

SPREMLJANJE ZAPRTIH OBJEKTOV ZA RAVNANJE Z ODPADKI IZ RUDARSKIH IN DRUGIH DEJAVNOSTI IZKORIŠČANJA MINERALNIH SUROVIN

Poročilo o izvedenih delih za Ministrstvo za okolje in prostor (RS)

Ljubljana, 2017

Naročnik:	Republika Slovenija – Ministrstvo za okolje in prostor, Dunajska c. 48, 1000 Ljubljana Davčna št.: 55058515 Matična št.: 2482789000
Izvajalec:	GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana
Št. pogodbe:	2550-17-340000
Arhivska številka:	A-II-30d/b15-1/2
Datum izdelave:	november 2017
Avtorji:	doc. dr. Mateja Gosar, univ. dipl. inž. geol. dr. Miloš Miler, univ. dipl. inž. geol. dr. Špela Bavec, univ. dipl. inž. geol.
Sodelavci:	dr. Tamara Teršič, univ. dipl. inž. geol. Matevž Demšar, univ. dipl. inž. geol. Martin Gaberšek, univ. dipl. inž. geol.
Skrbnica pogodbe izvajalca:	doc. dr. Mateja Gosar, univ. dipl. inž. geol.
Direktor:	dr. Miloš Bavec, univ. dipl. inž. geol.

Ključne besede:	odlagališča odpadkov, kovinske mineralne surovine, okoljska geokemija, monitoring, onesnaženje, svinec, cink
Datum:	Ljubljana, november 2017

POVZETEK

Na podlagi projekta »IZDELAVA POPISA ZAPRTIH OBJEKTOV ZA RAVNANJE Z ODPADKI IZ RUDARSKIH IN DRUGIH DEJAVNOSTI IZKORIŠČANJA MINERALNIH SUROVIN« (Gosar in sod., 2014), je Ministrstvo za okolje in prostor v letu 2017 pooblastilo Geološki zavod Slovenije za izvedbo spremljanja vsebnosti potencialno škodljivih elementov (PHE) v sedimentih ter stabilnosti in erodiranosti odlagališč, ki bi dolgoročno utegnili povzročiti resne negativne vplive na zdravje ljudi in stanje okolja. V skladu z metodologijo uporabljeno v poročilu iz leta 2014 (Gosar in sod., 2014) smo v letu 2017 pregledali 37 odlagališč kovinskih rudnikov (14 na območju Mežice, 14 na območju Idrije, 7 na območju Litije in 2 na območju Pleš) ter 2 odlagališči premogovnikov (1 na območju Laškega in 1 na območju Hrastnika). Skupno je bilo za analize PHE odvzetih 27 vzorcev sedimentov ter 27 vzorcev vode.

Vsebnosti Pb, Zn in Cd v obravnavanih sedimentih iz vplivnega območja rudnika Mežica večinoma presegajo 2× kritične vrednosti. V primerjavi z letom 2013 so sicer nekoliko nižje. Tudi v vzorcih vod vsebnosti Pb, Zn in Cd presegajo normative za površinske vode v pritokih, ki odvodnjavajo odlagališča K-26/11-13, 22-23, 28, 30. Na območju rudnika Pleše, vsebnosti Ba v sedimentih presegajo 2× kritično vrednost. 2x kritična vrednost je presežena tudi za Ba in Pb na območju odlagališč K-25/22-27 rudnika v Litiji. Vsebnosti Hg v sedimentih iz vplivnega območja Idrijskega presegajo 2× kritično vrednost in so večinoma nižje kot v letu 2013. Vsebnosti Hg v vzorcih voda iz vplivnega območja rudnika Idrija ne presegajo spodnje meje določljivosti za živo srebro (0,2 µg/l) za uporabljeno analitiko in zato ugotavljamo, da vsebnosti v vodah niso močno povišane. Vsebnosti PHE v vodah iz vplivnih območij rudnikov Pleše in Litija ne presegajo normativov za površinske vode. Med trdnimi pojavnimi oblikami PHE v sedimentih prevladujejo rudni minerali, med katerimi so sulfidi (sfalerit, galenit, pirit in cinabarit) v danih pogojih v vodah nestabilni, zato se PHE lahko sproščajo v okolje.

Na območju rudnika Mežica so nestabilna/erodirana odlagališča K-26/12 (Štoparjev odval), K-26/18 (Unionski odval), K-26/19 (Matjaževo odlagališče) in odlagališče K-26/27 (Srce). Nujna je sanacija z odvodnjavanjem in proti-erozijsko mrežno zaščito, humusiranjem in zasaditvijo drevja. Na območju rudnika Litija je odlagališče K-25/26 (Grolov rov) povrženo močni eroziji, zato je potrebna proti-erozijska zaščita. Na območju premogovnika Laško je nestabilno odlagališče P-17/3 (Laško-Huda jama).

Odlagališča kovinskih rudnikov s kritičnim vplivom so na območju rudnika Mežica Štoparjev odval (K-26/12), Kavšakovo odlagališče (K-26/22), Žerjavski odval (K-26/23), Fridrih (K-26/30), Lekšeče (K-26/28), Helena (K-26/13) in Glančnik (K-26/31), na območju rudnika v Litiji Podsitarjevec (K-25/23) ter na območju rudnika Idrija 10 odlagališč (K-8/5-14). Manjša odlagališča z zmerno kritičnim vplivom so na območju rudnika Mežica Matjaževo odlagališče (K-26/19), Unionski odval (K-26/18), Srce (K-26/27) in Pavel Mulb. (K-26/11), na območju rudnika v Litiji 5 odlagališč (K-25/24–28) in na območju rudnika v Plešah 1 odlagališče (K-19/9). Med odlagališči obravnavanih premogovnikov ima Laško-Huda jama (P-17/3) zmerno kritični vpliv.

Predlagamo izvajanje monitoringa vseh obravnavanih odlagališč vsaj na 3 leta.

KAZALO VSEBINE

1	Uvod	9
1.1	Razvrstitev odlagališč na osnovi tveganja.....	12
2	Potencialno škodljivi elementi (PHE) v sedimentih in vodah.....	13
2.1	Vzorčenje, priprava in analiza sedimentov v letu 2017	13
2.2	Vzorčenje, priprava in analiza vod v letu 2017	14
2.3	Vsebnosti potencialno škodljivih elementov (PHE) v sedimentih	16
2.4	Mineraloška opredelitev trdnih faz v sedimentih s SEM/EDS	20
2.4.1	Oblike pojavljanja kovinskih delcev	21
2.5	Vsebnosti potencialno škodljivih elementov (PHE) v vodah.....	23
2.6	Območje rudnika Mežica.....	27
2.7	Območje rudnika Pleše.....	39
2.8	Območje rudnika Litija	42
2.9	Območje rudnika Idrija	46
3	Geomehanska stabilnost.....	52
4	Razvrščanje odlagališč kovinskih rudnikov na osnovi tveganja.....	58
5	Razvrščanje odlagališč premogovnikov na osnovi tveganja.....	61
6	Literatura.....	63

PRILOGA 1: Mineraloška opredelitev trdnih faz v sedimentih s SEM/EDS za potrebe projekta »Spremljanje zaprtih objektov za ravnanje z odpadki iz rudarskih in drugih dejavnosti izkoriščanja mineralnih surovin« (dr. Miloš Miler)

PRILOGA 2: Inženirsko-geološko mnenje o stabilnosti izbranih odlagališč kovinskih rudnikov in premogovnikov za potrebe projekta »Spremljanje zaprtih objektov za ravnanje z odpadki iz rudarskih in drugih dejavnosti izkoriščanja mineralnih surovin« (Matevž Demšar)

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Prikaz opazovanih odlagališč in vzorčnih mest na vplivnem območju rudnika Mežica</i>	30
<i>Slika 2: Prikaz vzorčnih mest in vsebnosti kadmija (Cd) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika svinca in cinka Mežica v letih 2013 in 2017</i>	31
<i>Slika 3: Prikaz vzorčnih mest in vsebnosti molibdena (Mo) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika svinca in cinka Mežica v letih 2013 in 2017</i>	32
<i>Slika 4: Prikaz vzorčnih mest in vsebnosti svinca (Pb) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika svinca in cinka Mežica v letih 2013 in 2017</i>	33
<i>Slika 5: Prikaz vzorčnih mest in vsebnosti cinka (Zn) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika svinca in cinka Mežica v letih 2013 in 2017</i>	34
<i>Slika 6: As (v mg/kg) v sedimentih Meže in pritokov, ki spirajo material iz odlagališč v letih 2013 in 2017</i>	35
<i>Slika 7: Cd (v mg/kg) v sedimentih Meže in pritokov, ki spirajo material iz odlagališč v letih 2013 in 2017</i>	35
<i>Slika 8: Mo (v mg/kg) v sedimentih Meže in pritokov, ki spirajo material iz odlagališč letih 2013 in 2017</i>	36
<i>Slika 9: Pb (v mg/kg) v sedimentih Meže in pritokov, ki spirajo material iz odlagališč v letih 2013 in 2017</i>	36
<i>Slika 10: Zn (v mg/kg) v sedimentih Meže in pritokov, ki spirajo material iz odlagališč v letih 2013 in 2017</i>	37
<i>Slika 11: Pb v sedimentih in vodi v letu 2017 na vzorčnih mestih iz vplivnega območja rudnika svinca in cinka Mežica, skupaj z najvišjo dovoljeno vrednostjo za Pb v površinskih vodah</i>	37
<i>Slika 12: Zn v sedimentih in vodi v letu 2017 na vzorčnih mestih iz vplivnega območja rudnika svinca in cinka Mežica, skupaj z najvišjo dovoljeno vrednostjo za Zn v površinskih vodah</i>	38
<i>Slika 13: Cd v sedimentih in vodi v letu 2017 na vzorčnih mestih iz vplivnega območja rudnika svinca in cinka Mežica, skupaj z najvišjo dovoljeno vrednostjo za Cd v površinskih vodah</i>	38
<i>Slika 14: Prikaz opazovanih odlagališč in vzorčnega mesta na vplivnem območju rudnika Pleše</i>	40
<i>Slika 15: Prikaz vzorčnega mesta in vsebnosti barija (Ba) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika Pleše v letih 2013 in 2017</i>	40
<i>Slika 16: Prikaz vzorčnega mesta in vsebnosti svinca (Pb) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika Pleše v letih 2013 in 2017</i>	41
<i>Slika 17: Prikaz vzorčnega mesta in vsebnosti cinka (Zn) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika Pleše v letih 2013 in 2017</i>	41
<i>Slika 18: Prikaz opazovanih odlagališč in vzorčnih mest na vplivnem območju rudnika v Litiji</i>	43
<i>Slika 19: Prikaz vzorčnih mest in vsebnosti barija (Ba) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika v Litiji v letih 2013 in 2017</i>	44
<i>Slika 20: Prikaz vzorčnih mest in vsebnosti živega srebra (Hg) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika v Litiji v letih 2013 in 2017</i>	44
<i>Slika 21: Prikaz vzorčnih mest in vsebnosti svinca (Pb) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika v Litiji v letih 2013 in 2017</i>	45
<i>Slika 22: Prikaz vzorčnih mest in vsebnosti cinka (Zn) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika v Litiji v letih 2013 in 2017</i>	45
<i>Slika 23: Prikaz opazovanih odlagališč in vzorčnih mest na vplivnem območju rudnika Idrija</i>	49
<i>Slika 24: Prikaz vzorčnih mest in vsebnosti živega srebra (Hg) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika Idrija v letih 2013 in 2017</i>	50

Slika 25: Primerjava vsebnosti živega srebra (Hg) v mg/kg, v sedimentih, ki se spirajo iz odlagališč rudnika Idrija, v letih 2013 in 2017 51

KAZALO PREGLEDNIC

<i>Preglednica 1: Osnovni podatki o vzorčnih lokacijah (oznake vzorčnih lokacij in njihove koordinate, rudarsko območje, ime vodotoka in oznake odlagališč rudarskih odpadkov, iz katerih se izpira material v navedene vodotoke).....</i>	<i>15</i>
<i>Preglednica 2: Mejne in kritične vrednosti v tleh in sedimentih (Uradni list RS, št. 68/96 in 41/04)(*ker za Ba ni podane mejne in kritične vrednosti za tla v Sloveniji, smo ju privzeli po »The New Duch list« (VROM, 2000)).....</i>	<i>17</i>
<i>Preglednica 3: Vsebnosti As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb in Zn (v mg/kg) v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika svinca in cinka Mežica v letih 2013 in 2017.....</i>	<i>18</i>
<i>Preglednica 4: Vsebnosti As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb in Zn (v mg/kg) v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika Pleše v letih 2013 in 2017.....</i>	<i>18</i>
<i>Preglednica 5: Vsebnosti As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb in Zn (v mg/kg) v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika v Litiji v letih 2013 in 2017.....</i>	<i>19</i>
<i>Preglednica 6: Vsebnosti As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb in Zn (v mg/kg) v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika v Idriji v letih 2013 in 2017.....</i>	<i>19</i>
<i>Preglednica 7: Terenske meritve osnovnih fizikalno-kemičnih parametrov vode (pH, Eh, EC, DO, T) na posameznih vzorčnih mestih na vplivnem območju odlagališč rudnikov Mežica, Litija, Pleše in Idrija.....</i>	<i>25</i>
<i>Preglednica 8: Vsebnosti As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb in Zn (v µg/l) v vodah na vplivnem območju odlagališč rudnikov Mežica, Litija, Pleše in Idrija v letu 2017 ter primerjava z zakonodajo.....</i>	<i>26</i>
<i>Preglednica 9: Vsebnosti živega srebra (Hg) v mg/kg v sedimentih Idrije (< 0,125 mm) na 4 vzorčnih mestih med Idrijo in Spodnjo Idrijo v različnih letih (podatki po Gosar, 2008 in neobjavljeni podatki).....</i>	<i>48</i>
<i>Preglednica 10: Odlagališča na območju Mežice, njihova stabilnost in erozijski pojavi.....</i>	<i>54</i>
<i>Preglednica 11: Odlagališča na območju rudnika Pleše, njihova stabilnost in erozijski pojavi.....</i>	<i>55</i>
<i>Preglednica 12: Odlagališča na območju Litije, njihova stabilnost in erozijski pojavi.....</i>	<i>55</i>
<i>Preglednica 13: Odlagališča na območju Idrije, njihova stabilnost in erozijski pojavi.....</i>	<i>56</i>
<i>Preglednica 14: Premogovniška odlagališča, njihova stabilnost in erozijski pojavi.....</i>	<i>57</i>
<i>Preglednica 15: Šifriranje ter razdelitev odlagališč v razrede na osnovi tveganja z upoštevanjem 4 kriterijev in njihov skupen vpliv (po Gosar in sod., 2014).....</i>	<i>59</i>
<i>Preglednica 16: Hierarhična razvrstitev obravnavanih odlagališč oziroma skupin odlagališč odpadkov na osnovi tveganja z upoštevanjem 4 kriterijev.....</i>	<i>60</i>
<i>Preglednica 17: Šifriranje ter razdelitev odlagališč premogovnikov v razrede na osnovi tveganja z upoštevanjem 2 kriterijev in njihov skupen vpliv.....</i>	<i>61</i>
<i>Preglednica 18: Hierarhična razvrstitev obravnavanih odlagališč premogovnikov na osnovi tveganja z upoštevanjem 2 kriterijev.....</i>	<i>62</i>

1 Uvod

V zvezi s projektom »IZDELAVA POPISA ZAPRTIH OBJEKTOV ZA RAVNANJE Z ODPADKI IZ RUDARSKIH IN DRUGIH DEJAVNOSTI IZKORIŠČANJA MINERALNIH SUROVIN« (Gosar in sod., 2014), ki smo ga izvedli za Ministrstvo za kmetijstvo in okolje ter ga zaključili februarja 2014, je v skladu z zakonodajo (Uredba o ravnanju z odpadki iz rudarskih in drugih dejavnosti izkoriščanja mineralnih surovin – Direktiva 2006/21/ES; Uradni list RS, št. 43/08 in 30/11) potrebno spremljati oz. meriti vsebnosti potencialno škodljivih elementov (PHE – potentially harmful elements) v sedimentih in preverjati stabilnost ter erodiranost odlagališč, za katera je v zgoraj omenjenem poročilu zapisano, da bi dolgoročno utegnila povzročiti resne negativne vplive na zdravje ljudi in stanje okolja. Zato nas je Ministrstvo za okolje in prostor pooblastilo, da v letu 2017 izvedemo potrebni monitoring.

V prvi fazi projekta »IZDELAVA POPISA ZAPRTIH OBJEKTOV ZA RAVNANJE Z ODPADKI IZ RUDARSKIH IN DRUGIH DEJAVNOSTI IZKORIŠČANJA MINERALNIH SUROVIN« (Gosar in sod., 2014), smo izbrali lokacije zaprtih rudnikov, premogovnikov in nahajališč, katerih zaprta odlagališča odpadkov bi lahko povzročila resne negativne vplive na okolje ali utegnila srednjeročno ali kratkoročno postati resna grožnja za okolje ali zdravje ljudi. Izbor je potekal na podlagi kriterijev, ki se nanašajo na tri kategorije: kemično in fizično stanje vira, potencialne transportne poti za onesnaževala ter njihove prejemnike. Ti kriteriji si hierarhično sledijo in so posebej prilagojeni vsakemu tipu nahajališča.

Od zaprtih kovinskih rudnikov se je v drugo fazo uvrstilo 16 rudnikov (Škofje – Cerčno, Marija Reka, Rudnik živega srebra Idrija, Sv. Ana – Podljubelj, Remšnik (Drauwald), Pleše pri Škofljici, Knapovže pri Medvodah, Bohor – Ledina, Puharje pri Šoštanju, Rudnik Litija, Rudnik svinca in cinka Mežica, Tržišče, Lepa njiva, Trojane – Znojile, Rudnik urana Žirovski vrh in Železno pri Celju). Od obravnavanih 44 premogovnikov se je v drugo fazo uvrstilo 7 premogovnikov (Zagorje, Trbovlje, Hrastnik, Laško, Senovo, Kočevje in Kanižarica). Od treh evidentiranih podzemnih rudnikov nekovinskih mineralnih surovin se v drugo fazo ni uvrstil nobeden. Od 48 zaprtih dnevnih kopov nekovinskih mineralnih surovin, se je v drugo fazo uvrstilo 15 lokacij.

V drugi fazi projekta »IZDELAVA POPISA ZAPRTIH OBJEKTOV ZA RAVNANJE Z ODPADKI IZ RUDARSKIH IN DRUGIH DEJAVNOSTI IZKORIŠČANJA MINERALNIH SUROVIN« (Gosar in sod., 2014), smo na vseh lokacijah, ki so se uvrstile v drugo fazo, zbrali razpoložljive podatke o vseh

zaprtih in opuščeni odlagališčih. V kolikor razpoložljivi podatki o odlagališčih niso bili zadostni za utemeljeno uvrstitev v tretjo fazo oziroma za oceno morebitnih srednjeročnih ali kratkoročnih negativnih vplivov teh odlagališč na okolje ali zdravje ljudi, smo si odlagališča ogledali na terenu in pridobili potrebne terenske podatke.

Glede na zbrane podatke o odlagališčih in v skladu z zgoraj omenjeno metodologijo se je v 3. fazo uvrstilo:

•61 odlagališč kovinskih rudnikov iz območij rudnikov:

Škofje – Cerčno (3),
Idrija (14),
Sv. Ana – Podljubelj (1),
Pleše (2),
Litija (7),
Mežica (32) in
Žirovski vrh (2);

•17 odlagališč premogovnikov:

Zagorje (1),
Trbovlje – Hrastnik (10),
Laško (2),
Senovo (2),
Kočevje (1) in
Kanižarica (1).

V 3. fazi smo na zgoraj predvidenih območjih opravili potrebne analize, da bi ugotovili ali bi navedena odlagališča odpadkov lahko povzročila resne negativne vplive na okolje in s tem srednjeročno ali kratkoročno ogrozila okolje ali zdravje ljudi. Ugotavljali smo vpliv onesnaževanja ter geomehansko stabilnost.

Da bi ocenili vplive odlagališč kovinskih rudnikov na onesnaževanje okolja smo izvedli sistematično vzorčenje potočnih oz. rečnih sedimentov. Na vsaki lokaciji smo vzeli vzorce sedimenta neposredno pod odlagališčem (500 m do 1 km, odvisno od možnosti na terenu) in v

manjših ter večjih vodotokih, v katere se stekajo vode iz odlagališč.

Zaradi več kot 2× presežene kritične vsebnosti nekaterih obravnavanih potencialno škodljivih elementov (PHE) v sedimentih vodotokov, ki odvodnjavajo odlagališča, in posledično pomembnega vpliva na onesnaževanje okolja, je potrebno redno spremljati sedimente in odlagališča na naslednjih območjih:

- na območju Mežice (14 odlagališč)
- na območju Idrije (14 odlagališč)
- na območju Litije (7 odlagališč)
- na območju Pleš (2 odlagališči).

Za oceno ogroženosti okolja zaradi plazenja materiala odlagališč je bila na odlagališčih, ki so na podlagi prej izbranih kriterijev prišli v tretjo fazo projekta, opredeljena geomehanska stabilnost. Za našeta odlagališča smo opravili terenski inženirsko-geološki pregled z oceno stabilnostnih razmer. Izmerili smo kot brežine odlagališča, ocenili možnost zbiranja podzemne vode v njem, ocenili stabilnost nosilnih tal, preverili topografijo in bližino vodotokov, gradbišč, zgradb, rudarskih del ter vse ostale dejavnike, ki so vezani na lokacijo in bi lahko znatno prispevali k tveganju, ki ga predstavlja struktura.

Glede na stabilnost in erozijske pojave na pregledanih odlagališčih kovinskih rudnikov in premogovnikov, predstavljajo potencialno tveganje za okolje zaradi plazenja in odnašanja materiala odlagališč, odlagališča na naslednjih območjih:

Odlagališča kovinskih rudnikov:

- na območju Mežice (14 odlagališč)
- na območju Litije (5 odlagališč)
- na območju Pleš (1 odlagališče)

Odlagališča premogovnikov:

- na območju Laškega (1 odlagališče)
- na območju Hrastnika (1 odlagališče).

1.1 Razvrstitev odlagališč na osnovi tveganja

Za razvrstitev zaprtih odlagališč kovinskih rudnikov in premogovnikov v Sloveniji na osnovi tveganja je bila izdelana našim razmeram prilagojena metodologija glede na izkušnje nekaterih članic EU (Madžarska in Irska) z izborom in klasifikacijo zaprtih odlagališč.

Hierarhična razvrstitev odlagališč rudarskih odpadkov kovinskih rudnikov temelji na kombinaciji 4 ključnih kriterijev tveganja, ki si sledijo po pomembnosti. Najpomembnejši kriterij tveganja je (1) vsebnost potencialno škodljivih elementov (PHE) v sedimentih vodotokov (1. kriterij), ki odvodnjavajo odlagališče oziroma skupino odlagališč, ki mu sledi (2) velikost odlagališča (2. kriterij), ter (3) stabilnost (3. kriterij) in (4) erodiranost odlagališč (4. kriterij). Rezultat je štirimestna šifra, na podlagi katere je bilo določenih 16 razredov z majhnim do kritičnim vplivom.

Hierarhična razvrstitev odlagališč odpadkov premogovnikov temelji na kombinaciji 2 ključnih kriterijev tveganja, ki si sledijo po pomembnosti. Kot najpomembnejši kriterij je bila izbrana stabilnost odlagališč (1. kriterij), ki mu sledi velikost odlagališč (2. kriterij). Rezultat je dvomestna šifra, na podlagi katere je bilo določenih 6 razredov z majhnim do kritičnim vplivom.

Glede na hierarhično razdelitev odlagališč na osnovi tveganja smo ugotovili, da bi bilo potrebno redno spremljati stanje okolja (vsebnosti PHE v sedimentih ter stabilnost in erodiranost odlagališč) na območjih naslednjih odlagališč:

Odlagališča kovinskih rudnikov:

- na območju Mežice (14 odlagališč)
- na območju Idrije (14 odlagališč)
- na območju Litije (7 odlagališč)
- na območju Pleš (2 odlagališči)

Odlagališča premogovnikov:

- na območju Laškega (1 odlagališče)
- na območju Hrastnika (1 odlagališče).

V letu 2017 smo torej ponovno pregledali zgoraj naštetih odlagališč skladno z metodologijo, ki smo jo uporabljali v letu 2013.

2 Potencialno škodljivi elementi (PHE) v sedimentih in vodah

2.1 Vzorčenje, priprava in analiza sedimentov v letu 2017

Vzorčenje potočnih sedimentov je bilo izvedeno junija 2017. Skupno je bilo odvzetih 27 vzorcev potočnih oz. rečnih sedimentov na istih lokacijah kot leta 2013. Na vsaki lokaciji je bil sediment pobran na petih mestih v medsebojni razdalji 5 do 10 metrov. Tako pridobljen sestavljeni vzorec je tehtal od 1 do 2 kilograma. Koordinate vzorčnih mest so podane v preglednici 1.

Zračno posušene vzorce sedimentov smo presejali s siti iz nerjavečega jekla. S sejanjem smo pripravili frakcijo ($< 0,125$ mm) za kemične analize. Kemična analiza vzorcev potočnih sedimentov je bila opravljena v laboratoriju Bureau Veritas Mineral Laboratories, v Vancouvru v Kanadi. Za določitev vsebnosti 11 elementov (As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Zn) je bilo 15 g vzorca prelito z zlatotopko (mešanica kislin HCl in HNO₃ ter vode v razmerju 1:1:1), eno uro segrevano na 95 °C in potem primerno razredčeno z destilirano vodo. Vsebnost prvin v raztopini so nato določili z induktivno sklopljeno plazemsko masno ali emisijsko spektroskopijo (ICP-MS ali ICP-ES).

Na devetih vzorcih sedimentov frakcije $< 0,125$ mm, odvzetih neposredno pod odlagališči, je bila opravljena analiza z vrstičnim elektronskim mikroskopom z energijsko disperzijsko spektroskopijo (SEM/EDS). S SEM/EDS analizo so bile določene kemična in mineralna sestava, povprečna velikost ter število kovinskih delcev na površino vzorca (št. delcev/cm²). Vsak vzorec je bil dobro homogeniziran, potresen na ogljikov trak, naprašen z ogljikom in analiziran s SEM/EDS pri napetosti 20 kV. Pregledane površine vzorcev, v katerih so bili analizirani vsi kovinski delci, so bile velike med 5,9 in 18,4 mm². Število delcev je bilo preračunano na cm². Mineralna sestava kovinskih delcev je bila ocenjena iz atomskih razmerij sestavnih elementov in s primerjavo s podatkovno bazo mineralov. SEM/EDS analiza je bila opravljena na Geološkem zavodu Slovenije.

2.2 Vzorčenje, priprava in analiza vod v letu 2017

Na lokacijah, kjer smo v vodotoku vzorčili sediment, smo v letu 2017 odvzeli tudi vzorce vode ter v njih določili vsebnosti PHE. Na ta način smo pridobili dodatne informacije o vplivih obravnavanih odlagališč na okolje.

Vzorci vode so bili prefiltrirani preko filtra < 0,45 µm in shranjeni v 60 ml HDPE plastenke, ki so bile predhodno dvakrat izprane z vzorčeno vodo. Ob odvzemu filtriranih vzorcev vode smo sočasno merili pH in temperaturo vode (T), oksidacijsko redukcijski potencial (Eh), električno prevodnost (EC) in količino raztopljenega kisika (DO). Odvzeti vzorci vode so bili shranjeni na hladno (8 – 10 °C) in prepeljani v laboratorij. Vzorci so bili nato poslani na kemijsko analizo v laboratorij Activation Laboratories Ltd. (Actlabs) v Kanadi. V laboratoriju so bili vzorci najprej zakisani z ultra čisto dušikovo kislino na pH < 2 za nekaj dni, da so se morebiti oborjeni elementi ponovno raztopili. Nato so bili analizirani z induktivno sklopljeno plazemsko (ICP) masno spektrometrijo (MS) in optično emisijsko spektrometrijo (OES). Kakovost analitike je bila zagotovljena s ponovitvami šestih vzorcev in uporabo standarda IV-STOCK-1643 (ICP/MS).

Preglednica 1: Osnovni podatki o vzorčnih lokacijah (oznake vzorčnih lokacij in njihove koordinate, rudarsko območje, ime vodotoka in oznake odlagališč rudarskih odpadkov, iz katerih se izpira material v navedene vodotoke)

OZNAKA LOKACIJE	Lon	Lat	RUDARSKO OBMOČJE	VODOTOK	ODLAGALIŠČE
SS-26/3	14,8083	46,4682	Mežica	Meža	-
SS-26/5	14,8216	46,4709	Mežica	Helenski p.	K-26/11-13
SS-26/6	14,8349	46,4674	Mežica	Meža	-
SS-26/7	14,8503	46,4793	Mežica	Mušenik	K-26/17
SS-26/8	14,8552	46,4814	Mežica	pritok ¹	K-26/18-21
SS-26/9	14,8664	46,4817	Mežica	Meža	-
SS-26/10	14,8728	46,4854	Mežica	Jazbinski p.	K-26/22-23
SS-26/11	14,8778	46,4835	Mežica	pritok ¹	K-26/22
SS-26/15	14,8677	46,5022	Mežica	Meža	-
SS-26/19	14,8635	46,5091	Mežica	Junčarjev p.	K-26/27-28,30
SS-26/20	14,8626	46,5132	Mežica	Meža	-
SS-26/21	14,8554	46,5257	Mežica	Meža	-
SS-26/22	14,9031	46,5431	Mežica	Meža	-
SS-19/3	14,6012	45,9896	Pleše	Rebrski p.	K-19/9-10
SS-25/1	14,8049	46,0443	Litija	Reka	-
SS-25/2	14,8308	46,0464	Litija	pritok ¹	K-25/22-27
SS-25/3	14,8338	46,0459	Litija	pritok ¹	K-25/22-27
SS-25/4	14,8343	46,0462	Litija	pritok ¹	K-25/22-27
SS-25/5	14,8377	46,0445	Litija	Reka	-
SS-25/6	14,8645	46,0733	Litija	Sava	-
SS-25/7	14,8167	46,0574	Litija	Sava	-
SS-8/1	14,0266	45,9819	Idrija	Idrijca	-
SS-8/3	14,0285	46,0017	Idrija	Idrijca	K-8/1-6
SS-8/4	14,0271	46,0023	Idrija	Nikova	K-8/6-10
SS-8/6	14,0283	46,0101	Idrija	Idrijca	K-8/1-14
SS-8/7	14,0291	46,0211	Idrija	Idrijca	K-8/1-14
SS-8/8	14,0263	46,0321	Idrija	Idrijca	K-8/1-14

¹ manjši vodotoki, ki nimajo uradnega geografskega poimenovanja

2.3 Vsebnosti potencialno škodljivih elementov (PHE) v sedimentih

Vsebnosti 11 potencialno škodljivih elementov (As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Zn) v obravnavanih vzorcih sedimentov so podani v preglednicah od 3 do 6.

Za kadmij (Cd), baker (Cu), nikelj (Ni), svinec (Pb), cink (Zn), krom (Cr), živo srebro (Hg), kobalt (Co), molibden (Mo) in arzen (As) so v Uredbi o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Uradni list RS, št. 68/96 in 41/04) podane normativne vrednosti (preglednica 2). **Mejna imisijska vrednost** je gostota posamezne nevarne snovi v tleh, ki pomeni takšno obremenitev tal, da se zagotavljajo življenjske razmere za rastline in živali, in pri kateri se ne poslabšuje kakovost podtalnice ter rodovitnost tal. Pri tej vrednosti so učinki ali vplivi na zdravje človeka ali okolje še sprejemljivi. **Opozorilna imisijska vrednost** je gostota posamezne nevarne snovi v tleh, ki pomeni pri določenih vrstah rabe tal verjetnost škodljivih učinkov ali vplivov na zdravje človeka ali okolje. **Kritična imisijska vrednost** je gostota posamezne nevarne snovi v tleh, pri kateri zaradi škodljivih učinkov ali vplivov na človeka in okolje onesnažena tla niso primerna za pridelavo rastlin, namenjenih prehrani ljudi ali živali ter za zadrževanje ali filtriranje vode (Uradni list RS, št. 68/96 in 41/04). Mejne in kritične vrednosti za tla po slovenski uredbi so zelo blizu tudi vrednostim po t.i. nizozemski listi »The New Dutch list« (VROM, 2000), ki je veljala tako za **tla** kot tudi za **sedimente**. V t.i. nizozemski listi so podane tudi mejne vrednosti za barij (Ba), ki v slovenski zakonodaji niso definirane. V preglednici 2 navajamo mejne in kritične vrednosti v skladu z zgoraj omenjeno zakonodajo.

Za lažje vrednotenje in razumevanje podatkov v preglednicah od 3 do 6 smo številčne podatke obarvali z različnimi barvami v skladu z mejnimi in kritičnimi vrednostmi, ki so podane v slovenski zakonodaji za tla (Uradni list RS, št. 68/96 in 41/04) oziroma t.i. nizozemski listi »The New Dutch list« (VROM, 2000), ki je veljala tako za tla kot tudi za sedimente. S črno barvo so obarvane vsebnosti pod mejno vrednostjo, z **modro** vsebnosti med mejno in kritično, z **rdečo** ne-odebeljeno vsebnosti nad kritično in pod 2× kritično vrednostjo in **odebeljeno rdeče** vsebnosti nad 2× kritično vrednostjo.

*Preglednica 2: Mejne in kritične vrednosti v tleh in sedimentih (Uradni list RS, št. 68/96 in 41/04)(*ker za Ba ni podane mejne in kritične vrednosti za tla v Sloveniji, smo ju privzeli po »The New Duch list« (VROM, 2000))*

TLA/SEDIMENT		
element	mejna vrednost (mg/kg)	kritična vrednost (mg/kg)
As	20	55
Ba*	160	625
Cd	1	12
Cr	100	380
Co	20	240
Cu	60	300
Hg	0,8	10
Mo	10	200
Ni	50	210
Pb	85	530
Zn	200	720

Preglednica 3: Vsebnosti As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb in Zn (v mg/kg) v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika svinca in cinka Mežica v letih 2013 in 2017

VZOREC	LETO	VODOTOK	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Zn
SS-26/3	2013	Meža	6,4	28	1,4	7,0	18,3	11,4	0,04	1,7	16,7	93	288
SS-26/3	2017	Meža	8,8	30	2,2	8,2	16,2	14,8	0,09	1,8	19,2	83	358
SS-26/5	2013	Helenski p.	33,7	53	102,9	4,3	17,6	28,4	0,15	149	15,1	9149	18200
SS-26/5	2017	Helenski p.	23,8	60	64,9	7,5	15,9	37,4	0,13	97,7	22,4	4982	8169
SS-26/6	2013	Meža	7,7	33	5,6	6,6	21,5	12,4	0,16	14,1	14,9	887	805
SS-26/6	2017	Meža	11,2	40	11,4	8,9	17,6	16,2	0,10	18,3	19,8	929	1561
SS-26/7	2013	Mušenik	6,7	28	5,4	2,1	7,4	8,5	0,02	15,8	6,6	815	656
SS-26/7	2017	Mušenik	4,5	12	2,6	1,4	3,2	4,2	0,04	8,9	3,0	337	364
SS-26/8	2013	pritok	71,8	205	81,1	2,3	14,4	13,3	0,34	3310	9,1	46200	14500
SS-26/8	2017	pritok	25,3	108	40,2	3,3	10,4	12,0	0,26	286	8,8	5213	5107
SS-26/9	2013	Meža	13,1	150	7,2	11,5	30,6	24,7	0,85	33,3	21,9	1672	1235
SS-26/9	2017	Meža	13,5	128	9,5	12,0	23,9	27,7	0,31	18,3	21,8	1430	1341
SS-26/10	2013	Jazbinski p.	6,0	95	1,7	4,0	10,3	13,2	0,29	5,2	10,7	634	282
SS-26/10	2017	Jazbinski p.	10,2	44	6,0	3,0	8,3	18,7	0,13	6,6	9,3	671	529
SS-26/11	2013	pritok	23,7	307	103,9	1,1	7,2	10,5	0,10	17,7	6,7	3289	16600
SS-26/11	2017	pritok	29,1	308	116,3	1,9	7,1	14,0	0,13	21,5	7,0	2470	17600
SS-26/15	2013	Meža	27,6	124	14,7	9,1	28,3	42,9	0,19	104	21,8	7593	2665
SS-26/15	2017	Meža	27,4	89	18,6	7,4	27,7	85,0	0,75	92,1	32,1	7611	2208
SS-26/19	2013	Junčarjev p.	20,6	285	25,5	1,2	6,2	8,8	0,04	122	5,2	4187	5834
SS-26/19	2017	Junčarjev p.	23,1	271	20,3	3,0	9,1	16,1	0,11	50,6	7,9	1733	3854
SS-26/20	2013	Meža	17,1	119	8,0	9,3	25,2	30,8	0,79	70,2	21,9	4527	1337
SS-26/20	2017	Meža	34,3	110	22,7	9,6	33,8	57,3	0,56	160	29,0	9198	3027
SS-26/21	2013	Meža	24,6	132	23,0	8,7	26,9	35,0	0,13	113	19,5	7751	3728
SS-26/21	2017	Meža	8,9	87	10,0	8,8	24,0	47,1	0,24	6,5	23,2	825	1090
SS-26/22	2013	Meža	37,9	128	30,1	10,3	44,0	54,3	0,79	361	25,3	23100	5083
SS-26/22	2017	Meža	22,1	136	17,0	13,2	33,5	45,9	0,22	70,7	32,4	3383	2302

S črno barvo so obarvane vsebnosti pod mejno, z modro med mejno in kritično vrednostjo, z rdečo neodebeljeno vsebnosti nad kritično in pod 2× kritično vrednostjo in odebeljeno rdeče vsebnosti nad 2× kritično vrednostjo.

Preglednica 4: Vsebnosti As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb in Zn (v mg/kg) v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika Pleše v letih 2013 in 2017

VZOREC	LETO	VODOTOK	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Zn
SS-19/3	2013	Rebrski p.	5,4	1590	0,7	1,7	6,5	8,0	1,03	0,4	5,6	1398	181
SS-19/3	2017	Rebrski p.	5,1	1800	1,0	2,7	12,0	17,9	1,31	0,5	7,8	816	279

S črno barvo so obarvane vsebnosti pod mejno, z modro med mejno in kritično vrednostjo, z rdečo neodebeljeno vsebnosti nad kritično in pod 2× kritično vrednostjo in odebeljeno rdeče vsebnosti nad 2× kritično vrednostjo.

Preglednica 5: Vsebnosti As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb in Zn (v mg/kg) v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika v Litiji v letih 2013 in 2017

VZOREC	LETO	VODOTOK	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Zn
SS-25/1	2013	Reka	3,7	58	0,2	4,5	8,1	6,8	0,09	0,1	10,5	31	48
SS-25/1	2017	Reka	3,9	74	0,2	6,1	9,0	8,4	0,12	0,2	12,0	30	65
SS-25/2	2013	pritok	22,6	1296	4,5	7,8	127	123	21,10	0,7	12,9	4900	1435
SS-25/2	2017	pritok	10,9	1461	1,5	11,4	47,7	31,5	1,91	0,7	18,7	451	531
SS-25/3	2013	pritok	16,6	289	8,4	6,9	68,9	271	80,00	2,9	19,7	12300	1926
SS-25/3	2017	pritok	11,2	2062	3,2	7,1	34,6	149	10,50	0,4	10,5	1532	1232
SS-25/4	2013	pritok	6,1	1122	0,6	4,9	33,0	18,3	4,31	0,3	10,7	915	162
SS-25/4	2017	pritok	9,9	1488	0,7	6,9	114	24,0	3,99	0,4	12,8	899	253
SS-25/5	2013	Reka	3,8	235	0,2	5,0	9,8	12,1	0,33	0,2	12,7	91	70
SS-25/5	2017	Reka	4,2	656	0,3	5,3	14,4	18,6	1,99	0,3	11,6	214	123
SS-25/6	2013	Sava	4,5	50	0,2	3,9	11,6	11,5	0,39	0,4	13,6	30	45
SS-25/6	2017	Sava	4,7	37	0,2	4,6	10,8	12,1	0,45	0,3	15,4	24	52
SS-25/7	2013	Sava	5,0	23	0,1	4,8	11,0	11,2	0,12	0,4	15,7	19	48
SS-25/7	2017	Sava	5,3	27	0,2	4,6	11,5	11,5	0,16	0,4	15,5	14	56

S črno barvo so obarvane vsebnosti pod mejno, z modro med mejno in kritično vrednostjo, z rdečo neodebeljeno vsebnosti nad kritično in pod 2× kritično vrednostjo in odebeleno rdeče vsebnosti nad 2× kritično vrednostjo.

Preglednica 6: Vsebnosti As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb in Zn (v mg/kg) v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika v Idriji v letih 2013 in 2017

VZOREC	LETO	VODOTOK	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Zn
SS-8/1	2013	Idrijca	2,8	84	0,1	2,9	4,9	4,1	8,0	0,4	4,2	25	27
SS-8/1	2017	Idrijca	2,8	56	0,1	3,0	2,4	3,2	2,0	0,3	3,0	18	22
SS-8/3	2013	Idrijca	7,5	57	0,2	4,0	9,2	10,1	100	0,7	8,6	29	44
SS-8/3	2017	Idrijca	4,8	51	0,3	4,1	7,3	13,4	24,7	0,6	7,4	21	48
SS-8/4	2013	Nikova	2,8	61	0,2	4,4	15,3	34,9	270	1,9	17,8	60	161
SS-8/4	2017	Nikova	9,9	64	0,4	6,1	18,5	48,0	270	1,7	16,1	59	118
SS-8/6	2013	Idrijca	0,1	49	0,5	5,8	6,4	10,5	820	0,1	18,9	35	43
SS-8/6	2017	Idrijca	3,6	44	0,2	4,0	6,0	16,4	210	0,8	7,0	20	46
SS-8/7	2013	Idrijca	0,1	33	0,8	3,0	7,9	16,9	3540	0,1	24,1	61	85
SS-8/7	2017	Idrijca	5,2	45	0,2	4,1	7,0	17,5	190	0,7	8,1	25	45
SS-8/8	2013	Idrijca	4,2	46	0,2	3,5	7,2	10,7	300	0,8	6,9	29	40
SS-8/8	2017	Idrijca	4,4	51	0,3	4,2	7,1	16,2	310	0,6	8,0	19	47

S črno barvo so obarvane vsebnosti pod mejno, z modro med mejno in kritično vrednostjo, z rdečo neodebeljeno vsebnosti nad kritično in pod 2× kritično vrednostjo in odebeleno rdeče vsebnosti nad 2× kritično vrednostjo.

2.4 Mineraloška opredelitev trdnih faz v sedimentih s SEM/EDS

SEM/EDS analiza sedimentov je bila opravljena z namenom kemično-mineraloške opredelitve kovinskih delcev, v katerih so vezani potencialno škodljivi elementi (PHE), ocene njihove količine v vzorcih in določitve splošne mineralne sestave sedimentov. Za SEM/EDS analizo je bilo izbranih 5 vzorcev iz vplivnega območja rudnika Mežica (SS-26/5, SS-26/7, SS-26/8, SS-26/11 in SS-26/19), 2 iz vplivnega območja rudnika v Litiji (SS-25/2 in SS-25/4), 1 iz vplivnega območja rudnika Pleše (SS-19/3) in 1 iz vplivnega območja rudnika v Idriji (SS-8/6)(podrobneje v prilogi 2).

Vzorci sedimentov pritokov iz območja Mežice sestavljajo večinoma karbonati (70 %), predvsem dolomit in kalcit, silikatov je okrog 25 %, kovinski delci pa predstavljajo 5 % vseh delcev v vzorcih. Najvišje koncentracije kovinskih delcev so bile ugotovljene v vzorcih sedimentov pritokov SS-26/11, SS-26/19, SS-26/5 in SS-26/7, ki odvodnjavajo odlagališča K-26/22, K-26/27, 28, 30, K-26/11, 12, 13 ter K-26/17, v katerih se vrednosti gibljejo med 1.400 in 10.000 delcev/cm². Med kovinskimi delci močno prevladujejo rudni minerali (64 %) sfalerit, cerusit, smithsonit, barit, pirit, hemimorfit, wulfenit, descloizit, piromorfit in galenit. Sfalerit poleg Zn vsebuje tudi manjše vsebnosti Cd. Zelo številčni (28 %) so tudi sekundarni produkti preperevanja rudnih mineralov Fe-oksihidroksidi in Fe-oksihidroksi sulfati z manjšimi vsebnostmi Pb in Zn, Mn-oksidi s Pb in čisti Fe-oksihidroksi sulfati. Geogeni kovinski minerali predstavljajo 8 % vseh kovinskih delcev. Večinoma gre za čiste Fe-oksihidrokside, ilmenit, Fe-oksihidrokside z Mn, rutil, monazit, cirkon, sfen, psevdorutil in ksenotim. Ti geogeni kovinski minerali so pogosti v preperini magmatskih in metamorfnih kamnin, ki pa na območju obravnavanih odlagališč niso pogoste. V letu 2017 so koncentracije rudnih mineralov, sekundarnih produktov preperevanja rudnih mineralov in geogenih kovinskih mineralov v sedimentih iz območja Mežice višje za 1,5x, 2x in 4x v primerjavi z letom 2013, vendar so njihove velikosti povprečno za okrog 2x manjše.

V vzorcih sedimentov obeh pritokov (SS-25/2 in SS-25/4) iz območja Litije prevladujejo silikatni minerali (92 %), karbonatov je 5 %, kovinski delci in minerali pa predstavljajo le 3 % vseh delcev v vzorcih. Kljub temu so v obeh vzorcih koncentracije kovinskih delcev presegle vrednosti 3.000 delcev/cm². Med rudnimi minerali sta prisotna le barit in piromorfit, ki predstavljata 54 % vseh kovinskih delcev. Geogeni kovinski minerali, predvsem rutil, ilmenit, čisti Fe-oksihidroksidi, cirkon, Fe-oksihidroksidi z Mn in Ti, monazit in ksenotim, predstavljajo 38 % vseh kovinskih delcev. Sekundarnih produktov preperevanja rudnih mineralov Mn-oksidov s Pb, Fe-

oksihidroksidov s Pb in Zn, čistih Fe-oksihidroksi sulfatov in Fe-oksihidroksi sulfatov s Pb in Zn pa je 8 %. V letu 2017 so koncentracije rudnih mineralov v sedimentih iz območja Litije nižje za 0,5×, koncentracije geogenih kovinskih mineralov so višje za 4×, koncentracije sekundarnih produktov preperevanja rudnih mineralov pa so približno enake v primerjavi z letom 2013. Njihove velikosti pa so povprečno za okrog 2× manjše.

Sediment pritoka iz območja Pleš sestavlja 46 % karbonatnih mineralov, večinoma dolomit, 32 % silikatov, kar 22 % vseh delcev pa je kovinskih. Koncentracija kovinskih delcev znaša več kot 9.900 delcev/cm². Izrazito prevladujejo rudni minerali (93 %), predvsem barit, v manjši meri pa tudi ceruzit in piromorfit. Sekundarni produkti preperevanja rudnih mineralov, Mn-oksidi s Pb, Fe-oksihidroksidi s Pb in Zn ter čisti Fe-oksihidroksi sulfati, predstavljajo 4 % kovinskih delcev v vzorcu, geogeni kovinski minerali, čisti Fe-oksihidroksidi, rutil, ilmenit, Fe-oksihidroksidi z Mn in Ti ter cirkon, pa zavzemajo 3 %. V letu 2017 so koncentracije rudnih mineralov in geogenih kovinskih mineralov v sedimentih iz območja Pleš višje za 2× in 1,2×, koncentracije sekundarnih produktov preperevanja rudnih mineralov pa so enake v primerjavi z letom 2013. Velikosti mineralov so povprečno za okrog 2× manjše v primerjavi z letom 2013.

V vzorcu sedimenta Idrije prevladujejo silikatni minerali (56 %), karbonatov je 39 %, kovinskih delcev pa je 5 %. Koncentracija kovinskih delcev je nad 860 delcev/cm². Največ je geogenih kovinskih mineralov (82 %): čisti Fe-oksihidroksidi, ilmenit, rutil, Fe-oksihidroksidi z Mn in Ti, cirkon, monazit in ksenotim. Sekundarnih produktov preperevanja rudnih mineralov, kot so čisti Fe-oksihidroksi sulfati ter Fe-oksihidroksidi in Fe-oksihidroksi sulfati s cinabaritom, je 12 % vseh kovinskih delcev. Rudni minerali, ki jih je le 6 % vseh kovinskih delcev, so zastopani s cinabaritom in piritom. V letu 2017 so koncentracije rudnih mineralov v sedimentih iz območja Idrije nižje za 5,5×, koncentracije sekundarnih produktov preperevanja rudnih mineralov ter geogenih kovinskih mineralov pa so 1,3× in 1,5× višje v primerjavi z letom 2013. Velikosti mineralov pa so v povprečju podobne v primerjavi z letom 2013.

2.4.1 Oblike pojavljanja kovinskih delcev

Kovinski delci v vseh vzorcih sedimentov nastopajo v podobnih oblikah.

Rudni minerali sfalerit, smithsonit in piromorfit se pojavljajo kot zelo porozni in močno korodirani ostrorobi odlomki in oglata masivna zrna. Piromorfit je najverjetneje avtigenega nastanka in nastopa tudi kot oprh na zrnih nekovinskih mineralov. Močna korodiranost nakazuje raztapljanje in sproščanje težkih kovin Zn, Pb in Cd v okolje. Cerusit, barit in cinabarit

tvorijo porozna, ponekod razpokana, polikristalna in masivna zrna ter ostrorobe odlomke. Cinabarit se pojavlja tudi kot prevleka in oprh na površini nekaterih Fe-oksihidroksidov in Fe-oksihidroksi sulfatov. Poroznost in razpokanost povečuje njihovo specifično površino zato so pri spremembi naravnih pogojev (pH, Eh) lahko podvrženi raztapljanju. Hemimorfit, galenit, descloizit, wulfenit in halkopirit nastopajo kot ostrorobi odlomki in masivna oglata zrna s ponekod ohranjenimi kristalnimi ploskvami. Sfalerit, galenit, pirit in cinabarit ob danih pogojih v vodah (pH, Eh in DO) večinoma niso stabilni, medtem ko so cerusit, smithsonit in piromorfit stabilni.

Med sekundarnimi produkti preperevanja rudnih mineralov Fe-oksihidroksidi, z manjšimi vsebnostmi Pb in Zn, nastopajo kot slabo zaobljeni do oglati odlomki in kristali ter kot porozni agregati iz drobnih kristalov. Fe-oksihidroksi sulfati, z manjšimi vsebnostmi Pb in Zn, se pojavljajo kot masivna zrna z izrazitimi izsušitvenimi razpokami, ki so posledica oksidacije sulfidov, iz katerih so nastali. Mn oksidi s Pb in psilomelan s Pb tvorijo porozne zaobljene agregate iz zelo drobnih kristalov, ki so najverjetneje avtigenega nastanka. Fe-oksihidroksidi in Fe-oksihidroksi sulfati z manjšimi vsebnostmi Pb in Zn so lovilci težkih kovin, ki pa predstavljajo izmenljivo frakcijo in se zato ob spremembi naravnih pogojev lahko sprostijo nazaj v vodno raztopino. Pri danih pogojih v vodah so Mn oksidi in Fe-oksihidroksidi stabilne faze, medtem ko so Fe-oksihidroksi sulfati nestabilni.

Geogeni kovinski minerali ilmenit, cirkon, rutil, psevdorutil, sfen, monazit, ksenotim in stroncianit se pojavljajo večinoma kot masivni ostrorobi odlomki ali dobro definirani kristali, lahko tudi kot vključki v nekovinskih mineralih. Čisti Fe-oksihidroksidi in Fe-oksihidroksidi z Mn in Ti tvorijo tudi porozne agregate, sestavljene iz drobnih kristalov. Omenjeni geogeni minerali so večinoma odporni na kemično in fizikalno preperevanje in spremembe naravnih pogojev zato so v danih pogojih v vodah obstojni.

Celotno poročilo z naslovom »Mineraloška opredelitev trdnih faz v sedimentih s SEM/EDS« za potrebe projekta »Spremljanje zaprtih objektov za ravnanje z odpadki iz rudarskih in drugih dejavnosti izkoriščanja mineralnih surovin«, ki ga je izdelal dr. Miloš Miler, je v **prilogi 1**. Tukaj smo navedli le povzetek.

2.5 Vsebnosti potencialno škodljivih elementov (PHE) v vodah

Fizikalno-kemični parametri vode (pH, T, Eh, EC in DO) so osnovni indikatorji kakovosti vode. Pomembno vplivajo na obnašanje trdnih snovi v vodi, tudi tistih, ki vsebujejo PHE, ter končno na vsebnosti PHE v vodah. Mejne vrednosti osnovnih fizikalno-kemičnih parametrov (pH, T, Eh, EC in DO) v površinskih vodah v uredbah niso posebej predpisane.

Terenske meritve osnovnih fizikalno-kemičnih parametrov vode (pH, T, Eh, EC in DO) na posameznih vzorčnih točkah vplivnih območij obravnavanih odlagališč rudnikov Mežica, Litija, Pleše in Idrija so podane v preglednici 7.

V vodah na vplivnem območju odlagališč rudnika Mežica se vrednosti pH gibljejo med 8,1 in 8,8. V pritokih, ki odvodnjavajo odlagališča, je bila najnižja vrednost izmerjena na vzorčnem mestu SS-26/11 v pritoku Meže, ki odvodnjava odlagališče K-26/22, najvišja pa na vzorčnem mestu SS-26/7 v Mušeniku, ki odvodnjava odlagališče K-26/17. V reki Meži so vrednosti pH v splošnem nekoliko nižje kot v pritokih. Vrednosti Eh se gibljejo med -37,1 in -4,7 mV. Najnižja vrednost v pritokih je bila izmerjena na vzorčnem mestu SS-26/7, v Mušeniku, ki odvodnjava odlagališče K-26/17, najvišja pa na vzorčnem mestu SS-26/11, v pritoku, ki odvodnjava odlagališče K-26/22. Višje vrednosti so bile izmerjene v reki Meži. Elektroprevodnost (EC), ki odraža delež raztopljenih trdnih snovi v vodi, se giblje med 181 in 609 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Najnižja vrednost v pritokih je bila izmerjena na vzorčnem mestu SS-26/10 v Jazbinskem potoku, ki odvodnjava odlagališči K-26/22 in 23, najvišja pa na vzorčnem mestu SS-26/11, v pritoku Jazbinskega potoka, ki odvodnjava odlagališče K-26/22. V reki Meži so vrednosti v splošnem nekoliko nižje. Koncentracije v vodi raztopljenega kisika (DO) se gibljejo med 9,3 in 11,2 mg/l. V pritokih je najnižja na vzorčnem mestu SS-26/19, v majhnem pritoku, ki odvodnjava odlagališča K-26/27-28,30, in najvišja na vzorčnem mestu SS-26/11. V Meži so vrednosti nekoliko nižje.

V vodah na vplivnem območju odlagališč rudnika Sitarjevec v Litiji se vrednosti pH gibljejo med 7,3 in 8,5. V pritokih je bila najnižja vrednost izmerjena na vzorčnem mestu SS-25/4, najvišja pa na vzorčnem mestu SS-25/3. V potoku Reka in v reki Savi so bile v splošnem izmerjene višje pH vrednosti. Vrednosti Eh se gibljejo med -35,7 in 32,9 mV. V pritokih je bila najnižja vrednost izmerjena na vzorčnem mestu SS-25/3, najvišja pa na vzorčnem mestu SS-25/4. Elektroprevodnost (EC) se giblje med 199 in 550 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Najnižja vrednost je bila izmerjena na vzorčnem mestu SS-25/4, najvišja pa na vzorčnem mestu SS-25/2. V potoku Reka in v reki Savi se gibljejo med 206 in 357 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Koncentracije v vodi raztopljenega kisika (DO) se gibljejo med

7,4 in 12,1 mg/l. V pritokih je najnižja na vzorčnem mestu SS-25/4, najvišja pa v SS-25/3. Višje so v potoku Reka in reki Savi.

Na vplivnem območju odlagališč rudnika Pleše so vrednosti parametrov vode na vzorčnem mestu SS-19/3 v vodotoku, ki odvodnjava odlagališči sledeči: pH je 8,3, Eh je -21,5 mV, EC je 466 $\mu\text{S}/\text{cm}$, DO pa je 8,8 mg/l.

V vodah na vplivnem območju odlagališč rudnika Idrija se vrednosti pH gibljejo med 8,3 in 8,5. Najnižja vrednost je bila izmerjena v Idrijci v točki (SS-8/3), najvišja pa v SS-8/1. Vrednosti Eh se gibljejo med -30,7 in -16,0 mV. Najnižja vrednost je bila izmerjena v Idrijci na vzorčnem mestu SS-8/1, najvišja pa na SS-8/3. Elektroprevodnost (EC) se giblje med 306 in 357 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Najnižja vrednost je bila izmerjena v Idrijci (SS-8/1), najvišja pa v Nikovi (SS-8/4). Koncentracije v vodi raztopljenega kisika (DO) se gibljejo med 10,6 in 11,3 mg/l. Najnižja je v Idrijci (SS-8/1), najvišja pa v Nikovi (SS-8/4).

Glede na izmerjene vrednosti parametrov pH, Eh in DO je okolje v večini vodotokov na območjih obravnavanih odlagališč rudnikov nevtravno do rahlo bazično in relativno dobro prezračeno. V takih pogojih so ne-sulfidne PHE vsebujoče oblike vezave (karbonati, oksidi in hidroksoidi), večinoma stabilne, medtem ko so sulfidi manj stabilni, zaradi česar se lahko del PHE iz sulfidov izloči v vodo.

Vsebnosti 11 potencialno škodljivih elementov (As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb in Zn) v obravnavanih vzorcih vod so podani v preglednici 8. Za vrednotenje vod na obravnavanih vzorčnih mestih smo uporabili mejne vrednosti, določene z Uredbo o stanju površinskih voda (Uradni list RS, št. 14/09, 98/10, 96/13 in 24/16), Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15 – iztok voda v naravni sprejemnik) ter kot najstrožji kriterij vrednotenja vod, Pravilnik o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09 in 74/15). Tako so v preglednici 8 spodaj navedene vrednosti naravnega ozadja (NO), najvišje dovoljene koncentracije za površinske in odpadne vode ter najvišje dovoljene koncentracije za pitno vodo. Z rdečo barvo so označene koncentracije, ki presegajo normativ za površinske vode. Vsebnost kadmija (Cd) je v normativu za površinske vode odvisna od trdote vode, ki je razdeljena v pet razredov (r.1 = razred 1: < 40 mg CaCO_3/l , r.2 = razred 2: 40 do < 50 mg CaCO_3/l , r.3 = razred 3: 50 do < 100 mg CaCO_3/l , r.4 = razred 4: 100 do < 200 mg CaCO_3/l in r.5 = razred 5: ≥ 200 mg CaCO_3/l). Ravno tako je od trdote vode odvisna vrednost cinka (Zn) in je razdeljena v tri razrede: razred e (< 50 mg CaCO_3/l), razred f (50 do < 100 mg CaCO_3/l) in razred g (≥ 100 mg CaCO_3/l). Glede na meritve terenskih

parametrov in geološko sestavo smo privzeli, da je trdota vode v obravnavanih vzorcih za Cd od 100 do < 200 mg CaCO₃/l, s čimer je normativ za Cd 0,9 + NO µg/l ter za Zn ≥ 100 mg CaCO₃/l, s čimer je normativ za Zn 520 + NO µg/l.

Preglednica 7: Terenske meritve osnovnih fizikalno-kemičnih parametrov vode (pH, Eh, EC, DO, T) na posameznih vzorčnih mestih na vplivnem območju odlagališč rudnikov Mežica, Litija, Pleše in Idrija

VZOREC	OBMOČJE	LETO	VODOTOK	pH	Eh (mV)	EC (µS/cm)	DO (%)	DO (mg/l)	T (°C)
SS-26/3	Mežica	2017	Meža	8,54	-24,1	180,9	101,6	11,06	8,5
SS-26/5	Mežica	2017	Helenski p.	8,74	-34,1	376,5	100,9	10,67	9,7
SS-26/6	Mežica	2017	Meža	8,62	-28,4	191,8	102,6	10,99	9,3
SS-26/7	Mežica	2017	Mušenik	8,79	-37,1	362,8	100,1	10,34	11,0
SS-26/8	Mežica	2017	pritok	8,77	-35,7	348,1	100,7	10,39	10,7
SS-26/9	Mežica	2017	Meža	8,12	-4,7	260,9	96,6	9,46	13,4
SS-26/10	Mežica	2017	Jazbinski p.	8,68	-31,8	319,6	101,3	11,16	12,4
SS-26/11	Mežica	2017	pritok	8,24	-9,7	609,0	100,7	11,18	7,9
SS-26/15	Mežica	2017	Meža	8,58	-28,1	324,4	100,1	9,42	15,5
SS-26/19	Mežica	2017	pritok	8,68	-32,2	348,7	99,2	9,95	12,6
SS-26/20	Mežica	2017	Meža	8,64	-31,4	324,7	100,8	9,28	16,6
SS-26/21	Mežica	2017	Meža	8,61	-29,6	331,4	99,6	9,32	16,0
SS-26/22	Mežica	2017	Meža	8,71	-34,4	298,0	99,4	9,48	15,0
SS-25/1	Litija	2017	Reka	8,04	-6,4	205,7	97,8	9,37	15,4
SS-25/2	Litija	2017	pritok	7,80	6,6	550,0	90,9	8,19	17,0
SS-25/3	Litija	2017	pritok	8,27	-20,7	478,0	103,6	9,36	18,4
SS-25/4	Litija	2017	pritok	7,34	32,9	199,2	79,4	7,44	16,3
SS-25/5	Litija	2017	Reka	7,95	-1,8	236,3	92,9	8,91	15,5
SS-25/6	Litija	2017	Sava	8,31	-22,6	357,4	119,3	11,08	17,2
SS-25/7	Litija	2017	Sava	8,54	-35,7	346,3	131,1	12,08	17,6
SS-19/3	Pleše	2017	Rebrski p.	8,29	-21,5	466,4	98,6	8,85	18,3
SS-8/1	Idrija	2017	Idrijca	8,55	-30,7	306,3	102,7	10,63	11,8
SS-8/3	Idrija	2017	Idrijca	8,27	-16,0	333,7	108,7	11,21	12,1
SS-8/4	Idrija	2017	Nikova	8,36	-20,4	356,7	106,2	11,35	10,6
SS-8/6	Idrija	2017	Idrijca	8,34	-19,0	331,5	103,0	11,0	10,6
SS-8/7	Idrija	2017	Idrijca	8,39	-22,0	331,6	102,8	11,11	10,3
SS-8/8	Idrija	2017	Idrijca	8,40	-22,6	333,8	102,8	11,13	10,2

Preglednica 8: Vsebnosti As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb in Zn (v µg/l) v vodah na vplivnem območju odlagališč rudnikov Mežica, Litija, Pleše in Idrija v letu 2017 ter primerjava z zakonodajo

VZOREC	OBM.	VODOTOK	As [µg/l]	Ba [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cr [µg/l]	Cu [µg/l]	Hg [µg/l]	Mo [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Zn [µg/l]
SS-26/3	Mežica	Meža	0,88	7,3	0,02	0,013	< 0,5	0,2	< 0,2	1,0	< 0,3	0,18	3,3
SS-26/5	Mežica	Helenski p.	0,46	12,2	0,45	0,049	< 0,5	2,1	< 0,2	1,7	0,4	47,10	83,6
SS-26/6	Mežica	Meža	0,94	8,1	0,09	0,016	< 0,5	0,3	< 0,2	1,2	< 0,3	1,90	10,6
SS-26/7	Mežica	Mušenik	0,30	6,3	0,04	0,026	< 0,5	0,4	< 0,2	1,5	< 0,3	2,69	8,1
SS-26/8	Mežica	pritok	0,20	11,2	< 0,01	0,016	< 0,5	0,2	< 0,2	1,7	< 0,3	< 0,01	< 0,5
SS-26/9	Mežica	Meža	0,51	12,6	0,10	0,026	< 0,5	0,7	< 0,2	1,8	0,4	0,89	19,7
SS-26/10	Mežica	Jazbinski p.	0,33	17,7	0,15	0,016	< 0,5	0,5	< 0,2	2,1	< 0,3	2,15	43,3
SS-26/11	Mežica	pritok	0,70	9,1	11,20	0,034	< 0,5	0,5	< 0,2	5,6	1,3	38,10	2290
SS-26/15	Mežica	Meža	0,48	17,4	1,14	0,143	< 0,5	6,1	< 0,2	2,3	3,1	5,84	42,9
SS-26/19	Mežica	Junčarjev p.	0,52	29,4	0,38	0,030	< 0,5	0,6	< 0,2	2,9	2,4	33,80	162
SS-26/20	Mežica	Meža	0,54	18,6	1,17	0,126	< 0,5	6,1	< 0,2	2,5	3,0	7,68	44,8
SS-26/21	Mežica	Meža	0,61	21,2	0,91	0,089	< 0,5	4,2	< 0,2	2,5	2,4	4,86	38,6
SS-26/22	Mežica	Meža	0,68	22,0	0,47	0,042	< 0,5	3,5	< 0,2	2,5	1,7	1,80	20,5
SS-25/1	Litija	Reka	0,22	25,3	< 0,01	0,018	< 0,5	0,4	< 0,2	0,1	< 0,3	< 0,01	0,5
SS-25/2	Litija	pritok	0,84	227,0	0,17	0,450	29,4	12,3	< 0,2	0,1	2,0	2,83	27,4
SS-25/3	Litija	pritok	0,40	41,2	0,27	0,043	< 0,5	3,0	< 0,2	1,5	0,6	4,38	59,8
SS-25/4	Litija	pritok	0,67	175,0	0,01	0,039	< 0,5	0,7	< 0,2	0,1	0,4	< 0,01	5,4
SS-25/5	Litija	Reka	0,19	38,1	< 0,01	0,021	< 0,5	0,6	< 0,2	0,1	< 0,3	< 0,01	2,8
SS-25/6	Litija	Sava	0,31	23,6	0,01	0,047	< 0,5	0,5	< 0,2	0,6	0,6	0,04	5,9
SS-25/7	Litija	Sava	0,31	19,4	0,02	0,063	< 0,5	0,8	< 0,2	0,7	0,7	0,09	4,7
SS-19/3	Pleše	Rebrski p.	0,16	109,0	< 0,01	0,013	< 0,5	< 0,2	< 0,2	0,1	< 0,3	0,12	< 0,5
SS-8/1	Idrija	Idrijca	0,13	14,0	< 0,01	0,010	< 0,5	0,2	< 0,2	0,2	< 0,3	< 0,01	< 0,5
SS-8/3	Idrija	Idrijca	0,10	6,0	< 0,01	0,010	< 0,5	< 0,2	< 0,2	0,4	< 0,3	< 0,01	< 0,5
SS-8/4	Idrija	Nikova	0,20	11,4	< 0,01	0,016	< 0,5	0,4	< 0,2	0,6	< 0,3	< 0,01	< 0,5
SS-8/6	Idrija	Idrijca	0,13	8,3	< 0,01	0,011	< 0,5	0,4	< 0,2	0,4	< 0,3	< 0,01	< 0,5
SS-8/7	Idrija	Idrijca	0,13	8,4	< 0,01	0,017	< 0,5	0,4	< 0,2	0,4	< 0,3	< 0,01	0,7
SS-8/8	Idrija	Idrijca	0,13	8,7	< 0,01	0,015	< 0,5	0,6	< 0,2	0,4	< 0,3	< 0,01	1,2
Naravno ozadje (NO; µg/l) ¹			/	/	0,04	0,100	/	1,0	0,0025	/	/	/	4,2
Površinske vode-največja dovoljena koncentracija (µg/l) ²			21	/	r.4 ^a : 0,9+NO	2,8 +NO	160	73 +NO	0,07 +NO	200	34	14	520 ^b +NO
Odpadne vode (neposredno v vodo; µg/l) ³			100	5000	25	30	500	500	5	1000	500	500	2000
Pravilnik o pitni vodi (µg/l) ⁴			10	/	5	/	50	200	1	/	20	10	/

^{1,2} Uradni list RS, št. 14/09, 98/10, 96/13 in 24/16. Uredba o stanju površinskih voda; ³ Uradni list RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15. Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo;

⁴ Uradni list RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15 in 51/17. Pravilnik o pitni vodi; ^a r.4: Velja za vode s trdoto od 100 do < 200 mg/L CaCO₃; ^b Velja za vode s trdoto enako ali večjo od 100 mg/L CaCO₃

2.6 Območje rudnika Mežica

Na območju Mežiške doline je potekalo pridobivanje in predelava svinčevo-cinkove rude več kot 300 let, kar je v okolju pustilo močan pečat. Številne raziskave stanja okolja, ki so bile izvedene v zadnjih desetletjih potrjujejo, da so vsi segmenti okolja močno onesnaženi.

Nekatera najpomembnejša objavljena dela, ki opisujejo dosedanje raziskave vsebnosti kovin v tleh zgornje Mežiške doline (Kugonič in Zupan, 1999; Vreča in sod., 2001; Zupan in sod., 2008; Finžgar in sod., 2014), materialu iz odlagališč (Miler in Gosar, 2012), podstrešnih prahovih (Šajn, 2006), sedimentih reke Meže s pritoki (Svete in sod., 2001; Bole in sod., 2002; Fux in Gosar, 2007; Gosar in Miler, 2011) in trdnih zračnih delcih v Žerjavu (Miler, 2012; Miler in Gosar, 2013), so pokazale, da je okolje v Mežiški dolini močno obremenjeno s Pb, Zn, Cd, As in Mo.

Z zaprtjem rudnika in predelovalno-metalurških obratov, se je neposreden vnos kovin v okolje močno zmanjšal. Na okolje pa še vedno vplivajo stara bremena. Kot posreden vir potencialno škodljivih snovi (PHE) za okolje, so ostali odvali siromašne rude in odpadkov nastalih pri predelavi rude, iz katerih se PHE spirajo v bližnje potoke in z njimi potujejo v Mežo ter dalje v Dravo. Na vsebnosti PHE v sedimentih ne vplivajo zgolj odlagališča, temveč tudi vsesplošno obremenjeno okolje, iz katerega se spira material v Mežo.

Na sliki 1 so prikazana odlagališča, ki smo jih v letu 2017 ponovno pregledali. V preglednici 3 in na slikah od 2 do 5 pa so prikazane vsebnosti Cd, Mo, Pb in Zn v sedimentu v letih 2013 in 2017.

Analiza sedimentov reke Meže in pritokov je pokazala, da je večina sedimenta Meže v Zgornji Mežiški dolini še vedno močno obremenjena s svincem (Pb), cinkom (Zn), molibdenom (Mo) in kadmijem (Cd) ter deloma tudi z arzenom (As), kar prikazujejo prej omenjene slike in grafi na slikah od 6 do 10. V grafih stolpci na levi prikazujejo vsebnosti PHE v sedimentih pritokov, proti desni pa so prikazani stolpci, ki prikazujejo vsebnosti v sedimentih Meže. Vzorci si na grafih sledijo po toku navzdol, tako kot tudi vzorčne točke v naravi. Jasno se vidi, da so vsebnosti v sedimentih pritokov in Meže visoke. Vzrok temu so tako dotoki materiala iz odlagališč, kot tudi spiranje iz vseh segmentov celotnega onesnaženega okolja.

Kljub temu, da na splošno lahko ugotovimo, da so vsebnosti na opazovanih vzorčnih mestih nižje kot v letu 2013, je potrebno spremljanje tudi v prihodnje. Vsebnosti Cd, Pb in Zn v sedimentih vodotokov, ki odvodnjavajo odlagališča, še vedno za več kot 2× presegajo kritične vrednosti teh kovin.

Vsebnosti Cd v letih 2013 in 2017 presegajo 2× kritično vrednost za Cd v sedimentih vodotokov, ki odvodnjavajo naslednja odlagališča na območju rudnika Mežica: K-26/11, 12, 13 (SS-26/5), K-26/18, 19, 20, 21 (SS-26/8) in K-26/22 (SS-26/11). V sedimentu vodotoka, ki odvodnjava odlagališči K-26/28 in 30 (SS-26/19), je bila v letu 2013 malenkost presežena 2× kritična vrednosti za Cd (24 mg/kg). Izmerjena vrednost je znašala 25,5 mg/kg. V letu 2017 je bila izmerjena vsebnost tik pod 2× kritično vrednostjo (20,3 mg/kg).

Vsebnost Mo je v letu 2013 presegla 2× kritično vrednost za Mo v sedimentu vodotoka, ki odvodnjava 4 odlagališča (K-26/18-21) na območju rudnika Mežica: K-26/18 (Unionski odval), K-26/19 (Matjaževo odlagališče), K-26/20 (Svitni) in K-26/21 (Frančišek). Na vzorčnem mestu SS-26/8 smo v letu 2013 izmerili 3310 mg/kg Mo. V letu 2017 je bila na istem vzorčnem mestu določena mnogo nižja vsebnost Mo (286 mg/kg), kar presega kritično vrednost (200 mg/kg) in je pod 2× kritično vrednostjo.

Vsebnosti Pb v letih 2013 in 2017 presegajo 2× kritične vrednosti za Pb v sedimentih vodotokov, ki odvodnjavajo naslednja odlagališča: K-26/11, 12, 13 (SS-26/5), K-26/18, 19, 20, 21, 22 (SS-26/8), K-26/22 (SS-26/11) in odlagališči K-26/28 in 30 (SS-26/19). Tudi na večini vzorčnih mest v Meži so vsebnosti Pb visoke in večinoma presegajo 2× kritično vrednost za Pb.

Vsebnosti Zn v letih 2013 in 2017 presegajo 2× kritično vrednost za Zn v sedimentih vodotokov, ki odvodnjavajo naslednja odlagališča: K-26/11, 12, 13 (SS-26/5), K-26/18, 19, 20, 21 (SS-26/8), K-26/22 (SS-26/11) in odlagališči K-26/28 in 30 (SS-26/19). Tudi na večini vzorčnih mest v Meži so vsebnosti Zn visoke in večinoma presegajo kritično vrednost za Zn za 2×.

Vsebnosti kovin v sedimentih Meže in pritokov na splošno močno nihajo in niso odvisne le od oddaljenosti od glavnega vira onesnaženja (odlagališč rudarskih odpadkov), ampak tudi od hidroloških pogojev. Pritoki imajo večinoma hudourniški značaj in tudi Meža je hitra reka, ki ob

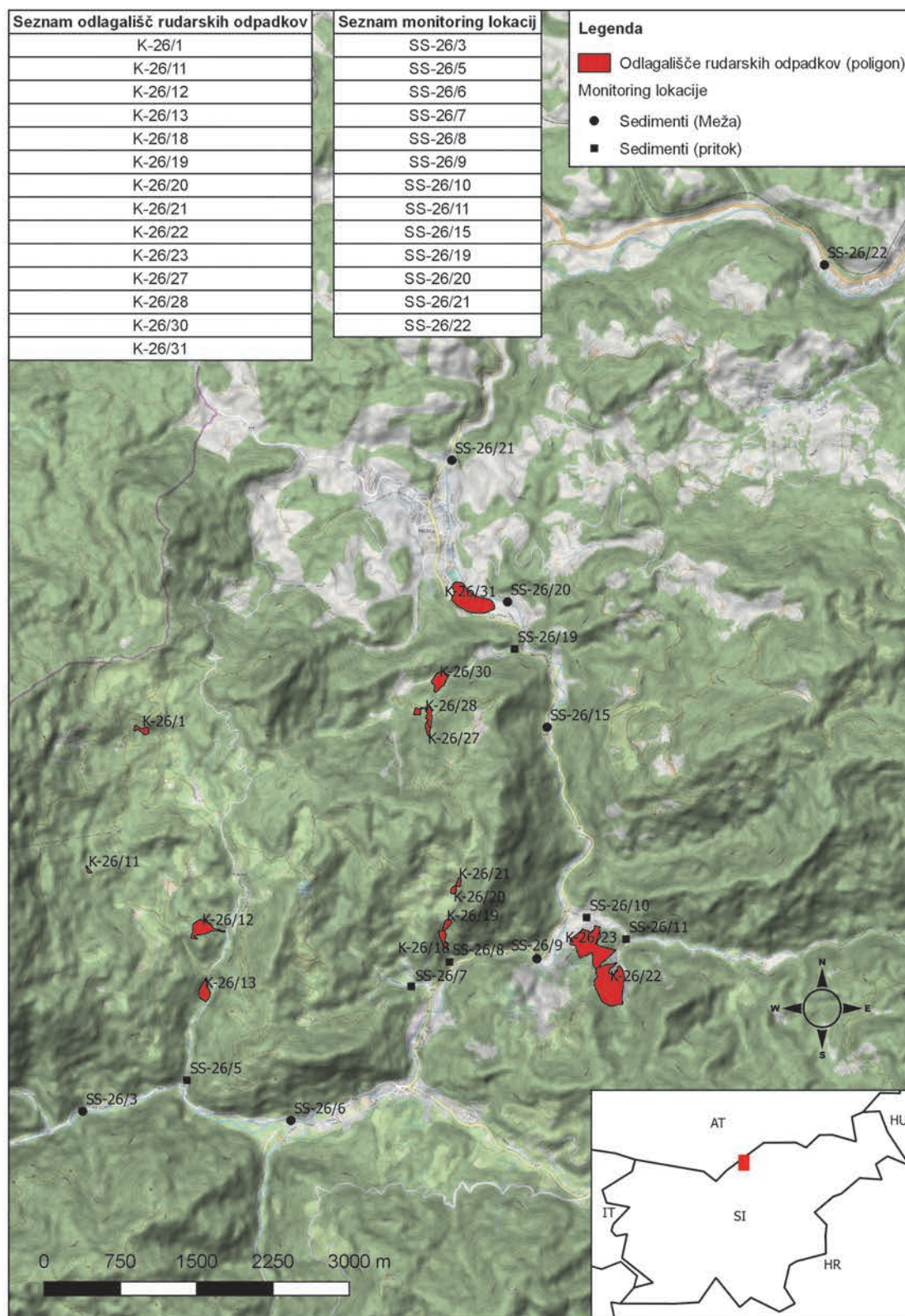
visokem vodostaju delno erodira lastno korito in v njem odložene sedimente. Zaradi tega velik del onesnaženih sedimentov nadaljuje pot do izliva v Dravo in dalje. To potrjujejo povišane vrednosti kovin v sedimentih Drave (Fux in Gosar, 2007) dolvodno od pritoka Meže. Akumulacijo onesnaženih sedimentov predstavljajo poplavne ravnice v srednjem in spodnjem toku Meže.

Izmerjene vsebnosti PHE v vzorcih voda (preglednica 8) presegajo normativ za površinske vode za svinec ($14 \mu\text{g/l}$) na treh vzorčnih mestih: vzorčno mesto v Helenskem potoku (SS-26/5; $47,1 \mu\text{g/l}$), ki odvodnjava odlagališča K-26/11, 12, 13, vzorčno mesto SS-26/11 v pritoku ($38,1 \mu\text{g/l}$), ki odvodnjava odlagališče K-26/22 in vzorčno mesto v Junčarjevem potoku (SS-26/19; $33,8 \mu\text{g/l}$), ki odvodnjava odlagališči K-26/28, 30 (Slika 11). Na vseh omenjenih lokacijah smo tudi v sedimentih ugotovili močno povišane vsebnosti Pb, ki za $2\times$ presegajo kritične vrednosti za Pb.

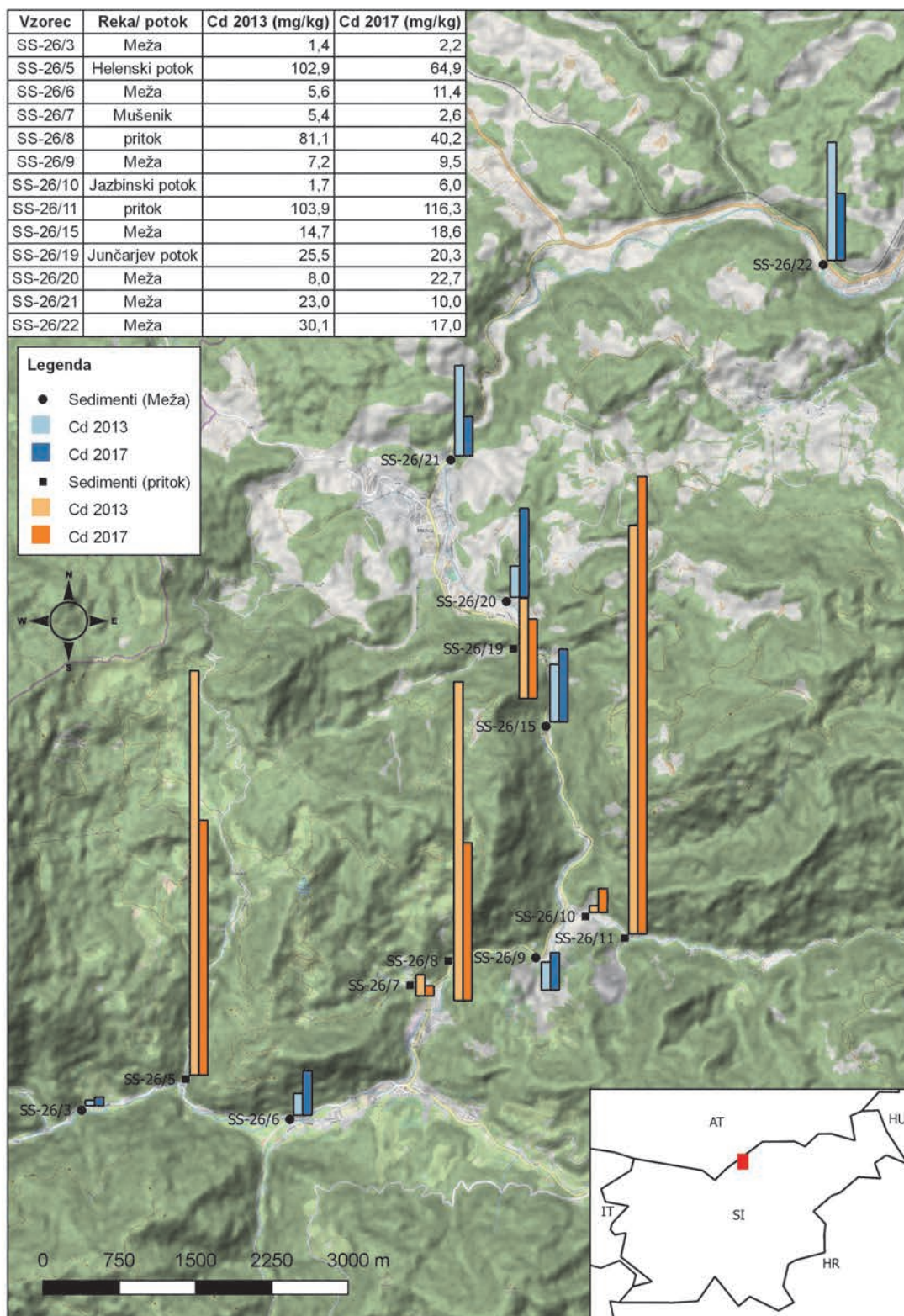
Vsebnosti cinka (preglednica 8) presegajo normativ za površinske vode za Zn ($524,2 \mu\text{g/l}$) samo na vzorčnem mestu (SS-26/11; $2.290 \mu\text{g/l}$) v pritoku, ki odvodnjava odlagališče K-26/22 (slika 12). Tudi sediment je na isti vzorčni točki močno presegal vsebnost $2\times$ kritične vrednosti za Zn.

Vsebnosti kadmija presegajo normativ za površinske vode za Cd ($0,94 \mu\text{g/l}$) na treh vzorčnih mestih: na vzorčnem mestu SS-26/11 ($11,2 \mu\text{g/l}$) v pritoku, ki odvodnjava odlagališče K-26/22 ter na vzorčnih mestih SS-26/15 ($1,14 \mu\text{g/l}$) in SS-26/20 ($1,17 \mu\text{g/l}$) v Meži (Slika 13). Tudi sediment je na vzorčnem mestu SS-26/11 močno presegal vsebnost $2\times$ kritične vrednosti za Cd, medtem ko je bila vsebnost v sedimentu na vzorčnih mestih SS-26/15 in SS-26/20 med kritično in $2\times$ kritično vrednostjo.

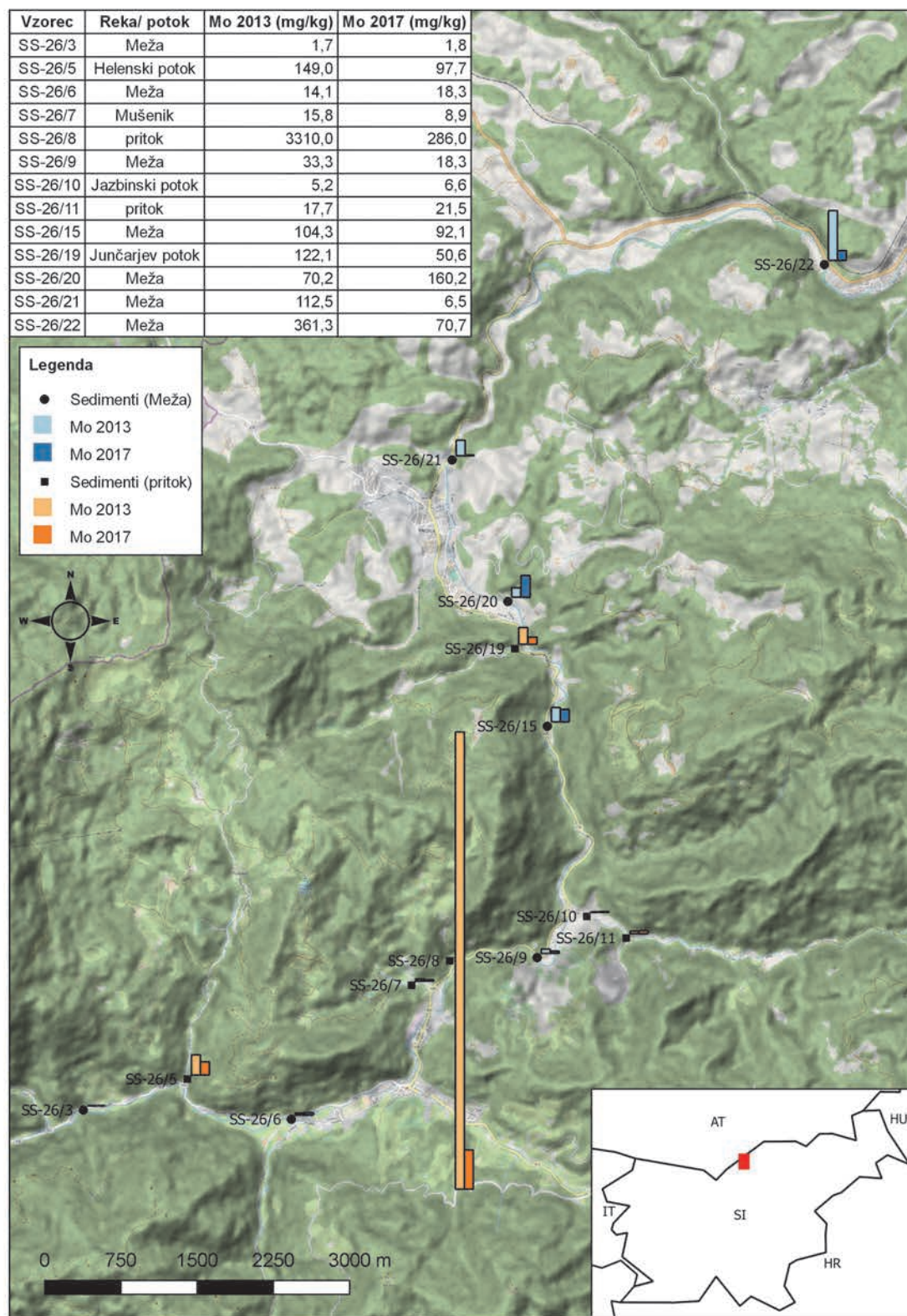
Na podlagi podatkov ugotavljamo, da je okolje v dolini Meže še vedno močno obremenjeno s potencialno škodljivimi elementi (PHE) in da je potrebno tudi v bodoče spremljati vsebnosti v sedimentih Meže ter še posebno pritokov, ki odvodnjavajo odlagališča.



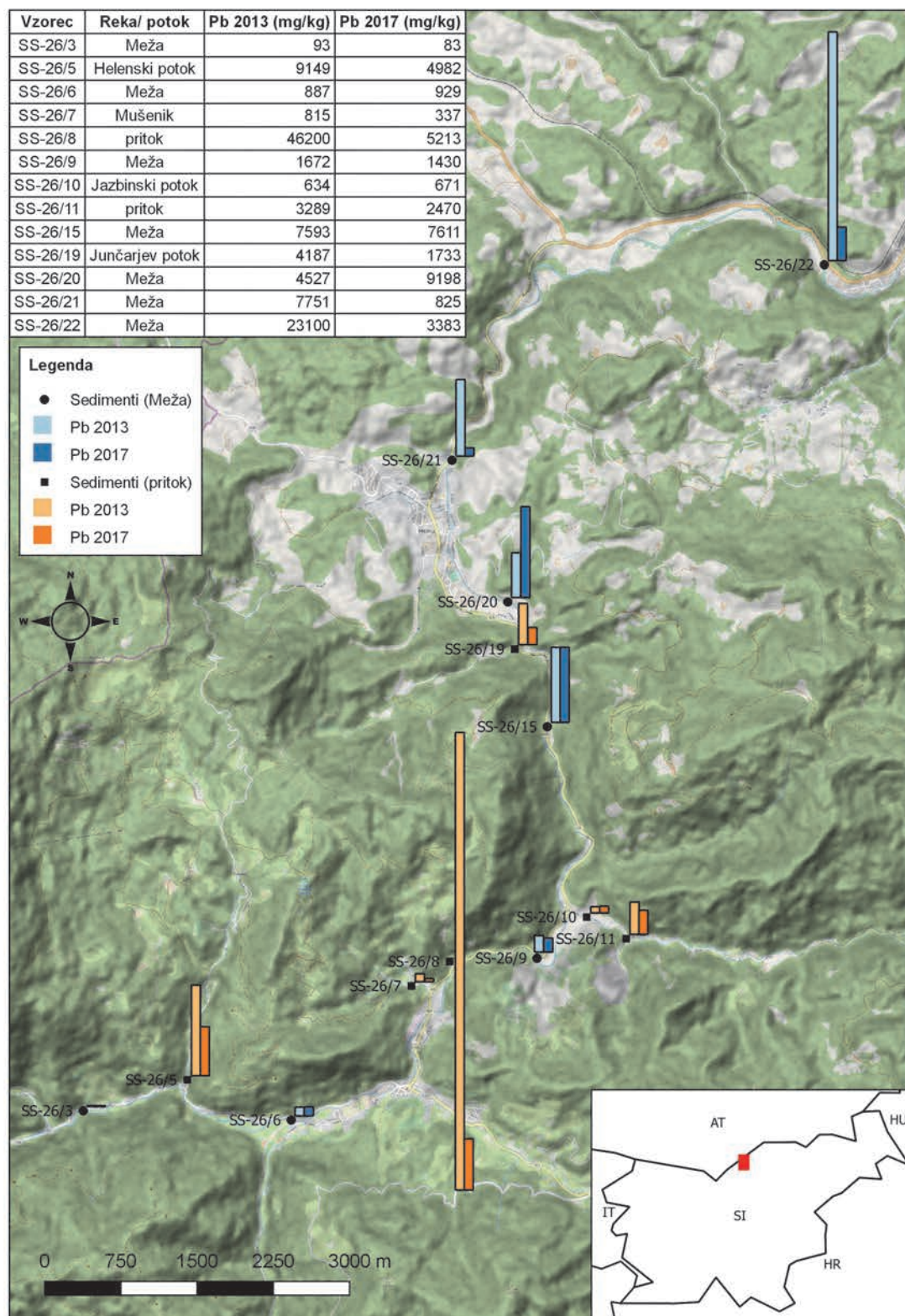
Slika 1: Prikaz opazovanih odlagališč in vzorčnih mest na vplivnem območju rudnika Mežica



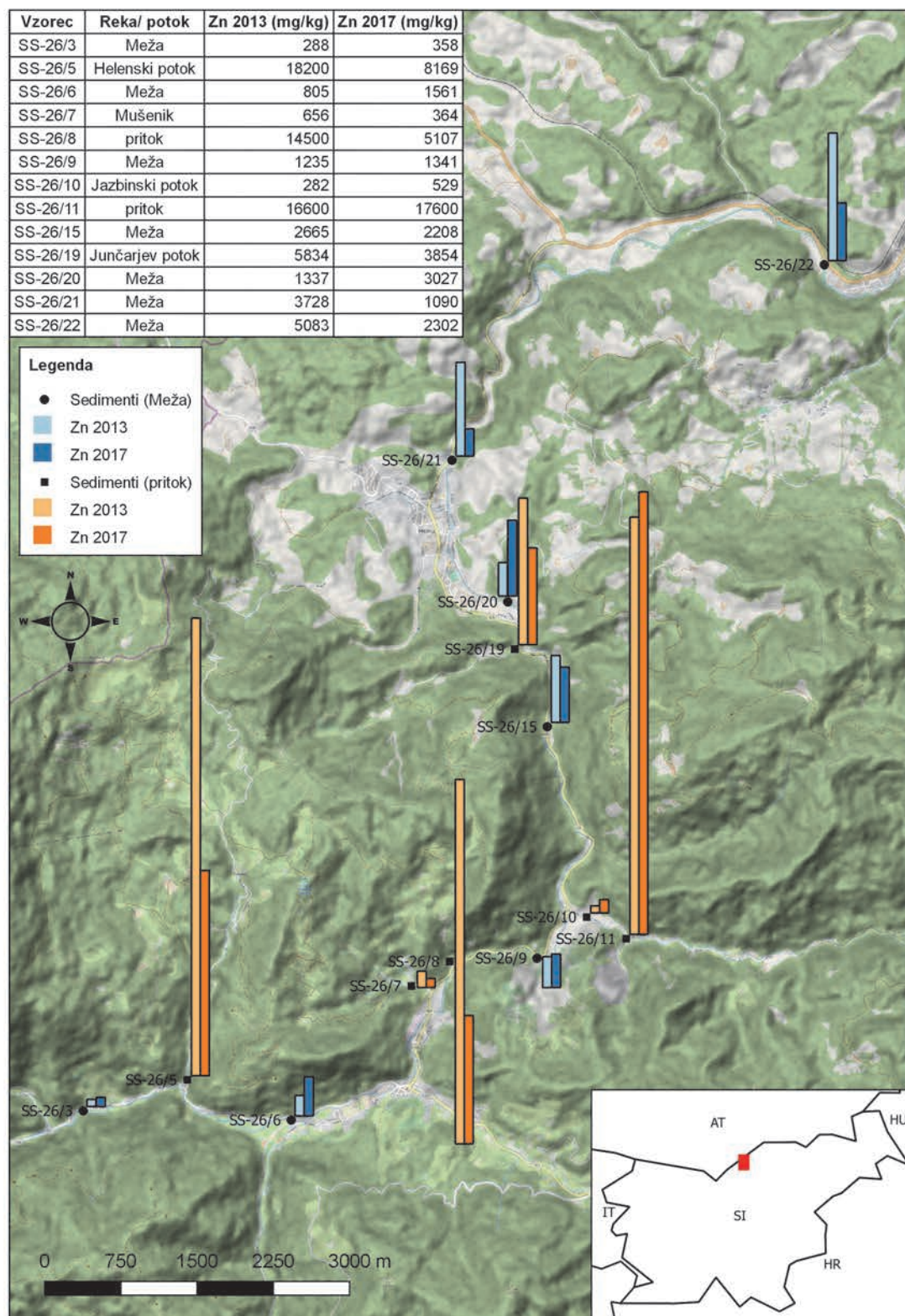
Slika 2: Prikaz vzorčnih mest in vsebnosti kadmija (Cd) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika svinca in cinka Mežica v letih 2013 in 2017



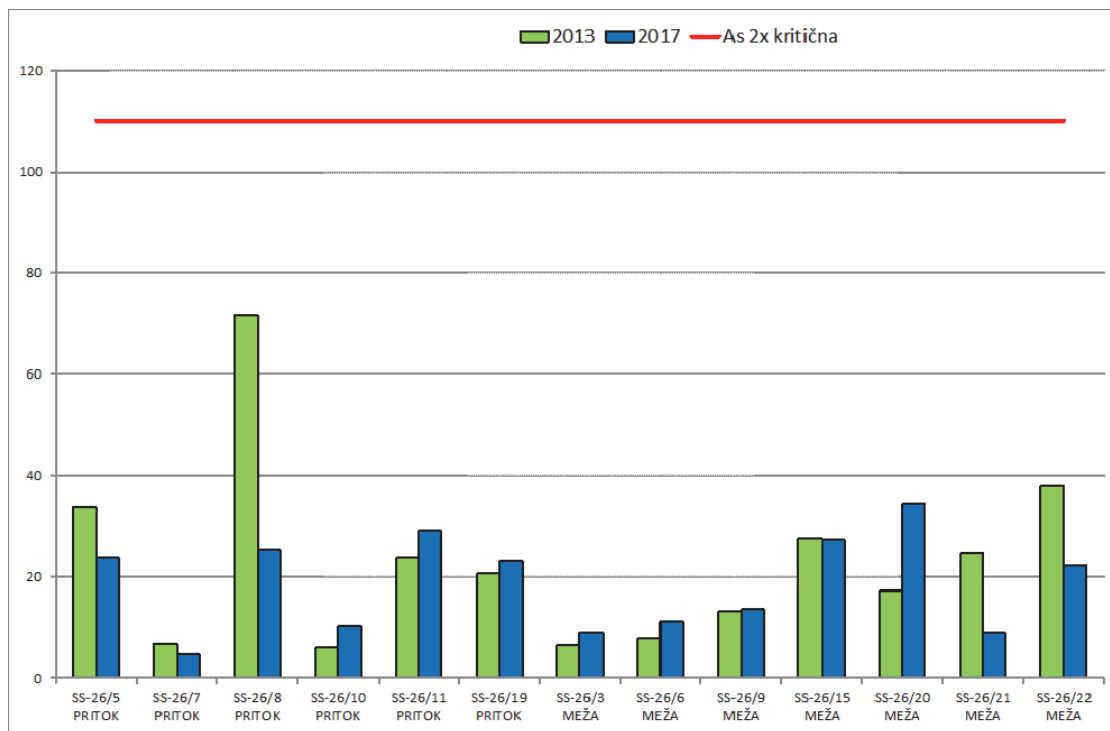
Slika 3: Prikaz vzorčnih mest in vsebnosti molibdena (Mo) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika svinca in cinka Mežica v letih 2013 in 2017



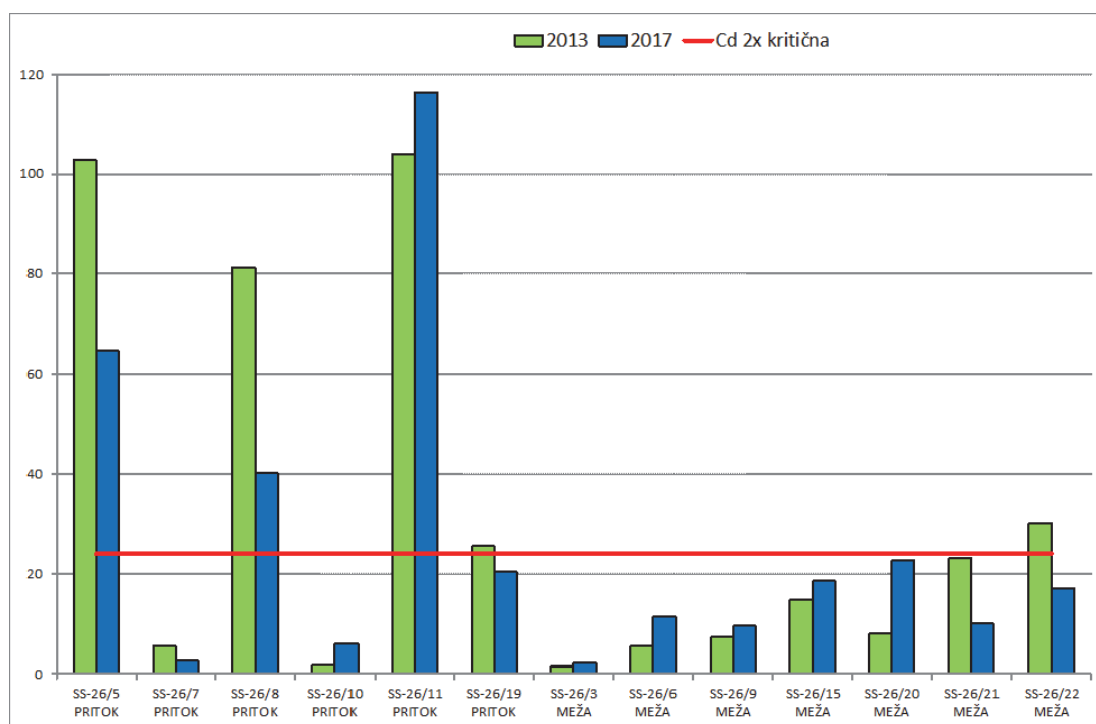
Slika 4: Prikaz vzorčnih mest in vsebnosti svinec (Pb) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika svinec in cinka Mežica v letih 2013 in 2017



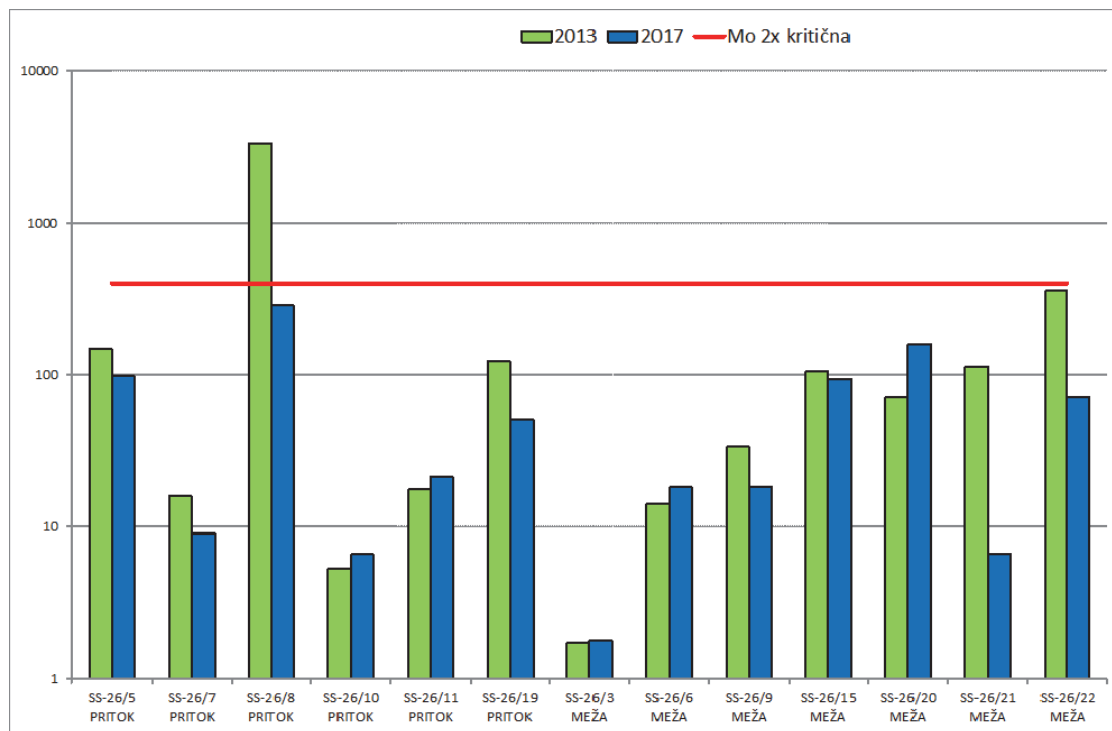
Slika 5: Prikaz vzorčnih mest in vsebnosti cinka (Zn) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika svinca in cinka Mežica v letih 2013 in 2017



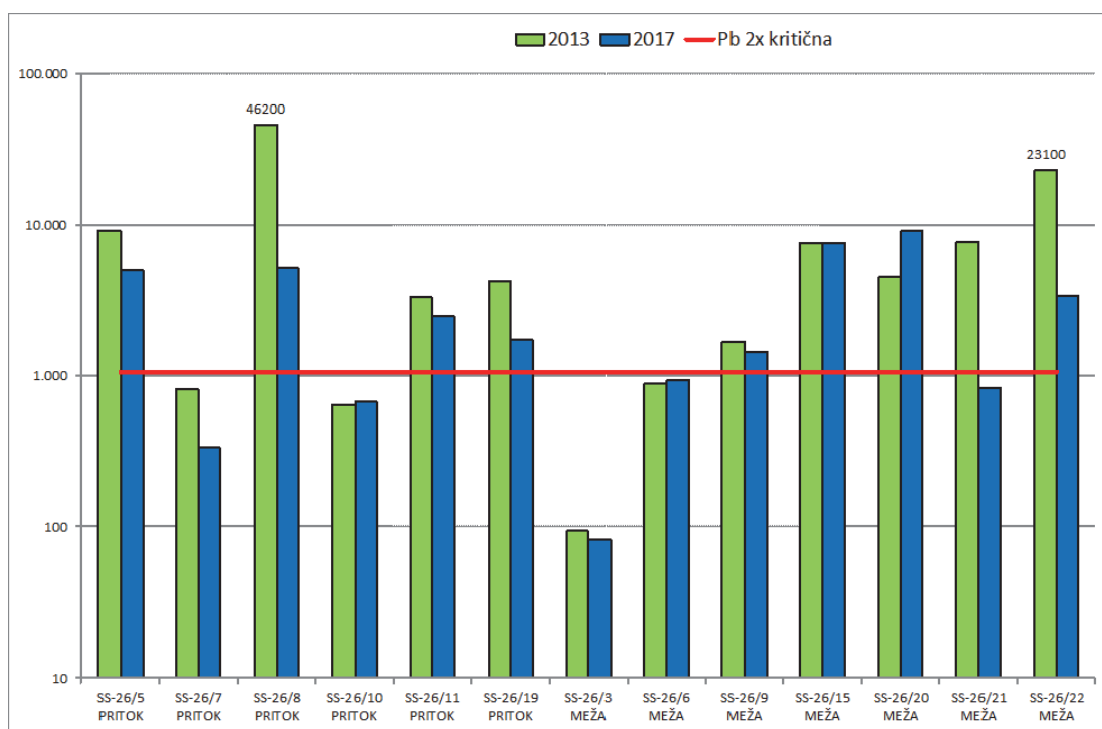
Slika 6: As (v mg/kg) v sedimentih Meže in pritokov, ki spirajo material iz odlagališč v letih 2013 in 2017



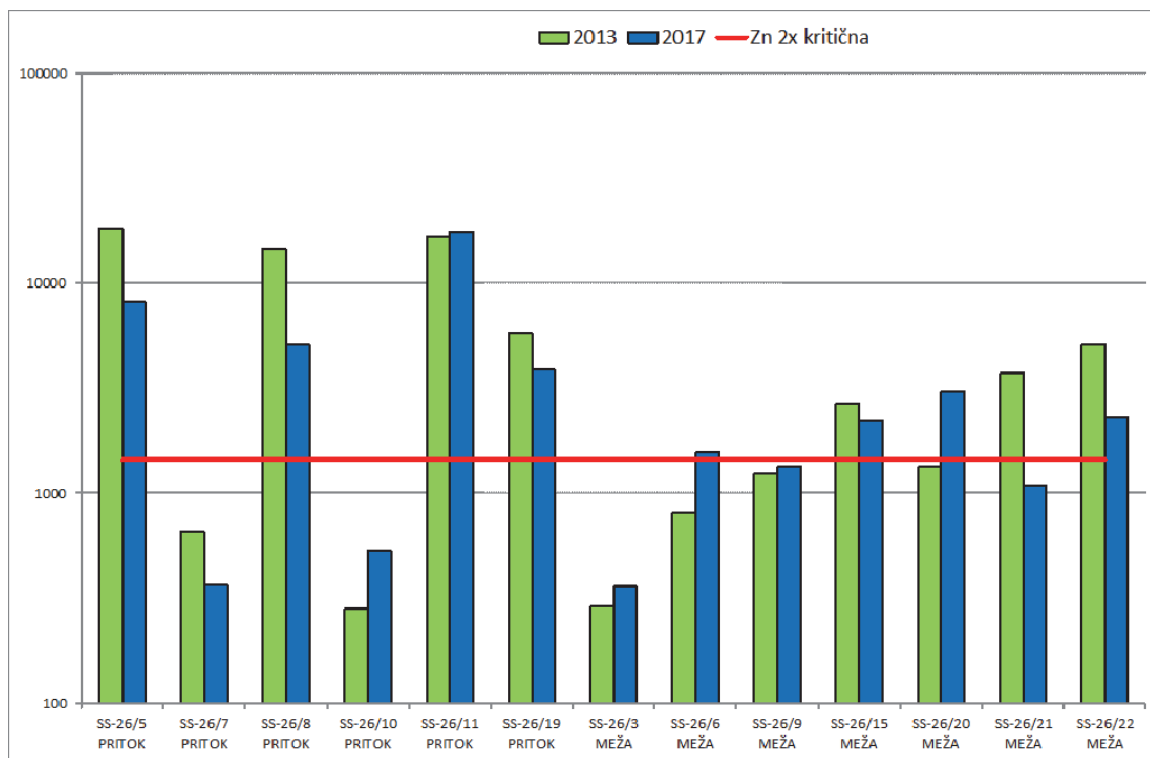
Slika 7: Cd (v mg/kg) v sedimentih Meže in pritokov, ki spirajo material iz odlagališč v letih 2013 in 2017



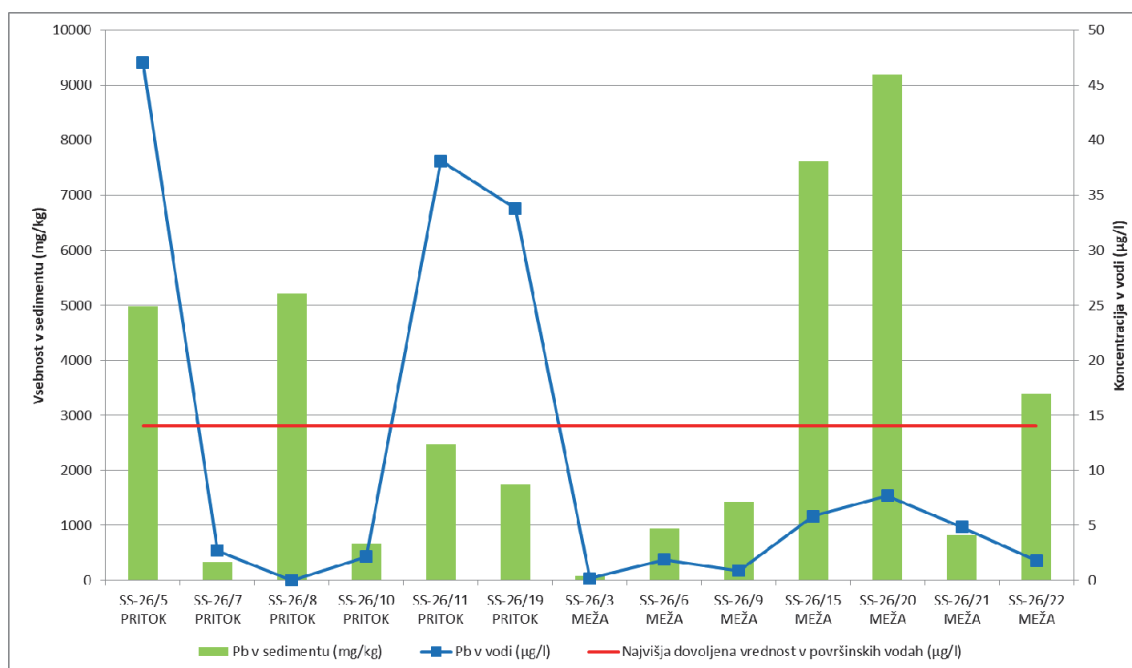
Slika 8: Mo (v mg/kg) v sedimentih Meže in pritokov, ki spirajo material iz odlagališč letih 2013 in 2017



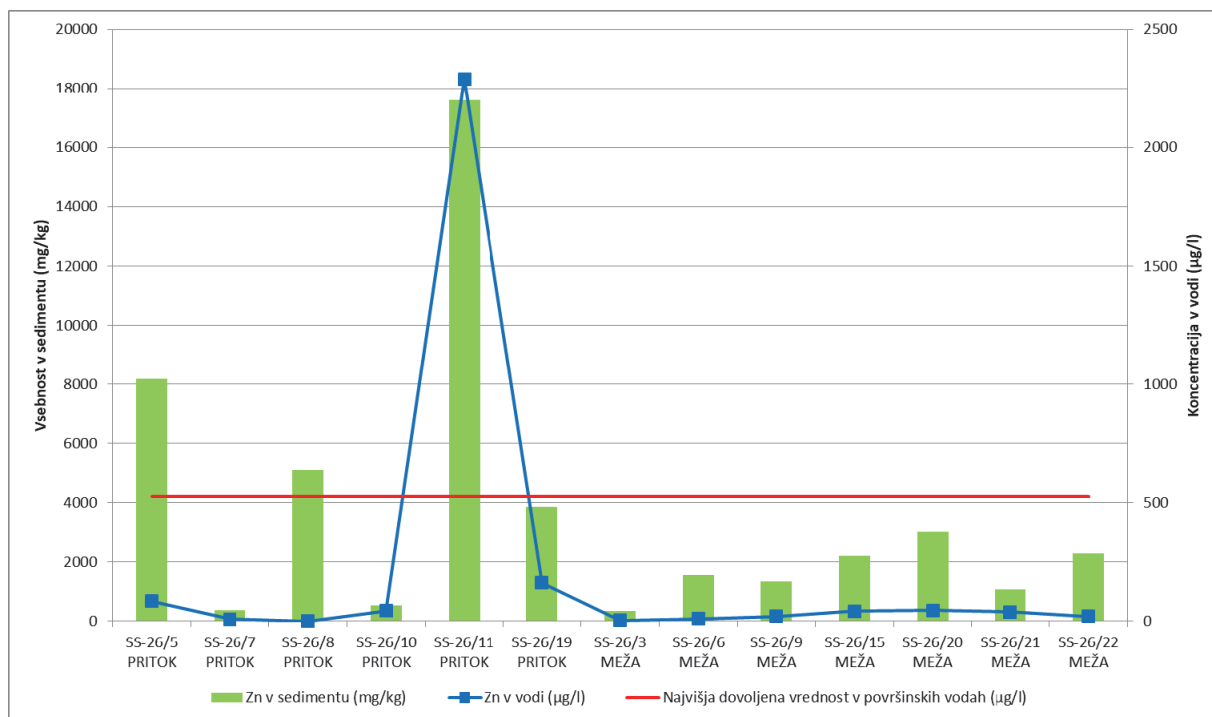
Slika 9: Pb (v mg/kg) v sedimentih Meže in pritokov, ki spirajo material iz odlagališč v letih 2013 in 2017



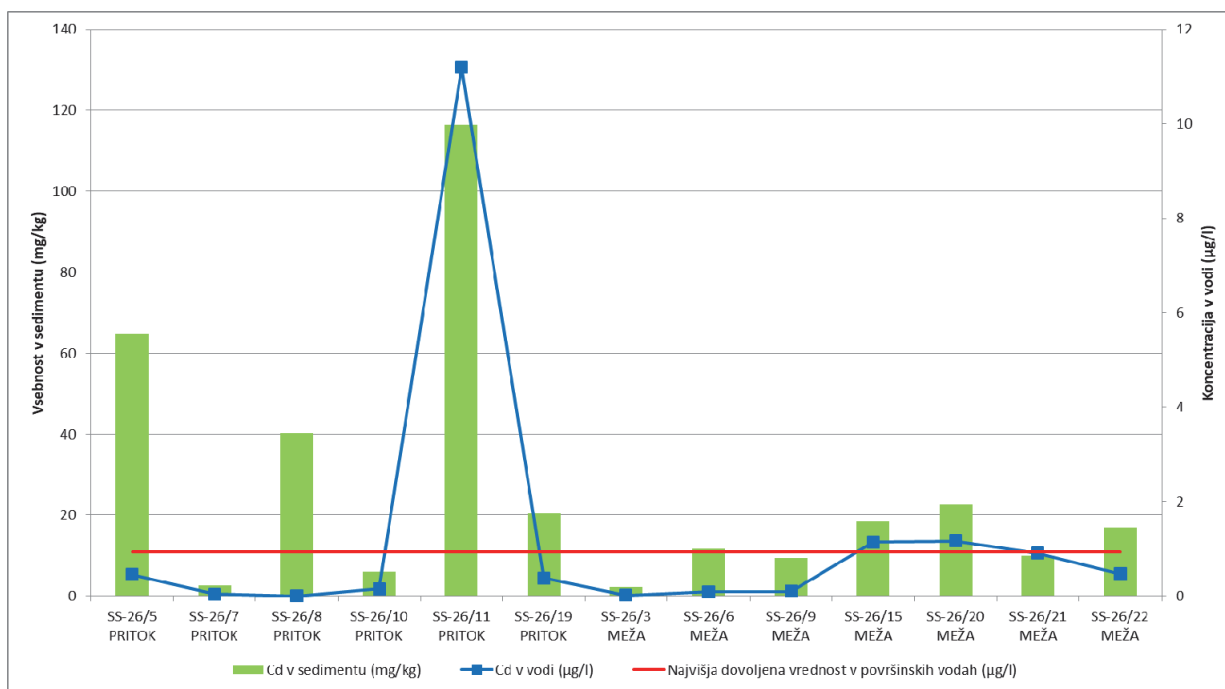
Slika 10: Zn (v mg/kg) v sedimentih Meže in pritokov, ki spirajo material iz odlagališč v letih 2013 in 2017



Slika 11: Pb v sedimentih in vodi v letu 2017 na vzorčnih mestih iz vplivnega območja rudnika svinca in cinka Mežica, skupaj z najvišjo dovoljeno vrednostjo za Pb v površinskih vodah



Slika 12: Zn v sedimentih in vodi v letu 2017 na vzorčnih mestih iz vplivnega območja rudnika svinca in cinka Mežica, skupaj z najvišjo dovoljeno vrednostjo za Zn v površinskih vodah



Slika 13: Cd v sedimentih in vodi v letu 2017 na vzorčnih mestih iz vplivnega območja rudnika svinca in cinka Mežica, skupaj z najvišjo dovoljeno vrednostjo za Cd v površinskih vodah

2.7 Območje rudnika Pleše

Na območju Pleš v bližini Škofljice je eden najstarejših rudnikov na Slovenskem, kjer so svinčevo rudo izkoriščali že od železne in rimske dobe, z viškom rudarskih del v letih od 1857 do 1865, ko so svinčevo rudo tudi predelovali v topilnici na območju Pleš. Po 1. svetovni vojni in vse do zaprtja rudnika leta 1963, so pridobivali predvsem barit. Rudišče je sestavljeno iz petih revirjev, ki se razprostirajo na površini okrog 7 km². V celotnem obdobju rudarjenja so pridobili okrog 10.000 ton svinca in 100.000 ton barita.

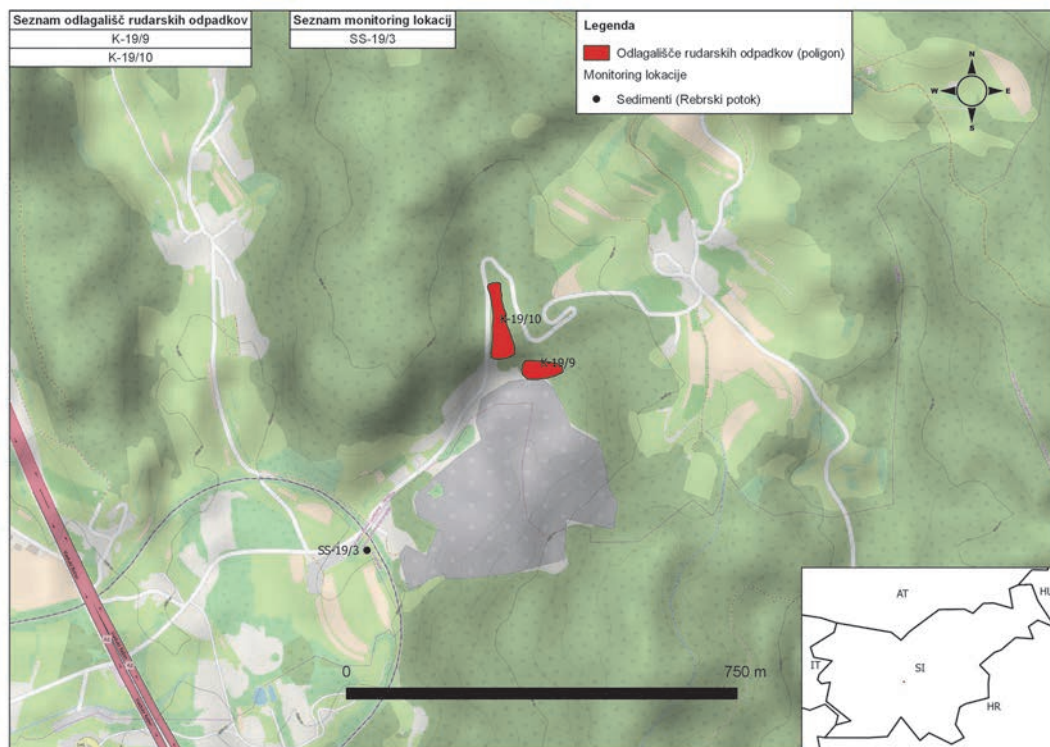
Kljub nekaterim dogodkom, ki so povzročili odnašanje rudniške jalovine bogate z baritom v dolino in zasutje večjih delov območja, vplivi rudarjenja in predelave rude na okolje na območju rudnika Pleše še niso bili raziskani.

V preglednici 4 in na sliki 14 so prikazana odlagališča na območju rudnika Pleše, ki smo jih v letu 2017 ponovno pregledali. Na slikah 15 do 17 so prikazane vsebnosti Ba, Pb in Zn v letih 2013 in 2017.

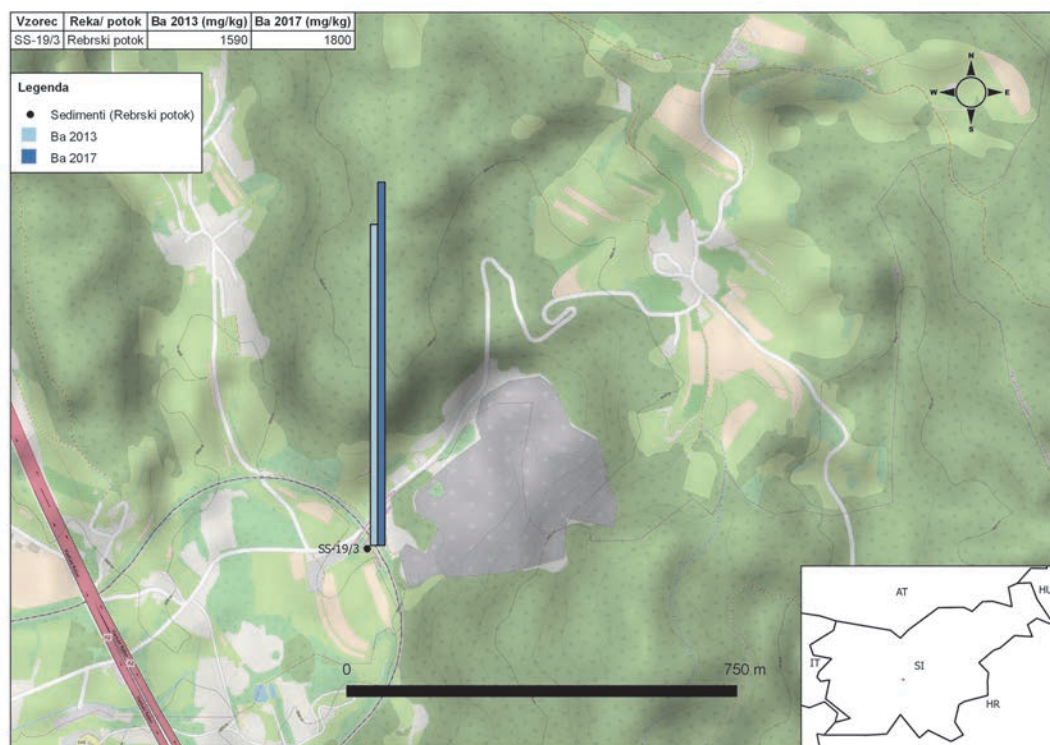
Na vplivnem območju rudnika Pleše, vsebnosti Ba presegajo 2× kritično vrednost v sedimentih vodotoka (SS-19/3), ki odvodnjava odlagališča na območju Pleš (K-19/9, 10; Pleše Čelo(9), Pleše Čelo(10)), tako v letu 2013 kot v letu 2017. Vsebnost Ba v letu 2017 je približno 10 % višja kot je bila določena v letu 2013.

Zanimivo je, da je vsebnost Pb, določena v letu 2017, nižja (816 mg/kg), kot v letu 2013 (1398 mg/kg) in ne presega 2× kritične vrednosti za Pb. Vsebnost Zn je bila nekoliko višja kot v letu 2013, Hg pa je ostal na enakem nivoju.

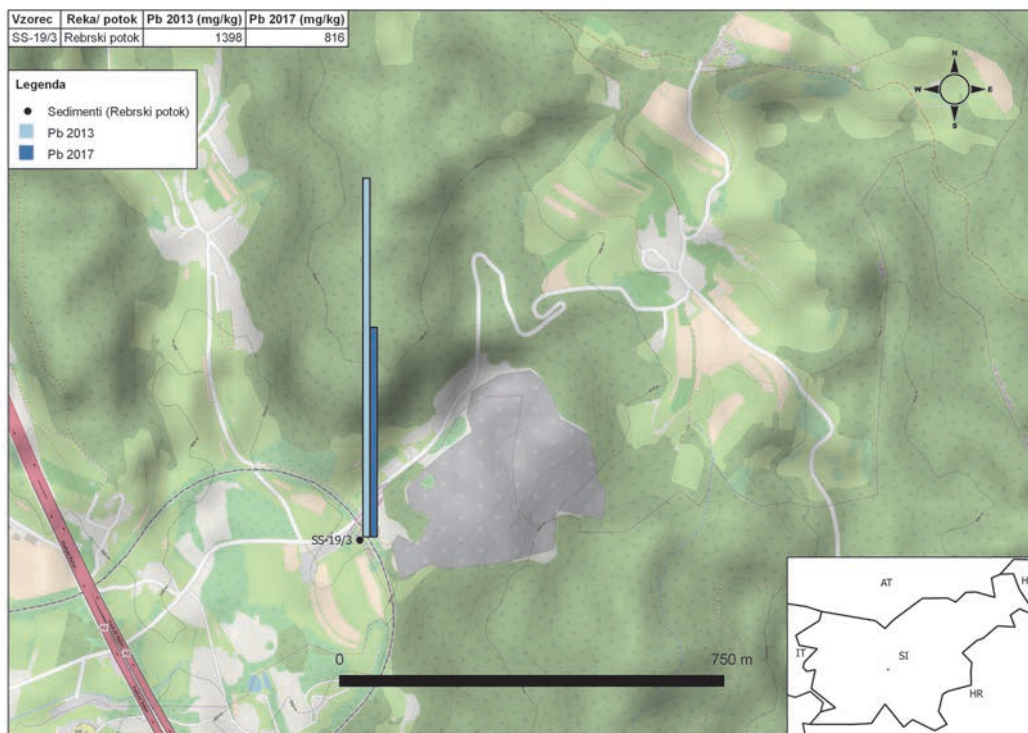
Vsebnosti PHE v vzorcih voda iz vplivnih območij rudnika Pleše ne presegajo normativov za površinske vode.



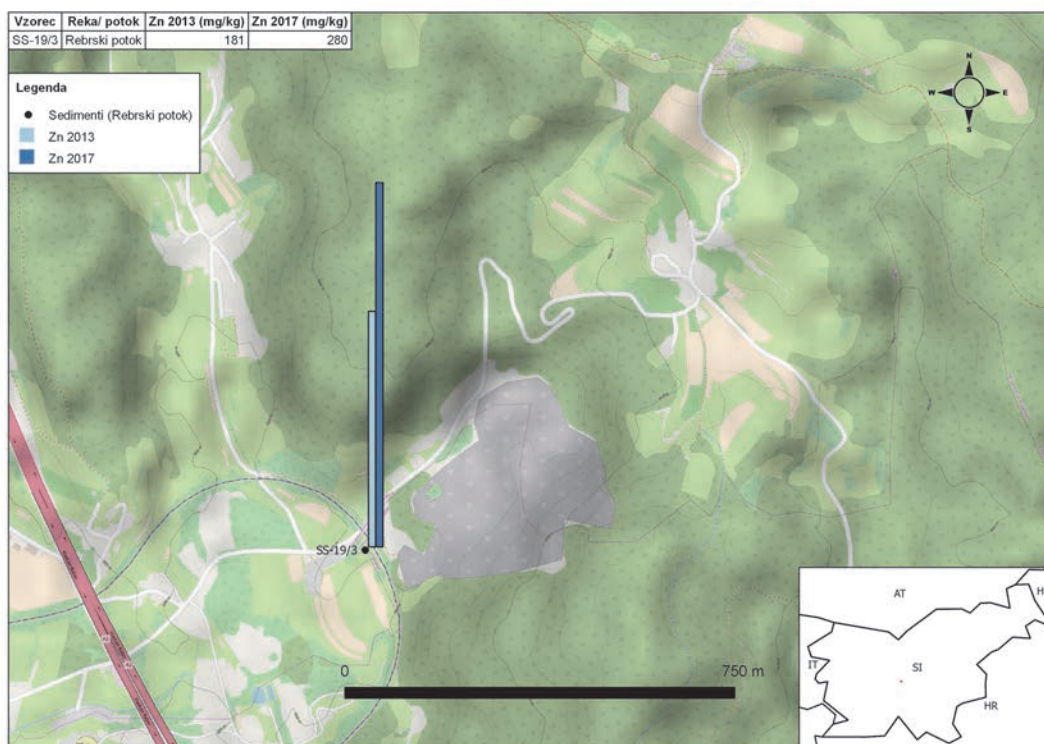
Slika 14: Prikaz opazovanih odlagališč in vzorčnega mesta na vplivnem območju rudnika Pleše



Slika 15: Prikaz vzorčnega mesta in vsebnosti barija (Ba) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika Pleše v letih 2013 in 2017



Slika 16: Prikaz vzorčnega mesta in vsebnosti svinca (Pb) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika Pleše v letih 2013 in 2017



Slika 17: Prikaz vzorčnega mesta in vsebnosti cinka (Zn) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika Pleše v letih 2013 in 2017

2.8 Območje rudnika Litija

V okolici Litije se nahaja opuščeni rudnik Sitarjevec in več manjših rudišč, ki so razmeščena na obeh bregovih Save in tvorijo rudonosno območje, ki obsega več kot 10 km². Rudarstvo se je na tem območju začelo že zelo zgodaj. Najdišča žlindre v neposredni bližini Litije pričajo o rudarjenju že v rimskih časih. Od srednjega veka pa vse do leta 1965 so tod z manjšimi prekinitvami pridobivali svinec, cink, živo srebro, srebro in barit.

Šajn in Gosar (2007, 2014) sta na območju Litije in bližnje okolice raziskovala vpliv rudarjenja in naravnih danosti na obremenjenost okolja s kovinami. Z vzorčenjem je bilo zajeto 30 km². Na 120-tih enakomerno porazdeljenih lokacijah sta vzorčila tla v dveh globinah: od 0 do 5 cm oz. A talni horizont in od 15 do 30 cm oz. B talni horizont.

Na celotnem raziskanem ozemlju (okoli 30 km²) je v zgornjem talnem horizontu mejna vsebnost vsaj ene izmed zakonsko obravnavanih težkih kovin presežena na 24 km², opozorilna na 20 km² ter kritična na 1,6 km². Obremenjenost spodnjega talnega horizonta je nekoliko manjša. Najbolj so povišane vsebnosti svinca, živega srebra in arzena. Območje povišanih vsebnosti zajema hrib Sitarjevec in v njegovem vznožju Podsitarjevec, kjer je odlagališče jalovine in metalurške žlindre. Povišane vsebnosti kovin so ugotovili tudi v neposredni bližini nekdanje topilnice.

Na sliki 18 so prikazana odlagališča (od K-25/22 do K-25/28), ki smo jih v letu 2017 ponovno pregledali. V preglednici 5 in na slikah 19 do 22 so prikazane vsebnosti kovin v letih 2013 in 2017.

Vsebnosti Ba so v letu 2013 presegale 2× kritično vrednost za Ba na enem vzorčnem mestu (SS-25/2) pritoka, ki odvodnjava odlagališča K-25/22-27. V letu 2017 so vsebnosti barija (Ba) višje na vseh treh vzorčnih mestih (SS-25/2, SS-25/3 in SS-25/4) pritoka, ki odvodnjava odlagališča K-25/22-27 in presegajo 2× kritično vrednosti za Ba.

Vsebnost Hg je v letu 2013 presegla 2× kritično vrednost za Hg v sedimentih vodotoka, ki odvodnjava odlagališča K-25/22-27 na dveh vzorčnih mestih (SS-25/2 in SS-25/3). V letu 2017 smo ugotovili nižje vsebnosti Hg, ki na nobenem vzorčnem mestu ne presegajo 2× kritično

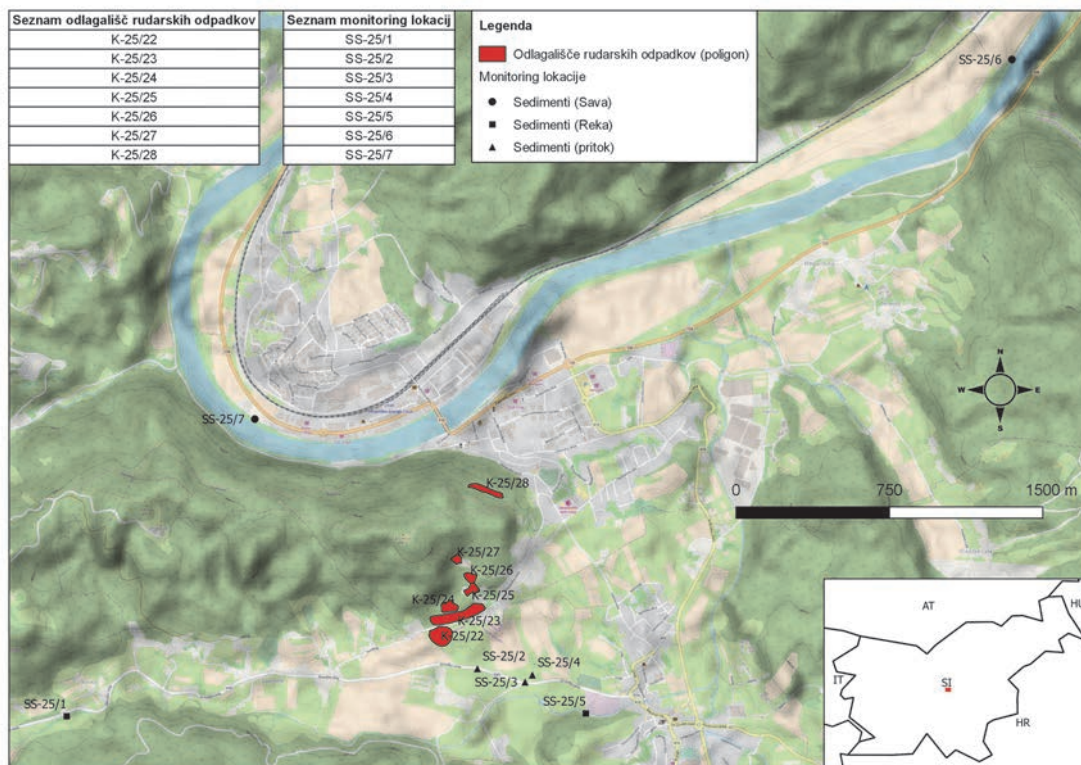
vrednost, ampak le kritično vrednost na vzorčni točki SS-25/3.

Vsebnost Pb je v letu 2013 presegla 2× kritično vrednost za Pb na 2 vzorčnih mestih (SS-25/2, SS-25/3) pritoka, ki odvodnjava odlagališča K-25/22-27. V letu 2017 so vsebnosti nižje in le na vzorčnem mestu SS-25/3, ki je najbližje odlagališčem, presegajo 2× kritično vrednost za Pb.

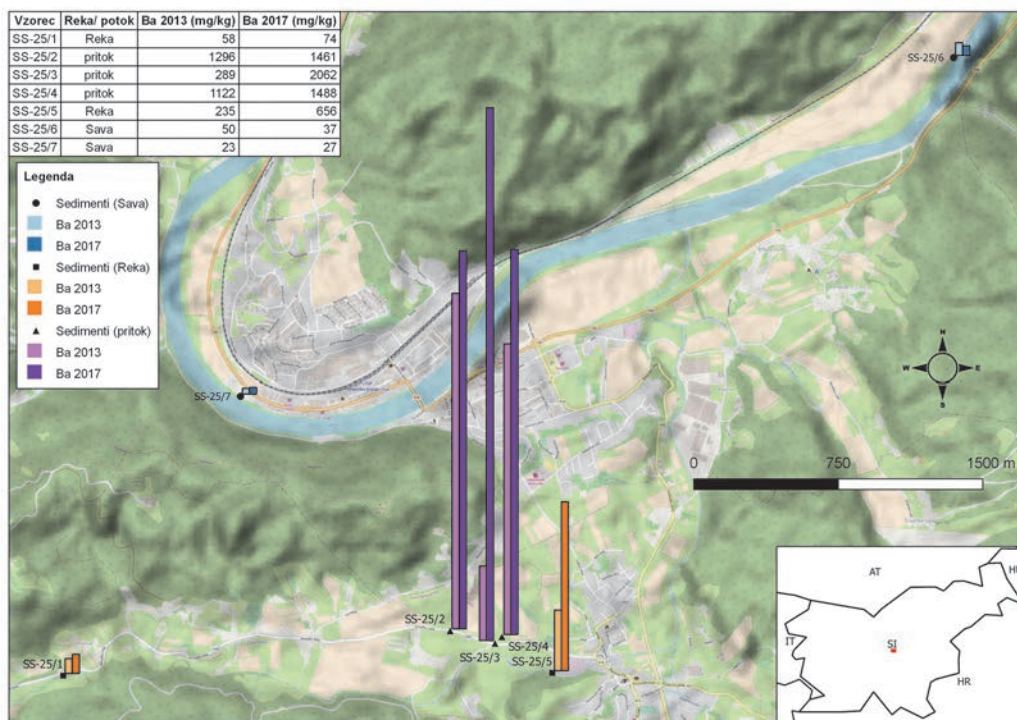
Vsebnosti cinka (Zn) so v sedimentih vodotokov, ki odvodnjavajo odlagališča K-25/22-27 na območju Litije, bile povišane tako v letu 2013 kot 2017, vendar 2× kritične vrednosti za Zn niso presegale, razen v vzorcu SS-25/3 v letu 2013.

Vsebnosti PHE v vzorcih vod iz vplivnih območij rudnika v Litiji ne presegajo normativov za površinske vode. Pri tem je potrebno poudariti, da je bila spodnja meja določljivosti za živo srebro (0,2 µg/l) relativno visoka in da je presegala normativ za površinske vode (0,07 µg/l). Zato morebitnih zmerno povišanih koncentracij živega srebra v vodah nismo ugotovili.

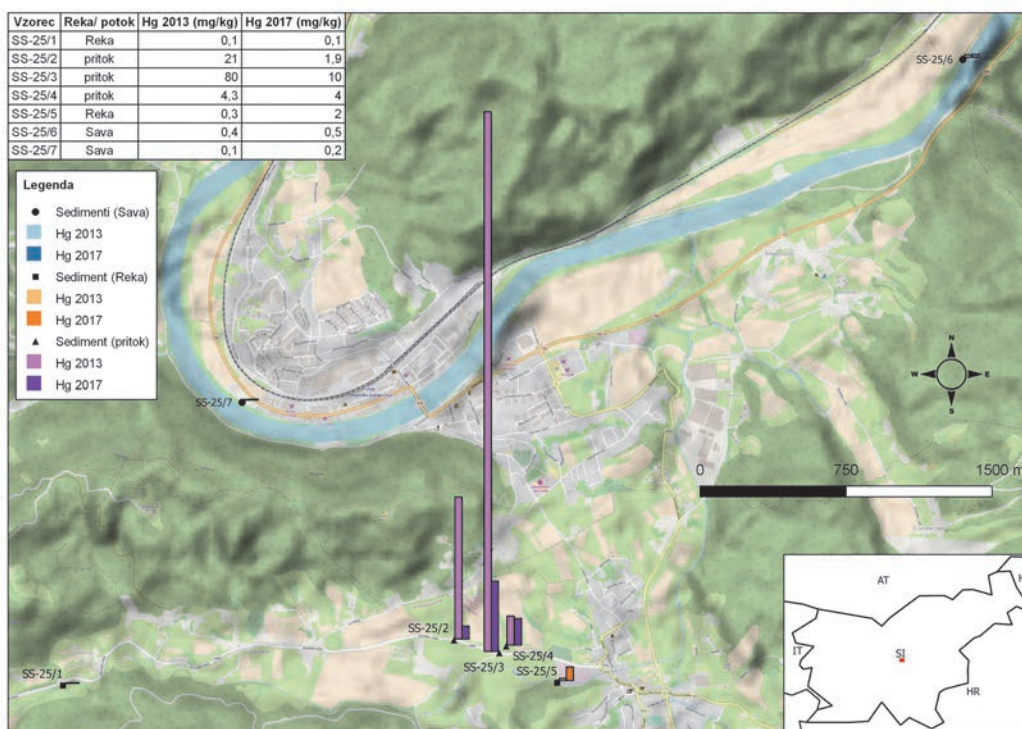
Vsekakor ponovno ugotavljamo, da je okolje v Litiji in okolici močno obremenjeno s PHE in da bi bilo dobro tudi v bodoče spremljati njihove vsebnosti v sedimentih.



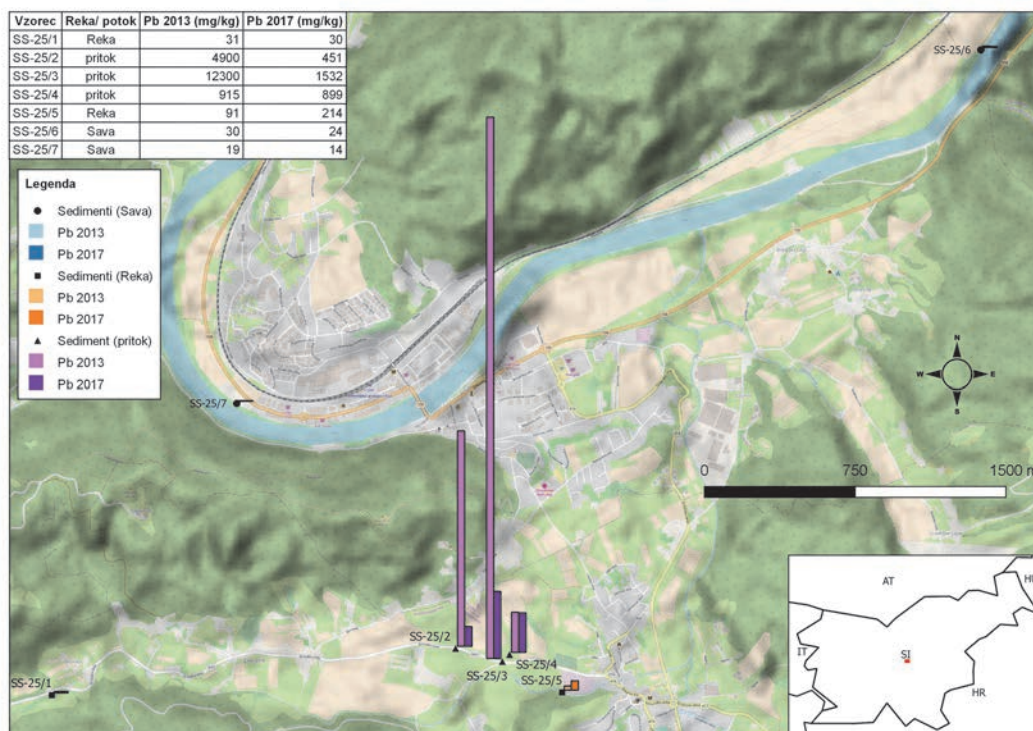
Slika 18: Prikaz opazovanih odlagališč in vzorčnih mest na vplivnem območju rudnika v Litiji



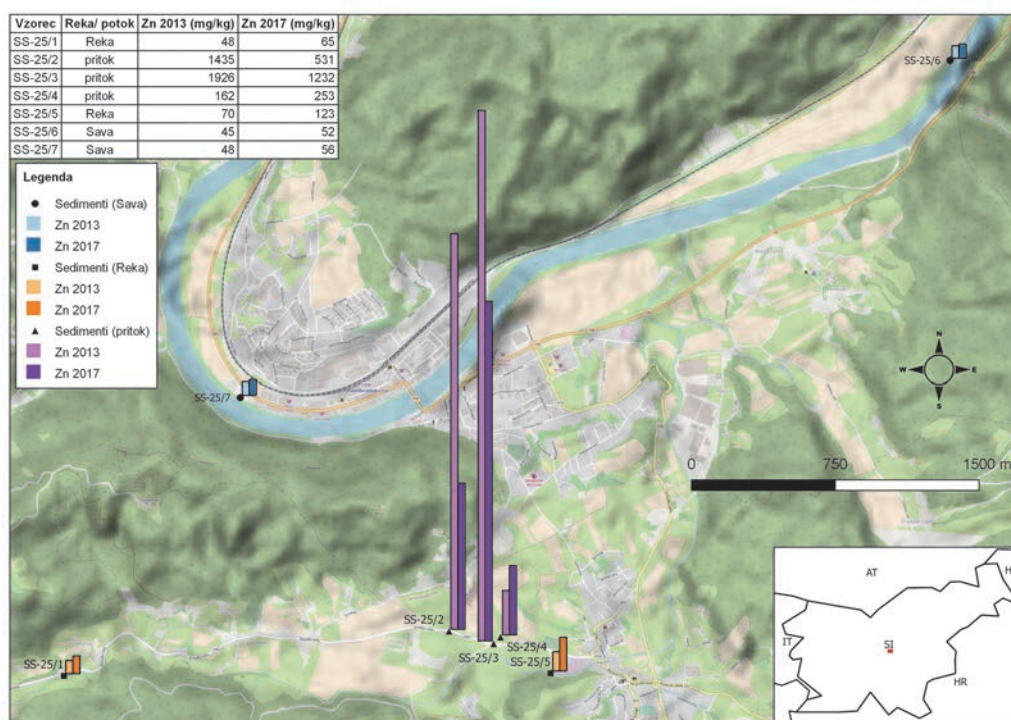
Slika 19: Prikaz vzorčnih mest in vsebnosti barija (Ba) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika v Litiji v letih 2013 in 2017



Slika 20: Prikaz vzorčnih mest in vsebnosti živega srebra (Hg) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika v Litiji v letih 2013 in 2017



Slika 21: Prikaz vzorčnih mest in vsebnosti svinec (Pb) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika v Litiji v letih 2013 in 2017



Slika 22: Prikaz vzorčnih mest in vsebnosti cinka (Zn) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika v Litiji v letih 2013 in 2017

2.9 Območje rudnika Idrija

Idrija z okolico je zaradi pol tisočletja rudarjenja in predelovanja Hg rude močno obremenjena s Hg v vseh segmentih okolja. Začetki rudarjenja segajo v konec 15. stoletja. Po izračunih (Mlakar 1974; Miklavčič, 1999; Cigale 2006) so v celotnem obdobju delovanja rudnika odkopali 144.725 ton, dejansko pridobili pa 107.692 ton živega srebra, iz česar sledi, da se je tekom zgodovine v okolje izgubilo 37.033 ton živega srebra, kar predstavlja precejšnjo obremenitev Idrije in okolice. Prve raziskave vpliva rudarjenja na različne segmente okolja (sedimenti, tla, zrak, voda in biosfera) so bile izvedene še v času delovanja rudnika (Byrne in Kosta, 1970; Kosta in sod., 1974), ki so pokazale povišane vsebnosti živega srebra v vseh omenjenih segmentih okolja. Proti koncu 20. stoletja so rudnik zaradi nerentabilnosti postopoma začeli zapirati. Zaradi vedno večjega zavedanja o škodljivosti živega srebra so se intenzivne okoljske raziskave nadaljevale. Sprva so bile usmerjene v prikaz celotne vsebnosti in prostorske porazdelitve živega srebra (Gnamuš, 1992, 2002; Gosar, 1997, 2004; Gosar in sod., 1997a, 1997b; Gnamuš in sod., 2000; Gosar in Šajn, 2001, 2003; Horvat in sod., 2003; Šajn in Gosar, 2004; Kotnik in sod., 2005; Gosar in Čar, 2006; Žibret in Gosar, 2006; Gosar, 2008). Sočasno s poglobljanjem znanja in razvojem tehnologije ter kemičnih analitskih metod, pa so se z nekaterimi raziskavami vedno bolj osredotočali še v speciacijo in mobilnost živega srebra (Biester in sod., 1996, 1999, 2000; Horvat in sod., 2002; Kocman in sod., 2004, 2011a, 2011b; Gosar in sod., 2006, 2016; Hines in sod., 2006; Teršič in Gosar, 2009, 2012, 2013; Kocman in Horvat, 2010; Teršič, 2010; Teršič et. al, 2011a, 2011b, 2014; Bavec in sod., 2014, 2015, 2017a, 2017b; Gosar in Teršič, 2015; Bavec in Gosar, 2016; Baptista-Salazar in sod. 2107). Vse dosedanje raziskave so bistveno prispevale k izboljšanju poznavanja problematike živega srebra in njegovega geokemičnega kroženja v naravi. Pokazale so tudi, da je Idrija z okolico močno obremenjena z geogenim, še bolj pa z antropogenim onesnaženjem z živim srebrom.

Z zaprtjem rudnika in prenehanjem žganja rude v Idriji se je neposreden vnos živega srebra v okolje močno zmanjšal. Na okolje pa še vedno vplivajo stara bremena. Kot posreden vir živega srebra za okolje, so ostali odvali siromašne rude, prežganih ostankov rude in ostalih odpadkov nastalih pri predelavi rude, iz katerih se Hg spira v bližnje potoke in nadalje v Idrijco. Idrija namreč leži na uravninah ob reki Idrijci in Nikovi, kjer so v preteklosti deponirali odpadke, ki

vsebujejo Hg. Na sliki 23 so prikazani poligoni odlagališč v Idriji in vzorčna mesta.

V preglednici 6 in na sliki 23 so prikazana odlagališča, ki smo jih v letu 2017 ponovno pregledali. Na slikah 24 in 25 so prikazana vzorčna mesta in vsebnosti Hg v letih 2013 in 2017. Vzorci sedimentov, ki jih obravnavamo v tem poročilu, so bili vzeti nad Idrijo, v Idriji in dolvodno od Idrije (sliki 23 in 24). V Idriji in dolvodno od nje so v sedimentih zelo visoke vsebnosti Hg, ki za večkrat presegajo 2× kritično vsebnost, tako v letu 2013, kot tudi v letu 2017. Na vzorčnih mestih v Idrijci (tik pred pritokom Nikove (SS-8/3) in tik pod nekdanjo predelovalnico rude (SS-8/6) so bile v letu 2017 izmerjene 4× nižje vsebnosti Hg. Na lokaciji tik pod mostom na Marofu (SS-8/7) pa celo 20× manj Hg kot v letu 2013. Lahko bi sklepali, da so vsebnosti Hg v sedimentih od leta 2013 do leta 2017 močno padle in da se je situacija zelo izboljšala. Vsebnosti Hg v sedimentih Idrijce spremljamo že od leta 1991 (preglednica 9). Vsebnosti Hg v rečnih sedimentih Idrijce močno nihajo in niso odvisne le od oddaljenosti od glavnega vira onesnaženja (topilnica in deponije), ampak tudi od hidroloških pogojev. Idrijca je namreč hitra reka, ki ob visokem vodostaju delno erodira lastno korito in v njem odložene sedimente, zato velik del onesnaženih sedimentov nadaljuje pot do izliva v Sočo in proti morju. To potrjujejo tudi visoke vsebnosti Hg v morskih sedimentih ob ustju Soče. Enako pa ne velja za poplavne sedimente, ki se odložijo na poplavnih ravninah ob spodnjem toku Idrijce in predstavljajo akumulacijo dela onesnaženih sedimentov. Podatki v tabeli jasno kažejo, da se vsebnosti v zadnjih 25 letih niso znižale, ampak da močno nihajo in vedno za več kot 2× presegajo kritično vrednost.

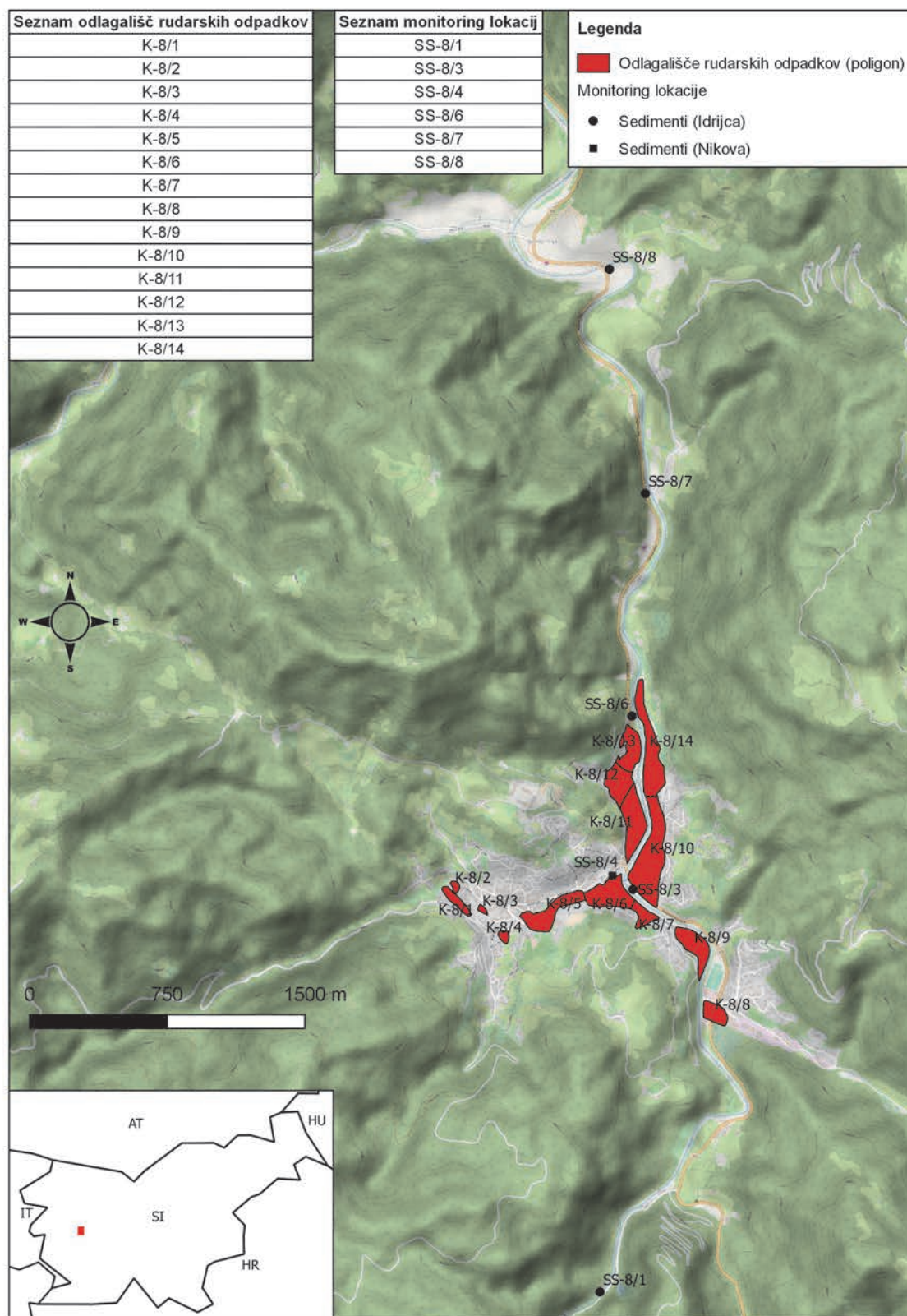
Na vsebnosti v sedimentih poleg odlagališč vplivajo še spiranje materiala iz vseh močno onesnaženih segmentov okolja. Ker gre za močno urbanizirano območje, je zelo težko oceniti kolikšen delež prihaja iz katerega vira. Ponovno smo ugotovili, da je okolje v Idriji in okolici še vedno močno obremenjeno s Hg in da bi bilo dobro tudi v bodoče spremljati vsebnosti v sedimentih.

Vsebnosti Hg v vzorcih voda iz vplivnega območja rudnika Idrija ne presegajo spodnje meje določljivosti za živo srebro (0,2 µg/l) za uporabljeno analitiko in zato ugotavljamo, da Hg vsebnosti v vodah niso močno povišane. Meja določljivosti je višja kot normativ za površinske

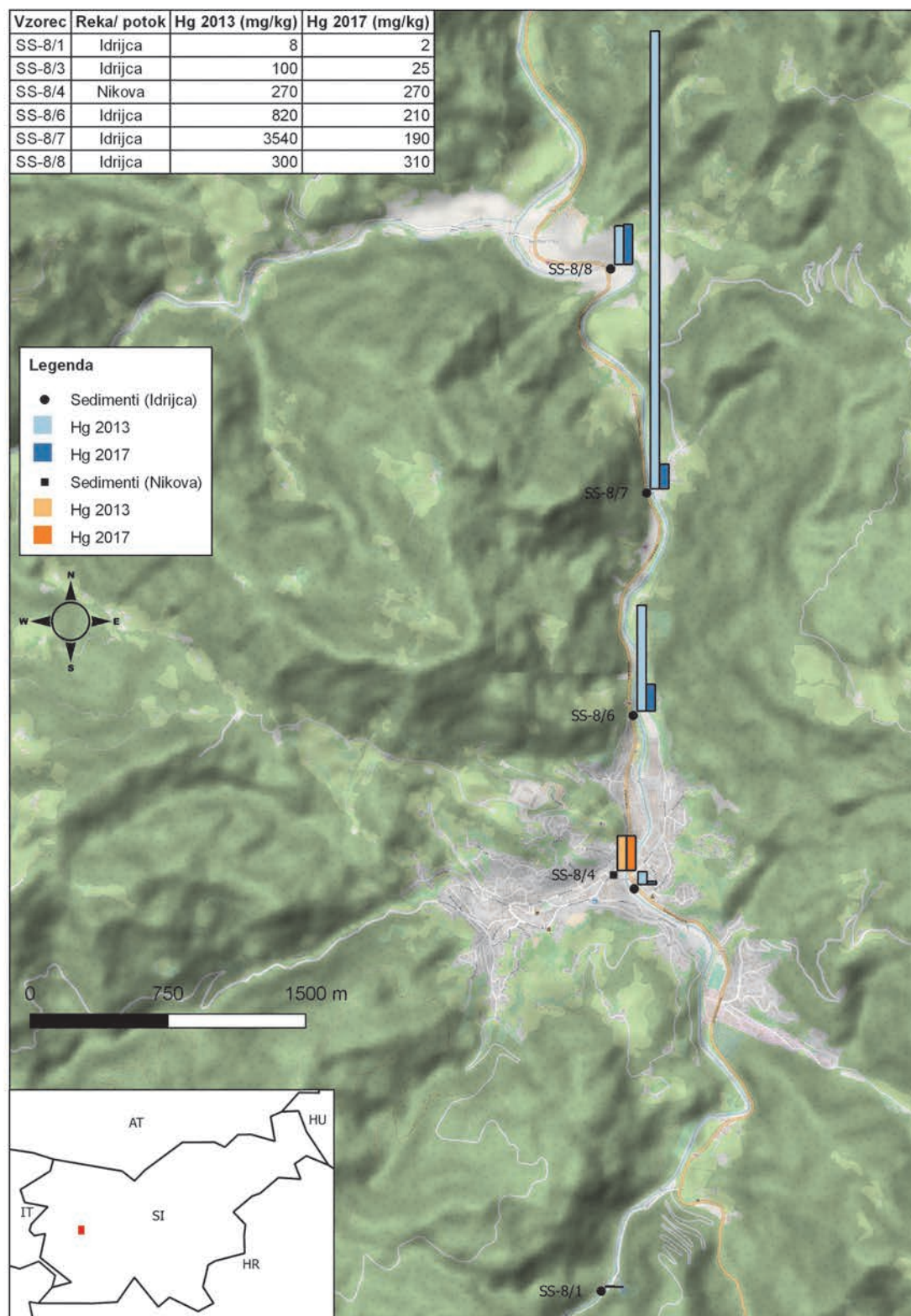
vode (0,07 µg/l), zato morebitnih zmerno povišanih koncentracij živega srebra v vodah nismo ugotovili.

Preglednica 9: Vsebnosti živega srebra (Hg) v mg/kg v sedimentih Idrijce (< 0,125 mm) na 4 vzorčnih mestih med Idrijo in Spodnjo Idrijo v različnih letih (podatki po Gosar, 2008 in neobjavljeni podatki)

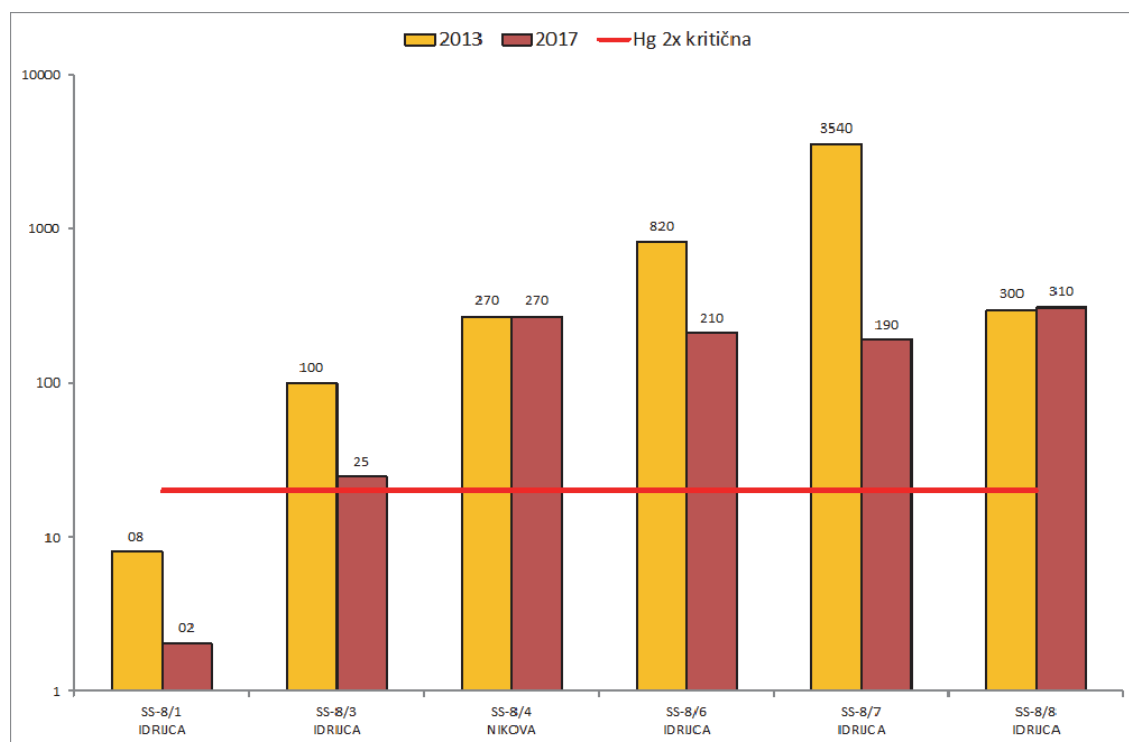
VZORČNO MESTO	1991	1995	2001	2005	2010
I-6	70	104	133	49	1450
I-7	286	1329	643	420	2110
I-8	324	629	4121	640	300
I-9	791	277	171	570	910



Slika 23: Prikaz opazovanih odlagališč in vzorčnih mest na vplivnem območju rudnika Idrija



Slika 24: Prikaz vzorčnih mest in vsebnosti živega srebra (Hg) v mg/kg v vzorcih sedimentov na vplivnem območju odlagališč rudnika Idrija v letih 2013 in 2017



Slika 25: Primerjava vsebnosti živega srebra (Hg) v mg/kg, v sedimentih, ki se spirajo iz odlagališč rudnika Idrija, v letih 2013 in 2017

3 Geomehanska stabilnost

Na podlagi projekta »IZDELAVA POPISA ZAPRTIH OBJEKTOV ZA RAVNANJE Z ODPADKI IZ RUDARSKIH IN DRUGIH DEJAVNOSTI IZKORIŠČANJA MINERALNIH SUROVIN« (Gosar in sod., 2014), so bile izbrane lokacije zaprtih kovinskih rudnikov in premogovnikov, katerih zaprta odlagališča bi lahko povzročila znatnejše negativne vplive na okolje.

Za ta odlagališča je bil opravljen terenski inženirsko-geološki pregled z oceno stabilnostnih razmer, ki ga je opravil Matevž Demšar, dipl. inž. geol. Ocenjena je bila stabilnost podlage, določen naklon brežin odlagališč, ocenjen vpliv meteornih in podzemnih vod ter bližnjih vodotokov na odlagališča, ocenjen vpliv opuščenih in aktualnih objektov na stabilnost odlagališč ter preverjeni vsi ostali faktorji, ki bi lahko vplivali na stabilnost odlagališč.

Terenske preglede smo izvedli julija in avgusta 2017.

Nestabilna območja in/ali močna erozija ogrožata več odlagališč na območju rudnika Mežica. To so odlagališča K-26/12 (Štoparjev odval), K-26/18 (Unionski odval), K-26/19 (Matjaževo odlagališče) in odlagališče K-26/27 (Srce). Na strmih, razkritih brežinah teh odlagališč so pogosti zdrsi materiala in prisotno je intenzivno erozijsko delovanje. Glede na podatke o stanju na teh območjih v času prejšnjega terenskega ogleda v letu 2013 je razvidno, da so se razmere poslabšale, saj nekontrolirano delovanje meteorne vode in erozije sčasoma vpliva tudi na stabilnost do takrat neprizadetih delov odlagališč. Nujna je sanacija z ureditvijo odvodnjavanja in izvedbo ustrezne proti-erozijske zaščite z mrežami, humusiranjem in zasaditvijo drevja. Predlagamo vzpostavitev opazovanja premikov.

Odlagališče K-25/26 (Grolov rov) na območju rudnika Litija je sicer stabilno, vendar je brežina zaradi razkritosti podvržena močnim erozijskim procesom, zato je potrebna proti-erozijska zaščita brežine.

Nestabilen je plato na odlagališču na območju premogovnika Laško P-17/3 (Laško-Huda jama). Na severovzhodnem robu odlagališča so prisotne deformacije in posedanja odlagališča.

V preglednicah od 10 do 13 je podan pregled obravnavanih odlagališč kovinskih rudnikov, njihova stabilnost in erozijski pojavi, v preglednici 14 pa je podan pregled obravnavanih

premogovniških odlagališč.

Celotno poročilo z naslovom »Inženirsko geološko mnenje o stabilnosti izbranih odlagališč kovinskih rudnikov in premogovnikov« za potrebe projekta »Spremljanje zaprtih objektov za ravnanje z odpadki iz rudarskih in drugih dejavnosti izkoriščanja mineralnih surovin«, ki ga je izdelal Matevž Demšar, je v **prilogi 2**.

*Preglednica 10: Odlagališča na območju Mežice, njihova stabilnost in erozijski pojavi
(E1: nujna proti-erozijska zaščita, E2: predlagana proti-erozijska zaščita; izvedba zaščite po potrebi)*

Odlagališče - oznaka	Odlagališče - ime	Stanje - stabilnost	Erozija / predlagani ukrepi	Opombe
K-26/1	Drče	stabilno	Ne	-
K-26/12	Štoparjev odval	nestabilno v sp. in sr. delu, opazovanje	Da/E1	-
K-26/13	Helena	stabilno	Ne	-
K-26/17	Igrče	stabilno	Da/E2	-
K-26/18	Unionski odval	nestabilno v sp. in sr. delu, opazovanje	Da/E1	-
K-26/19	Matjažovo odlagališče	nestabilno, opazovanje	Da/E1	-
K-26/20	Svitni	stabilno	Ne	-
K-26/21	Frančišek	stabilno	Ne	-
K-26/22	Kavšakovo odlagališče	aktivno izkoriščanje materiala odlagališča in podlage	Da/-	aktivno izkoriščanje odlagališča
K-26/23	Žerjavski odval	stabilno	Da/E2 vzh. del	-
K-26/27	Srce	nestabilno	Da/E1	-
K-26/28	Lekšeče	stabilno	Da/E2 sp. del	-
K-26/30	Fridrih	stabilno	Da/E2	-
K-26/31	Glančnik - Mežica	stabilno	Ne	urbanizirano, industrijska cona

*Preglednica 11: Odlagališča na območju rudnika Pleše, njihova stabilnost in erozijski pojavi
(E1: nujna proti-erozijska zaščita, E2: predlagana proti-erozijska zaščita; izvedba zaščite po potrebi)*

Odlagališče - oznaka	Odlagališče - ime	Stanje - stabilnost	Erozija / predlagani ukrepi	Opombe
K-19/9	Pleše – Čelo(9)	stabilno	Da/E2	-
K-19/10	Pleše – Čelo(10)	stabilno	Ne	-

*Preglednica 12: Odlagališča na območju Litije, njihova stabilnost in erozijski pojavi
(E1: nujna proti-erozijska zaščita, E2: predlagana proti-erozijska zaščita; izvedba zaščite po potrebi)*

Odlagališče - oznaka	Odlagališče - ime	Stanje - stabilnost	Erozija / predlagani ukrepi	Opombe
K-25/22	Litija - Pregrada	stabilno	Ne	-
K-25/23	Litija - Podsitarjevec	stabilno	Da/E2	-
K-25/24	Litija – rov 304 (W)	stabilno	Da/E2	-
K-25/25	Litija - rov 304 (E)	stabilno	Da/E2	predlagamo postavitev table: »kamenje pada« na vhodu/izhodu rova 304 (E)
K-25/26	Litija – Grolov rov	stabilno	Da/E1	-
K-25/27	Litija – Alma rov	stabilno	Da/-	-
K-25/28	Litija – Uršula rov	stabilno	Da/E2	-

*Preglednica 13: Odlagališča na območju Idrije, njihova stabilnost in erozijski pojavi
(E1: nujna proti-erozijska zaščita, E2: predlagana proti-erozijska zaščita; izvedba zaščite po potrebi)*

Odlagališče - oznaka	Odlagališče - ime	Stanje - stabilnost	Erozija / predlagani ukrepi	Opombe
K-8/1	Beblerjeva ulica	stabilno	Ne	urbanizirano območje
K-8/2	Za gradom	stabilno	Ne	urbanizirano območje, brežine potoka so zabetonirane
K-8/3	VVO Muzej	stabilno	Ne	urbanizirano območje
K-8/4	Ulica H. Freyerja	stabilno	Ne	urbanizirano območje
K-8/5	Trg Sv. Ahacija	stabilno	Ne	urbanizirano območje, brežine potoka so zabetonirane
K-8/6	Lejnštat	stabilno	Ne	urbanizirano območje, brežina Idrijce in pritoka so zaščiteni z betonsko- kamnitim zidom
K-8/7	Vodnikova ulica	stabilno	Ne	urbanizirano območje, brežina Idrijce je zaščiten z betonsko- kamnitim zidom
K-8/8	Mercator	stabilno	Ne	urbanizirano območje
K-8/9	Mejca	stabilno	Ne	urbanizirano območje
K-8/10	Arkova ulica	stabilno	Ne	urbanizirano območje, brežina Idrijce je zaščiten z betonsko- kamnitim zidom
K-8/11	Kolektor	stabilno	Ne	urbanizirano območje, brežina Idrijce je zaščiten z betonsko- kamnitim zidom
K-8/12	Prejnuta I	stabilno	Ne	urbanizirano območje, brežina Idrijce je zaščiten z betonskim zidom
K-8/13	Prejnuta - Lipoldi	stabilno	Ne	urbanizirano območje
K-8/14	Odlagališče topilnice RŽS Idrija Brusovše	stabilno	Ne	urbanizirano območje, brežina Idrijce je zaščiten z betonskim zidom

Preglednica 14: Premogovniška odlagališča, njihova stabilnost in erozijski pojavi

Odlagališče - oznaka	Odlagališče - ime	Stanje - stabilnost	Erozija / predlagani ukrepi	Opombe
P-17/3	Laško - Huda jama	nestabilno v severovzhodnem delu, opazovanje	Ne	-
P-34/10	Krišandol	stabilno	Ne	-

4 Razvrščanje odlagališč kovinskih rudnikov na osnovi tveganja

Za razvrstitev odlagališč na osnovi tveganja smo že v letu 2014 izdelali našim razmeram prilagojeno metodologijo glede na izkušnje nekaterih članic EU (Madžarska, Irska) (Stanley in sod., 2009, 2011; Kiss in sod., 2012) za izbor in klasifikacijo zaprtih odlagališč (Gosar in sod., 2014). Hierarhična razvrstitev odlagališč rudarskih odpadkov temelji na kombinaciji 4 ključnih kriterijev tveganja, ki si sledijo po pomembnosti. Najpomembnejši kriterij tveganja je (1) vsebnost potencialno škodljivih elementov (PHE) v sedimentih vodotokov (1. kriterij), ki odvodnjavajo odlagališče oziroma skupino odlagališč, ki mu sledi (2) skupna velikost odlagališča oziroma skupine odlagališč (2. kriterij) ter (3) stabilnost (3. kriterij) in (4) erodiranost odlagališč (4. kriterij). Kriterij vsebnosti potencialno škodljivega elementa v sedimentih je definiran z 2-kratno vrednostjo kritične vrednosti tega elementa v sedimentu po nizozemski listi (VROM, 2000). Odločitev za uporabo dvakratnika kritične vrednosti temelji na poročilu irske agencije za okolje (EPA) in irskega geološkega zavoda (Stanley in sod., 2009), v katerem je navedena vsebnost svinca v sedimentih, ki lahko negativno vpliva na zdravje živali. Ta vsebnost svinca je približno dvakrat višja od kritične vrednosti za Pb po nizozemski listi (VROM, 2000). Svinec je bil izbran, ker ima največji negativni vpliv na zdravje živali (EPA, 2004). Kriterij skupne velikosti odlagališča oziroma skupine odlagališč je definiran s skupno površino odlagališča oziroma skupine odlagališč. Odlagališča s površino večjo od 10.000 m², smo označili kot velika, odlagališča z manjšo površino pa kot majhna. Geomehanska kriterija stabilnost in erodiranost opredeljujeta odlagališča glede na možnost plazenja oziroma odnašanja materiala odlagališč. Za vsako odlagališče oziroma skupino odlagališč je bila za vsak kriterij izbrana vrednost med 1 in 2, kjer 1 pomeni manjši, 2 pa večji vpliv. Rezultat je štirimestna šifra, pri kateri je pomemben vrstni red števil. Prvo mesto predstavlja vpliv vsebnosti potencialno škodljivih elementov (PHE) v sedimentih, drugo mesto predstavlja vpliv velikosti, tretje mesto vpliv stabilnosti ter četrto mesto vpliv erodiranosti odlagališča oziroma skupine odlagališč. Na podlagi šifre je bilo določenih 16 razredov z majhnim do kritičnim vplivom (preglednica 15). V preglednici 16 je prikazana razvrstitev obravnavanih odlagališč v razrede glede na vpliv. Za 18 odlagališč smo opredelili, da imajo kritičen vpliv. Večina teh odlagališč je na vplivnem območju rudnika svinca in cinka Mežica. Odlagališče Štoparjev odval (K-26/12) je veliko, nestabilno in podvrženo eroziji (razred 1). Kavšakovo odlagališče (K-26/22) in Žerjavski odval (K-26/23) sta velika, stabilna in podvržena eroziji (razred 3). Enako velja za odlagališči Fridrih (K-26/30) in Lekšeče (K-26/28; razred 3). Veliko, stabilno in podvrženo eroziji je tudi odlagališče Podsitarjevec pri Litiji (K-25/23; razred 3). Ostala odlagališča z ugotovljenim kritičnim vplivom so velika, stabilna in ne-erodirana (4. razred). Sem sodi večina odlagališč v Idriji ter odlagališči Helena (K-26/13) in Glančnik (K-26/31) na vplivnem območju rudnika svinca in cinka Mežica.

Pomembna so še manjša odlagališča, ki so nestabilna in so podvržena eroziji (razred 5). To so Matjaževo odlagališče (K-26/19), Unionski odval (K-26/18) in Srce (K-26/27) na vplivnem območju rudnika svinca in cinka Mežica. Med manjša stabilna odlagališča, ki so podvržena eroziji (7. razred), spadajo preostala pregledana odlagališča v okolici Litije ter odlagališči Pleše čelo(9) (K-19/9) na območju Pleš in K-26/11 na območju Mežice. Ostala pregledana odlagališča so majhna, stabilna in erozija ni izrazita (razred 8).

Monitoring vseh odlagališč, ki smo jih pregledali v letu 2017, je potreben tudi v prihodnje.

Preglednica 15: Šifriranje ter razdelitev odlagališč v razrede na osnovi tveganja z upoštevanjem 4 kriterijev in njihov skupen vpliv (po Gosar in sod., 2014)

Šifra	Pomen šifre	Razred	Skupen vpliv
2222	Erodirano, nestabilno, veliko odlagališče z velikim vplivom na vsebnosti v sedimentih	1	kritičen
2221	Ne-erodirano, nestabilno, veliko odlagališče z velikim vplivom na vsebnosti v sedimentih	2	
2212	Erodirano, stabilno, veliko odlagališče z velikim vplivom na vsebnosti v sedimentih	3	
2211	Ne-erodirano, stabilno, veliko odlagališče z velikim vplivom na vsebnosti v sedimentih	4	
2122	Erodirano, nestabilno, majhno odlagališče z velikim vplivom na vsebnosti v sedimentih	5	zmerno kritičen
2121	Ne-erodirano, nestabilno, majhno odlagališče z velikim vplivom na vsebnosti v sedimentih	6	
2112	Erodirano, stabilno, majhno odlagališče z velikim vplivom na vsebnosti v sedimentih	7	
2111	Ne-erodirano, stabilno, majhno odlagališče z velikim vplivom na vsebnosti v sedimentih	8	
1222	Erodirano, nestabilno, veliko odlagališče z majhnim vplivom na vsebnosti v sedimentih	9	zmeren
1221	Ne-erodirano, nestabilno, veliko odlagališče z majhnim vplivom na vsebnosti v sedimentih	10	
1212	Erodirano, stabilno, veliko odlagališče z majhnim vplivom na vsebnosti v sedimentih	11	
1211	Ne-erodirano, stabilno, veliko odlagališče z majhnim vplivom na vsebnosti v sedimentih	12	
1122	Erodirano, nestabilno, majhno odlagališče z majhnim vplivom na vsebnosti v sedimentih	13	majhen
1121	Ne-erodirano, nestabilno, majhno odlagališče z majhnim vplivom na vsebnosti v sedimentih	14	
1112	Erodirano, stabilno, majhno odlagališče z majhnim vplivom na vsebnosti v sedimentih	15	
1111	Ne-erodirano, stabilno, majhno odlagališče z majhnim vplivom na vsebnosti v sedimentih	16	

Preglednica 16: Hierarhična razvrstitev obravnavanih odlagališč oziroma skupin odlagališč odpadkov na osnovi tveganja z upoštevanjem 4 kriterijev

KRITERIJ				Odlagališče	Razred
Vsebnost PHE v sedimentu	Velikost odlagališča	Stabilnost	Erodiranost		
> 2× kritična vrednost	> 10.000 m²	Nestabilno	Prisotna	K-26/12	1
				Prisotna	K-26/30
		K-26/22	3		
		K-26/23	3		
		K-26/28	3		
		K-25/23	3		
		Stabilno	Ni prisotna	K-26/13	4
				K-26/31	4
				K-8/5	4
				K-8/6	4
				K-8/7	4
				K-8/8	4
				K-8/9	4
				K-8/10	4
	K-8/11			4	
	K-8/12	4			
	K-8/13	4			
	K-8/14	4			
	< 10.000 m²	Nestabilno	Prisotna	K-26/18	5
				K-26/19	5
				K-26/27	5
		Stabilno	Prisotna	K-25/26	7
				K-25/24	7
				K-25/25	7
K-25/28				7	
K-19/9				7	
K-26/11				7	
K-25/27				7	
Stabilno	Ni prisotna	K-25/22	8		
		K-26/1	8		
		K-26/20	8		
		K-26/21	8		
		K-8/1	8		
		K-8/2	8		
		K-8/3	8		
K-8/4	8				
K-19/10	8				

5 Razvrščanje odlagališč premogovnikov na osnovi tveganja

Tudi hierarhično razvrstitev odlagališč premogovnikov smo prevzeli po metodologiji, ki smo jo naredili v letu 2014 (Gosar in sod., 2014). Temelji na kombinaciji dveh ključnih kriterijev tveganja, ki si sledita po pomembnosti. Ker odlagališča premogovnikov ne vsebujejo pomembnejših količin potencialno škodljivih elementov (PHE) in tako bistveno ne vplivajo na povišanje njihovih vsebnosti v okolju, je bila kot najpomembnejši kriterij izbrana stabilnost odlagališč (1. kriterij) ter velikost odlagališč (2. kriterij). Geomehanska stabilnost opredeljuje odlagališča glede na možnost plazenja materiala odlagališč in ogroženost. Kriterij velikosti odlagališča je definiran s skupno površino odlagališča, ki znaša nad 100.000 m², med 100.000 in 20.000 m² ter pod 20.000 m². Za vsako odlagališče je bila za kriterij stabilnosti izbrana vrednost med 1 in 2, kjer 1 pomeni manjši, 2 pa večji vpliv, za kriterij velikosti pa so bile izbrana vrednost med 1 in 3, kjer je 1 najmanjši, 3 pa največji vpliv. Rezultat je dvomestna šifra, pri kateri je pomemben vrstni red števil. Prvo mesto predstavlja vpliv stabilnosti, drugo mesto pa predstavlja vpliv velikosti odlagališča. Na podlagi šifre je bilo določenih 6 razredov z majhnim do kritičnim vplivom (preglednica 17).

Preglednica 17: Šifriranje ter razdelitev odlagališč premogovnikov v razrede na osnovi tveganja z upoštevanjem 2 kriterijev in njihov skupen vpliv

Šifra	Pomen šifre	Razred	Skupen vpliv
23	Veliko, nestabilno odlagališče	1	kritičen
22	Srednje veliko, nestabilno odlagališče	2	
21	Majhno, nestabilno odlagališče	3	zmerno kritičen
13	Veliko, stabilno odlagališče	4	zmeren
12	Srednje veliko, stabilno odlagališče	5	
11	Majhno, stabilno odlagališče	6	majhen

V preglednici 18 je prikazana razvrstitev obravnavanih odlagališč premogovnikov glede na skupen vpliv. Odlagališče P-17/3 (Laško - Huda jama) je bilo ponovno opredeljeno kot zmerno kritično, medtem ko je bil skupen vpliv odlagališča P-34/10 (Krištandol) v letu 2017 majhen. Predlagamo, da se opazovanje geomehanske stabilnosti obeh odlagališč izvršuje vsaj na vsake 3 leta.

Preglednica 18: Hierarhična razvrstitev obravnavanih odlagališč premogovnikov na osnovi tveganja z upoštevanjem 2 kriterijev

KRITERIJ		Odlagališče	Razred
Stabilnost	Velikost odlagališča		
Nestabilno	< 20.000 m ²	P-17/3	3
Stabilno		P-34/10	6

6 Literatura

BAPTISTA SALAZAR, C., RICHARD, J.H., HORF, M., REJC, M., GOSAR, M., BIESTER, H., 2017. Grain-size dependence of mercury speciation in river suspended matter, sediments and soils in a mercury mining area at varying hydrological conditions. *Applied geochemistry* 81, 132-142. doi: [10.1016/j.apgeochem.2017.04.006](https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2017.04.006).

BAVEC, Š., GOSAR, M., 2016. Speciation, mobility and bioaccessibility of Hg in the polluted urban soil of Idrija (Slovenia). *Geoderma* 273, 115-130. doi: [10.1016/j.geoderma.2016.03.015](https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.03.015).

BAVEC, Š., BIESTER, H., GOSAR, M., 2014. Urban sediment contamination in a former Hg mining district Idrija, Slovenia. *Environmental geochemistry and health* 36/3, 427-439. doi: [10.1007/s10653-013-9571-6](https://doi.org/10.1007/s10653-013-9571-6).

BAVEC, Š., BIESTER, H., GOSAR, M., 2017a. A risk assessment of human exposure to mercury-contaminated soil and household dust in the town of Idrija (Slovenia). *Journal of Geochemical Exploration*, v tisku. doi: [10.1016/j.gexplo.2017.05.005](https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2017.05.005)

BAVEC, Š., GOSAR, M., BIESTER, H., GRČMAN, H., 2015. Geochemical investigation of mercury and other elements in urban soil of Idrija (Slovenia). *Journal of geochemical exploration* 154, 213-223. doi: [10.1016/j.gexplo.2014.10.011](https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2014.10.011).

BAVEC, Š., GOSAR, M., MILER, M., BIESTER, H., 2017b. Geochemical investigation of potentially harmful elements in household dust from a mercury-contaminated site, the town of Idrija (Slovenia). *Environmental geochemistry and health* 39/3, 443-465. doi: [10.1007/s1065](https://doi.org/10.1007/s1065)

BIESTER, H., GOSAR, M., COVELLI, S., 2000. Mercury speciation in Sediments affected by Dumped Mining Residues in the Drainage Area of the Idrija Mercury Mine, Slovenia. *Environmental Science & Technology* 34/16, 3330-3336. doi: [10.1021/es991334v](https://doi.org/10.1021/es991334v)

BIESTER H., GOSAR M., MÜLLER G., 1999. Mercury speciation in tailings of the Idrija mercury mine. *Journal of Geochemistry Exploration* 65/3, 195-204. doi: [10.1016/S0375-6742\(99\)00027-8](https://doi.org/10.1016/S0375-6742(99)00027-8)

BIESTER, H., HESS, A., MÜLLER, G., 1996. Investigations on different mercury-phases in soils of a Hg-mining area by a temperature-controlled-pyrolysis technique. V: Reuter (ur.), *Geochemical approaches for the environmental engineering of metals*. Berlin Heidelberg, Springer, 33-43.

BOLE, M., DRUKS, P., ROŠER DREV, A., VETRIH, M., 2002. Meža s pritoki - sediment, segment vode. V: Ribarič-Lasnik, C. (ur.), *Primerjalna študija o onesnaženosti okolja v Zg. Mežiški dolini med stanji v letih 1989 in 2001*, končno poročilo, 106-125.

BYRNE, A.R., KOSTA, L., 1970. Studies on the distribution and uptake of mercury in the area of the mercury mine at Idrija, Slovenia (Yugoslavia). *Vestnik slovenskega kemijskega društva* 17, 1-4, 5-11.

CIGALE, M., 2006. Rudnik živega srebra Idrija od 1490 do 2006. V: Režun, B., Eržen, U., Petrič, M., Gantar, I. (ur.), *2. Slovenski Geološki Kongres, Zbornik povzetkov. Rudnik živega srebra v zapiranju d.o.o., Idrija*, 13-16.

DIREKTIVA 2006/21/ES Evropskega parlamenta in sveta o ravnanju z odpadki iz rudarskih in drugih ekstraktivnih dejavnosti. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02006L0021-20090807>

EPA, 2004. Final Report of the Expert Group for Silvermines, Co. Tipperary – Lead and other relevant metals. Wexford: Environmental Protection Agency. 49 str.

FINŽGAR, N., JEŽ, E., VOGLAR, D., LEŠTAN, D., 2014. Spatial distribution of metal contamination before and after remediation in the Meza Valley, Slovenia. *Geoderma*, 217-218, 135-143. doi: 10.1016/j.geoderma.2013.11.011

FUX, J., GOSAR, M., 2007. Vsebnosti svinca in drugih težkih kovin v sedimentih na območju Mežiške doline (Lead and other heavy metals in stream sediments in the area of Meža valley). *Geologija* 50/2, 347-360. doi: 10.5474/geologija.2007.025

GNAMUŠ, A., 1992. Biological indicators for long term monitoring of environmental pollution with mercury in the wider Idrija area: doktorska disertacija. Ljubljana, 125 str.

GNAMUŠ, A., 2002. Mercury in the Terrestrial Food Chain - Bioindicators, Uptake and Accumulation. Ljubljana, Jožef Stefan Institute, 266 str.

GNAMUŠ, A., BRYNE A.R., HORVAT, M., 2000. Mercury in the soil-plant-deer-predator food chain of a temperate forest in Slovenia. *Environmental Science and Technology* 34, 3337-3345. doi: 10.1021/es991419w

GOSAR, M., 1997. Mercury in sediments and air as a reflection of Idrija mineralization and mining: doktorska disertacija. Ljubljana, 125 str.

GOSAR, M., 2004. Živo srebro v tleh in rastlinah na poplavnih ravninah Idrije. *Geologija* 47/2, 259-271. doi: 10.5474/geologija.2004.021

GOSAR M., 2008. Mercury in River Sediment, Floodplains and Plants Growing thereon in Drainage Area of Idrija Mine, Slovenia. *Polish Journal of Environmental Studies* 17/2, 227-236. doi: 10.1007/BF02839798

GOSAR M., ČAR J., 2006. Vpliv žgalnic živosrebrove rude iz 16. in 17. stoletja na razširjenost živega srebra v okolici Idrije (Influence of mercury ore roasting sites from 16th and 17th century on the mercury dispersion in surroundings of Idrija). *Geologija* 49/1, 91-101. doi: 10.5474/geologija.2006.007

GOSAR, M., MILER, M., 2011. Anthropogenic metal loads and their sources in stream sediments of the Meža River catchment area (NE Slovenia). V: FORTNER, S. K., MUNK, L. A. (ur.), Sources, transport and fate of trace and toxic elements in the environment. *Applied geochemistry*, 26/11, 1855-1866. doi: 10.1016/j.apgeochem.2011.06.009.

GOSAR M., ŠAJN R., 2001. Mercury in soil and attic dust as a reflection of Idrija mining and mineralization (Slovenia). *Geologija* 44/1, 137-159. doi: 10.5474/geologija.2001.010

GOSAR, M., ŠAJN, R., 2003. Geochemical soil and attic dust survey in Idrija, Slovenia. *Journal of*

physique IV 107, 561-565. doi: 10.1051/jp4:20030365

GOSAR, M., TERŠIČ, T., 2015. Contaminated sediment loads from ancient mercury ore roasting sites, Idrija area, Slovenia. *Journal of geochemical exploration* 149, 97-105. doi: [10.1016/j.gexplo.2014.11.012](https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2014.11.012).

GOSAR M., PIRC S., BIDOVEC, M., 1997a. Mercury in the Idrija River sediments as a reflection of mining and smelting activities of the Idrija mercury mine. *Journal of Geochemical Exploration* 58, 125-131.

GOSAR M., PIRC S., ŠAJN R., BIDOVEC M., MASHAYANOV N.R., SHOLUPOV, S.E., 1997b. Distribution of mercury in the atmosphere over Idrija, Slovenia. *Environmental Geochemistry and Health* 19, 101-110.

GOSAR, M., ŠAJN, R., BIESTER, H., 2006. Binding of mercury in soils and attic dust in the Idrija mercury mine area (Slovenia). *Science of Total Environment* 369, 1-3, 150-162. doi:10.1016/j.scitotenv.2006.05.006

GOSAR, M., ŠAJN, R., MILER, 2014. Izdelava popisa zaprtih objektov za ravnanje z odpadki iz rudarskih in drugih dejavnosti izkoriščanja mineralnih surovin: poročilo 3. faze projekta. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije, 49 str. Dostopno na:

http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/odpadki/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/PORO%C4%8CULO%203%20FAZE_21022014.pdf.

GOSAR, M., ŠAJN, R., TERŠIČ, T., 2016. Distribution pattern of mercury in the Slovenian soil: geochemical mapping based on multiple geochemical datasets. *Journal of geochemical exploration* 167, 38-48. doi: [10.1016/j.gexplo.2016.05.005](https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2016.05.005).

HINES, M. E., FAGANELI, J., ADATTO, I., HORVAT, M., 2006. Microbial mercury transformations in marine, estuarine and freshwater sediment downstream of the Idrija Mercury Mine, Slovenia. *Applied Geochemistry* 21/11, 1924–1939. doi: 10.1016/j.apgeochem.2006.08.008

HORVAT, M., JEREB, V., FAJON, V., LOGAR, M., KOTNIK, J., FAGANELI, J., HINES, M.E., BONZONGO, J.C., 2002. Mercury distribution in water, sediment and soil in the Idrija and Soča river systems. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis* 2, 287-296. doi: 10.1144/1467-787302-033

HORVAT, M., KONTIĆ, B., OGRINC, N., JEREB, V., LOGAR, M., FAGANELI, J., RAJAR, R., ŠIRCA, A., PETKOVŠEK, G., ŽAGAR, D., DIZDAREVIĆ, T., 2003. Remediation of mercury polluted sites due to mining activities. *Critical Reviews in Analytical Chemistry* 33, 291–296. doi: 10.1080/714037679

KISS, J., JORDAN, G., DETZKY, G., VERTESY, L., MÜELLER, T., ZSAMBOK, I., PASZERA, G., GULSAY, Á., ÓRI, G., RADI, K., HERMANN, V., JERABEK, C., ABDAL, A., ALBERT, J. 2012. Inventory and risk classification of closed mine waste facilities of Hungary. Budapest: The Hungarian Office for Mining and Geology, Eötvös Loránd Geophysical Institute of Hungary, Hungarian Geological Institute, 42 str.

KOCMAN, D., HORVAT, M., 2010. A laboratory based experimental study of mercury emission from contaminated soils in the River Idrija catchment. *Atmospheric Chemistry and Physics* 9/6, 1417-1426. doi: 10.5194/acp-10-1417-2010

KOČMAN, D., HORVAT M., KOTNIK, J., 2004. Mercury fractionation in contaminated soils from the Idrija mercury mine region. *Journal of environmental monitoring* 6, 696–703. doi: 10.1039/B403625E

KOČMAN, D., KANDUČ, T., OGRINC, N., HORVAT, M., 2011a. Distribution and partitioning of mercury in a river catchment impacted by former mercury mining activity. *Biogeochemistry* 104, 183-201. doi: 10.1007/s10533-010-9495-5

KOČMAN, D., VREČA, P., FAJON, V., HORVAT, M., 2011b. Atmospheric distribution and deposition of mercury in the Idrija Hg mine region, Slovenia. *Environmental research* 111/1, 1-9. doi: 10.1016/j.envres.2010.10.012

KOSTA L., BYRNE A.R., ZELENKO V., STEGNAR P., DERMELJ M., RAVNIK V., 1974. Studies on the uptake, distribution and transformations of mercury in living organisms in the Idrija region and comparative areas. *Vestnik slovenskega kemijskega društva* 21, 49-76.

KOTNIK J., HORVAT M., DIZDAREVIČ T., 2005. Current and past mercury distribution in air over the Idrija Hg mine region, Slovenia. *Atmospheric Environment* 39/38, 7570-7579. doi: 10.1016/j.atmosenv.2005.06.061

KUGONIČ, N., ZUPAN, M., 1999. Vsebnosti Pb, Cd in Zn v tleh in nekaterih rastlinah v Zgornji mežiški dolini. V: Ribarič-Lasnik, C., Pokorny, B., Pačnik, L., Kugonič, N. (ur.), *Problem težkih kovin v Zgornji Mežiški dolini: zbornik referatov*. Velenje, ERiCo, Inštitut za ekološke raziskave: 66-78.

MIKLAVČIČ, V., 1999. Mercury in the Town of Idrija (Slovenia) After 500 Years of Mining and Smelting. V: Ebinghaus, R., Turner, R.R., De Lacerda, L.D., Vasiliev, O., Salomons, W. (ur), *Mercury Contaminated Sites: Characterization, Risk assessment and Remediation*. Springer, Verlag Berlin Heidelberg New York, 259-270.

MILER, M., 2012. Application of SEM/EDS to environmental mineralogy and geochemistry: doktorska disertacija. Ljubljana, 169 str.

MILER, M., GOSAR, M., 2012. Characteristics and potential environmental influences of mine waste in the area of the closed Mežica Pb-Zn mine (Slovenia). *Journal of geochemical exploration* 112, 152-160. doi: 10.1016/j.gexplo.2011.08.012

MILER, M., GOSAR, M., 2013. Assessment of metal pollution sources by SEM/EDS analysis of solid particles in snow: a case study of Žerjav, Slovenia. *Microscopy and microanalysis* 19/6, 1606-1619, doi: 10.1017/S1431927613013202.

MLAKAR, I., 1974. Osnovni parametri proizvodnje rudnika Idrija skozi stoletja do danes. *Idrijski razgledi* 19, 3–4, 1–40.

STANLEY, G., GALLAGHER, V., NI MHAIRTIN, F., BROGAN, J., LALLY, P., DOYLE, E., FARRELL, L., 2009. *Historic Mine Sites – Inventory and Risk Classification, Volume 1*. Wexford, Geological Survey of Ireland, Environmental Protection Agency, Exploration and Mining Division, 170 str.

STANLEY, G., JORDAN, G., HAMOR, T., SPONAR, M., 2011. *Guidance document for a risk-based pre-*

selection protocol for the inventory of closed waste facilities as required by article 20 of directive 2006/21/EC.

SVETE, P., MILAČIČ, R., PIHLAR, B., 2001. Partitioning of Zn, Pb and Cd in river sediments from a lead and zinc mining area using the BCR three-step sequential extraction procedure. *Journal of Environmental Monitoring* 3, 586-590.

ŠAJN, R., 2006. Factor Analysis of Soil and Attic-dust to Separate Mining and Metallurgy Influence, Meža Valley, Slovenia. *Mathematical Geology* 38/6, 735-747. doi: 10.1007/s11004-006-9039-7

ŠAJN, R., GOSAR, M., 2004. Pregled nekaterih onesnaženih lokacij zaradi nekdanjega rudarjenja in metalurških dejavnosti v Sloveniji (An overview of some localities in Slovenia that became polluted due to past mining and metallurgic activities). *Geologija* 47/2, 249-258. doi: 10.5474/geologija.2004.020

ŠAJN, R., GOSAR, M., 2007. Onesnaženost tal v okolici Litije kot posledica rudarskih in metalurških dejavnosti ter naravnih danosti (Soil pollution in surroundings of Litija as a reflection of mining, metallurgy and natural conditions). *Geologija* 50/1, 131-145. doi: 10.5474/geologija.2007.011

ŠAJN, R., GOSAR, M., 2014. Multivariate statistical approach to identify metal sources in Litija area (Slovenia). *Journal of geochemical exploration* 138, 8-21. doi: 10.1016/j.gexplo.2013.12.007

TERŠIČ, T., 2010. Environmental influences of historical small scale ore processing at Idrija area: doktorska disertacija. Ljubljana, 201 str.

TERŠIČ, T., GOSAR, M., 2009. Preliminary results of detailed geochemical study of mercury at the ancient ore roasting site Pšenk (Idrija area, Slovenia). *Geologija* 52/1, 79-86. doi:10.5474/geologija.2009.009

TERŠIČ, T., GOSAR, M., 2012. Comparison of elemental contents in earthworm cast and soil from a mercury-contaminated site (Idrija area, Slovenia). *Science of the total environment* 430, 28-33. doi: [10.1016/j.scitotenv.2012.04.062](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.04.062).

TERŠIČ, T., GOSAR, M., 2013. Earthworm casts as a sampling medium: a case study from highly contaminated Hg roasting site Pšenk (Idrija area, Slovenia). *Geologija* 56/2, 243-255. doi: [10.5474/geologija.2013.016](https://doi.org/10.5474/geologija.2013.016).

TERŠIČ, T., BIESTER, H., GOSAR, M., 2014. Leaching of mercury from soils at extremely contaminated historical roasting sites (Idrija area, Slovenia). *Geoderma* 226/227, 213-222. doi: [10.1016/j.geoderma.2014.02.006](https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.02.006).

TERŠIČ, T., GOSAR, M., BIESTER, H., 2011a. Environmental impact of ancient small-scale mercury ore processing at Pšenk on soil (Idrija area, Slovenia). *Applied Geochemistry* 26/11, 1867–1876. doi: 10.1016/j.apgeochem.2011.06.010

TERŠIČ, T., GOSAR, M., BIESTER, H., 2011b. Distribution and speciation of mercury in soil in the area of an ancient mercury ore roasting site, Frbežene trate (Idrija area, Slovenia). *Journal of Geochemistry Exploration* 110/2, 136–145. doi: 10.1016/j.gexplo.2011.05.002

URADNI LIST RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09 in 74/15. Pravilnik o pitni vodi.

URADNI LIST RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15. Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo.

URADNI LIST RS, št. 68/96 in 41/04 – ZVO-1. Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh.

URADNI LIST RS, št. 43/08 in 30/11. Uredba o ravnanju z odpadki iz rudarskih in drugih dejavnosti izkoriščanja mineralnih surovin.

URADNI LIST RS, št. 14/09, 98/10, 96/13 in 24/16. Uredba o stanju površinskih voda.

VREČA, P., PIRC, S., ŠAJN, R., 2001. Natural and anthropogenic influences on geochemistry of soils in the terrains of barren and mineralized carbonate rocks in the Pb-Zn mining district of Mežica, Slovenia. *Journal of Geochemical Exploration* 74, 99-108. doi: 10.1016/S0375-6742(01)00177-7

VROM, 2000. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milie (The Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment). Dutch Target and Intervention Values, (the New Dutch List). Dostopno na (19.09.2017):

https://www.esdat.net/Environmental%20Standards/Dutch/annexS_I2000Dutch%20Environmental%20Standards.pdf

ZUPAN, M., GRČMAN, H., LOBNIK, F., 2008. Raziskave onesnaženosti tal v Sloveniji. Ljubljana, Agencija RS za okolje, 68 str. http://agromet.mkgp.gov.si/Publikacije/raziskave_onesnazenosti_tal.pdf

ŽIBRET G., GOSAR M., 2006. Calculation of the mercury accumulation in the Idrijca River alluvial plain sediments. *Science of Total Environment* 368/1, 291-297. doi: 10.1016/j.scitotenv.2005.09.086

PRILOGA 1

**MINERALOŠKA OPREDELITEV TRDNIH FAZ V SEDIMENTIH S SEM/EDS ZA POTREBE
PROJEKTA "SPREMLJANJE ZAPRTIH OBJEKTOV ZA RAVNANJE Z ODPADKI IZ RUDARSKIH
IN DRUGIH DEJAVNOSTI IZKORIŠČANJA MINERALNIH SUROVIN"**

Pripravil: dr. Miloš Miler

Ljubljana, 2017

KAZALO VSEBINE

1	Uvod	6
2	Mineraloška opredelitev trdnih faz v sedimentih s SEM/EDS	6
2.1	Vplivno območje rudnika Mežica	6
2.2	Vplivno območje rudnika v Litiji.....	11
2.3	Vplivno območje rudnika Pleše.....	13
2.4	Vplivno območje rudnika v Idriji	14
3	Oblike pojavljanja kovinskih delcev	16
3.1	Rudni minerali.....	16
3.2	Sekundarni produkti preperevanja rudnih mineralov.....	18
3.3	Geogeni kovinski minerali.....	20
4	Glavne ugotovitve	22

KAZALO SLIK

Slika 1: Močno korodirano zrno rudnega minerala sfalerita.....	16
Slika 2: Porožno zrno rudnega minerala barita.....	17
Slika 3: Ostrorob odlomek rudnega minerala wulfenita	17
Slika 4: Piramidalni kristali rudnega minerala descloizita	18
Slika 5: Porozen agregat Fe-oksihidroksida s Pb in Zn iz drobnih kristalov	19
Slika 6: Zrno Fe-oksihidroksi sulfata s Pb in Zn z izrazitimi izsušitvenimi razpokami.....	19
Slika 7: Porozen zaobljen agregat Mn oksida s Pb iz zelo drobnih kristalov	20
Slika 8: Ostrorobo zrno geogenega minerala rutila	21
Slika 9: Ostrorob odlomek minerala monazita geogenega izvora	21

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Kovinski delci s PHE, njihove koncentracije in povprečna velikost v vzorcu sedimenta SS-26/5 iz območja rudnika Mežica.....	7
Preglednica 2: Kovinski delci s PHE, njihove koncentracije in povprečna velikost v vzorcu sedimenta SS-26/7 iz območja rudnika Mežica.....	8
Preglednica 3: Kovinski delci s PHE, njihove koncentracije in povprečna velikost v vzorcu sedimenta SS-26/8 iz območja rudnika Mežica.....	9
Preglednica 4: Kovinski delci s PHE, njihove koncentracije in povprečna velikost v vzorcu sedimenta SS-26/11 iz območja rudnika Mežica.....	10
Preglednica 5: Kovinski delci s PHE, njihove koncentracije in povprečna velikost v vzorcu sedimenta SS-26/19 iz območja rudnika Mežica.....	11
Preglednica 6: Kovinski delci s PHE, njihove koncentracije in povprečna velikost v vzorcu sedimenta SS-25/2 iz območja rudnika v Litiji.....	12
Preglednica 7: Kovinski delci s PHE, njihove koncentracije in povprečna velikost v vzorcu sedimenta SS-25/4 iz območja rudnika v Litiji.....	13
Preglednica 8: Kovinski delci s PHE, njihove koncentracije in povprečna velikost v vzorcu sedimenta SS-19/3 iz območja rudnika Pleše.....	14
Preglednica 9: Kovinski delci s PHE, njihove koncentracije in povprečna velikost v vzorcu sedimenta SS-8/6 iz območja rudnika v Idriji.....	15

1 Uvod

SEM/EDS analiza sedimentov iz vplivnih območij odlagališč obravnavanih zaprtih kovinskih rudnikov je bila opravljena z namenom kemično-mineraloške opredelitve kovinskih delcev, v katerih so vezani potencialno škodljivi elementi (PHE), ocene njihove količine v vzorcih in določitev splošne mineralne sestave sedimentov. Za SEM/EDS analizo je bilo izbranih 5 vzorcev iz vplivnega območja rudnika Mežica (SS-26/5, SS-26/7, SS-26/8, SS-26/11 in SS-26/19), 2 iz vplivnega območja rudnika v Litiji (SS-25/2 in SS-25/4), 1 iz vplivnega območja rudnika Pleše (SS-19/3) in 1 iz vplivnega območja rudnika v Idriji (SS-8/6).

2 Mineraloška opredelitev trdnih faz v sedimentih s SEM/EDS

2.1 Vplivno območje rudnika Mežica

Mineraloško vzorce sedimentov pritokov iz območja Mežice večinoma sestavljajo karbonati (70 %), predvsem dolomit in kalcit, silikatov je okrog 25 %, kovinski delci pa predstavljajo 5 % vseh delcev v vzorcih. Najvišje koncentracije kovinskih delcev so bile ugotovljene v vzorcih sedimentov pritokov SS-26/11, SS-26/19, SS-26/5 in SS-26/7, ki odvodnjavajo odlagališča K-26/22, K-26/27, 28, 30, K-26/11, 12, 13 ter K-26/17, v katerih se vrednosti gibljejo med 1.400 in 10.000 delcev/cm². Med kovinskimi delci močno prevladujejo rudni minerali (64 %) sfalerit, cerusit, smithsonit, barit, pirit, hemimorfit, wulfenit, descloizit, piromorfit in galenit. Sfalerit poleg Zn vsebuje tudi manjše vsebnosti Cd. Zelo številčni (28 %) so tudi sekundarni produkti preperevanja rudnih mineralov Fe-oksihidroksidi in Fe-oksihidroksi sulfati z manjšimi vsebnostmi Pb in Zn, Mn-oksidi s Pb in čisti Fe-oksihidroksi sulfati. Geogeni kovinski minerali predstavljajo 8 % vseh kovinskih delcev. Večinoma gre za čiste Fe-oksihidrokside, ilmenit, Fe-oksihidrokside z Mn, rutil, monazit, cirkon, sfen, psevdorutil in ksenotim. Ti geogeni kovinski minerali so pogosti v preperini magmatskih in metamorfni kamnin, ki pa na območju obravnavanih odlagališč niso pogoste. V letu 2017 so koncentracije rudnih mineralov, sekundarnih produktov preperevanja rudnih mineralov in geogenih kovinskih mineralov v sedimentih iz območja Mežice višje za 1,5×, 2× in 4× v primerjavi z letom 2013, vendar so njihove velikosti povprečno za okrog 2× manjše. V preglednicah od 1 do 5 so podani podatki o vrstah kovinskih delcev, njihove koncentracije in povprečne velikosti v vzorcih sedimentov iz območja rudnika Mežica.

Preglednica 1: Kovinski delci s PHE, njihove koncentracije in povprečna velikost v vzorcu sedimenta SS-26/5 iz območja rudnika Mežica

SS-26/5			
Možna mineralna faza	Elementna združba	Koncentracija delcev (delci/cm²)	Povprečna velikost (μm)
Fe-oksihidroksid s Pb in Zn	Fe-O (Pb,Zn)	381	17 ± 14
Cerusit	Pb-(C)-O	248	15 ± 16
Sfalerit	Zn-S	139	19 ± 14
Fe-oksihidroksi sulfat s Pb in Zn	Fe-O-S (Pb,Zn)	129	20 ± 18
Fe-oksihidroksid	Fe-O	119	17 ± 11
Manganov oksid s Pb	Mn-O (Pb)	119	14 ± 6
Smithsonit	Zn-(C)-O	94	32 ± 26
Pirit	Fe-S	84	13 ± 10
Fe-oksihidroksi sulfat	Fe-O-S	45	12 ± 6
Cirkon	Zr-Si-O	20	18 ± 11
Ilmenit	Fe-Ti-O	20	49 ± 49
Fe-Mn oksid s Pb	Fe-Mn-O (Pb)	15	45 ± 32
Psilomelan s Pb	Ba-Mn-O (Pb)	15	62 ± 53
Monazit	Ce-P-O (La,Nd,Th)	15	8 ± 3
Stroncianit	Sr-C-O	15	21 ± 16
Descloizit	Pb-Zn-V-O	10	20 ± 3
Fe-oksihidroksid z Mn in Ti	Fe-O (Mn,Ti)	10	21 ± 5
Galenit	Pb-S	10	53 ± 68
Magneziokromit	Fe-Cr-Mg-Al-O	10	15 ± 10
Piromorfit	Pb-P-O-Cl	10	8 ± 1
Wulfenit	Pb-Mo-O	10	34 ± 37
Hemimorfit	Zn-Si-O	5	10
Ksenotim	Y-P-O (Gd,Yb,Dy,Er)	5	11
Pseudorutil	Fe-Ti-O	5	13
Rutil	Ti-O	5	32
Cinkohögbohmit	Zn-Fe-Al-O	5	76

Preglednica 2: Kovinski delci s PHE, njihove koncentracije in povprečna velikost v vzorcu sedimenta SS-26/7 iz območja rudnika Mežica

SS-26/7			
Možna mineralna faza	Elementna združba	Koncentracija delcev (delci/cm²)	Povprečna velikost (μm)
Fe-oksid	Fe-O	600	14 ± 10
Fe-oksid s Pb in Zn	Fe-O (Pb,Zn)	165	20 ± 18
Fe-oksidni sulfat	Fe-S-O	154	13 ± 6
Manganov oksid s Pb	Mn-O (Pb)	64	10 ± 5
Ceruzit	Pb-(C)-O	59	16 ± 10
Ilmenit	Fe-Ti-O	59	37 ± 29
Sfalerit	Zn-S	43	17 ± 6
Fe-oksidni sulfat s Pb in Zn	Fe-O-S (Pb,Zn)	37	15 ± 11
Fe-oksid z Mn in Ti	Fe-O (Mn,Ti)	27	16 ± 8
Monazit	Ce-P-O (La,Nd,Th)	27	8 ± 5
Smithsonit	Zn-(C)-O	27	27 ± 10
Pirit	Fe-S	21	12 ± 9
Rutil	Ti-O	21	23 ± 18
Cirkon	Zr-Si-O	21	13 ± 7
Fe-Mn oksid s Pb	Fe-Mn-O (Pb)	21	11 ± 3
Wulfenit	Pb-Mo-O	11	14 ± 1
Sfen	Ca-Ti-Si-O	11	28 ± 5
Pseudorutil	Fe-Ti-O	5	13
Manganov oksid	Mn-O	5	48
Barit	Ba-S-O	5	90
Magneziokromit	Fe-Cr-Mg-Al-O	5	20
Descloizit	Pb-Zn-V-O	5	3
Ksenotim	Y-P-O (Gd,Yb,Dy,Er)	5	5

Preglednica 3: Kovinski delci s PHE, njihove koncentracije in povprečna velikost v vzorcu sedimenta SS-26/8 iz območja rudnika Mežica

SS-26/8			
Možna mineralna faza	Elementna združba	Koncentracija delcev (delci/cm²)	Povprečna velikost (μm)
Cerussit	Pb-(C)-O	391	25 ± 18
Smithsonit	Zn-(C)-O	193	36 ± 22
Fe-oksidhidroksid s Pb in Zn	Fe-O (Pb,Zn)	156	29 ± 20
Descloizit	Pb-Zn-V-O	125	14 ± 12
Wulfenit	Pb-Mo-O	120	15 ± 17
Fe-oksidhidroksid	Fe-O	52	27 ± 14
Pirit	Fe-S	47	12 ± 8
Fe-oksidhidroksi sulfat	Fe-O-S	42	17 ± 13
Ilmenit	Fe-Ti-O	26	54 ± 23
Rutil	Ti-O	26	31 ± 24
Barit	Ba-S-O	21	22 ± 13
Manganov oksid s Pb	Mn-O (Pb)	21	14 ± 4
Fe-oksidhidroksi sulfat s Pb in Zn	Fe-O-S (Pb,Zn)	10	21 ± 12
Sfen	Ca-Ti-Si-O	10	36 ± 1
Cirkon	Zr-Si-O	10	37 ± 21
Fe-Al-Si-Mg-Zn-O zlitina	Fe-Al-Si-Mg-Zn-O	5	121
Pb-Sn oksid	Pb-Sn-O	5	4
Pirotin	Fe-S	5	41
Piromorfit	Pb-P-O-Cl	5	6

Preglednica 4: Kovinski delci s PHE, njihove koncentracije in povprečna velikost v vzorcu sedimenta SS-26/11 iz območja rudnika Mežica

SS-26/11			
Možna mineralna faza	Elementna združba	Koncentracija delcev (delci/cm²)	Povprečna velikost (μm)
Sfalerit	Zn-S	2925	14 ± 6
Cerussit	Pb-(C)-O	2075	9 ± 6
Smithsonit	Zn-(C)-O	1791	17 ± 9
Fe-oksid s Pb in Zn	Fe-O (Pb,Zn)	910	15 ± 8
Fe-oksidni sulfat s Pb in Zn	Fe-O-S (Pb,Zn)	896	13 ± 5
Barit	Ba-S-O	851	9 ± 5
Hemimorfit	Zn-Si-O	224	16 ± 8
Pirit	Fe-S	149	11 ± 5
Fe-oksidni sulfat	Fe-O-S	75	14 ± 7
Descloizit	Pb-Zn-V-O	15	9
Wulfenit	Pb-Mo-O	15	8
Ferosilicij	Fe-Si	15	9
Halkopirit	Cu-Fe-S	15	20

Preglednica 5: Kovinski delci s PHE, njihove koncentracije in povprečna velikost v vzorcu sedimenta SS-26/19 iz območja rudnika Mežica

SS-26/19			
Možna mineralna faza	Elementna združba	Koncentracija delcev (delci/cm²)	Povprečna velikost (μm)
Fe-oksihidroksid s Pb in Zn	Fe-O (Pb,Zn)	820	21 ± 21
Sfalerit	Zn-S	302	17 ± 16
Cerussit	Pb-(C)-O	265	11 ± 11
Barit	Ba-S-O	254	14 ± 15
Fe-oksihidroksi sulfat s Pb in Zn	Fe-O-S (Pb,Zn)	217	17 ± 15
Smithsonit	Zn-(C)-O	206	31 ± 24
Manganov oksid s Pb	Mn-O (Pb)	201	11 ± 10
Fe-oksihidroksid	Fe-O	153	25 ± 31
Fe-Pb-Zn fosfat	Fe-Pb-Zn-P-O	101	15 ± 9
Fe-oksihidroksi sulfat	Fe-O-S	26	24 ± 23
Rutil	Ti-O	26	17 ± 12
Wulfenit	Pb-Mo-O	26	5 ± 3
Ilmenit	Fe-Ti-O	21	35 ± 44
Fe-oksihidroksid z Mn in Ti	Fe-O (Mn,Ti)	21	16 ± 17
Fe-Mn oksid s Pb	Fe-Mn-O (Pb)	21	22 ± 16
Piromorfit	Pb-P-O-Cl	21	10 ± 8
Descloizit	Pb-Zn-V-O	16	6 ± 2
Pirit	Fe-S	16	11 ± 5
Galenit	Pb-S	11	6 ± 0
Sfen	Ca-Ti-Si-O	11	42 ± 22
Ag-sulfid	Ag-S	11	9 ± 0
Cirkon	Zr-Si-O	5	13
Pb-sulfat	Pb-S-O	5	11
Monazit	Ce-P-O (La,Nd,Th)	5	6

2.2 Vplivno območje rudnika v Litiji

V vzorcih sedimentov obeh pritokov (SS-25/2, SS-25/4) iz območja Litije prevladujejo silikatni minerali (92 %), karbonatov je 5 %, kovinski delci in minerali pa predstavljajo le 3 % vseh delcev v vzorcih. Kljub temu so v obeh vzorcih koncentracije kovinskih delcev presegle vrednosti 3000 delcev/cm². Med rudnimi minerali sta prisotna le barit in piromorfit, ki predstavljata 54 % vseh kovinskih delcev. Geogeni kovinski minerali predvsem rutil, ilmenit, čisti Fe-oksihidroksidi, cirkon, Fe-oksihidroksidi z Mn in Ti, monazit in ksenotim predstavljajo 38 % vseh kovinskih delcev. Sekundarnih produktov preperevanja rudnih mineralov Mn-oksidov s Pb, Fe-oksihidroksidov s Pb in Zn, čistih Fe-oksihidroksi sulfatov in Fe-oksihidroksi sulfatov s Pb in Zn pa je 8 %. V letu 2017 so koncentracije rudnih mineralov v sedimentih iz območja Litije nižje za 0,5x, koncentracije geogenih kovinskih mineralov so višje za 4x, koncentracije sekundarnih produktov preperevanja rudnih mineralov pa so približno enake v primerjavi z letom 2013.

Njihove velikosti pa so povprečno za okrog 2× manjše. V preglednicah 6 in 7 so podani podatki o vrstah kovinskih delcev, njihove koncentracije in povprečne velikosti v vzorcih sedimentov iz območja rudnika v Litiji.

Preglednica 6: Kovinski delci s PHE, njihove koncentracije in povprečna velikost v vzorcu sedimenta SS-25/2 iz območja rudnika v Litiji

SS-25/2			
Možna mineralna faza	Elementna združba	Koncentracija delcev (delci/cm²)	Povprečna velikost (μm)
Barit	Ba-S-O	1603	9 ± 9
Ilmenit	Fe-Ti-O	429	19 ± 14
Rutil	Ti-O	349	14 ± 6
Cirkon	Zr-Si-O	286	15 ± 11
Fe-oksid	Fe-O	206	21 ± 15
Fe-oksid z Mn in Ti	Fe-O (Mn,Ti)	127	19 ± 19
Monazit	Ce-P-O (La,Nd,Th)	63	10 ± 6
Fe-oksid s Pb in Zn	Fe-O (Pb,Zn)	48	23 ± 12
Ksenotim	Y-P-O (Gd,Yb,Dy,Er)	48	11 ± 13
Manganov oksid s Pb	Mn-O (Pb)	16	15 ± 17
Fe-oksidni sulfat s Pb in Zn	Fe-O-S (Pb,Zn)	16	17
Allanit	Ca-Fe-Al-Si-O (Ce,La)	16	17

Preglednica 7: Kovinski delci s PHE, njihove koncentracije in povprečna velikost v vzorcu sedimenta SS-25/4 iz območja rudnika v Litiji

SS-25/4			
Možna mineralna faza	Elementna združba	Koncentracija delcev (delci/cm²)	Povprečna velikost (μm)
Barit	Ba-S-O	1880	11 ± 14
Fe-oksidhidroksid	Fe-O	256	28 ± 26
Rutil	Ti-O	248	19 ± 21
Manganov oksid s Pb	Mn-O (Pb)	176	12 ± 6
Ilmenit	Fe-Ti-O	136	16 ± 6
Cirkon	Zr-Si-O	112	16 ± 15
Fe-oksidhidroksid z Mn in Ti	Fe-O (Mn,Ti)	104	13 ± 7
Fe-oksidhidroksid s Pb in Zn	Fe-O (Pb,Zn)	96	21 ± 31
Monazit	Ce-P-O (La,Nd,Th)	80	10 ± 9
Fe-Mn oksid s Pb	Fe-Mn-O (Pb)	64	20 ± 14
Fe-oksidhidroksi sulfat	Fe-O-S	40	13 ± 8
Piromorfit	Pb-P-O-Cl	24	8 ± 3
Fe-fosfat s Pb	Fe-P-O (Pb)	16	13 ± 1
Manganov oksid	Mn-O	8	13
Sfen	Ca-Ti-Si-O	8	16
Pb-P-Si-Al-O zlitina s (Ce,Nd,La)	Pb-P-Si-Al-O (Ce,Nd,La)	8	4
Ti-Pb oksid	Ti-Pb-O	8	6
Kromit	Fe-Cr-O	8	19

2.3 Vplivno območje rudnika Pleše

Sediment pritoka iz območja Pleš sestavlja 46 % karbonatnih mineralov, večinoma dolomit, 32 % silikatov, kar 22 % vseh delcev pa je kovinskih. Koncentracija kovinskih delcev znaša več kot 9900 delcev/cm². Izrazito prevladujejo rudni minerali (93 %), predvsem barit, v manjši meri pa tudi cerusit in piromorfit. Sekundarni produkti preperevanja rudnih mineralov Mn-oksidi s Pb, Fe-oksidhidroksidi s Pb in Zn in čisti Fe-oksidhidroksi sulfati predstavljajo 4 % kovinskih delcev v vzorcu, geogeni kovinski minerali čisti Fe-oksidhidroksidi, rutil, ilmenit, Fe-oksidhidroksidi z Mn in Ti ter cirkon pa zavzemajo 3 %. V letu 2017 so koncentracije rudnih mineralov in geogenih kovinskih mineralov v sedimentih iz območja Pleš višje za 2× in 1,2×, koncentracije sekundarnih produktov preperevanja rudnih mineralov pa so enake v primerjavi z letom 2013. Velikosti mineralov so povprečno za okrog 2× manjše v primerjavi z letom 2013. V preglednici 8 so podani podatki o vrstah kovinskih delcev, njihove koncentracije in povprečne velikosti v vzorcu sedimenta iz območja rudnika Pleše.

Preglednica 8: Kovinski delci s PHE, njihove koncentracije in povprečna velikost v vzorcu sedimenta SS-19/3 iz območja rudnika Pleše

SS-19/3			
Možna mineralna faza	Elementna združba	Koncentracija delcev (delci/cm²)	Povprečna velikost (μm)
Barit	Ba-S-O	9175	22 ± 22
Manganov oksid s Pb	Mn-O (Pb)	222	11 ± 5
Fe-oksihidroksid s Pb in Zn	Fe-O (Pb,Zn)	143	13 ± 8
Cerudit	Pb-(C)-O	95	7 ± 6
Fe-oksihidroksid	Fe-O	95	32 ± 18
Rutil	Ti-O	63	15 ± 7
Ilmenit	Fe-Ti-O	63	20 ± 8
Fe-oksihidroksid z Mn in Ti	Fe-O (Mn,Ti)	32	13 ± 10
Cirkon	Zr-Si-O	32	12 ± 5
Fe-oksihidroksi sulfat	Fe-O-S	32	16 ± 6
Piromorfit	Pb-P-O-Cl	16	5

2.4 Vplivno območje rudnika v Idriji

V vzorcu sedimenta Idrijce prevladujejo silikatni minerali (56 %), karbonatov je 39 %, kovinskih delcev pa je 5 %. Koncentracija kovinskih delcev je nad 860 delcev/cm². Največ je geogenih kovinskih mineralov (82 %) čisti Fe-oksihidroksidi, ilmenit, rutil, Fe-oksihidroksidi z Mn in Ti, cirkon, monazit in ksenotim. Sekundarnih produktov prepevanja rudnih mineralov, kot so čisti Fe-oksihidroksi sulfati ter Fe-oksihidroksidi in Fe-oksihidroksi sulfati s cinabaritom, je 12 % vseh kovinskih delcev. Rudni minerali, ki jih je le 6 % vseh kovinskih delcev, so zastopani s cinabaritom in piritom. V letu 2017 so koncentracije rudnih mineralov v sedimentih iz območja Idrije nižje za 5,5×, koncentracije sekundarnih produktov prepevanja rudnih mineralov ter geogenih kovinskih mineralov pa so 1,3× in 1,5× višje v primerjavi z letom 2013. Velikosti mineralov pa so v povprečju podobne v primerjavi z letom 2013. V preglednici 9 so podani podatki o vrstah kovinskih delcev, njihove koncentracije in povprečne velikosti v vzorcu sedimenta iz območja rudnika v Idriji.

Preglednica 9: Kovinski delci s PHE, njihove koncentracije in povprečna velikost v vzorcu sedimenta SS-8/6 iz območja rudnika v Idriji

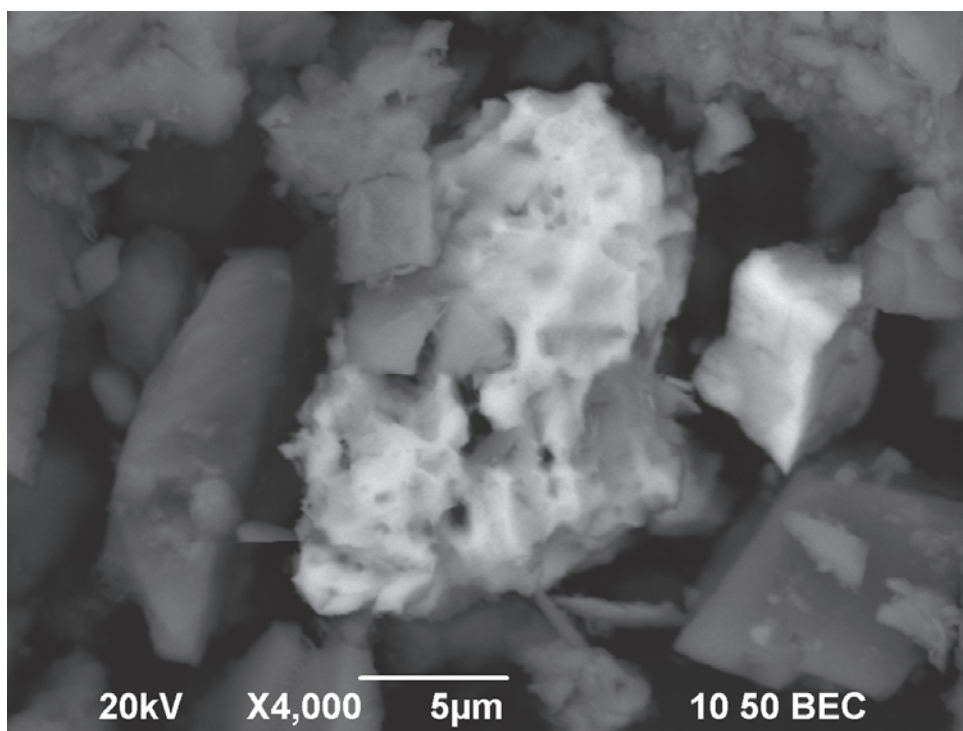
SS-8/6			
Možna mineralna faza	Elementna združba	Koncentracija delcev (delci/cm²)	Povprečna velikost (μm)
Fe-oksid	Fe-O	356	23 ± 21
Ilmenit	Fe-Ti-O	112	29 ± 26
Fe-oksidni sulfat	Fe-O-S	90	16 ± 11
Rutil	Ti-O	80	19 ± 10
Fe-oksid z Mn in Ti	Fe-O (Mn,Ti)	69	31 ± 34
Cirkon	Zr-Si-O	59	14 ± 13
Cinabarit	Hg-S	43	3 ± 2
Monazit	Ce-P-O (La,Nd,Th)	27	5 ± 4
Fe-oksid s cinabaritom	Fe-O with Hg-S	11	23 ± 1
Pirit	Fe-S	5	46
Fe-oksidni sulfat s cinabaritom	Fe-O-S with Hg-S	5	64
Ksenotim	Y-P-O (Gd,Yb,Dy,Er)	5	15
Fe-Mn oksid	Fe-Mn-O	5	18

3 Oblike pojavljanja kovinskih delcev

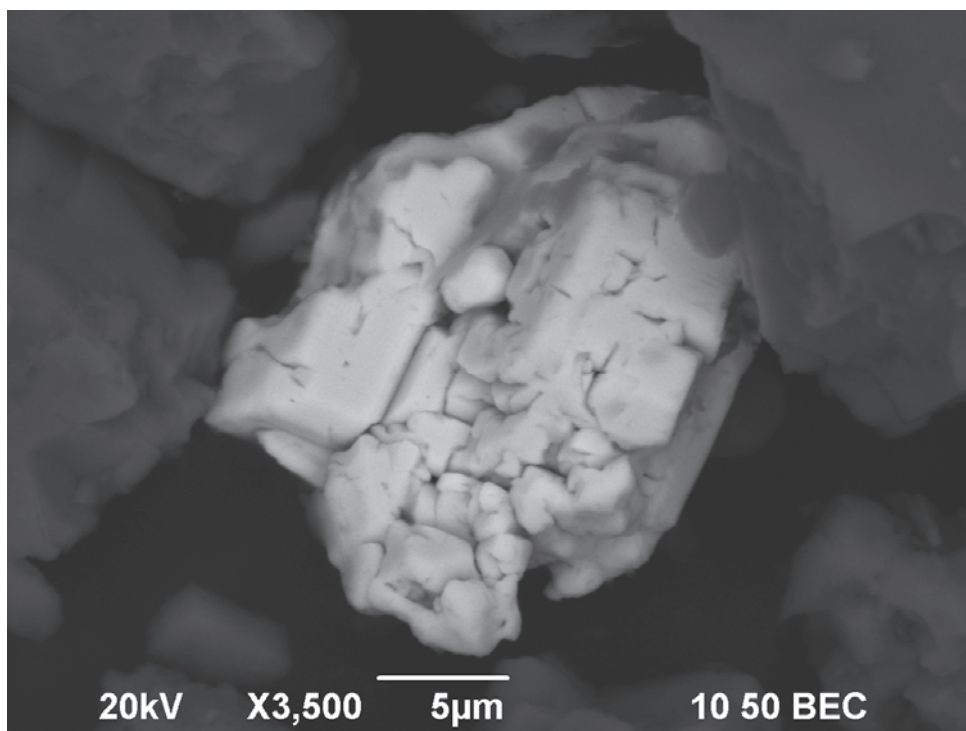
Kovinski delci v vseh vzorcih sedimentov iz vseh vplivnih območij nastopajo v podobnih oblikah.

3.1 Rudni minerali

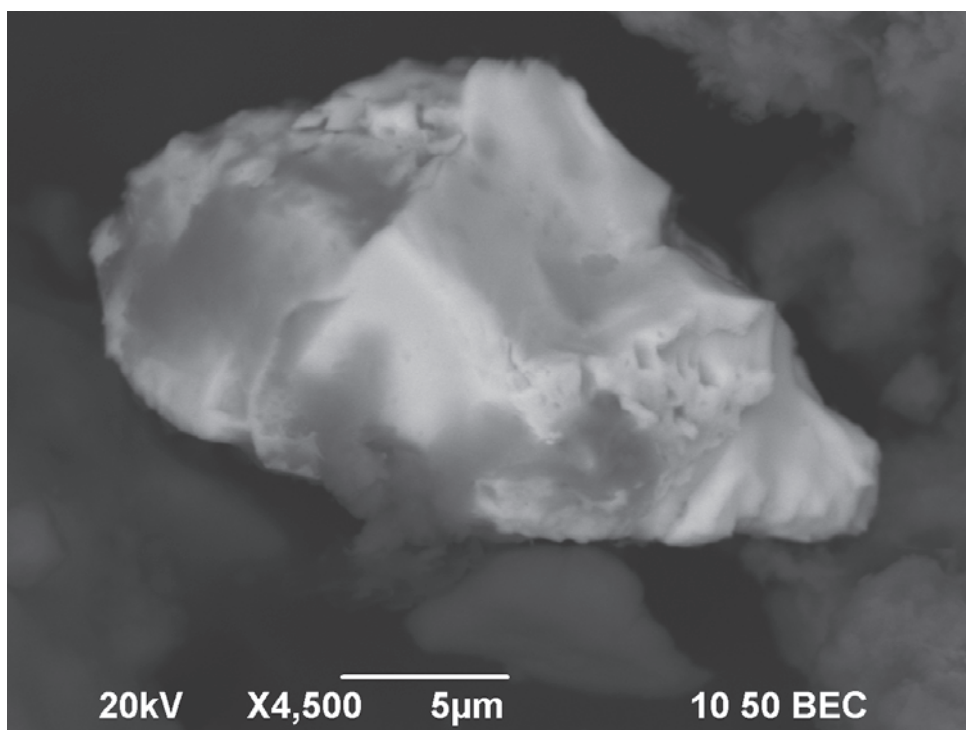
Sfalerit (slika 1), smithsonit in piromorfit se pojavljajo kot zelo porozni in močno korodirani ostrorobi odlomki in oglata masivna zrna. Piromorfit je najverjetneje avtigenega nastanka in nastopa tudi kot oprh na zrnih nekovinskih mineralov. Močna korodiranost nakazuje raztapljanje in sproščanje težkih kovin Zn, Pb in Cd v okolje. Ceruzit, barit (slika 2) in cinabarit tvorijo porozna, ponekod razpokana, polikristalna in masivna zrna ter ostrorobe odlomke. Cinabarit se pojavlja tudi kot prevleke in oprh na površini nekaterih Fe-oksihidroksidov in Fe-oksihidroksi sulfatov. Poroznost in razpokanost povečuje njihovo specifično površino zato so pri spremembi naravnih pogojev (pH, Eh) lahko podvrženi raztapljanju. Hemimorfit, galenit, wulfenit (slika 3), descloizit (slika 4) in halkopirit nastopajo kot ostrorobi odlomki in masivna oglata zrna s ponekod ohranjenimi kristalnimi ploskvami. Sfalerit, galenit, pirit in cinabarit ob danih pogojih v vodah (pH, Eh in DO) večinoma niso stabilni, medtem ko so ceruzit, smithsonit in piromorfit stabilni.



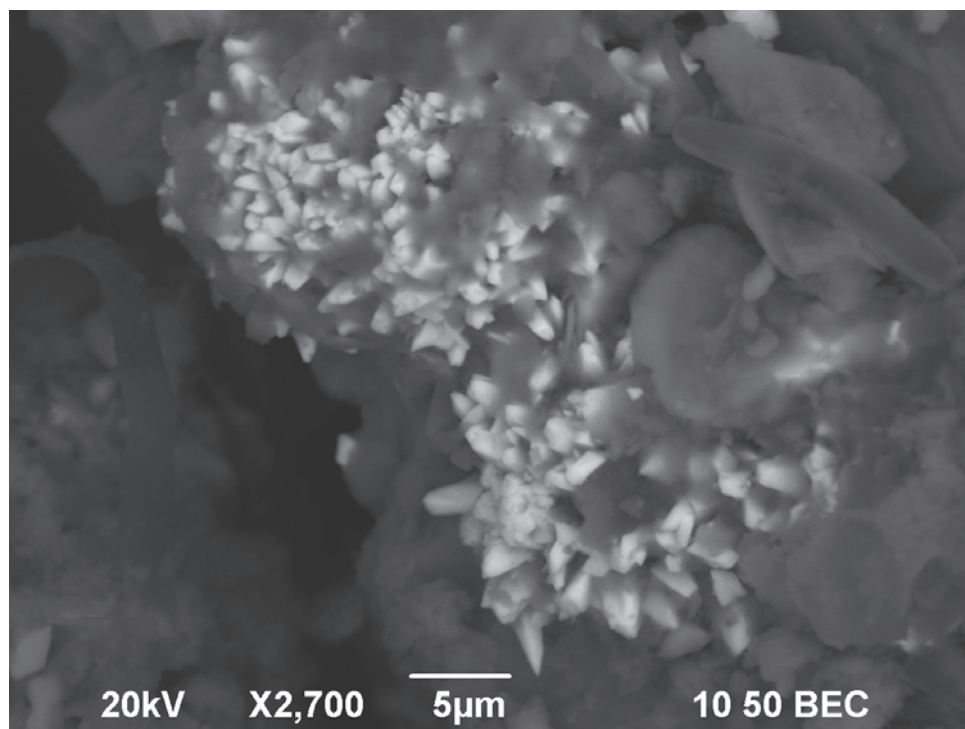
Slika 1: Močno korodirano zrno rudnega minerala sfalerita



Slika 2: Porozno zrno rudnega minerala barita



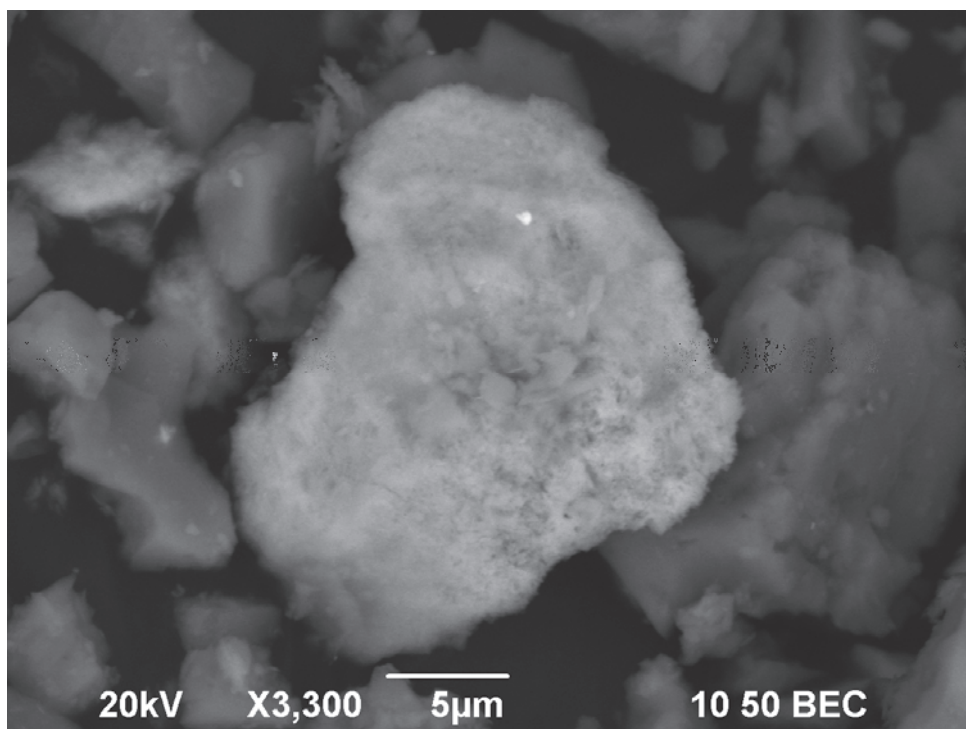
Slika 3: Ostrorob odlomek rudnega minerala wulfenita



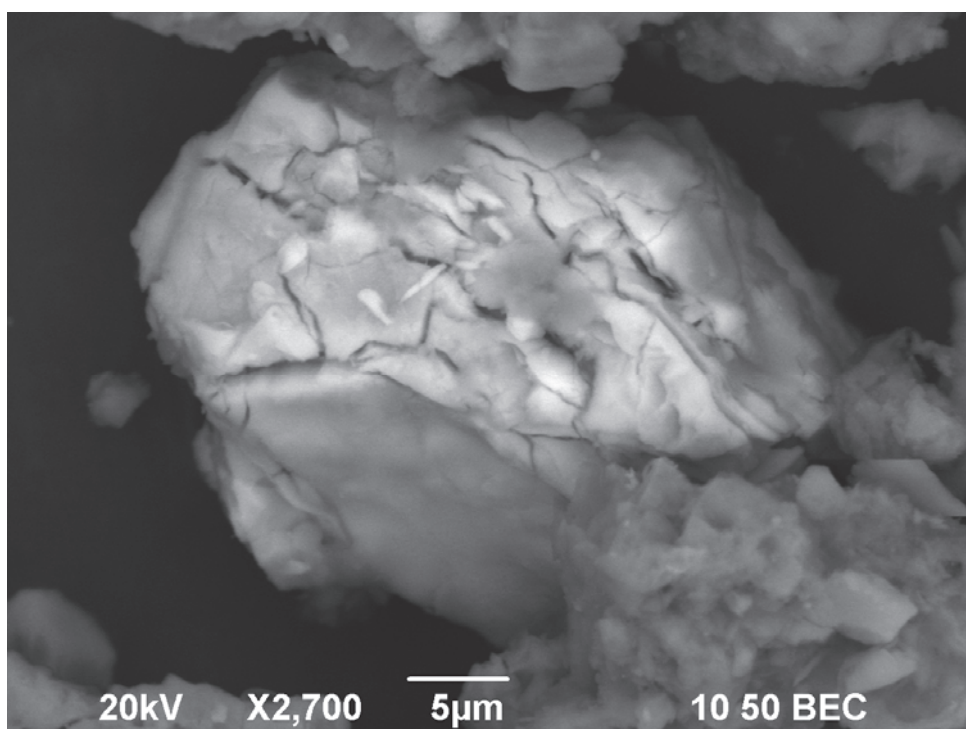
Slika 4: Piramidalni kristali rudnega minerala descloizita

3.2 Sekundarni produkti preperevanja rudnih mineralov

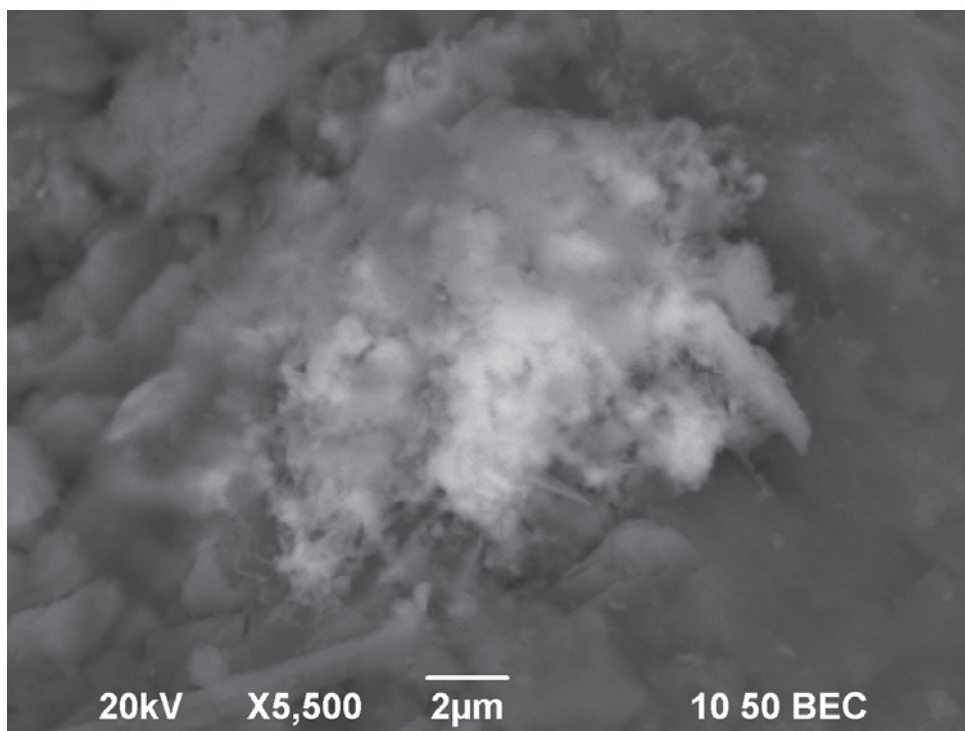
Fe-oksidhidroksidi z manjšimi vsebnostmi Pb in Zn (slika 5) nastopajo kot slabo zaobljeni do oglati odlomki in kristali ter kot porozni agregati iz drobnih kristalov. Fe-oksidhidroksi sulfati z manjšimi vsebnostmi Pb in Zn (slika 6) se pojavljajo kot masivna zrna z izrazitimi izsušitvenimi razpokami, ki so posledica oksidacije sulfidov, iz katerih so nastali. Mn oksidi s Pb (slika 7) in psilomelan s Pb tvorijo porozne zaobljene agregate iz zelo drobnih kristalov, ki so najverjetneje avtigenega nastanka. Fe-oksidhidroksidi in Fe-oksidhidroksi sulfati z manjšimi vsebnostmi Pb in Zn so lovilci težkih kovin, ki pa predstavljajo izmenljivo frakcijo in se zato ob spremembi naravnih pogojev lahko sprostijo nazaj v vodno raztopino. Pri danih pogojih v vodah so Mn oksidi in Fe-oksidhidroksidi stabilne faze, medtem ko so Fe-oksidhidroksi sulfati nestabilni.



Slika 5: Porozen agregat Fe-oksihidroksida s Pb in Zn iz drobnih kristalov



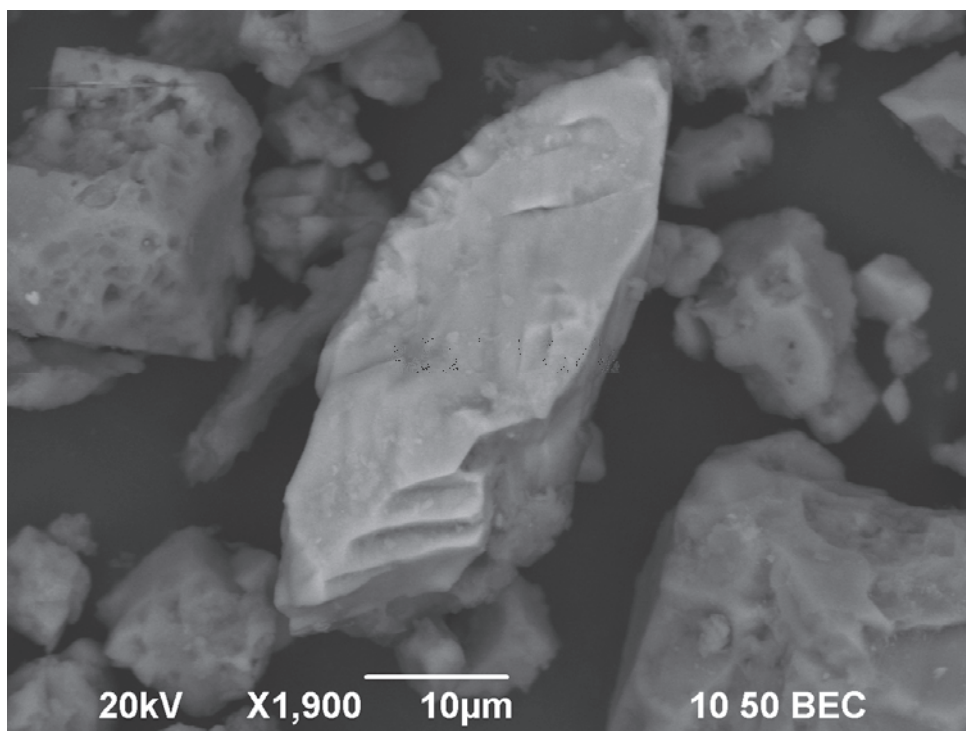
Slika 6: Zrno Fe-oksihidroksi sulfata s Pb in Zn z izrazitimi izsušitvenimi razpokami



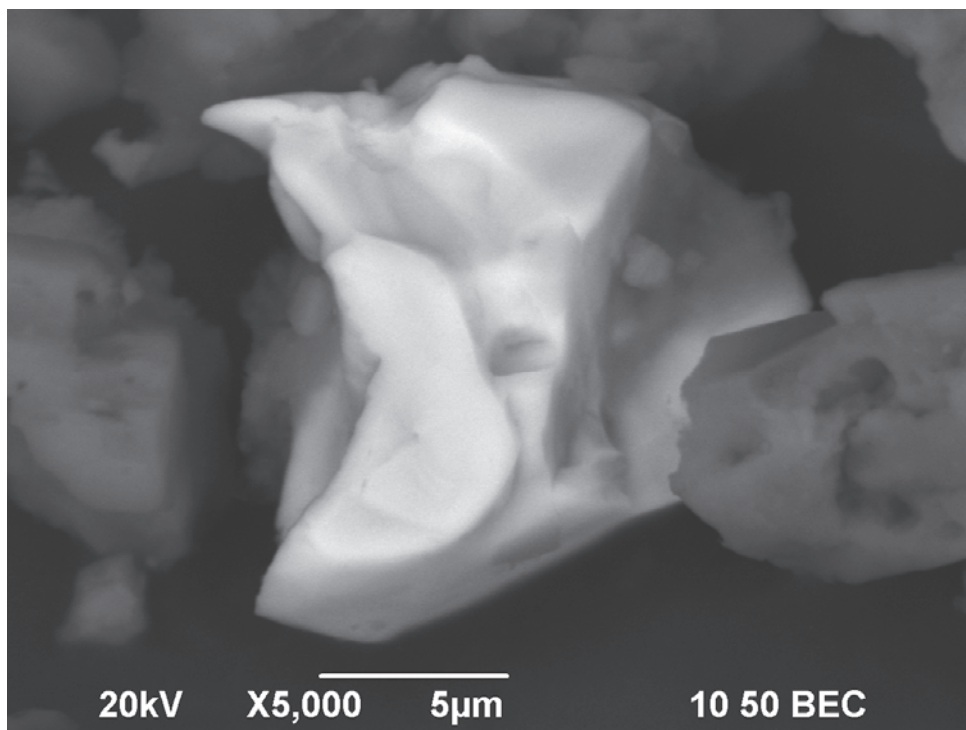
Slika 7: Porozen zaobljen agregat Mn oksida s Pb iz zelo drobnih kristalov

3.3 Geogeni kovinski minerali

Ilmenit, cirkon, rutil (slika 8), psevdorutil, sfen, monazit (slika 9), ksenotim in stroncianit se pojavljajo večinoma kot masivni ostrorobi odlomki ali dobro definirani kristali, lahko tudi kot vključki v nekovinskih mineralih. Čisti Fe-oksihidroksidi in Fe-oksihidroksidi z Mn in Ti tvorijo tudi porozne agregate, sestavljene iz drobnih kristalov. Omenjeni geogeni minerali so večinoma odporni na kemično in fizikalno preperevanje in spremembe naravnih pogojev, zato so v danih pogojih v vodah obstojni.



Slika 8: Ostrorobo zrno geogenega minerala rutila



Slika 9: Ostrorob odlomek minerala monazita geogenega izvora

4 Glavne ugotovitve

S SEM/EDS je bila opravljena kemično-mineraloška opredelitev kovinskih delcev s potencialno škodljivimi elementi (PHE) v izbranih vzorcih sedimentov iz vplivnih območij rudnikov Mežica, Litija, Pleše in Idrija, ocenjena količina kovinskih delcev in določena splošna mineralna sestava sedimentov.

V sedimentih iz območja rudnika Mežica je kovinskih delcev okrog 5 %, med katerimi močno prevladujejo rudni minerali (64 %). Koncentracije rudnih mineralov in sekundarnih produktov preperevanja rudnih mineralov so v letu 2017 precej višje v primerjavi z letom 2013, vendar so njihove velikosti manjše.

Sedimenti iz območja rudnika v Litiji vsebujejo 3 % kovinskih delcev, med katerimi je rudnih mineralov okrog 54 %. V letu 2017 je opazno znižanje koncentracij rudnih mineralov, medtem ko se koncentracije sekundarnih produktov preperevanja rudnih mineralov niso spremenile. Prav tako so nekoliko manjše velikosti teh delcev.

Sediment iz območja rudnika Pleše vsebuje kar 22 % kovinskih delcev, od katerih je 93 % rudnih mineralov. V letu 2017 je opazno precejšnje zvišanje koncentracij rudnih mineralov, medtem ko so koncentracije sekundarnih produktov preperevanja rudnih mineralov ostale nespremenjene v primerjavi z letom 2013. Velikosti kovinskih mineralov pa so manjše.

V sedimentu Idrijce je kovinskih delcev 5 %, med katerimi je rudnih mineralov le 6 %. V letu 2017 je opazno izrazito znižanje koncentracij rudnih mineralov, medtem ko so koncentracije sekundarnih produktov preperevanja rudnih mineralov nekoliko višje v primerjavi z letom 2013.

Večina rudnih mineralov v sedimentih iz območij rudnikov Mežica, Pleše in Litija je bodisi korodiranih, kar kaže na raztapljanje mineralov in sproščanje težkih kovin v okolje v pogojih, ki trenutno vladajo v vodah, bodisi poroznih in razpokanih ter zato lahko podvrženih raztapljanju pri spremembi pogojev. Sekundarni produkti preperevanja rudnih mineralov so lovilci težkih kovin in so pri danih pogojih v vodah večinoma stabilni, vendar pri spremembi teh pogojev lahko hitro postanejo nestabilni in sprostijo težke kovine nazaj v vodno raztopino.

PRILOGA 2

INŽENIRSKO-GEOLOŠKO MNENJE O STABILNOSTI IZBRANIH ODLAGALIŠČ KOVINSKIH RUDNIKOV IN PREMGOVNIKOV ZA POTREBE PROJEKTA "SPREMLJANJE ZAPRTIH OBJEKTOV ZA RAVNANJE Z ODPADKI IZ RUDARSKIH IN DRUGIH DEJAVNOSTI IZKORIŠČANJA MINERALNIH SUROVIN"

Pripravi: Matevž Demšar

Ljubljana, 2017

KAZALO VSEBINE

1	Uvod	8
2	Terensko inženirski geološki pregled odlagališč	9
2.1	Odlagališča na območju premogovnikov	9
2.1.1	Odlagališče na območju premogovnika Laško	9
2.1.1.1	P-17/3 Laško – Huda jama	9
2.1.2	Odlagališče na območju premogovnikov Trbovlje - Hrastnik	10
2.1.2.1	P-34/10 Trbovlje – Hrastnik: Krištrandol	10
2.2	Odlagališča na območju kovinskih rudnikov	11
2.2.1	Odlagališča na območju rudnika Mežica	11
2.2.1.1	K-26/1 Drče	11
2.2.1.2	K-26/12 Štoparjev odval	12
2.2.1.3	K-26/13 Helena	15
2.2.1.4	K-26/17 Igrče	16
2.2.1.5	K-26/18 Unionski odval	18
2.2.1.6	K-26/19 Matjaževo odlagališče	21
2.2.1.7	K-26/20 Svitni	23
2.2.1.8	K-26/21 Frančišek	23
2.2.1.9	K-26/22 Kavšakovo odlagališče	24
2.2.1.10	K-26/23 Žerjavski odval	25
2.2.1.11	K-26/27 Srce	27
2.2.1.12	K-26/28 Lekšeče	28
2.2.1.13	K-26/30 Fridrih	30
2.2.1.14	K-26/31 Glančnik	31
2.2.2	Odlagališča na območju rudnika Pleše	32
2.2.2.1	K-19/9 Pleše – Čelo (9)	32
2.2.2.2	K19/10 Pleše – Čelo (10)	33
2.2.3	Odlagališča na območju rudnikov v Litiji	34
2.2.3.1	K-25/22 Pregrada	34
2.2.3.2	K-25/23 Podsitarjevec	35
2.2.3.3	K-25/24 Odlagališče izvoznega rova 304 (W)	37
2.2.3.4	K-25/25 Odlagališče izvoznega rova 304 (E)	38
2.2.3.5	K-25/26 Odlagališče Grolovega rova	40
2.2.3.6	K-25/27 Odlagališče Alma rova	41
2.2.3.7	K-25/28 Odlagališče pri Uršula rovu	42
2.2.4	Odlagališča na območju rudnika Idrija	43
2.2.4.1	K8/1 Beblerjeva ulica	43
2.2.4.2	K-8/2 Za gradom	45
2.2.4.3	K-8/3 VVO Muzej	45
2.2.4.4	K-8/4 Ulica H. Freyerja	46
2.2.4.5	K-8/5 Trg Sv. Ahacija	47
2.2.4.6	K-8/6 Lejnštat	49
2.2.4.7	K-8/7 Vodnikova ulica	50

2.2.4.8	K-8/8 Mercator	52
2.2.4.9	K-8/9 Mejca	53
2.2.4.10	K-8/10 Arkova ulica.....	54
2.2.4.11	K-8/11 Kolektor	55
2.2.4.12	K-8/12 Prejnuta I	56
2.2.4.13	K-8/13 Prejnuta – Lipoldi.....	57
2.2.4.14	K-8/14 Odlagališče topilnice RŽS Idrija Brusovše	58
3	Tabelarični pregled obravnavanih odlagališč	60
4	Glavne ugotovitve	63
5	Literatura	63

KAZALO SLIK

Slika 1: Deformacije platoja odlagališča pred objektom Inoxa.	9
Slika 2: Brežina odlagališča je vlažna z nekoliko nagnjenim drevjem.....	10
Slika 3: Pogled na odlagališče P-34/10	11
Slika 4: Stabilna brežina odlagališča K-26/1, porasla z gozdom	12
Slika 5: Lovilni zid z jaški za zbiranje vode v spodnjem delu odlagališča K-26/12.....	13
Slika 6: Intenzivni erozijski procesi v spodnjem delu odlagališča K-26/12	14
Slika 7: Spiranje materiala ob stranskih vzdolžnih kanaletah.....	14
Slika 8: Preperel in polomljen les za železniškimi tračnicami.....	15
Slika 9: Pogled na odlagališče K-26/13 Helena.....	16
Slika 10: Brežine odlagališča so delno poraščene z borovci in smrekami.....	17
Slika 11: Plato odlagališča K-26/17	17
Slika 12: Stabilna brežina tik pod platojem, delno poraščena z borovci in smrekami	18
Slika 13: Globoki erozijski kanali na brežini	19
Slika 14: Odtrgane betonske kanalete v srednjem delu odlagališča K-26/18	20
Slika 15: Jugovzhodni del odlagališča.....	20
Slika 16: Nanos grušča v spodnjem delu odlagališča K-26/19.....	21
Slika 17: Porušene betonske kanalete na zahodnem delu odlagališča	22
Slika 18: Spiranje materiala na srednjem delu odlagališča K-26/19.....	22
Slika 19: Kopasta vzpetina na obrobju travnika z odlagališčem K-26/20	23
Slika 20: Brežina odlagališča K-26/21 je porasla z drevjem in je brez deformacij	24
Slika 21: Pogled na odlagališče K-26/22 (Kavšak)	25
Slika 22: Sanirana in kultivirana brežina na odlagališču K-26/23	26
Slika 23: Nezaščiten brežina na vzhodnem robu odlagališča K-26/23	26
Slika 24: Zdrsi grušča in peska skupaj z drevjem po brežini odlagališča K-26/27	27
Slika 25: Erozijski procesi pod robom platoja na odlagališču K-26/27	28
Slika 26: Vzhodni del: brežina zgornjega dela je poraščena z drevjem in stabilna	29
Slika 27: Vzhodni del: dotrajana protierozijska zaščita in zasute kanalete v spodnjem delu odlagališča.....	29
Slika 28: Brežina zahodnega dela odlagališča K-26/28.....	30
Slika 29: Razkrita brežina nad cesto.....	31
Slika 30: Z betonskim zidom zavarovana brežina ob cesti Mežica – Črna na Koroškem	32
Slika 31: Strma brežina odlagališča K-19/9 Pleše-Čelo (9).....	33

Slika 32: Odlagališče je na platoju in brežinah močno poraslo s podrastjo in drevjem	34
Slika 33: Blago nagnjena površina odlagališča K-25/22	35
Slika 34: Pogled na odlagališče K-25/26 Podsitarjevec	36
Slika 35: Strmi deli brežine zaradi nenadzorovanega odvoza materiala.....	36
Slika 36: Urejeno odvodnjavanje v peti odlagališča Podsitarjevec	37
Slika 37: Strma, razkrita brežina v zgornjem delu z intenzivnejšo erozijo.....	38
Slika 38: Nezavarovana, strma brežina nad rovom 304 (E)	39
Slika 39: Eroziji podvržena brežina odlagališča 304 (E).....	39
Slika 40: Strma, razkrita brežina odlagališča K-25/26	40
Slika 41: Erodirana brežina z jaškom za odvodnjavanje na odlagališču Grolovega rova K-25/26.....	41
Slika 42: Brežina odlagališča Alma rova.....	42
Slika 43: Delno razkrita brežina odlagališča pri Uršula rovu	43
Slika 44: Urbanizirano območje odlagališča na Beblerjevi ulici.....	44
Slika 45: Razpoke v asfaltu zaradi slabše utrjene podlage na Beblerjevi ulici	44
Slika 46: Urbanizirano območje odlagališča K-8/2 Za gradom.....	45
Slika 47: Stavba otroškega vrtca na izravnanim platoju odlagališča K-8/3.	46
Slika 48: Urbanizirano območje nekdanjega odlagališča v Ulici H. Freyerja	47
Slika 49: Osrednji del odlagališča na Trgu Sv. Ahacija	48
Slika 50: Struga potoka je utrjena s kamnom in betonom	48
Slika 51: Brežine Idrijce so zaščitene z betonsko kamnitim zidom, delno preraščene z grmovjem	49
Slika 52: Levi pritok Idrijce pri OŠ Idrija je zaščiten s kamnom in betonom.....	50
Slika 53: Zaščiten betonsko kamnita brežina ob Idrijci.....	51
Slika 54: Stabilna brežina ob Prešernovi cesti.....	51
Slika 55: Na odlagališču K-8/8 stojita trgovini Mercatorja in Tuša	52
Slika 56: S travo, grmovjem in drevjem porasla brežina ob reki Idrijci.	53
Slika 57: Športni park na platoju odlagališča Mejca	54
Slika 58: Zahodni rob odlagališča K-8/10 je ob Idrijci zavarovan z betonsko kamnitim zidom.	55
Slika 59: Betonski zid na vzhodnem robu odlagališča Kolektor	56
Slika 60: Vzhodni del odlagališča Prejnuta I ob cesti Idrija – Spodnja Idrija.....	57
Slika 61: Parkirišče pri Kolektorju na odlagališču K-8/13	58
Slika 62: Parkirišče z urejenim odvodnjavanjem zalednih in meteornih voda	59
Slika 63: Zahodni rob odlagališča ob Idrijci je zavarovan z betonskim zidom	59

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Premogovniška odlagališča, njihova stabilnost in erozijski pojavi	60
Preglednica 2: Odlagališča na območju rudnika Mežica, njihova stabilnost in erozijski pojavi.....	60
Preglednica 3: Odlagališča na območju rudnika Pleše, njihova stabilnost in erozijski pojavi.....	61
Preglednica 4: Odlagališča na območju rudnikov v Litiji, njihova stabilnost in erozijski pojavi	61
Preglednica 5: Odlagališča na območju rudnika živega srebra Idrija, njihova stabilnost in erozijski pojavi.....	62

1 Uvod

Na podlagi projekta Izdelava popisa zaprtih objektov za ravnanje z odpadki iz rudarskih in drugih dejavnosti izkoriščanja mineralnih surovin iz leta 2013 (Gosar in sod. 2014), so bile izbrane lokacije zaprtih kovinskih rudnikov in premogovnikov, katerih zaprta odlagališča bi lahko povzročila znatnejše negativne vplive na okolje. Ugotovljeno je bilo, da bi bilo potrebno redno spremljanje stanja okolja na naslednjih odlagališčih:

Odlagališča kovinskih rudnikov:

- območje Mežice (14 lokacij)
- območje Pleš (2 lokaciji)
- območje Litije (7 lokacij)
- območje Idrije (14 lokacij)

Odlagališča premogovnikov:

- območje Laškega (1 lokacija)
- območje Hrastnika (1 lokacija)

Za ta odlagališča je bil v juliju in avgustu 2017 opravljen terenski inženirsko-geološki pregled z oceno stabilnostnih razmer, ki je predstavljen v nadaljevanju.

V sklopu terensko inženirskega-geološkega pregleda so bili ocenjeni: (1) stabilnost podlage, (2) vpliv meteornih in podzemnih vod ter bližnjih vodotokov na odlagališča ter (3) vpliv opuščenih in aktualnih objektov na stabilnost odlagališč. Določen je bil tudi naklon brežin odlagališč ter preverjeni so bili vsi ostali faktorji, ki bi lahko vplivali na stabilnost odlagališč.

2 Terensko inženirski geološki pregled odlagališč

2.1 Odlagališča na območju premogovnikov

2.1.1 Odlagališče na območju premogovnika Laško

2.1.1.1 P-17/3 Laško – Huda jama

Odlagališče leži 2 kilometra zahodno od Laškega, v ozki grapi Huda jama. Zgrajeno je iz jamske jalovine, ki jo pretežno sestavljata laporovec in skrilav glinavec, v manjši meri apnenec, dolomit in različni klastiti. Izravnani plato se v ozkem pasu razteza v smeri severozahod – jug, jugovzhod. Na platoju na južni strani, pri vhodu v jamo, stoji več starih rudarskih zgradb, vrtovi in oporni zidovi, ki so brez večjih razpok in deformacij. Zaledje je precej vodnato. Na severovzhodnem robu je izravnani plato pri zgradbi Inoxa močno deformiran. Na asfaltiranem dvorišču so na dolžini 20 metrov vidne močne razpoke v smeri severozahod – jugovzhod in ob njih posejen teren (slika 1). Po besedah lastnika se teren poseda zadnjih 5 do 7 let, posebej intenzivno zadnji 2 leti. Spomladi 2017 so v nastale razpoke vlili okrog 1 m³ betona. Odvodnavanje meteorne vode je urejeno.



Slika 1: Deformacije platoja odlagališča pred objektom Inoxa.

Nestabilen je tudi rob platoja v območju dovozne ceste. Na brežini pod robom je odlagališče gradbenih in komunalnih odpadkov ter raznih zemljin.

Brežina odlagališča je pod kotom 20⁰ nagnjena proti zahodu. Poraščena je z drevjem, grmovjem in

podrastjo. Pod deformiranim platojem pri objektu Inoxa je brežina sicer vlažna, vendar brez izcejanja vode. Več izcejanja je na brežini severno in južno od tod. Drevje je le mestoma nekoliko nagnjeno (slika 2).



Slika 2: Brežina odlagališča je vlažna z nekoliko nagnjenim drevjem

Nestabilno je območje platoja pred objektom Inoxa in okrog dovozne ceste na robu odlagališča. Potrebno je izvesti ustrezno sanacijo z odvodnavanjem in opazovanje premikov.

2.1.2 Odlagališče na območju premogovnikov Trbovlje - Hrastnik

2.1.2.1 P-34/10 Trbovlje – Hrastnik: Krištrandol

Odlagališče leži na hribu zahodno od zaselka Krištrandol. Dovozi poti iz Krištrandola in iz Novega dola sta v slabem stanju. Odlagališče je zgrajeno je iz jamske jalovine, ki jo sestavlja laporovec, skrilav glinavec, v manjši meri pa še apnenec, dolomit in klastiti. Generalno vpada pod kotom 10^0 proti jugozahodu. Močno je zaraščeno s travo, grmovjem in drevjem, razen na vzhodnem delu, kjer je manjša gola površina (slika 3).

Odlagališče je stabilno.



Slika 3: Pogled na odlagališče P-34/10

2.2 Odlagališča na območju kovinskih rudnikov

2.2.1 Odlagališča na območju rudnika Mežica

2.2.1.1 K-26/1 Drče

Odlagališče leži v zgornjem delu Helenskega potoka, severno od Podpece. Zgrajeno je iz jamske jalovine, ki jo sestavljajo wettersteinski apnenci in podrejeno dolomiti. Pretežno je poraščeno z gozdom, prevladuje smreka, manj je borovcev. Odlagališče v zgornjem delu vpada proti jugu in jugovzhodu pod kotom 30°, nato se naklon brežine postopno zmanjša in preide v ravnino. Brežina je tudi na območjih z največjim nagibom stabilna in brez deformacij (slika 4). Na položnejšem delu leži sadovnjak in čebelnjak.

Odlagališče je stabilno.



Slika 4: Stabilna brežina odlagališča K-26/1, porasla z gozdom.

2.2.1.2 K-26/12 Štoparjev odval

Odlagališče leži v grapi potoka Helena. Sestavlja ga separacijska jalovina iz ladinjskih wettersteinskih karbonatov ter žindre. V podlagi je prepokan, srednjepis in svetlepis, pretežno masiven dolomit norijske starosti. Jalovina izvira iz zbiralnice rude v Heleni in jalovine iz sledilnih rovov revirja Peca.

V spodnjem delu odlagališča je zgrajen betonsko kamnit lovilni zid z jaški za zbiranje vode iz odlagališča in kontrolirano odvajanje (slika 5). V času ogleda (18.7.2017) se je v levem jašku slišalo kapljanje vode.



Slika 5: Lovilni zid z jaški za zbiranje vode v spodnjem delu odlagališča K-26/12

Brežina nad lovilnim jaškom vpada pod kotom okrog 30° proti vzhodu. Površina je pretežno razkrita in razbrazdana s številnimi jarki. Posameznimi jarki so globoki do 1 metra in široki do 1,5 metra (slika 6). Stranske vzdolžne betonske kanalete so skoraj nepremaknjene, vendar tudi tam erozijski procesi spirajo material po brežini (slika 7). Vzdolžne betonske kanalete so ponekod zelo zaraščene. Prečne kanalete v srednjem delu odlagališča so nekoliko premaknjene. Za preprečitev erozije so tam v tla zabite železniške tračnice. Les za tračnicami, ki je namenjen zadrževanju erozije, je večinoma že preperel in polomljen (slika 8).

Zgornji del odlagališča je precej bolj poraščen z borovci, macesni in gosto podrastjo. Vmes so posamezni razkriti predeli z nekoliko povečano erozijo površine. Plato odlagališča je blago nagnjen proti vzhodu in večinoma porasel s travo, vmes je nekaj borovcev, smrek in macesnov.



Slika 6: Intenzivni erozijski procesi v spodnjem delu odlagališča K-26/12



Slika 7: Spiranje materiala ob stranskih vzdolžnih kanaletah



Slika 8: Preperel in polomljen les za železniškimi tračnicami

Odlagališče je nestabilno v spodnjem in srednjem delu. Potrebno je vzpostaviti redno opazovanje premikov na brežini spodnjega dela odlagališča in kontrolirati stanje vode v spodnjem delu. Potrebno je izvesti ustrezne protierozijske ukrepe z mrežo, humusiranjem in biološko rekultivacijo brežin.

2.2.1.3 K-26/13 Helena

Odlagališče leži v grapi potoka Helena. Vsebuje jamsko jalovino, ki jo predstavljajo wettersteinski karbonati ladinjska starosti. Pojavljajo se kot svetlo in srednesiv spariten apnenec, nekaj je tudi temnosivega sparitnega apnenca in sivega dolomita. V podlagi leži svetlosiv dolomit. Odlagališče je generalno nagnjeno za 20⁰ proti jugu. Preko odlagališča poteka asfaltirana cesta (slika 9). Ta je na posameznih odsekih nekoliko razpokana, kar je posledica slabo utrjene podlage.



Slika 9: Pogled na odlagališče K-26/13 Helena

Teren je poraščen z borovci, macesni, smrekami, bukvami, grmovjem in travo. V zahodnem delu so betonske kanalete, ki so položene vzdolž ceste, mestoma zapolnjene s peskom, prodom in lesom. Stranska hudourniška grapa občasno nanese grušč in pesek na vozišče. V južnem delu je viden občasen odvoz materiala iz odlagališča, verjetno za posipanje lokalnih cest.

Odlagališče je stabilno.

2.2.1.4 K-26/17 Igrče

Odlagališče leži nad dolino Meže severno od Črne na Koroškem. Gradijo ga srednjetrojni wettersteinski karbonati, med katerimi prevladuje svetlosiv spariten apnenec. V podlagi je siv norijski dolomit z masivno teksturo. Odlagališče je generalno nagnjeno za 25° proti jugu. Preko odlagališča poteka serpentinasto asfaltirana cesta, zato so na posameznih odsekih nakloni brežin tudi do 55° (slika 10). Na asfaltu ni razpok in drugih deformacij. Na posameznih delih je na zgornjem delu cesta zavarovana z betonskim zidom, ki je brez razpok. Drugje so brežine odprte ali pa poraščene z borovci, smrekami in brezami. Spiranje odprtih brežin je majhno. Betonske kanalete vzdolž cestišča so na večih mestih zapolnjene s peskom in zaraščene, vendar nedeformirane. Na izravnanim platoju je vhod v rov, opuščena rudarska stavba in nekaj stanovanjskih hiš ter vrtov (slika 11). Na robu platoja je manjše črno odlagališče gradbenih odpadkov. Plato je brez deformacij.

Odlagališče je stabilno. Predlagamo protierozijsko zaščito razkritih brežin z mrežo, humusiranjem in zatrativtjivo.



Slika 10: Brežine odlagališča so delno poraščene z borovci in smrekami



Slika 11: Plato odlagališča K-26/17

2.2.1.5 K-26/18 Unionski odval

Odlagališče je zgrajeno iz jamske jalovine, ki ga predstavljajo wettersteinski karbonati ladinjske starosti v obliki svetlo in srednjesevega sparitnega apnenca in podrejeno dolomita. Odlagališče leži na wettersteinskem apnencu in dolomitu, karnijskem apnencu in dolomitu z vložki skrilavega glinavca ter pretežno masivnem norijskem dolomitu.

Plato in zgornji del odlagališča sta poraščena z borovci in smrekami ter travo (slika 12). Na platoju je postavljen vikend. Na vzhodnem robu odlagališča so vzdolžne betonske kanalete nepremaknjene in čiste.



Slika 12: Stabilna brežina tik pod platojem, delno poraščena z borovci in smrekami

Nižje v srednjem in spodnjem delu je brežina nagnjena za 30° proti jugovzhodu. Večinoma je povsem neporaščena in izpostavljena intenzivnim erozijskim procesom. Erozijski jarki so globoki do 3 metre in široki do 7 metrov (slika 13).



Slika 13: Globoki erozijski kanali na brežini

Betonske kanalete na vzhodnem robu je spodneslo in odneslo navzdol po brežini (slika 14). Na zahodnem robu pritiska voda iz grape v odlagališče in ga spodjeda ter odnaša. Dodatna količina vode priteka iz višje ležeče gozdne ceste. Jugovzhodni del odlagališča je nagnjen pod kotom 45° proti jugozahodu. Večinoma je razkrit in le delno poraščen z borovci, smrekami in grmičevjem. Spiranje materiala na tem območju je relativno majhno (slika 15).



Slika 14: Odtrgane betonske kanalete v srednjem delu odlagališča K-26/18



Slika 15: Jugovzhodni del odlagališča

Srednji in spodnji del odlagališča sta nestabilna. Za ta del predlagamo opazovanje premikov. Nujna je sanacija s protierozijsko zaščito z mrežami, urejeno drenažo, humusiranjem in zasaditvijo drevja.

2.2.1.6 K-26/19 Matjaževo odlagališče

Odlagališče leži na pobočju nad Unionskim odvalom. Zgrajeno je iz jamske jalovine, ki jo sestavljata ladinjski wettersteinski apnenec in delno karnijski skrilav glinavec. Odlagališče leži na ladinjskem wettersteinskem apnencu in dolomitu, karnijskem apnencu in dolomitu z vložki skrilavega glinavca. Del odlagališča, ki leži na karnijskih kamninah, je manj stabilen zaradi vložkov glinavca, saj te plasti ležijo vzporedno s pobočjem.

V spodnjem delu je debel zasip iz grušča in peska, ki ga je nanoslo iz višjih delov odlagališča (slika 16).



Slika 16: Nanos grušča v spodnjem delu odlagališča K-26/19

Navzgor je brežina povsem razkrita. Pada strmo pod kotom $45 - 50^\circ$ proti jugozahodu. Na zahodnem robu so betonske kanalete povsem porušene in odnešene (slika 17). Brežina je podvržena močnim erozijskim procesom (slika 18). Obrobje odlagališča je poraščeno z borovci in smrekami. Na zahodnem in severozahodnem obrobju odlagališča je večji plaz, ki pritiska v odlagališče. Ob severozahodnem robu teče potok, katerega struga je delno obložena s kamnom. V to grapo se steka tudi meteorna voda iz ceste, ki poteka nad platojem odlagališča.



Slika 17: Porušene betonske kanalete na zahodnem delu odlagališča



Slika 18: Spiranje materiala na srednjem delu odlagališča K-26/19

Predlagamo vzpostavitev opazovanja premikov na odlagališču. Nujno je potrebno sanirati srednji in spodnji del odlagališča z ureditvijo odvodnavanja, protierozijsko zaščito z mrežami, humusiranjem in nasaditvijo drevja.

2.2.1.7 K-26/20 Svitni

Odlagališče je zgrajeno iz jamske jalovine, to so ladinijski wettersteinski svetlo in srednesivi sparitni apnenci in podrejeno dolomiti. V podlagi leži karnijski apnenec z vložki skrilavega glinavca. Odlagališče gradi kopasto vzpetino na robu položnega travnika (slika 19). Na vrhu je postavljen vikend z vkopano garažo na vzhodni strani. Ob vzhodnem robu poteka jarek za odvajanje meteorne vode iz zaledja. Na južnem delu je odlagališče poraščeno z javorjem, bukvijo in jesenom na severni strani pa z borovci, smrekami in javorji.

Odlagališče je stabilno.



Slika 19: Kopasta vzpetina na obrobju travnika z odlagališčem K-26/20

2.2.1.8 K-26/21 Frančišek

Odlagališče se nahaja severovzhodno od odlagališča K-26/20 Svitni. Gradi ga jamska jalovina in sicer ladinijski wettersteinski apnenci in podrejeno dolomiti. V podlagi so svetlosivi, sparitni masivni ladinijski apnenci in karnijski apnenci z vložki glinavcev. Brežina, ki vpada 20 – 25° proti zahodu in jugozahodu, je brez deformacij. Večinoma je poraščena z borovci, smreko, javorjem in grmičevjem (slika 20). Ob zahodnem vznožju odlagališča poteka hudourniška grapa, ki je bila v času terenskega ogleda (13.7.2017) povsem suha. V grapi je improvizirano zajetje vode za potrebe bližnjega vikenda. Izravnaj

plato je poraščen s smreko, javorjem, bukvijo in borovcem ter travo. Pred rovom je teren močno namočen in zastaja voda. Na platoju so vidni manjši odvozi materiala, verjetno za posipanje lokalne ceste.

Odlagališče je stabilno.



Slika 20: Brežina odlagališča K-26/21 je porasla z drevjem in je brez deformacij

2.2.1.9 K-26/22 Kavšakovo odlagališče

Odlagališče se nahaja na pobočju jugovzhodno od Žerjava nad odkopnim revirjem Graben (slika 21). Pod odlagališčem so obsežni odkopni prostori. Odlagališče je sestavljeno iz jamske jalovine, separacijske jalovine in žindre. Prevladujejo svetlosivi, spartitni apnenci, manj je dolomita. V podlagi leži srednje in zgornjetriasni masiven apnenec in dolomit, v manjšem delu pa glinavec in lapornat apnenec.

Na tem območju se aktivno izkorišča material odlagališča in podlage, zato se glede stabilnosti nismo opredeljevali, saj je to obdelano v rudarskem projektu.



Slika 21: Pogled na odlagališče K-26/22 (Kavšak)

2.2.1.10 K-26/23 Žerjavski odval

Odlagališče se nahaja na pobočju vzhodno od Žerjava. Zgrajeno je iz jamske in separacijske jalovine ter žlindre. Pretežno je to svetlosiv, spariten apnenec in podrejeno dolomit ladinijske starosti. V podlagi se nahaja temnosiv bituminozen dolomit, svetlosiv ladinijski apnenec in siv dolomit, karnijski lapornat apnenec, skrilav glinavec in masiven norijski dolomit. Preko odlagališča poteka dovozna cesta do Kavšakovega odlagališča. Odlagališče je bilo že sanirano. Urejeno je odvajanje meteornih vod, prav tako so brežine ustrezno zaščitene in zatravljene (slika 22). Manjše območje, ki ni sanirano, je le na pobočju na skrajnem vzhodnem robu odlagališča. Brežina je nagnjena pod kotom 40° proti vzhodu, večinoma razkrita in podvržena erozijskim pobočnim procesom (slika 23). Priporočamo zaščito z mrežo, humusiranje in posaditev grmovnic.

Odlagališče je stabilno.



Slika 22: Sanirana in kultivirana brežina na odlagališču K-26/23



Slika 23: Nezaščitena brežina na vzhodnem robu odlagališča K-26/23

2.2.1.11 K-26/27 Srce

Odlagališče je zgrajeno iz separacijske jalovine, ki jo sestavljajo svetlosiv, spariten apnenec in siv dolomit. Pojavljata se v obliki debelozrnatega grušča in peska. Odlagališče je pod kotom 40° nagnjeno proti severovzhodu. Vz dolž vzhodnega roba odlagališča je zgrajen kamnito betonski zid, onkraj katerega vzporedno poteka korito hudourniške grape. Ta je delno obložena s kamnom in betonom. Brežina je po večini razkrita, delno pa poraščena z redkimi smrekami in grmičevjem ter podvržena močnim erozijskim procesom. Na več mestih je viden zdrs materiala skupaj z drevjem več metrov po pobočju (slika 24). Takšni zdrsni grušča in peska so vidni tudi pod robom platoja (slika 25). Plato z ohranjenim vhodom v jamski rov je poraščen s smreko, borovci, redkimi listavci ter podrastjo in travo.

Odlagališče je nestabilno in podvrženo močnim erozijskim procesom. Nujno je potrebno izvesti sanacijo brežine z uvaljanjem brežine v enoten naklon in izvesti ustrezno protierozijsko zaščito ter zasaditi drevje.



Slika 24: Zdrs grušča in peska skupaj z drevjem po brežini odlagališča K-26/27



Slika 25: Erozijski procesi pod robom platoja na odlagališču K-26/27

2.2.1.12 K-26/28 Lekšeče

Odlagališče leži na pobočju pod odlagališčem K-26/27 Srce. Razdeljeno je na vzhodni in zahodni del. Na vzhodnem delu je odlagališče razdeljeno na zgornji in spodnji del. V zgornjem delu je brežina nagnjena pod kotom 40° proti severovzhodu. Poraščena je z macesni, borovci in redkimi smrekami (slika 26). vzdolž vzhodnega roba odlagališča je zgrajen kamnito betonski zid z višino od 1 do 1,5 metra, onkraj katerega vzporedno poteka korito hudourniške grape. Ta je delno obložena s kamnom in betonom. Na brežini zgornjega ni deformacij. V spodnjem delu vzhodnega dela odlagališča je strma brežina z naklonom od 35 do 45° delno poraščena, delno pa razkrita in podvržena eroziji. Brežine dovozne ceste do zgornjega dela odlagališča gradi karbonatni grušč in pesek, ki je podvržen močni eroziji. Lesene deske, nameščene za zabitimi železniškimi traverzami, so preperle in razpadle. Dotrajane deske je potrebno zamenjati z novimi ali pa izvesti ustrezno protierozijsko zaščito z mrežo, humusiranjem in zatrativtvi. Betonske kanalete ob cesti so zasute z gruščem in peskom (slika 27).



Slika 26: Vzhodni del: brežina zgornjega dela je poraščena z drevjem in stabilna



Slika 27: Vzhodni del: dotrajana protierozijska zaščita in zasute kanalete v spodnjem delu odlagališča

V zahodnem delu je strma brežina, nagnjena pod kotom 45° proti zahodu, večinoma gola z redkimi mladimi borovci in smrekami (slika 28). Brežina je brez deformacij, spiranje materiala po pobočju je majhno. Plato je izravnán in poraščen večinoma z borovci.



Slika 28: Brežina zahodnega dela odlagališča K-26/28

Odlagališče je stabilno. Za posamezna razkrita območja v spodnjem delu na vzhodni strani odlagališča predlagamo protierozijsko zaščito z mrežami, humusiranje, zatravitev in posaditev grmičevja.

2.2.1.13 K-26/30 Fridrih

Odlagališče je zgrajeno iz ladinijskega wettersteinskega svetlosivega apnenca in dolomita. Spodnji del odlagališča leži na karnijskem apnencu in skrilavem glinavcu, zgornji del s platojem pa na ladinijskem apnencu in dolomitu. Brežina odlagališča je nagnjena pod kotom 40 do 50° proti severu in severozahodu. Na posameznih predelih je brežina povsem razkrita in podvržena eroziji (Slika 29). Ob spodnjem robu odlagališča poteka cesta, ki je zavarovana pred posipanjem materiala iz brežine z $0,5$ do 1 metra visokim betonsko kamnitim zidom. Na severni strani ceste teče potok, njegova struga je ponekod betonirana. Na platoju je nekaj stanovanjskih hiš, brunarica Geoparka in vhod v rudarski rov. Tako plato kot brežina in zaščitni zid so brez razpok in deformacij.

Odlagališče je stabilno. Predlagamo protierozijsko zaščito razkritih delov brežine nad cesto z mrežo, humusiranjem, zatravitvijo in posaditvijo grmičevja.



Slika 29: Razkrita brežina nad cesto

2.2.1.14 K-26/31 Glančnik

Odlagališče leži na južnem obrobju Mežice. Odlagališče je zgrajeno iz jamske jalovine, sestavljene iz ladinjskega apnenca in dolomita, metalurške žindre in komunalnih odpadkov. Na izravnanim platoju stoji industrijsko obrtna cona. Plato in objekti so brez razpok in deformacij. Ob cesti Mežica – Črna na Koroškem na južni in jugozahodni strani je okrog 10 metrov visoka brežina z nagibom 35° delno zavarovana z do 4 metre visokim betonskim zidom. Brežina je poraščena z bukvijo, javorjem, jesenom in grmičevjem (slika 30).

Na severovzhodni brežini proti reki Meži potekata asfaltirani in tlakovani kolesarski in sprehajalni stezi. Brežina je zatravljena in deloma utrjena s plastično zaščitno mrežo. Brežina odlagališča je v strugi reke Meže utrjena z betonskim zidom. Na zahodni strani so ob vznožju brežine ob otroškem igrišču postavljene betonske kanalete.

Odlagališče je stabilno.



Slika 30: Z betonskim zidom zavarovana brežina ob cesti Mežica – Črna na Koroškem

2.2.2 Odlagališča na območju rudnika Pleše

2.2.2.1 K-19/9 Pleše – Čelo (9)

Odlagališče je locirano na vzhodnem robu kamnoloma v Plešah, poleg nekdanje separacije. Sestavlja ga jamska jalovina iz temno sivega kremenovega peščenjaka in konglomerata, sljudnatega skrilačca, glinavca in dolomita. V jalovini je 30 % barita. Plato odlagališča je izravnal, z močno podrastjo in porasel pretežno z borovci, manj je smreke in listavcev. Na platoju ni vidnih razpok in deformacij. Zelo strma brežina se razteza v smeri vzhod – zahod in vpada z naklonom 40° proti jugu. Brežina je večinoma poraščena z borovci, manj je listavcev, delno pa je razkrita in podvržena eroziji (slika 31).

Odlagališče je stabilno. Manjše splazitve materiala so možne na strmih razkritih območjih. Tam je potrebno izvesti protierozijsko zaščito z mrežo, humusiranje in zatravitev.



Slika 31: Strma brežina odlagališča K-19/9 Pleše-Čelo (9)

2.2.2.2 K19/10 Pleše – Čelo (10)

Odlagališče je sestavljeno iz jamske jalovine, v kateri nastopajo temnosiv kremenov peščenjak, kremenov konglomerat, sljudnat skrilav glinavec in dolomit. V podlagi leži siv, masiven dolomit. Jalovina vsebuje 30 % barita. Odlagališče ima položne brežine. Tako na platoju kot na brežinah je močno poraščeno s podrastjo in drevjem (javor, smreka, breza, hrast) (slika 32). Brežina je stabilna, drevje na brežini v normalni legi in brez znakov premikanj. Ob cesti v vznožju odlagališča kanalete niso premaknjene.

Odlagališče je stabilno.



Slika 32: Odlagališče je na platoju in brežinah močno poraslo s podrastjo in drevjem

2.2.3 Odlagališča na območju rudnikov v Litiji

2.2.3.1 K-25/22 Pregrada

Odlagališče flotacijske jalovine Pregrada je locirano med lokalnima cestama, ki vodita iz Zavrstnika proti Litiji oz. Šmartnem pri Litiji. Površina je nagnjena v zgornjem delu 3 – 4°, v spodnjem delu pa 1 – 2° proti jugovzhodu (slika 33). V podlagi je ilovica s prodniki. Flotacijsko jalovino sestavljajo drobnozrnat pesek in mulj kremenovega peščenjaka, kremenovega konglomerata in skrilavega glinavca. V izdankih je razkrita le rjavo rumena preperina. V preteklosti je bila že izvedena sanacija, ki je zajela izravnavo, prekritje s humusom ter zatravitev. Odlagališče se sedaj uporablja kot pašnik.

Odlagališče je zaradi blagega naklona in ugodne podlage stabilno.



Slika 33: Blago nagnjena površina odlagališča K-25/22

2.2.3.2 K-25/23 Podsitarjevec

Odlagališče je locirano nad cesto, ki vodi iz Zavrstnika proti Litiji (slika 34).

To je bilo glavno odlagališče Podsitarjevec, kjer je odložena jamska jalovina, separacijska jalovina ter revna ruda. Odlagališče je zgrajeno iz sivega in rjavosivega kremenovega peščenjaka in sivega skrilavega glinavca. Kamnine preperevajo v rumeno – rjavo – oranžno meljno gruščnato preperino. Leta 1965 je bila izvedena sanacija, ki se je končala z pogozditvijo z borovci. Takrat so zahodni del odlagališča predelali v flotaciji. Na tem delu so ostali deli brežin, ki so podvržene močnejši eroziji, ki so posledica nenadzorovanega odvoza materiala (slika 35). Na teh mestih predlagamo protierozijsko zaščito z mrežo, humusiranje in zatravitev.



Slika 34: Pogled na odlagališče K-25/26 Podsitarjevec



Slika 35: Strmi deli brežine zaradi nenadzorovanega odvoza materiala

V peti odlagališča, na zgornji strani lokalne ceste, ob vznožju odlagališča, se izceja voda in na platoju zastajajo manjše količine vode. Med odlagališčem in cesto teče manjši potok. Ob cesti je zato urejeno odvodnjavanje meteorne vode (slika 36).

V osrednjem delu odlagališča stoji parkirišče Rudi Tours. Parkirišče ima urejeno odvodnjavanje meteorne vode. Del strme brežine (naklona 60 – 70°) na levem robu parkirišča je razkrit in podvržen eroziji. Potrebno je izvesti protierozijsko zaščito z mrežo, humusiranje in zatravitev.

Na vzhodnem delu odlagališča je na platoju nekaj stanovanjskih zgradb. Območje je brez deformacij in razpok.

Odlagališče je stabilno. Na delih brežin z večjimi nakloni, ki so nastali zaradi odvoza materiala, predlagamo protierozijsko zaščito z mrežo, humusiranje in zatravitev.



Slika 36: Urejeno odvodnjavanje v peti odlagališča Podsitarjevec

2.2.3.3 K-25/24 Odlagališče izvoznega rova 304 (W)

Odlagališče je sestavljeno iz jamske jalovine in revne rude. Jamsko jalovino predstavlja siv in rjavosiv kremenov peščenjak ter podrejeno skrilač glinavec. V podlagi se nahaja preperina kremenovega peščenjaka. Odlagališče je deloma razkrito, deloma pa poraščeno z grmovjem in borovci, nekaj manj s smrekami in akacijo. Leta 1965 je bila ob sanaciji izvedena tudi pogozditev. Brežine imajo različen nagib. Generalno vpadajo proti jugu pod kotom okoli 10 - 15°, v srednjem in zgornjem delu pa so zelo

37

strme (50 – 70°). Tam je na pobočju tudi več erozijskih jarkov z intenzivnejšem spiranjem materiala po pobočju (slika 37).



Slika 37: Strma, razkrita brežina v zgornjem delu z intenzivnejšo erozijo

Odlagališče je stabilno. Za območja z razkritimi, strmejšimi brežinami predlagamo protierozijsko zaščito z mrežo, humusiranje in zasaditev grmičevja.

2.2.3.4 K-25/25 Odlagališče izvoznega rova 304 (E)

Odlagališče se nahaja ob izvoznem rovu 304 (E). Zgrajeno je iz jamske jalovine in revne rude. Jalovino predstavlja kremenov peščenjak in podrejeno skrjav glinavec. Leži na preperini kremenovega peščenjaka. Brežine nad vhodom v rov so zelo strme in razkrite. Zaradi možnega zdrsa posameznih kosov kamenja okoli vhoda/izhoda izvoznega rova predlagamo, da se poleg vhoda postavi tablo z opozorilom o možnem padanju kamenja (slika 38). Odlagališče je deloma poraslo z borovci, manj je smreke, breze in drugih listavcev. Ponekod so brežine zelo strme (do 40°) in podvržene močnejši eroziji. Tam predlagamo protierozijsko zaščito z mrežo, humusiranje in zasaditev grmičevja (slika 39).

Odlagališče je stabilno.



Slika 38: Nezavarovana, strma brežina nad rovom 304 (E)



Slika 39: Erozijski podvržena brežina odlagališča 304 (E)

2.2.3.5 K-25/26 Odlagališče Grolovega rova

Odlagališče leži v bližini izvoznega rova 304 (E). Sestavlja ga jamska jalovina in revna ruda. V sestavi prevladuje sivorjav kremenov peščenjak, podrejeno se pojavlja skrilav glinavec. Odlagališče leži na delno zaglinjeni preperini kremenovega peščenjaka in glinavca. Na površini kamnine razpadajo v rumeno-oranžno-svetlo rjavo preperino. Brežina odlagališča je nagnjena za 40 – 60° proti jugu, proti vrhu pa preide v subvertikalen položaj (slika 40).



Slika 40: Strma, razkrita brežina odlagališča K-25/26

Velik del brežine je razkrit in pod vplivom intenzivne erozije. Vidni so večji erozijski kanali in jarki, od katerih so nekateri globoko vrezani v pobočje. Ob vznožju brežine je zgrajen lovilni jarek za lovljenje materiala. V dnu jarka je izdelan jašek za odvodnjavanje, da ob močnejših padavinah ne prihaja do prelivanja vode (slika 41). Izravnani plato odlagališča je prekrit z borovci, smrekami, hrasti in brezami, zelo razvita je tudi podrast.

Odlagališče je močno obremenjeno z erozijskimi procesi, zato je nujna izdelava protierozijske zaščite na razkritih, strmih delih brežine z mrežo, humusiranjem in zasaditvijo grmičevja.



Slika 41: Erodirana brežina z jaškom za odvodnjavanje na odlagališču Grolovega rova K-25/26

2.2.3.6 K-25/27 Odlagališče Alma rova

Odlagališče Alma rova leži nad gozdno cesto, ki pelje proti vrhu Sitarjevca. Sestavlja ga jamska jalovina in revna ruda. Jalovino predstavlja preperel kremenov peščenjak in podrejeno kremenov konglomerat. Brežina je nagnjena za 30 – 50° proti jugu. V precejšnjem delu je poraščena z borovci, smreko, hrastom in kostanjem, močno je razvita podrast z resjem (slika 42). Deli brežine so razkriti, spiranje materiala po brežini ni veliko. Na brežini ni vidnih deformacij in razpok, debela dreves so v normalnem položaju. Površina platoja je povsem zaraščena s podrastjo in drevjem.

Odlagališče je stabilno.



Slika 42: Brežina odlagališča Alma rova

2.2.3.7 K-25/28 Odlagališče pri Uršula rovu

Odlagališče Uršula rova se nahaja na severovzhodnem pobočju Sitarjevca. Zgrajeno je iz jamske jalovine in revne rude. Leži na delno zaglinjeni preperini kremenovega peščenjaka. V sestavi prevladuje siv do rjavosiv kremenov peščenjak, nekaj je tudi vijoličastega in zelenega peščenjaka. Strma brežina je orientirana proti severovzhodu pod kotom 35 - 45°. Na brežini se menjavajo območja, ki so precej poraščena z območji, kjer je brežina povsem razkrita. Na poraščenih predelih prevladujejo borovci v kombinaciji z močno podrastjo iz resja in borovničevja (slika 43). Brežina je stabilna in brez znakov plazenja. Priporočamo protierozijsko zaščito odprtih delov brežin v obliki prekritja z mrežo, humusiranje z zatravitvijo ter zasaditev grmičevja.

Odlagališče je stabilno.



Slika 43: Delno razkrita brežina odlagališča pri Uršula rovu

2.2.4 Odlagališča na območju rudnika Idrija

Z nasutimi žgalniškimi odpadki iz kovinskega rudnika Idrija se je na območju Idrije in bližnje okolice skozi zgodovino postopno zasulo in spremenilo prvotni teren. Nastali so obsežni platoji, kateri so bili postopoma pozidani in urbanizirani.

2.2.4.1 K8/1 Beblerjeva ulica

Z žgalniškimi odpadki je bil zasut prvoten teren in ustvarjen plato za pozidavo. Plato je sestavljen iz prežganih rudonosnih klastitov in karbonatov. Na njem stoji pet stanovanjskih blokov (slika 44). Stene zgradb so brez razpok. Asfaltna površina na dovozni cesti in parkiriščih je le ponekod nekoliko razpokana, kar je posledica slabše utrjene podlage (slika 45). Brežina pod stanovanjskimi bloki je zatravljena in brez deformacij.

Odlagališče je stabilno.



Slika 44: Urbanizirano območje odlagališča na Beblerjevi ulici



Slika 45: Razpoke v asfaltu zaradi slabše utrjene podlage na Beblerjevi ulici

2.2.4.2 K-8/2 Za gradom

Odlagališče Za gradom leži nekoliko nižje od Beblerjeve ulice. To je manjše odlagališče, ki je povsem urbanizirano (slika 46). Na platoju stojita dva stanovanjska bloka; dovozna cesta in parkirišče sta asfaltirana. Odlagališče sestavljajo prežgani rudonosni klastiti in karbonati. Stene objektov so brez razpok, asfaltna površina pa je le mestoma nekoliko razpokana, kar je posledica slabše pripravljene podlage.

Vzdolž severovzhodnega roba odlagališča poteka struga manjšega potoka.. Brežine potoka so zabetonirane.

Odlagališče je stabilno.



Slika 46: Urbanizirano območje odlagališča K-8/2 Za gradom

2.2.4.3 K-8/3 VVO Muzej

Odlagališče VVO Muzej obsega manjšo površino na vzpetini v bližini Mestnega muzeja Idrija, ki se nahaja v gradu Gewerkenegg. Območje je urbanizirano; največji del obsega objekt otroškega vrtca s pripadajočim igriščem in parkiriščem (slika 47). Podlaga je zgrajena iz prežganih rudonosnih klastitov in karbonatov.

Odlagališče je stabilno.



Slika 47: Stavba otroškega vrta na izravnanim platoju odlagališča K-8/3.

2.2.4.4 K-8/4 Ulica H. Freyerja

Odlagališče je locirano ob cesti, ki se vzpenja proti Vojskem in pokriva okrog 3000 m² površine. Sestavljeno je iz žgalniških ostankov, s katerimi so zasuli prvoten teren in pripravili plato za pozidavo. Na platoju sta dve petnadstropni stanovanjski zgradbi (slika 48). Ostala površina je delno asfaltirana, delno makadamska. Tako na stavbah kot na vozni in pohodni površini ni razpok in drugih deformacij.

Odlagališče je stabilno.



Slika 48: Urbanizirano območje nekdanjega odlagališča v Ulici H. Freyerja

2.2.4.5 K-8/5 Trg Sv. Ahacija

Odlagališče je locirano v starem delu mestnega središča Idrije. Povsem je urbanizirano, osrednji del zajema Trg Sv. Ahacija (slika 49). Brežine potoka, ki poteka preko odlagališča, so v celoti zabetonirane ali pa obložene s kamnom v betonu (slika 50). Na celotni infrastrukturi ni znakov deformacij in razpukanosti.

Odlagališče Trga. Sv. Ahacija je stabilno.



Slika 49: Osrednji del odlagališča na Trgu Sv. Ahacija



Slika 50: Struga potoka je utrjena s kamnom in betonom

2.2.4.6 K-8/6 Lejnštat

Odlagališče Lejnštat se razprostira med reko Idrijco in starim mestnim jedrom. S prežganimi rudonosnimi klastiti in karbonati so zasuli prvoten teren in ustvarili plato za urbanizacijo tega območja. Velik del zavzema zgradba Osnovne šole Idrija, kakor tudi avtobusna postaja s servisnimi delavnicami in pošta. Brežine ob Idrijci so pred vodno erozijo zaščitene z betonsko kamnitimi zidovi, delno so zaraščene z grmovjem (slika 51). Struga levega pritoka Idrijce je obložena s kamnom in betonom (slika 52). Na platoju odlagališča ni vidnih deformacij.

Odlagališče je stabilno.



Slika 51: Brežine Idrijce so zaščitene z betonsko kamnitim zidom, delno preraščene z grmovjem



Slika 52: Levi pritok Idrijce pri Oš Idrija je zaščiten s kamnom in betonom.

2.2.4.7 K-8/7 Vodnikova ulica

Odlagališče na Vodnikovi ulici predstavlja jugovzhodno nadaljevanje odlagališča Lejnštat. Razprostira se vzdolž levega brega reke Idrijce. Brežina ob Idrijci je pred vodno erozijo zaščiten z do 6 metrov visokim betonko kamnitim zidom (slika 53). Območje je delno pozidano s stanovanjskimi objekt; tam stoji tudi objekt Soških elektrarn HE Mesto. Na območju Prešernove ulice, kjer ima odlagališče večji nagib, je bila ob rekonstrukciji ceste izdelana ustrezna drenaža za odvajanje meteorne vode. Pobočje pod cesto je zatravljeno (slika 54). Na infrastrukturnih objektih in terenu ni deformacij.

Odlagališče je stabilno.



Slika 53: Zaščitená betonsko kamnita brežina ob Idrijci



Slika 54: Stabilna brežina ob Prešernovi cesti

2.2.4.8 K-8/8 Mercator

Odlagališče Mercator leži pri izlivu potoka Ljubevščica v Idrijco (55). Izravnano plato je zgrajeno iz prežganih rudonosnih klastitov in karbonatov, ki so pomešani s prodrom Idrijce. Čez plato v smeri sever-jug poteka cesta Idrija – Godovič. Na zahodni delu odlagališča stoji trgovina Tuš, na vzhodnem delu pa Mercator, oba z velikima parkiriščema (slika 13). Parkirišči imata ustrezno urejeno drenažo in odvodnavanje meteorne vode. Brežini ob reki Idrijci in Ljubevščici sta stabilni in poraščeni s travo, grmovjem in drevjem (slika 56).

Odlagališče je stabilno.



Slika 55: Na odlagališču K-8/8 stojita trgovini Mercatorja in Tuša



Slika 56: S travo, grmovjem in drevjem porasla brežina ob reki Idrijci.

2.2.4.9 K-8/9 Mejca

Odlagališče Mejca je locirano ob levem bregu reke Idrijce. Sestavljajo ga nasuti žgalniški ostanki, ki so pomešani s prodom reke Idrijce. Na platoju največjo površino zavzema športni park s teniškiimi igrišči, košarkarskim igriščem, otroškimi igrali in ostalo opremo (slika 57). Brežina ob reki je nizka in položna. Porasla je s travo in grmovjem.

Odlagališče je stabilno.



Slika 57: Športni park na platoju odlagališča Mejca

2.2.4.10 K-8/10 Arkova ulica

V odlagališču Arkova ulica so pomešani prežgani rudonosni klastiti in karbonati ter prod reke Idrijce. Izravnani plato je povsem urbaniziran. Tam stojijo zgradbe policije, zdravstvenega doma, cerkve, doma upokojencev, avtomobilskega servisa, Merkurja, Baumita in številne stanovanjske hiše. Južni in zahodni rob odlagališča omejuje struga reke Idrijce. Brežina je zavarovana s 3 do 6 metrov visokim betonsko kamnitim zidom (slika 58). Na infrastrukturi ni vidnih razpok in deformacij.

Odlagališče na Arkovi ulici je stabilno.



Slika 58: Zahodni rob odlagališča K-8/10 je ob Idrijci zavarovan z betonsko kamnitim zidom.

2.2.4.11 K-8/11 Kolektor

Odlagališče se nahaja na levem bregu Idrijce v severnem delu Idrije. Izravnani plato je nastal z nasutjem žganih rudonosnih klastitov in karbonatov. Območje je povsem pozidano; poleg stanovanjskih hiš je tukaj več obrtnih in industrijskih zgradb, med katerimi največjo površino zavzemajo zgradbe Kolektorja. Na objektih in cestni infrastrukturi ni deformacij. Vzhodni rob odlagališča predstavlja od 5 do 7 metrov visok betonski zid, ki varuje plato pred vodno erozijo reke Idrijce (slika 59).

Odlagališče je stabilno.



Slika 59: Betonski zid na vzhodnem robu odlagališča Kolektor

2.2.4.12 K-8/12 Prejnuta I

Odlagališče je locirano na severnem robu Idrije. Območje je pretežno pozidano. Poleg stanovanjskih objektov se tukaj nahaja del Kolektorjevih zgradb, hotel Jožef in Petrolov bencinski servis (slika 60). Površina odlagališča večinoma pada pod kotom $7-10^{\circ}$ proti vzhodu. Odlagališče je zgrajeno iz prežganega konglomerata, peščenjaka, skrilavega glinavca in dolomita. Ostanki prežgane rude tvorijo frakcijo 2-5 cm. Leta 1974 so odlagališče raziskali z vrtnami in ugotovili povprečno debelino nasutja 3,6 metra. Ob reki Idrijci na vzhodnem robu za Kolektorjem je za zaščito brežine zgrajen betonski zid.

Odlagališče je stabilno.



Slika 60: Vzhodni del odlagališča Prejnuta I ob cesti Idrija – Spodnja Idrija

2.2.4.13 K-8/13 Prejnuta – Lipoldi

Prejnuta – Lipoldi leži v podaljšku odlagališča Prejnuta I. Velik del odlagališča zavzema parkirišče Kolektorja (slika 61). Zgrajeno je iz prežganega konglomerata, peščenjaka, skrilavega glinavca in dolomita, ki so bili nasuti na teraso reke Idrijce. Območje je že bilo sanirano in je delno prekrito z asfaltom. Brežina ob Idrijci je močno zarasla s travo, grmovjem in drevjem. Možne, a malo verjetne, so le manjše lokalne porušitve nezavarovane brežine ob Idrijci.

Odlagališče je stabilno.



Slika 61: Parkirišče pri Kolektorju na odlagališču K-8/13

2.2.4.14 K-8/14 Odlagališče topilnice RŽS Idrija Brusovše

Odlagališče se razteza v ozkem pasu vzdolž reke Idrijce na severnem obrobju mesta. Sestavljajo ga prežgani rudonosni klastiti in karbonati idrijskega rudišča. Območje je pozidano z zgradbami topilnice in novejšimi Kolektorjevimi objekti. V severnem delu je večje makadamsko parkirišče in čistilna naprava. Tam je urejeno odvajanje zalednih in meteornih voda (slika 62). Brežina na zahodnem robu odlagališča je povečini zavarovana z do 3 metre visokim betonskim zidom, drugje je zarasla z grmovjem in drevjem (slika 63).

Odlagališče je stabilno.



Slika 62: Parkirišče z urejenim odvodnjavanjem zalednih in meteornih voda



Slika 63: Zahodni rob odlagališča ob Idrijci je zavarovan z betonskim zidom

3 Tabelarni pregled obravnavanih odlagališč

Na podlagi terensko inženirskega geološkega pregleda odlagališč so v preglednicah od 1 do 5 strnjeni pridobljeni podatki in podani predlagani ukrepi. V preglednici je 1 podan tabelarni pregled obravnavanih premogovski odlagališč, v preglednicah od 2 do 5 pa tabelarni pregled obravnavanih odlagališč kovinskih rudnikov, njihova stabilnost in erozijski pojavi.

Preglednica 1: Premogovniška odlagališča, njihova stabilnost in erozijski pojavi

Odlagališče - oznaka	Ime odlagališča	Stanje - stabilnost	Erozija / predlagani ukrepi	Opombe
P-17/3	Laško - Huda jama	nestabilno v severovzh. delu, opazovanje	Ne	-
P-34/10	Krištrandol	stabilno	Ne	-

Preglednica 2: Odlagališča na območju rudnika Mežica, njihova stabilnost in erozijski pojavi (E1: nujna proti-erozijska zaščita, E2: predlagana proti-erozijska zaščita; izvedba zaščite po potrebi)

Odlagališče - oznaka	Ime odlagališča	Stanje - stabilnost	Erozija / predlagani ukrepi	Opombe
K-26/1	Drče	stabilno	Ne	-
K-26/12	Štoparjev odval	nestabilno v sp. in sr. delu, opazovanje	Da/E1	-
K-26/13	Helena	stabilno	Ne	-
K-26/17	Igrče	stabilno	Da/E2	-
K-26/18	Unionski odval	nestabilno v sp. in sr. delu, opazovanje	Da/E1	-
K-26/19	Matjažovo odlagališče	nestabilno, opazovanje	Da/E1	-
K-26/20	Svitni	stabilno	Ne	-
K-26/21	Frančišek	stabilno	Ne	-
K-26/22	Kavšakovo odlagališče	aktivno izkoriščanje materiala odlagališča in podlage	Da/-	aktivno izkoriščanje odlagališča
K-26/23	Žerjavski odval	stabilno	Da/E2 vzh. del	-
K-26/27	Srce	nestabilno	Da/E1	-
K-26/28	Lekšeče	stabilno	Da/E2 sp. del	-
K-26/30	Fridrih	stabilno	Da/E2	-
K-26/31	Glančnik - Mežica	stabilno	Ne	urbanizirano, industrijska cona

Preglednica 3: Odlagališča na območju rudnika Pleše, njihova stabilnost in erozijski pojavi (E1: nujna proti-erozijska zaščita, E2: predlagana proti-erozijska zaščita; izvedba zaščite po potrebi)

Odlagališče - oznaka	Ime odlagališča	Stanje - stabilnost	Erozija / predlagani ukrepi	Opombe
K-19/9	Pleše – Čelo(9)	stabilno	Da/E2	-
K-19/10	Pleše – Čelo(10)	stabilno	Ne	-

Preglednica 4: Odlagališča na območju rudnikov v Litiji, njihova stabilnost in erozijski pojavi (E1: nujna proti-erozijska zaščita, E2: predlagana proti-erozijska zaščita; izvedba zaščite po potrebi)

Odlagališče - oznaka	Ime odlagališča	Stanje - stabilnost	Erozija / predlagani ukrepi	Opombe
K-25/22	Litija - Pregrada	stabilno	Ne	-
K-25/23	Litija - Podsitarjevec	stabilno	Da/E2	-
K-25/24	Litija – rov 304 (W)	stabilno	Da/E2	-
K-25/25	Litija - rov 304 (E)	stabilno	Da/E2	postavitev table: »kamenje pada« na vhodu/izhodu rova 304 (E)
K-25/26	Litija – Grolov rov	stabilno	Da/E1	-
K-25/27	Litija – Alma rov	stabilno	Da/-	-
K-25/28	Litija – Uršula rov	stabilno	Da/E2	-

Preglednica 5: Odlagališča na območju rudnika živega srebra Idrija, njihova stabilnost in erozijski pojavi (E1: nujna proti-erozijska zaščita, E2: predlagana proti-erozijska zaščita; izvedba zaščite po potrebi)

Odlagališče - oznaka	Ime odlagališča	Stanje - stabilnost	Erozija / predlagani ukrepi	Opombe
K-8/1	Beblerjeva ulica	stabilno	Ne	urbanizirano območje
K-8/2	Za gradom	stabilno	Ne	urbanizirano območje, brežine potoka so zabetonirane
K-8/3	VVO Muzej	stabilno	Ne	urbanizirano območje
K-8/4	Ulica H. Freyerja	stabilno	Ne	urbanizirano območje
K-8/5	Trg Sv. Ahacija	stabilno	Ne	urbanizirano območje, brežine potoka so zabetonirane
K-8/6	Lejnštat	stabilno	Ne	urbanizirano območje, brežina Idrijce in pritoka so zaščiteni z betonsko kamnitim zidom
K-8/7	Vodnikova ulica	stabilno	Ne	urbanizirano območje, brežina Idrijce je zaščiten z betonsko kamnitim zidom
K-8/8	Mercator	stabilno	Ne	urbanizirano območje
K-8/9	Mejca	stabilno	Ne	urbanizirano območje
K-8/10	Arkova ulica	stabilno	Ne	urbanizirano območje, brežina Idrijce je zaščiten z betonsko kamnitim zidom
K-8/11	Kolektor	stabilno	Ne	urbanizirano območje, brežina Idrijce je zaščiten z betonsko kamnitim zidom
K-8/12	Prejnuta I	stabilno	Ne	urbanizirano območje, brežina Idrijce je zaščiten z betonskim zidom
K-8/13	Prejnuta - Lipoldi	stabilno	Ne	urbanizirano območje
K-8/14	Odlagališče topilnice RŽS Idrija Brusovše	stabilno	Ne	urbanizirano območje, brežina Idrijce je zaščiten z betonskim zidom

4 Glavne ugotovitve

Na podlagi projekta Izdelava popisa zaprtih objektov za ravnanje z odpadki iz rudarskih in drugih dejavnosti izkoriščanja mineralnih surovin iz leta 2013 (Gosar in sodelavci 2014), je bilo izbranih 39 lokacij zaprtih kovinskih rudnikov in premogovnikov, katerih zaprta odlagališča bi lahko povzročila znatnejše negativne vplive na okolje. Za ta odlagališča je bil opravljen terenski inženirsko-geološki pregled z oceno stabilnostnih razmer.

Nestabilna območja in močna erozija ogrožata več odlagališč na območju kovinskega rudnika Mežica. To so odlagališča K-26/12 (Štoparjev odval), K-26/18 (Unionski odval), K-26/19 (Matjaževo odlagališče) in odlagališče K-26/27 (Srce). Na strmih, razkritih brežinah teh odlagališč so pogosti zdrsi materiala in prisotno intenzivno erozijsko delovanje. Glede na podatke o stanju na teh območjih v času prejšnjega terenskega ogleda v letu 2013 je razvidno, da so se razmere poslabšale, saj nekontrolirano delovanje meteorne vode in erozije sčasoma vpliva tudi na stabilnost do takrat neprizadetih delov odlagališč. Nujna je sanacija z ureditvijo odvodnjavanja in izvedbo ustrezne protierozijske zaščite z mrežami, humusiranjem in zasaditvijo drevja. Predlagamo vzpostavitev opazovanja premikov.

Odlagališče K-25/26 (Grolov rov) na območju kovinskega rudnika Litija je sicer stabilno, vendar je brežina zaradi razkritosti podvržena močnim erozijskim procesom, zato je potrebna protierozijska zaščita brežine.

Nestabilen je plato na odlagališču na območju premogovnika Laško P-17/3 (Laško Huda jama). Na severovzhodnem robu odlagališča so prisotne deformacije in posedanja odlagališča.

5 Literatura

Čerenak Satler, M., Kosmač, S., 2007. Izvajanje ekološko-prostorske sanacije v fazi zapiranja RTH. Posvetovanje rudarskih in geotehnoloških strokovnjakov ob 40. Skoku čez kožo. Ljubljana, NTF, 13-18.

Gosar, M., Šajn, R., Miler, 2014. Izdelava popisa zaprtih objektov za ravnanje z odpadki iz rudarskih in drugih dejavnosti izkoriščanja mineralnih surovin: poročilo 3. faze projekta. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije, 49 str. Dostopno na: http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/odpadki/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/PORO%C4%8CILO%203%20FAZE_21022014.pdf.

Ivančič Lebar, I., Hafner, G., Kalšek, M., Berger, A., 2004. Zasavski premogovniki danes in nikoli več. Zasavski muzej Trbovlje, 534 str.

Mlakar, I., 2003. O problematiki Ba, Pb, Zn rudišča Pleše (On the problems of Ba, Pb, Zn Pleše ore deposit (Slovenia)). Geologija 46/2, 185-224. doi: 10.5474/geologija.2003.018

Strgar, I., 2003. Zadnje rudarsko-geološke raziskave in razlogi za zapiranje rudnika Laško (Final geological and mining exploration and reasons for the brown coal mine Laško closure). Geologija 46/1, 141-158. doi:10.5474/geologija.2003.015