



Center za fizikalne meritve  
Laboratorij za meritve specifičnih aktivnosti radionuklidov

Oznaka: LMSAR-20180040  
Datum: 15.10.2018

## Poročilo o izvajanju programa sistematskega pregledovanja delovnega in bivalnega okolja zaradi naravnih virov sevanja za leto 2018

<b>Naročnik:</b>	Republika Slovenija, Ministrstvo za okolje Uprava RS za jedrsko varnost Litostrojska cesta 54 1000 Ljubljana
<b>Kontaktna oseba:</b>	Michel Cindro
<b>Pogodba:</b>	številka C2553-18-430018 z dne 16.07.2018
<b>Meritve in vzorčenje:</b>	dr. MARKO GIACOMELLI, univ.dipl.fiz.
<b>Prejeli:</b>	Dokument je izdelan v elektronski obliki, vsebuje skupaj 35 strani. Objava, posredovanje in uporaba kakršnih koli podatkov iz dokumenta je dovoljena le ob predhodnem soglasju naročnika! → naročnik (gp.ursjv@gov.si) → Arhiv ZVD (portal IKSION) Pokažite skrb za okolje in ne tiskajte dokumenta, če ni potrebno. 
<b>Izdelal poročilo:</b>	dr. MARKO GIACOMELLI, univ.dipl.fiz.  elektronsko podpisano dr. Marko Giacomelli, univ. dipl. fiz.
<b>Pregledal:</b>	dr. GREGOR OMAHEN, univ.dipl.fiz.  elektronsko podpisano dr. Gregor Omahen, univ. dipl. fiz.



## 0 | Zgodovina sprememb

**Revizija 0 - LMSAR-20180040; 12.10.2018** Nov dokument.

**Revizija 1 - LMSAR-20180040; 15.10.2018** Po pregledu dokumenta na URSJV smo upoštevali pripombe z dne 15.10.2018, in sicer je bil dodan komentar višje splošne hitrosti doz v Loškem muzeju ter ocenjena tamkajšnja izpostavljenost zunanjemu sevanju in radonu. Popravljene so bile še nekatere tipkarske napake.

## Povzetek

Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost (v nadaljevanju URSJV) mora zagotavljati varstvo pred povečano izpostavljenostjo delavcev in posameznikov iz prebivalstva zaradi naravnih virov sevanja s sistematičnim pregledovanjem delovnega okolja [1].

Sistematično pregledovanje delovnega okolja se mora zagotavljati predvsem tam, kjer se lahko pričakuje povečana izpostavljenost zaradi dejavnosti, ki vključujejo naravno prisotne radioaktivne snovi. Izvajanje programa je v letu 2018 zajelo 4 podjetja oziroma organizacije na različnih lokacijah in dejavnostih, in sicer Helios kemična tovarna, JUB kemična industrija, Talum in Loški muzej Škofja Loka.

Med opravljanjem meritev smo naleteli na nekaj mest s povišanimi hitrostmi doz nad naravnim ozadjem zaradi prisotnosti naravnih radionuklidov v surovinah ali izdelkih, tj. K-40 in radionuklidov uranove ali torijeve razpadne verige. Ta mesta so opisana in označena v poglavju 2. Prav tako je v nekaterih vzorcih surovin ali vzorcev iz okolja bila izmerjena povišana koncentracija omenjenih radionuklidov.

Ker se na teh mestih s povišanimi hitrostmi doz in pri ravnanju s snovmi s povišanimi koncentracijami naravnih radionuklidov stalno delavci stalno ne zadržujejo, ocenjujemo, da dodatna izpostavljenost ni bistveno višja glede na siceršnjo izpostavljenost zaradi naravnega ozadja.



## 0 | Kazalo

<b>1</b>	<b>Uvod</b>	<b>7</b>
1.A	Program meritev za leto 2018 . . . . .	8
<b>2</b>	<b>Meritve hitrosti doz</b>	<b>10</b>
2.A	Helios . . . . .	10
2.B	JUB . . . . .	15
2.C	Talum . . . . .	18
2.D	Loški muzej . . . . .	23
<b>3</b>	<b>Vzorčenje in analiza vzorcev</b>	<b>26</b>
3.A	Vzorčenje . . . . .	26
3.B	Metoda visokoločljivostne spektrometrije gama . . . . .	27
3.C	Metoda določevanja koncentracij radona z detektorji jedrskih sledi . . . . .	27
3.D	Tabele z meritvami . . . . .	29
3.E	Komentar rezultatov . . . . .	30
<b>4</b>	<b>Ocene doz zaradi NORM</b>	<b>33</b>
<b>5</b>	<b>Zaključki</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>Reference</b>	<b>35</b>

## 0 | Slike

1	Izbrana podjetja in lokacije za izvajanje sistematskega nadzora. . . . .	9
2	Izvajanje meritev na različnih lokacijah v podjetju Helios. . . . .	11
3	Skica merilnih mest hitrosti doz v podjetju Helios - lokacija Količevo . . . . .	12
4	Skica merilnih mest hitrosti doz v podjetju Helios - lokacija Medvode (Preska) . . . . .	13
5	Izvajanje meritev na različnih lokacijah v podjetju JUB. . . . .	16
6	Skica merilnih mest hitrosti doz v podjetju JUB . . . . .	17
7	Izvajanje meritev na različnih lokacijah odlagališča rdečega blata v podjetju Talum. . . . .	18
8	Izvajanje meritev na različnih lokacijah odlagališča pepela v podjetju Talum. . . . .	19
9	Skica merilnih mest hitrosti doz v podjetju Talum - halda. . . . .	20
10	Skica merilnih mest hitrosti doz v podjetju Talum - pepelišče. . . . .	21
11	Izvajanje meritev na različnih lokacijah v Loškem muzeju. . . . .	23
12	Skica merilnih mest hitrosti doz v Loškem muzeju. . . . .	24
13	Vzorčenje za določevanje koncentracij v vzorcih cirkonijevih kroglic. . . . .	27
14	Vzorčenje za določevanje koncentracij v vzorcih iz okolja. . . . .	28
15	Lokacije vzorčenja različnih okoljskih vzorcev na odlagališču rdečega blata in odlagališču pepela podjetja Talum. . . . .	29
16	Izpostavljanje detektorjev jedrskih sledi za določanje koncentracij radona v Loškem muzeju. . . . .	30

## 0 | Tabele

1	Seznam planiranih meritev za leto 2018 . . . . .	9
2	Podatki o merilniku hitrosti doz . . . . .	10

3	Izmerjene hitrosti doz na različnih lokacijah v podjetju Helios (glej sliki 3 in 4) . . . . .	14
4	Izmerjene hitrosti doz na različnih lokacijah v podjetju JUB (glej sliko 6) . . . . .	15
5	Izmerjene hitrosti doz na različnih lokacijah v podjetju Talum (glej sliki 9 in 10) . . . . .	22
6	Izmerjene hitrosti doz na različnih lokacijah v Loškem muzeju (glej sliko 12) . . . . .	25
7	Seznam planiranih in dejanskih vzorcev za analizo . . . . .	26
8	Izmerjene koncentracije radionuklidov v odvzetih vzorcih cirkonijevih kroglic v podjetjih Helios . . . . .	30
9	Izmerjene koncentracije radionuklidov v odvzetih vzorcih zemlje na odlagališču rdečega blata (halda) in odlagališču pepela (pepelišče) podjetja Talum . . . . .	31
10	Izmerjene koncentracije radionuklidov v odvzetih vzorcih podtalne vode na odlagališču rdečega blata (halda) in odlagališču pepela (pepelišče) podjetja Talum . . . . .	32
11	Izmerjene koncentracije radionuklidov v odvzetih vzorcih trave na odlagališču rdečega blata (halda) podjetja Talum . . . . .	32
12	Izmerjene koncentracije radona v Loškem muzeju . . . . .	32

## 1 | Uvod

Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost (v nadaljevanju URSJV) mora zagotavljati varstvo pred povečano izpostavljenostjo delavcev in posameznikov iz prebivalstva zaradi naravnih virov sevanja s sistematičnim pregledovanjem delovnega okolja [1].

Vlada Republike Slovenije je leta 2016 sprejela Uredbo o programu sistematičnega pregledovanja delovnega in bivalnega okolja ter ozaveščanja prebivalstva o pomenu ukrepov zmanjšanja navzočnosti naravnih virov sevanj [2] (v nadaljevanju uredba UV5). Z uredbo UV5 so se v slovenski pravni red prenesle zahteve evropske direktive o določitvi temeljnih varnostnih standardov za varstvo pred nevarnostmi zaradi ionizirajočega sevanja [3], ki se nanašajo na dejavnosti, ki vključujejo naravno prisoten radioaktivni material. V njej so med drugim identificirane industrijske dejavnosti, kjer se kot vhodna surovina uporablja, skladišči ali odlaga materiale, ki se jih običajno ne obravnava kot radioaktivne, vendar vsebujejo naravno prisotne radionuklide.

URSJV je izdelala projektno nalogo številka 430-18/2018/1 z dne 18.05.2018, katere namen je določitev in konkretizacija programa zagotavljanja varstva delavcev in posameznikov iz prebivalstva pred povečano izpostavljenostjo sevanju zaradi naravnih virov sevanj na območjih in pri dejavnostih, kjer je povečano tveganje zaradi sevanja teh virov. S to nalogo se določajo obseg in pogostost pregledovanja delovnega in bivalnega okolja, poleg rezultatov meritev pa lahko izbrani izvajalec predlaga tudi ukrepe za zmanjšanje izpostavljenosti.

Območja oziroma dejavnosti, kjer je povečano tveganje zaradi sevanja zaradi materialov ali odpadkov, ki imajo zaradi svojih lastnosti povečano vsebnost naravnih radionuklidov (v nadaljevanju NORM) ali imajo zaradi tehnološke predelave povečano vsebnost naravnih radionuklidov (v nadaljevanju TENORM), njihovo skladiščenje ali odlaganje v dejavnostih, so sicer naštet v prilogi 1 uredbe UV5 [2]:

- pridobivanje redkih zemelj iz monazita
- primarna proizvodnja železa
- proizvodnja in predelava naravnega kamna
- proizvodnja cementa, gradbenega materiala, vzdrževanje klinkerskih peči
- proizvodnja nafte in plina
- proizvodnja geotermalne energije
- proizvodnja fosforne kisline
- proizvodnja fosfatnih gnojil
- proizvodnja pigmenta TiO<sub>2</sub>
- proizvodnja torijevih spojin in izdelkov, ki vsebujejo torij
- predelava niobijeve/tantalove rude
- termalna proizvodnja fosforja
- industrija cirkona in cirkonija
- termoelektrarne, vzdrževanje kotlov
- taljenje kositra/svinca/bakra
- naprave za filtriranje podzemne vode
- izkopavanje rud, razen uranove
- proizvodnja aluminija
- predelava boksitne rude
- predelava jekla
- proizvodnja toplotnoizolacijskih materialov
- razstavljanje in hramba eksponatov, ki vsebujejo NORM in TENORM

Sistematično pregledovanje delovnega okolja se mora zagotavljati predvsem tam, kjer se lahko pričakuje povečana izpostavljenost zaradi dejavnosti, ki vključujejo naravno prisotne radioaktivne snovi. Izvajanje programa zajema vsaj 5 dejavnosti z zgornjega seznama na različnih lokacijah in dejavnostih, določenih z nalogo URSJV.

Meritve po tej nalogi lahko izvajajo le pooblaščen izvedenci varstva pred sevanji, ki so za izvajanje teh meritev pridobil pooblastilo po zakonu, ki ureja varstvo pred ionizirajočimi sevanji in jedrsko varnost.

## 1.A | Program meritev za leto 2018

Program meritev za leto 2017 vsebuje sledeče izbrane industrijske dejavnosti, kjer so organizacije in njihove okvirne lokacije prikazane na sliki 1:

- industrija cirkona in cirkonija  
Helios kemična tovarna Domžale, d.o.o., Količevo 65, 1230 Domžale  
JUB kemična industrija d.o.o., Dol pri Ljubljani 28, 1262 Dol pri Ljubljani
- proizvodnja aluminija  
TALUM d.d., Tovarniška cesta 10, 2325 Kidričevo
- razstavljanje in hramba eksponatov, ki vsebujejo NORM in TENORM  
Loški muzej Škofja Loka, Grajska pot 13, 4220 Škofja Loka

Pogodba za izvedbo programa je bila podpisana z ZVD dne 16.07.2018, nato je dne 19.07.2018 URSJV izbranim organizacijam poslala uradne dopise s pojasnili, nakar smo čim prej na ZVD začeli še sami kontaktirati organizacije in se dogovarjati za izvedbo meritev. V nekaterih primerih je v poletnem času težko najti ustrezne sogovornike (veliko proizvodnje zaradi kolektivnih dopustov ne obratuje), nekatere meritve (radon) pa trajajo dva meseca.

V tabeli 1 so podane vrsta in število meritev, ki jih je bilo potrebno v letu 2018 izvesti v okviru sistematičnega nadzora in ki predvidoma zadoščajo, da se lahko na podlagi rezultatov oceni izpostavljenost delavcev in posameznikov iz prebivalstva.

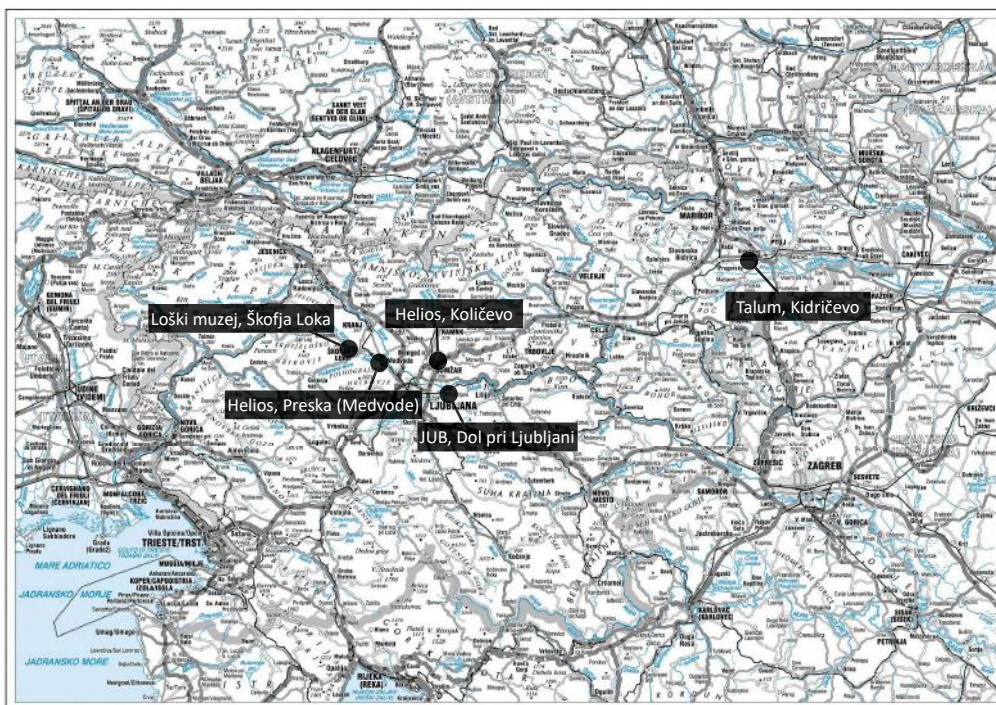
**Helios.** Helios kemična tovarna Domžale d.o.o. proizvaja široko paleto proizvodov in rešitev v vseh segmentih premazov, smol in lepil.

**JUB.** JUB kemična industrija d.o.o. proizvaja notranje barve, fasadne sisteme, zaščito za les in kovino ter hidroizolacije in vgradnje keramike.

**Talum.** Talum d.d. je proizvodno podjetje, specializirano za proizvodnjo aluminija in aluminijastih izdelkov. Odločilen preobrat na področju varovanja okolja in hkrati simboličen dogodek v letu 1991 je bila ukinitvev elektrolize A, v kateri so od leta 1954, proizvedli 663.000 ton aluminija. Osrednja dejavnost podjetja danes je proizvodnja primarnega aluminija, ki od leta 2007 poteka samo še v elektrolizi C. Elektrolizo B so namreč takrat zaprli, saj ni ustrezala najnovejšim ekološkim standardom. V zadnjih letih v skladu s prestrukturiranjem proizvodnje v Talumu, povečujejo tudi delež sekundarnega aluminija.

**Loški muzej.** Loški muzej Škofja Loka je splošni muzej z arheološko, zgodovinsko, kulturnozgodovinsko, umetnostno, etnološko, prirodoslovno, športno zbirko in muzejem na prostem predstavlja kulturno dediščino loškega območja.





Slika 1 | Izbrana podjetja in lokacije za izvajanje sistematskega nadzora.

Tabela 1 | Seznam planiranih meritev za leto 2018

Vrsta in opis meritve	Vzorčevalno mesto	Vzorec	Št. meritev
<b>Helios kemična tovarna</b>			
Doza zunanega sevanja	Skladišče kroglic Sodi z odpadnimi kroglicami Prostor v bližini mlinov		6
Spektrometrija gama	Cirkonijeve kroglice za mletje	Material	1
<b>JUB kemična industrija</b>			
Doza zunanega sevanja	Skladišče kroglic Sodi z odpadnimi kroglicami Prostor v bližini mlinov		6
Spektrometrija gama	Cirkonijeve kroglice za mletje	Material	1
<b>Talum</b>			
Doza zunanega sevanja	Odlagališče rdečega blata Odlagališče pepela		10
Spektrometrija gama	Blato/pepel Zemlja Trava	Okoljski vzorec	12
<b>Loški muzej Škofja Loka</b>			
Doza zunanega sevanja	Ob eksponatih in depojih		10
Meritve Rn	Ob eksponatih in depojih V prostorih zaposlenih		2

## 2 | Meritve hitrosti doz

Na sedežu posamezne organizacije oziroma na mestu izvajanje dejavnosti smo izvedli meritve hitrosti doz na različnih mestih, kjer nam je bil omogočen dostop. Podrobnosti o merilnih lokacijah so navedene v poglavjih od 2.A do 2.D.

Meritve hitrosti doz so bile izvedene po delovnem postopku ZVD [4]. Negotovost meritve dozne hitrosti je prav tako navedena v omenjenem postopku in jo poročamo na zahtevo naročnika. Meritve hitrosti doz ZVD izvaja po akreditirani metodi po standardu SIST EN ISO/IEC 17025:2005 (Slovenska akreditacija, priloga k listini LP-032).

Vse meritve smo opravili z merilnikom, ki je prilagojen za meritve pri hitrostih doz na nivoju naravnega ozadja, podrobnosti o merilniku so v spodnji tabeli 2.

**Tabela 2 |** Podatki o merilniku hitrosti doz

Proizvajalec	Automess
Tip merilnika	6150 AD6/H
Št. merilnika	158240
Tip sonde	6150 AD-b (scintilacijska sonda)
Številka sonde	107006
Merilni obseg	5 nSv/h - 100 $\mu$ Sv/h

### 2.A | Helios

Mletje pigmentov s posebnimi cirkonijevimi kroglicami poteka v dveh tovarnah na dveh lokacijah, v občini Domžale (Količevo), GPS koordinate: N46.1550°, E14.6091°, in v občini Medvode (Preska), GPS koordinate: N46.1376°, E14.4069°.

Meritve smo opravili na mnogo več mestih kot predvideno, saj s samo 6 mesti ni mogoče zadovoljivo in smiselno pokriti celotne dejavnosti, sploh na dveh ločenih lokacijah. Tako smo meritve opravili v bližini vseh mlinov za mletje pigmentov in v skladiščih cirkonijevih kroglic (bodisi novih bodisi odpadnih), nekatera merilna mesta so prikazana na sliki 2. Mletje pigmentov v Količevem poteka v proizvodni hali Premazi v 1 (skupaj okrog 30 mlinov). nadstropju severnega dela objekta, skladišče je urejeno kot zaklenjena shramba v SZ vogalu območja mlinov. Mletje pigmentov v Medvodah poteka v proizvodni hali Premazi 2 v severnem delu objekta (12 mlinov v proizvodnji in 2 mlina v laboratoriju), skladišče je urejeno kot zaklenjena žična omara na J robu območja mlinov.

V mlinih je večja količina cirkonijevih kroglic, vanje se pretočno prečrpava pigmentna pasta, kjer se pigment z vrtenjem mlina in drgnjenjem Zr kroglic zmelje na želeno velikost. V večini mlinov na obeh lokacijah uporabljajo cirkonijeve kroglice ZIRMIL Y, izjema so štirje mlini v Količevem (PM101, PM102, PM103, PM110), kjer uporabljajo mešanico ZIRMIL Y in ZIRMIL s silikatom, tam je zaznati tudi rahlo povišane hitrosti doz. Slednje gredo počasi iz uporabe, uporabljali bodo le še ZIRMIL Y, ki pa ne kažejo povišanih hitrosti doz. Po podatkih predstavnikov podjetja so kroglice izjemno obstojne in jih praktično lahko uporabljajo več kot 10 let.

Točne lokacije in izmerjene vrednosti so prikazane na slikah 3 in 4 ter v tabeli 3. Najvišje hitrosti doz smo izmerili na obeh lokacijah v skladišču, kjer imajo majhne količine izrabljenih kroglic, najvišje hitrosti doz smo izmerili na kontaktu dveh posod s kroglicami starejšega datuma (ZIRMIL vzorčne iz 2010 in stare perle s silikatom brez oznake iz 2004). Na teh mestih se delavci stalno ne zadržujejo.



a | Mlini pigmenta - lokacija Medvode



b | Mlini pigmenta - lokacija Količevo

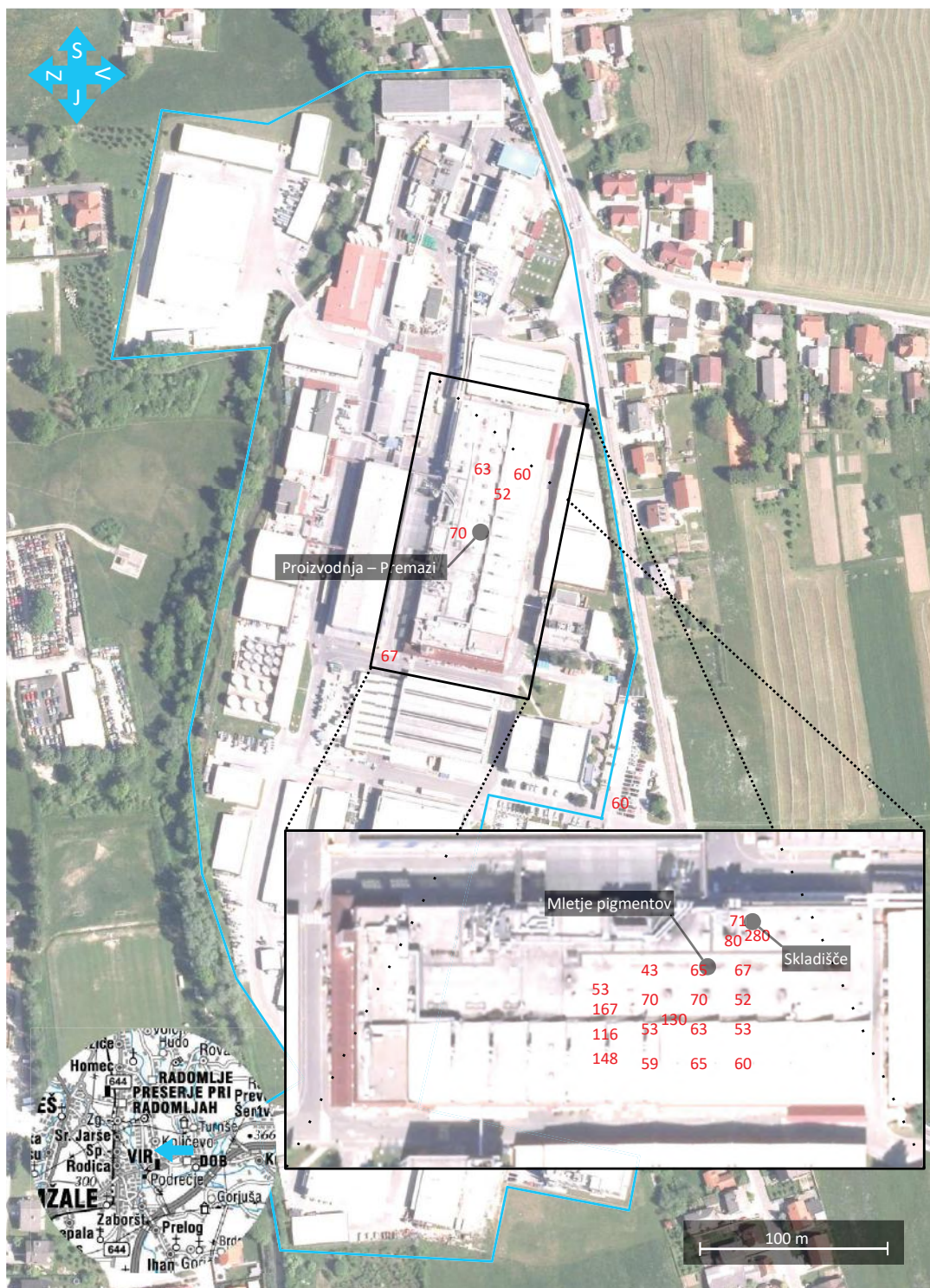


c | Skladišče Zr kroglic - lokacija Medvode

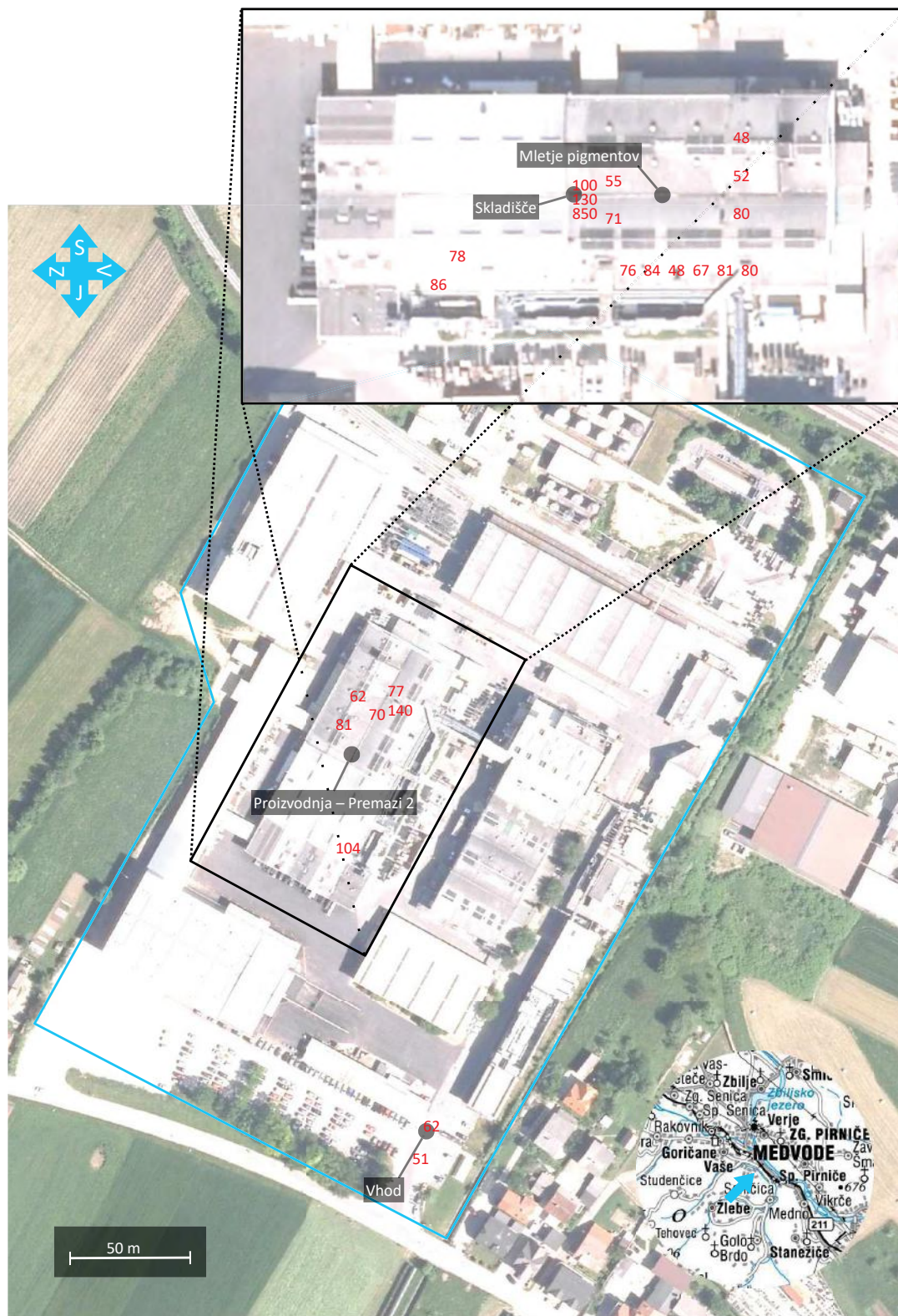


d | Skladišče Zr kroglic - lokacija Količevo

**Slika 2** | Izvajanje meritev na različnih lokacijah v podjetju Helios.



Slika 3 | Skica merilnih mest hitrosti doz v podjetju Helios - lokacija Količevo



Slika 4 | Skica merilnih mest hitrosti doz v podjetju Helios - lokacija Medvode (Preska)

Tabela 3 | Izmerjene hitrosti doz na različnih lokacijah v podjetju Helios (glej slike 3 in 4)

Merilno mesto	Hitr. doze (nSv/h)	Merilno mesto	Hitr. doze (nSv/h)
LOKACIJA KOLIČEVO		LOKACIJA MEDVODE (PRESKA)	
vratarnica	60	vratarnica	62
dvorišče	67	dvorišče	51
Mlini pigmenta		Mlini pigmenta	
splošno	52	splošno	77
"	60	"	70
kontrolna soba	63	"	81
različni mlini	67	tla (ploščice)	140
"	52	različni mlini	48
"	53	"	52
"	60	"	80
"	65	"	80
"	70	"	81
"	63	"	67
"	65	"	48
"	43	"	84
"	70	"	76
"	53	"	71
"	59	"	55
"	53	"	59
mlin PM110	130	"	53
mlin PM103	167	laboratorijski mlin	104
mlin PM102	116	okolica laboratorija	78
mlin PM101	148	"	86
Skladišče Zr kroglic		Skladišče Zr kroglic	
vhod	80	ZIRMIL Y	106
ob policah	71	ZIRMIL Ce	130
ZIRMIL kroglice vzorčne 2010	280	Stare perle iz 2004	850

## 2.B | JUB

Mletje pigmentov s posebnimi cirkonijevimi kroglicami poteka v tovarni v občini Dol pri Ljubljani, GPS koordinate: N46.0869°, E14.6402°.

Meritve smo opravili na mnogo več mestih kot predvideno, saj s samo 6 mesti ni mogoče zadovoljivo in smiselno pokriti celotne dejavnosti. Tako smo meritve opravili v bližini vseh mlinov za mletje pigmentov in v skladišču novih cirkonijevih kroglic ter v laboratoriju, nekatera merilna mesta so prikazana na sliki 5. Mletje pigmentov v proizvodni hali PIP (polindustrijska proizvodnja), v razvojnem laboratoriju in v skladišču surovin.

V mlinih je večja količina cirkonijevih kroglic, vanje se pretočno prečrpava pigmentna pasta, kjer se pigment z vrtenjem mlina in drgnjenjem Zr kroglic zmelje na zeleno velikost. V vseh mlinih uporabljajo cirkonijeve kroglice ZIRMIL Y, ki ne kažejo povišanih hitrosti doz. Skupno uporabljajo 6 mlinov v proizvodnji in 1 manjši mlin v razvojnem laboratoriju. Po podatkih predstavnikov podjetja so kroglice izjemno obstojne, porabijo jih do 100 kg/leto, na zalogi imajo okrog 150 kg kroglic.

Točne lokacije in izmerjene vrednosti so prikazane na sliki 6 ter v tabeli 4. Najvišje izmerjene hitrosti doz so na nivoju naravnega ozadja, saj uporabljajo takšne cirkonijeve kroglice, ki niso posebej radioaktivne.

**Tabela 4 |** Izmerjene hitrosti doz na različnih lokacijah v podjetju JUB (glej sliko 6 )

Merilno mesto	Hitr. doze (nSv/h)	Merilno mesto	Hitr. doze (nSv/h)
Mlini pigmenta v proizvodnji		Razvoj - laboratorij	
sredina prostora	64	sredina prostora	62
delovna mesta	74	mlin	52
mlin M01	52	Zr kroglice	54
mlin M03	47	Skladišče pomožnega materiala	
mlin M04	57	vhod	60
mlin M05	49	sredina prostora	66
mlin M08	57	ob policah	52
mlin M07	62	ZIRMIL Y	54
odpadne kroglice	62		



a | Mlini pigmenta - proizvodnja



b | Odpadne kroglice - proizvodnja



c | Mlini pigmenta - laboratorij



d | Skladišče novih Zr kroglic

Slika 5 | Izvajanje meritev na različnih lokacijah v podjetju JUB.





Slika 6 | Skica merilnih mest hitrosti doz v podjetju JUB

## 2.C | Talum

Tovarna aluminija Talum se nahaja v Kidričevem, odlagališče rdečega blata (halda) in odlagališče pepela (pepelišče) se nahajata okrog 3 kilometre zahodno od matične tovarne, GPS koordinate: N46.3978°, E15.7586° in N46.3904°, E15.7695°.

Meritve na haldi in pepelišču podjetja Talum smo opravili na mnogo več mestih kot predvideno, saj s samo 10 mesti ni mogoče zadovoljivo in smiselno pokriti celotnega področja, nekatera merilna mesta so prikazana na slika 7 in 8. Prav tako so bili nekatera področja bodisi močno zaraščena s travo, z drevesi ali grmičevjem bodisi blatna<sup>1</sup> z nevarnostjo ugrezanja ter tako praktično nedostopna.



a | Sončna elektrarna - vhod na haldo



b | SZ vogal sončne elektrarne



c | Zatravljen del odlagališča (sredina)



d | Blatni del odlagališča (sredina)



e | Pogozen del odlagališča (S rob)

**Slika 7 |** Izvajanje meritev na različnih lokacijah odlagališča rdečega blata v podjetju Talum.

V Talumu je bila leta 1991 ukinjena elektroliza A in s tem tudi proizvodnja metalurške glinice. Leta 1992 so prenehali z odlaganjem rdečega blata in pepela, sočasno se je začel projekt

<sup>1</sup>Blatni del odlagališča je posledica zadrževanja vode in ne gre za rdeče blato!



a | Sredina



b | Pogled proti strelišču (Z)



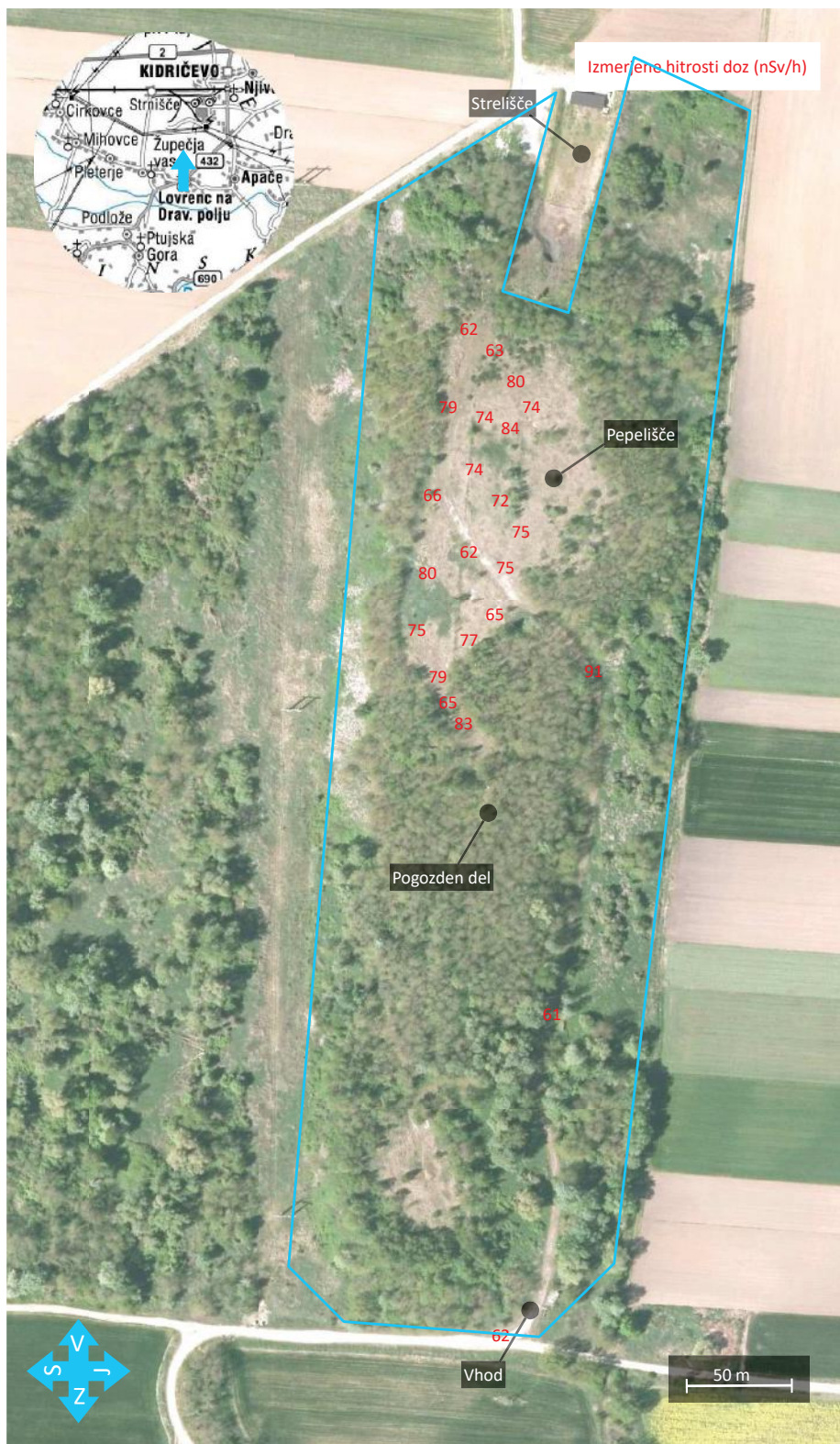
c | Pogled proti vhodu (V)

**Slika 8** | Izvajanje meritev na različnih lokacijah odlagališča pepela v podjetju Talum.

ozelenitve obeh območij halde in pepelišča. Dokončno zaprtje odlagališč je bilo leta 2008, ko je bila na vzhodni polovici halde tudi zgrajena in leta 2009 začela obratovati sončna elektrarna. Obe odlagališči sta bili sanirani in prekriti z debelejšimi plastmi zemljine.

Točne lokacije in izmerjene vrednosti so prikazane na slikah 9 in 10 ter v tabeli 5. Najvišje hitrosti doz na haldi smo izmerili na pogozdenem odmočju ob severni dovozni poti na odlagališče, kjer je zemlja bila na videz bolj rdečkasta in mogoče vsebovala več sledov rdečega blata. Na pepelišču praktično ni bilo povišanih hitrosti doz. Na teh mestih se delavci sploh ne zadržujejo.





Slika 10 | Skica merilnih mest hitrosti doz v podjetju Talum - pepelišče.

Tabela 5 | Izmerjene hitrosti doz na različnih lokacijah v podjetju Talum (glej sliki 9 in 10)

Merilno mesto	Hitr. doze (nSv/h)	Merilno mesto	Hitr. doze (nSv/h)
ODLAGALIŠČE RDEČEGA BLATA		ODLAGALIŠČE PEPELA	
vhod	66	vhod	6
Sončna elektrarna		dovozna pot	61
J rob	60	"	91
"	66	"	75
"	63	Pepelišče - proti strelišču	
Z rob	90	različne lokacije	62
"	75	"	63
"	105	"	80
"	90	"	74
S rob	133	"	84
"	130	"	74
"	100	"	79
Odlagališče		Pepelišče - sredina	
J dovozna pot	63	različne lokacije	74
"	65	"	72
"	101	"	75
"	104	"	66
zatravljen del	100	"	62
"	110	Pepelišče - proti pogozenem delu	
"	120	različne lokacije	80
"	115	"	65
blatni del	80	"	77
"	81	"	75
"	66	"	79
S dovozna pot	65	"	65
"	93	"	83
"	112		
"	144		
"	240		
"	70		
Pogozden del	72		
"	87		
"	100		
"	150		
"	170		
"	215		
"	135		
"	195		

## 2.D | Loški muzej

Loški muzej Škofja Loka se nahaja v ob starem mestnem jedru, GPS koordinate: N46.1653°, E14.3050°.

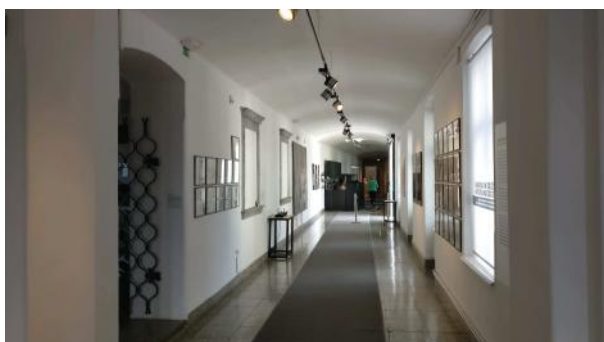
Meritve smo opravili na mnogo več mestih kot predvideno, saj s samo 10 mesti ni mogoče zadovoljivo in smiselno pokriti celotne dejavnosti. Tako smo meritve opravili na različnih lokacijah v kleti, pritličju, 1. nadstropju in podstrešju, nekatera merilna mesta so prikazana na sliki 11.



a | Upravni del



b | Trezorska blagajna



c | Vhod muzeja



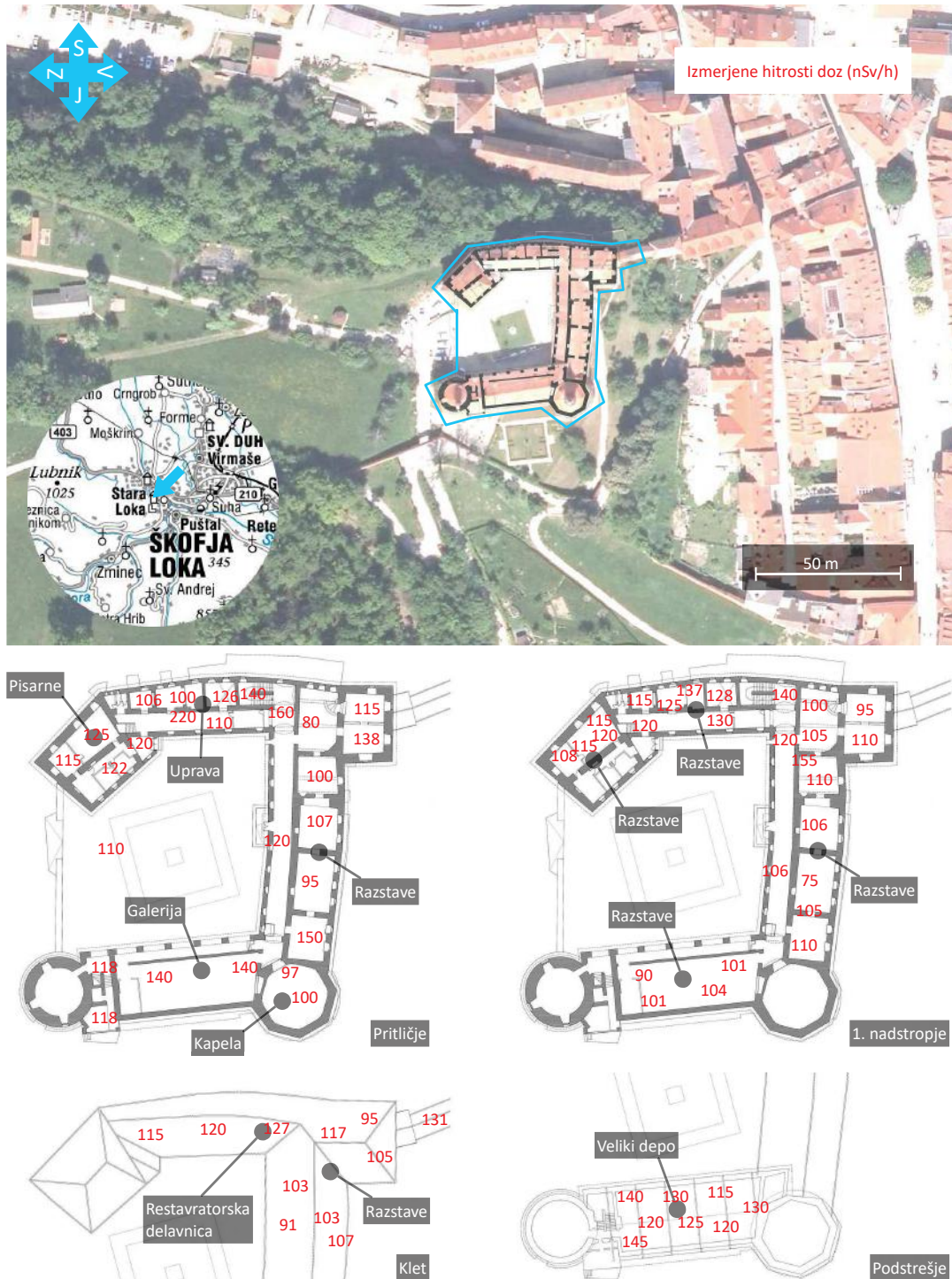
d | Arheološka zbirka



e | Veliki depo

**Slika 11** | Izvajanje meritev na različnih lokacijah v Loškem muzeju.

Točne lokacije in izmerjene vrednosti so prikazane na sliki 12 in v tabeli 6. Najvišje hitrosti doz smo izmerili na kontaktu trezorske blagajne v prostorih uprave namenjena shranjevanju dokumentov, ki je najverjetneje posledica protipožarne zaščite iz šamota. Na teh mestih se delavci stalno ne zadržujejo, v bližnjih pisarnah pa hitrost doze pade že na nivo lokalnega naravnega ozadja. Potrebno pa je izpostaviti, da je lokalno ozadje na mestu merjenja približno 20% višje od slovenskega povprečja.



Slika 12 | Skica merilnih mest hitrosti doz v Loškem muzeju.



**Tabela 6** | Izmerjene hitrosti doz na različnih lokacijah v Loškem muzeju (glej sliko 12)

Merilno mesto	Hitr. doze (nSv/h)	Merilno mesto	Hitr. doze (nSv/h)
PRITLIČJE			
dvorišče	110	hodnik	140
Pisarne		"	120
pisarne	120	"	106
"	122	razstavnih prostori	100
"	115	"	95
"	125	"	110
Uprava		"	105
pisarne	116	kamin	155
"	100	razstavnih prostori	110
"	126	"	106
trezorska blagajna	220	"	75
hodnik	110	"	105
Razstave		"	110
stopnišče	140	"	101
stopnišče	160	"	104
hodnik	120	"	101
razstavnih prostori	80	"	90
"	115	KLET	
"	138	Razstave	
"	100	razstavnih prostori	117
"	107	"	95
"	95	"	131
"	150	"	105
Kapela		"	105
vhod	97	"	103
sredina	100	"	107
Galerija		"	103
vhod	140	"	91
sredina	140	Restavratorska delavnica	
skladišče	118	vhod	127
skladišče	118	sredina	120
1. NADSTROPJE		zadaj	115
Razstave		"	105
razstavnih prostori	108	"	105
"	115	PODSTREŠJE	
"	120	Veliki depo	
"	115	vhod	130
"	115	omare	115
"	120	"	120
"	125	"	130
"	137	"	140
"	130	police	125
"	138	"	120
		"	145

### 3 | Vzorčenje in analiza vzorcev

#### 3.A | Vzorčenje

Seznam planiranih meritev in vzorčenja različnih vzorcev je naveden v tabeli 1. V večini primerov smo plan izpolnili, v nekaterih primerih pa to preprosto ni bilo mogoče, zato smo poskušali vzorčiti najbolj smiselno podobne vzorce, ki služijo namenu sistematskega pregledovanja delovnega in bivalnega okolja zaradi naravnih virov sevanja. Pregledna primerjava planiranih in dejansko vzetih vzorcev je prikazana v tabeli 7. Vzorce smo nato analizirali bodisi z metodo visoko ločljive sprektrometrije gama (glej poglavje 3.B) bodisi so izpostavljeni radonski detektorji služili za določanje povprečnih koncentracij Rn-222 (glej poglavje 3.C). Nekateri vzorci za analizo z gama spektrometrijo so predstavljeni na slikah 13 in 14, lokacije radonskih detektorjev pa na sliki 16.

**Tabela 7** | Seznam planiranih in dejanskih vzorcev za analizo

Planirani vzorci	Dejanski vzorci
	Helios
cirkonijeve kroglice	cirkonijeve kroglice (nove) cirkonijeve kroglice (stare)
	JUB
cirkonijeve kroglice	cirkonijeve kroglice
	Talum
Blato/pepel	Voda (podtalnica)
Zemlja	Trava
Trava	Zemlja
	Loški muzej
radon	radon

**Helios.** V Heliosu smo odvzeli dve vrsti cirkonijevih kroglic, novejše, ki jih nameravajo uporabljati v prihodnje in naj bi imele izjemno obstojnost ter precej nizko vsebnost radionuklidov, in starejše, ki so se uporabljale v preteklosti in imajo višjo vsebnosti radionuklidov. Analizirali smo torej en vzorec več, kot je bilo planirano v tabeli 1. Rezultati analize vzorcev so v tabeli 8.

**JUB.** V JUBu smo odvzeli eno vrsto cirkonijevih kroglic, ki se večinoma uporabljajo v Sloveniji, vzeli smo izrabljene kroglice. Analizirali smo torej enak vzorec, kot je bil planiran v tabeli 1. Rezultati analize vzorcev so v tabeli 8.

**Talum.** Po programu meritev je bilo predvideno vzorčenje rdečega blata in pepela. Ker sta odlagališči sanirani, je čez rdeče blato in pepel nasuta debelejša plast zemljine. Z običajnim vzorčenjem torej do teh globin ni mogoče priti, zato smo namesto blata ali pepela vzeli več vzorcev zemlje, kot je bilo planirano. Prav tako smo od predstavnikov podjetja izvedeli, da ob robu odlagališč spremljajo kakovost podtalne vode, zato smo se dogovorili, da so nam vzorčili vodo iz dveh vrtin ob robu odlagališč (v smeri premikanja vodne mase). Analiza vzorcev vode ima po našem mnenju veliko dodano vrednost, zato se nam je zdela taka menjava vrste vzorca upravičena. Točne lokacije vzorčenja so prikazane na sliki 15. Rezultati analize vzorcev so v tabeli 9 za vzorce zemlje, v tabeli 10 za vzorca vode in v tabeli 11 za vzorca trave.

**Loški muzej.** Koncentracije radona merimo z detektorji jedrskih sledi, kjer se jih tipično postavi na zeleno mesto, kjer želimo izmeriti povprečno koncentracijo. Radonske detektorje je smiselno postavljati le v zaprte prostore, kjer pričakujemo zadrževanje delavcev. V Loškem muzeju smo tako detektorje postavili v kletni prostor, kjer je restavratska delavnica, in v



**Slika 13** | Vzorčenje za določevanje koncentracij v vzorcih cirkonijevih kroglic.

prostore uprave v pritličju, kjer je tajništvo muzeja. Lokacije detektorjev so predstavljene na sliki 16, ki so skladne s programom meritev v tabeli 1. Rezultati analize izpostavljenih detektorjev so v tabeli 12.

### 3.B | Metoda visokoločljivostne spektrometrije gama

Za določanje specifičnih aktivnosti radionuklidov v vzorcih iz okolja smo uporabljali visoko ločljivostno spektrometrijo gama. Vzorce smo vzorčili, pripravili in merili v skladu z odobrenimi delovnimi postopki za vzorčenje, pripravo vzorcev in izvajanje meritev specifičnih aktivnosti gama v vzorcih iz življenjskega okolja [5–8]. Meritve z metodo visoko ločljivostne spektrometrije gama ZVD izvaja po akreditirani metodi po standardu SIST EN ISO/IEC 17025:2005 (Slovenska akreditacija, priloga k listini LP-032). Za izvajanje meritev smo uporabljali polprevodniške detektorje iz čistega germanija, ki so vstavljeni v ščit iz železa ali svinca, s katerim zmanjšamo sevanje gama iz okolja. Za analizo izmerjenih spektrov smo uporabili programski paket Genie 2000, Canberra. V vzorcih smo določali naravne radionuklide iz uranove razpadne verige (U-238, Ra-226, Pb-210), torijeve razpadne verige (Ac-228, Th-228, Pb-212), K-40, kozmogeni Be-7 in umetni radionuklid Cs-137.

### 3.C | Metoda določevanja koncentracij radona z detektorji jedrskih sledi

Koncentracijo radona (Rn-222) skozi daljše časovno obdobje (2 meseca) smo določali z detektorji sledi podjetja RadoSys, Madžarska. Detektor sledi je plastična folija z dimenzijami 1×1 cm. Detektor je pritrjen na notranjo stran pokrova plastičnega okroglega ohišja, s premerom 1.5 cm in višino 5 cm. Radon, ki pride v t.i. radonsko komoro, v njej razpade, delci alfa, ki nastanejo pri razpadu, pa se zarijejo v folijo in v njej pustijo sledi. Število sledi na foliji je premo sorazmerno s koncentracijo radona v zraku. ZVD vzorčenje in analizo za določanje koncentracij radona izvaja z odobrenimi delovnimi postopki [9, 10], meritve pa po akreditirani metodi po standardu SIST EN ISO/IEC 17025:2005 (Slovenska akreditacija, priloga k listini LP-032).



a | Zemlja - Talum (halda)

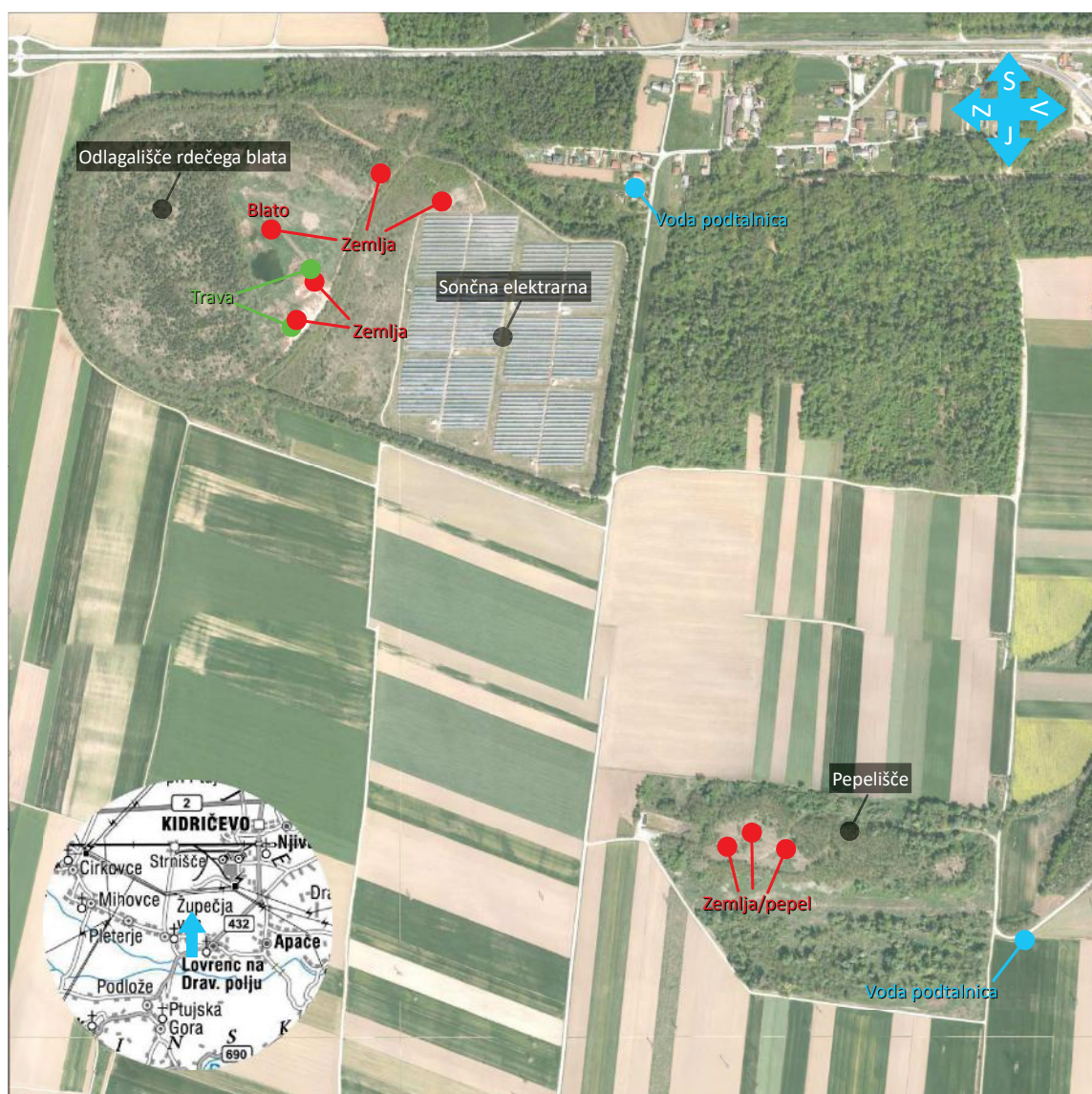


b | Blato - Talum (halda)



c | Trava - Talum (halda)

**Slika 14** | Vzorčenje za določevanje koncentracij v vzorcih iz okolja.



**Slika 15** | Lokacije vzorčenja različnih okoljskih vzorcev na odlagališču rdečega blata in odlagališču pepela podjetja Talum.

### 3.D | Tabele z meritvami

Specifične aktivnosti radionuklidov v vzorcih so preračunane na datum vzorčenja. Število podano za znakom  $\pm$  je skupna standardna negotovost in se nanaša na interval zaupanja z 68% zanesljivostjo (v kolikor ni drugače navedeno). Število podano za znakom  $<$  je spodnja meja aktivnosti, ki jo lahko določimo za dani izotop in se nanaša na interval zaupanja z 68% zanesljivostjo. Aktivnosti navedene v tabelah od 8 do 11 se nanašajo le na izmerjeni vzorec in ne na celotni vzorčeni material. Ekshalacija radona iz posode z vzorcem ni upoštevana.

V tabeli 12 so prikazane izmerjene koncentracije radona v različnih prostorih, ki predstavljajo povprečne koncentracije v intervalu izpostavljanja detektorjev jedrskih sledi. Število podano za znakom  $\pm$  je skupna standardna negotovost in se nanaša na interval zaupanja z 68% zanesljivostjo.



a | Tajništvo



b | Restavratorska delavnica

**Slika 16** | Izpostavljanje detektorjev jadrskih sledi za določanje koncentracij radona v Loškem muzeju.

**Tabela 8** | Izmerjene koncentracije radionuklidov v odvzetih vzorcih cirkonijevih kroglic v podjetjih Helios

Oznaka vzorca	RV2870818	RV2860818	RV2850818
Vzorec	Zr kroglice	Zr kroglice	Zr kroglice
Vrsta	ZIRMIL CE	s silikatом (odpadne)	ZIRMIL Y (odpadne)
Mesto vzorčenja	Helios (Medvode)	Helios (Medvode)	JUB (Dol pri Ljubljani)
Datum vzorčenja	03.08.2018	03.08.2018	02.08.2018
Količina vzorca (kg)	0,211	0,139	0,215
Izotop	Specifična aktivnost (Bq/kg)		
U (Th-234)	0,3 ± 0,3	860 ± 10	0,8 ± 0,7
Ra-226	4,7 ± 0,1	3030 ± 60	6,4 ± 0,1
Pb-210	1,4 ± 0,3	140 ± 13	< 2
Th (Ra-228)	1,4 ± 0,1	670 ± 17	1,0 ± 0,2
Th-228	1,4 ± 0,1	620 ± 18	0,3 ± 0,1
K-40	< 2	49 ± 5	< 4

### 3.E | Komentar rezultatov

Mejne vrednosti kontaminacije delovnega in bivalnega okolja so navedene v uredbi UV2 [11], koncentracije radionuklidov za nivoje izvzetja iz upravnega nadzora pa v uredbi UV1 [12].

**Splošne vrednosti radioaktivnih snovi.** Koncentracije radionuklidov v vseh izmerjenih vzorcih splošne rabe (glej tabelo 8) ne presegajo vrednosti v tabeli 3 uredbe UV1 [12], kjer je mejna specifična aktivnost za K-40 100.000 Bq/kg, U-238+ 10.000 Bq/kg, Ra-226+ 10.000 Bq/kg in Th-228+ 1.000 Bq/kg. Najvišje izmerjene vrednosti koncentracije U-238, Ra-226 oziroma Th-228 so bile okrog 900 Bq/kg, 3.000 Bq/kg oziroma 600 Bq/kg.

**Pitna voda.** Koncentracije radionuklidov v vzorcih vode (glej tabelo 10) ne presegajo vrednosti za pitno vodo iz 18. člena uredbe UV2 [11], kjer je izpeljana koncentracija za U-238 2.960 Bq/m<sup>3</sup>, Ra-226 476 Bq/m<sup>3</sup>, Pb-210 193 Bq/m<sup>3</sup> in Th-232 579 Bq/m<sup>3</sup>. Najvišje izmerjene vrednosti

**Tabela 9** | Izmerjene koncentracije radionuklidov v odvzetih vzorcih zemlje na odlagališču rdečega blata (halda) in odlagališču pepela (pepelišče) podjetja Talum

Oznaka vzorca	RV2780818	RV2790818	RV2800818	RV2810818
Vzorec	<b>zemlja</b>	<b>zemlja</b>	<b>zemlja</b>	<b>zemlja</b>
Mesto vzorčenja	halda	halda	halda	halda
GPS	N46°23,804'	N46°23,941'	N46°23,904'	N46°23,845'
koordinate	E15°45,508'	E15°45,632'	E15°45,675'	E15°45,540'
Datum vzorčenja	01.08.2018	01.08.2018	01.08.2018	01.08.2018
Količina vzorca (kg)	0,164	0,115	0,101	0,142
Izotop	Specifična aktivnost (Bq/kg)			
U (Th-234)	30 ± 6	110 ± 19	190 ± 20	77 ± 14
Ra-226	56 ± 2	96 ± 2	85 ± 2	92 ± 2
Pb-210	57 ± 6	128 ± 11	163 ± 13	101 ± 9
Th (Ra-228)	98 ± 4	174 ± 4	72 ± 2	154 ± 4
Th-228	90 ± 5	161 ± 5	68 ± 2	141 ± 4
K-40	146 ± 7	222 ± 12	450 ± 25	193 ± 11
Be-7	8,7 ± 1,2	5,0 ± 1,0	28 ± 2	21 ± 2
Cs-137	1,0 ± 0,1	5,7 ± 0,2	3 ± 0,3	1,5 ± 0,2
Oznaka vzorca	RV2820818	RV2750818	RV2760818	RV2770818
Vzorec	<b>blato</b>	<b>zemlja</b>	<b>zemlja</b>	<b>zemlja</b>
Mesto vzorčenja	halda	pepelišče	pepelišče	pepelišče
GPS	N46°23,892'	N46°23,455'	N46°23,463'	N46°23,455'
koordinate	E15°45,487'	E15°46,071'	E15°46,119'	E15°46,139'
Datum vzorčenja	01.08.2018	01.08.2018	01.08.2018	01.08.2018
Količina vzorca (kg)	0,074	0,137	0,137	0,149
Izotop	Specifična aktivnost (Bq/kg)			
U (Th-234)	114 ± 12	34 ± 4	8 ± 2	12 ± 3
Ra-226	21 ± 1	28 ± 1	13 ± 1	19 ± 1
Pb-210	192 ± 16	64 ± 6	16 ± 2	50 ± 5
Th (Ra-228)	28 ± 1	33 ± 1	13 ± 1	14 ± 1
Th-228	27 ± 1	30 ± 1	13 ± 1	13 ± 1
K-40	246 ± 14	260 ± 15	133 ± 8	146 ± 9
Be-7	-	19 ± 2	2,5 ± 0,5	-
Cs-137	< 0,7	1,0 ± 0,2	2,9 ± 0,2	5,3 ± 0,2

koncentracij radionuklidov v vzorcih so bile velikostnega reda nekaj Bq/m<sup>3</sup> oziroma nekaj 10 Bq/m<sup>3</sup>.

**Radon.** Izmerjene koncentracije radona Rn-222 v delovnem okolju ne presegajo 300 Bq/m<sup>3</sup>, kar je po uredbi UV4 [13] mejna vrednost za povprečno letošnje koncentracijo radona v delovnem in bivalnem okolju [13]. Najvišje izmerjene vrednosti koncentracij radona na različnih lokacijah so bile okrog 100 Bq/m<sup>3</sup>.

**Tabela 10** | Izmerjene koncentracije radionuklidov v odvzetih vzorcih podtalne vode na odlagališču rdečega blata (halda) in odlagališču pepela (pepelišče) podjetja Talum

Oznaka vzorca	RV3620918	RV3610918
Vzorec	<b>voda (podtalnica)</b>	<b>voda (podtalnica)</b>
Mesto vzorčenja	vrtna - halda	vrtna - pepelišče
GPS	N46°23,917'	N46°23,372'
koordinate	E15°45,962'	E15°46,433'
Datum vzorčenja	25.09.2018	25.09.2018
Količina vzorca (l)	26,8	27,0
Izotop	Specifična aktivnost (Bq/m <sup>3</sup> )	
U (Th-234)	49 ± 11	7 ± 3
Ra-226	3,7 ± 0,7	2,2 ± 0,3
Pb-210	39 ± 6	16 ± 3
Th (Ra-228)	2,0 ± 1,9	3,3 ± 0,7
Th-228	-	-
K-40	94 ± 22	83 ± 6
Be-7	732 ± 22	110 ± 4
Cs-137	< 3,1	< 1,4

**Tabela 11** | Izmerjene koncentracije radionuklidov v odvzetih vzorcih trave na odlagališču rdečega blata (halda) podjetja Talum

Oznaka vzorca	RV2830818	RV2840818
Vzorec	<b>trava</b>	<b>trava</b>
Mesto vzorčenja	halda	halda
GPS	N46°23,802'	N46°23,849'
koordinate	E15°45,507'	E15°45,540'
Datum vzorčenja	01.08.2018	01.08.2018
Količina vzorca (kg)	0,068	0,040
Izotop	Specifična aktivnost (Bq/kg)	
U (Th-234)	< 2	< 2
Ra-226	0,4 ± 0,2	0,5 ± 0,2
Pb-210	47 ± 15	36 ± 4
Th (Ra-228)	2,3 ± 0,9	1,9 ± 0,7
Th-228	-	0,8 ± 0,6
K-40	336 ± 107	260 ± 16
Be-7	398 ± 126	249 ± 87
Cs-137	< 1,1	< 1,6

**Tabela 12** | Izmerjene koncentracije radona v Loškem muzeju

Podjetje	trajanje	Koncentracija
Lokacija	meritve	Rn-222 (Bq/m <sup>3</sup> )
<b>Loški muzej Škofja Loka</b>		
tajništvo	23.07.–28.09.2018	98 ± 10
restavratska delavnica	23.07.–28.09.2018	94 ± 10



## 4 | Ocene doz zaradi NORM

**Helios.** Pri redni proizvodnji se delavci na mestih s povišanimi hitrostmi doz stalno ne zadržujejo, zato so doze tam zanemarljive.

**JUB.** Pri redni proizvodnji nismo odkrili mest s povišanimi hitrostmi doz. Doze so zanemarljive.

**Talum.** Na odlagališču rdečega blata smo odkrili nekatera mesta s povišanimi hitrostmi doz, ki znašajo približno 3- do 4-kratnik naravnega ozadja. Delavci se praktično nikoli tam ne zadržujejo, zato so doze zanemarljive.

**Loški muzej.** Splošne hitrosti doz v Loškem muzeju so za okrog 20-40% višje od slovenskega povprečja<sup>2</sup>. Izmerjene koncentracije radona so primerljive z naravnim ozadjem v Sloveniji in ne presegajo mejne vrednosti 300 Bq/m<sup>3</sup>. V tajništvu se zaposleni zadržujejo približno 7 ur dnevno, v restavratorski delavnici pa okrog 5 ur. Ocenjen dodatni letni prispevek k dozi zaradi zunanjega sevanja (razlika nad slovenskim povprečjem) znaša 35  $\mu$ Sv v tajništvu in 25  $\mu$ Sv v restavratorski delavnici. Prispevek zaradi izpostavljenosti radona na delovnem mestu je ob upoštevanju predpostavk in metodologije 4. člena UV4 [13] ocenjen na približno 1,2 mSv v tajništvu in 0,8 mSv v restavratorski delavnici.

---

<sup>2</sup>efektivna letna doza za prebivalca Slovenije zaradi zunanjega sevanja je okrog 0,9 mSv [14–18], kar predstavlja približno hitrost doze 100 nSv/h

## 5 | Zaključki

Izmerjene vrednosti hitrosti doz zunanjega sevanja gama v delovnem okolju in/ali proizvodnem procesu v izbranih organizacijah za sistematski nadzor za leto 2018 so na nekaterih "vročih" mestih bile na nivoju nekajkratnika naravnega ozadja ali za velikostni red večje. Večinoma višje hitrosti doz povzročajo surovine in izdelki z višjo vsebnostjo radionuklidov uranove in torijeve razpadne verige (cirkonijeve kroglice, šamot v trezorski blagajni).

Nadzor in meritve cirkonijevih kroglic kažejo, da podjetja za mletje pigmentnih past praktično ne uporabljajo več kroglic s povišano radioaktivnostjo (cirkonijeve kroglice s silikatom s tipično sestavo 58%  $ZrO_2$ , 37%  $SiO_2$ , 5% ostalo) in začenjajo z uporabo kroglic drugačne keramične oblike z bistveno zmanjšano vsebnostjo radionuklidov (Zirmil Y – 93%  $ZrO_2$ , 5%  $Y_2O_3$ , 2% ostalo – in Zirmil CE – 82%  $ZrO_2$ , 16%  $CeO_2$ , 2% ostalo).

Prispevek materialov s povišano vsebnostjo NORM k dozi zaposlenih je zanemarljiv, saj grobo ocenjene doze realno ne presegajo nekaj  $\mu Sv$ . Zaradi lokalno višjega naravnega ozadja dodatni prispevek k dozi zaposlenih v Loškem muzeju po grobi oceni znaša nekaj 10  $\mu Sv$ .

V pričujoči nalogi smo izvajali meritve specifičnih aktivnosti naravnih radionuklidov v proizvodnih surovinah, v zemlji, vodi in travi. Vse izmerjene vrednosti niso presegle dovoljenih koncentracij v slovenski zakonodaji [11, 12]. Vpliv k dozi zaradi povišane naravne radioaktivnosti je zanemarljiv.

Izmerjene koncentracije radona so bile v vseh merjenih prostorih v delovnem okolju po pričakovanju daleč nižje od zakonsko dovoljene povprečne celoletne vrednosti  $300 Bq/m^3$ . Najvišja koncentracija radona je bila pisarni tajništva Loškega muzeja, in sicer  $98 \pm 10 Bq/m^3$ .

## 6 | Reference

- [1] Državni zbor RS. Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti. Ur. list RS št. 76/2017, 2017.
- [2] Vlada RS. Uredba o programu sistematičnega pregledovanja delovnega in bivalnega okolja ter ozaveščanja prebivalstva o pomenu ukrepov zmanjšanja navzočnosti naravnih virov sevanj. Ur. list RS, št. 38/2018, 2018.
- [3] Evropski svet. Direktiva sveta 2013/59/Euratom z dne 5. decembra 2013 o določitvi temeljnih varnostnih standardov za varstvo pred nevarnostmi zaradi ionizirajočega sevanja in o razveljavitvi direktiv 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom in 2003/122/Euratom. Off. Journal EU L13, 2014, 2014.
- [4] ZVD. Merjenje doze in hitrosti doze s prenosnimi merilniki ionizirajočega sevanja. DP-LDOZ-4.01, 2015.
- [5] ZVD. Sistem evidentiranja vzorcev za gamaspektrometrične in radiokemijske meritve ter spremljanje vzorcev. DP-LMSAR-01, 2018.
- [6] ZVD. Vzorčenje, pakiranje in pošiljanje vzorcev iz biosfere, hrane in drugih bioloških vzorcev. DP-LMSAR-02, 2018.
- [7] ZVD. Priprava bioloških in nebioloških vzorcev za gamaspektrometrično in radiokemijsko analizo. DP-LMSAR-03, 2018.
- [8] ZVD. Izračun aktivnosti in napaka meritve. DP-LMSAR-07, 2014.
- [9] ZVD. Navodilo za meritev koncentracij radona z detektorji jedrskih sledi. OB-LMSAR-3.03, 2018.
- [10] ZVD. Merjenje koncentracij radona (Rn222) v zraku z jedkanjem detektorjev jedrskih sledi. DP-LMSAR-3.04, 2018.
- [11] Vlada RS. Uredba o sevalnih dejavnostih. Ur. list RS št. 19/2018, 2018.
- [12] Vlada RS. Uredba o mejnih dozah, referenčnih ravneh in radioaktivni kontaminaciji. Ur. list RS št. 18/2018, 2018.
- [13] Vlada RS. Uredba o nacionalnem radonskem programu. Ur. list RS št. 18/2018, 2018.
- [14] ZVD. Poročilo o obsevanosti prebivalcev slovenije v letu 2013. LMSAR-20140003-MG, 2014.
- [15] ZVD. Poročilo o obsevanosti prebivalcev slovenije v letu 2014. LMSAR-20150005-MG, 2015.
- [16] ZVD. Poročilo o obsevanosti prebivalcev slovenije v letu 2015. LMSAR-20160009-MG, 2016.
- [17] ZVD. Poročilo o obsevanosti prebivalcev slovenije v letu 2016. LMSAR-20170001-MG, 2017.
- [18] ZVD. Poročilo o obsevanosti prebivalcev slovenije v letu 2017. LMSAR-20180005-MG, 2018.