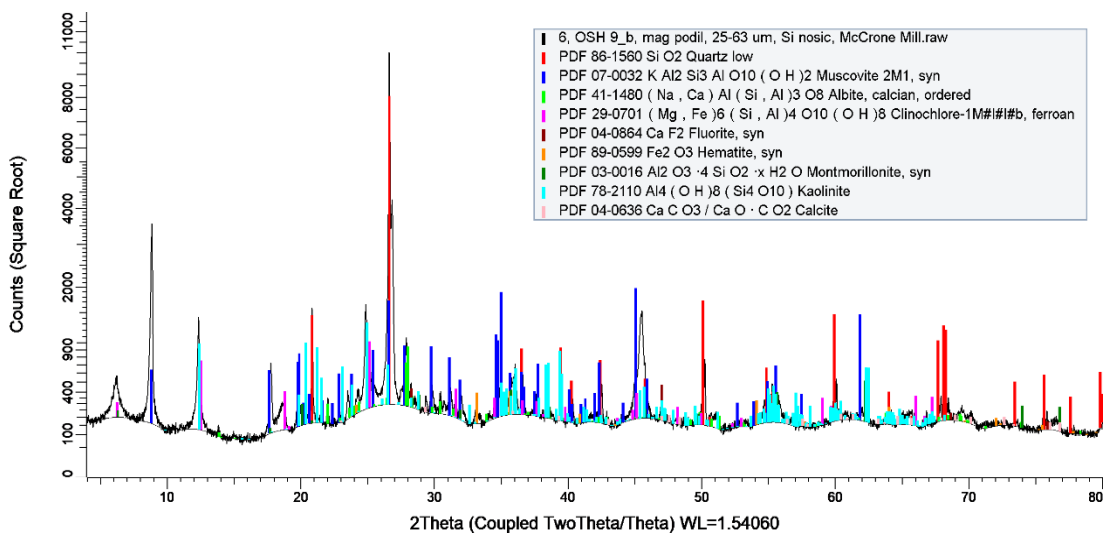


**Příloha 13** XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází: zbytek na síť





**Příloha 14** XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází: magnetický podíl



**Příloha 15** XRD záznamy s vyznačenými píky od detekovaných fází: jílovina

