IRGO Consulting
d.o.o.

Slovenčeva 93
SI–1000 Ljubljana

T: +386 1 560 36 00
info@irgo.si
www.irgo.si

Izdelava načrta ukrepov za zmanjšanje in odpravo čezmernega obremenjevanja in škodljivih vplivov odlagališča Pobrežje

NAROČNIK
JAVNO PODJETJE SNAGA ,
družba za ravnanje z odpadki in druge komunalne storitve, d.o.o.

Nasipna ulica 64
2000 Maribor

IRGO Consulting d.o.o.

2/03 Načrt s področja gradbeništva

Objekt / Naziv načrta	**Izdelava načrta ukrepov za zmanjšanje in odpravo čezmernega obremenjevanja in škodljivih vplivov odlagališča Pobrežje**	
Investitor	JAVNO PODJETJE SNAGA, družba za ravnaje z odpadki in druge komunalne storitve, d.o.o. Nasipna ulica 642000 Maribor	
Številka načrta	3025110	
Vrsta načrta	Strokovne podlage	
Pooblaščeni inženir s področja geotehnologije	Eva Sever, univ.dipl. inž. rud. in geotehnol.	IZS PI RG-6150
Stanje načrta	končno	
Različica	002	
Datum	junij 2024	

S.1 Naslovna stran načrta (obrazec 1C)

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

Naziv gradnje	Izdelava načrta ukrepov za zmanjšanje in odpravo čezmernega obremenjevanja in škodljivih vplivov odlagališča Pobrežje
Kratek opis gradnje	Izdelava načrta za zmanjševanje in odpravo škodljivih vplivov odlagališča Pobrežje
Seznam objektov, ureditev površin in komunalnih naprav z navedbo vrste gradnje.	
Vrste gradnje	☒ novogradnja - novozgrajen objekt
Označiti vse ustrezne vrste gradnje	☐ novogradnja - prizidava
	☐ rekonstrukcija
	☐ sprememba namembnosti
	☐ odstranitev

DOKUMENTACIJA

Vrsta dokumentacije	Strokovne podlage
(IZP, DGD, PZI, PID)	
Številka projekta	
	☐ sprememba dokumentacije

PODATKI O NAČRTU

Strokovno področje načrta	2/1 Načrt s področja gradbeništva
Številka načrta	3025110
Datum izdelave	Junij 2024

PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA

Ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	Eva Sever, univ. dipl. inž. rud. in geotehnol.
Identifikacijska številka	RG-6150
Podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	EVA SEVER univ.dipl.inž.rud. in geotehnol. IZS PI RG6150
Projektant načrta (naziv družbe)	IRGO Consulting d.o.o.
Naslov	Slovenčeva 93, 1000 Ljubljana
Odgovorna oseba projektanta	dr. Vladimir Vukadin
Podpis odgovorne osebe projektanta	IRGO Consulting

PODATKI O PROJEKTANTU

Projektant (naziv družbe)	IRGO Consulting d.o.o.
Naslov	Slovenčeva 93, 1000 Ljubljana
Vodja projekta	
Identifikacijska številka	
Podpis vodje projekta	
Odgovorna oseba projektanta	dr. Vladimir Vukadin, univ.dipl.inž.geol.
Podpis odgovorne osebe projektanta	20. 06. 2024 IRGO Consulting

S.2	Seznam sodelavcev pri izdelavi načrta	
	dr. Jože Ratej, univ. dipl. inž. geol. IRGO Consulting d.o.o.	**IZS PI RG 0126**
	Elvir Muhić, mag. inž. geotehnol. in dipl. inž. grad. IRGO Consulting d.o.o.	**IZS PI G-3568**
	Saša Galuf, univ. dipl. inž. grad. IRGO Consulting d.o.o.	**IZS PI G-2878**
	Mojca Zotler, dipl. okolj. tehn. IRGO Consulting d.o.o.	
	Klementina Hrast, univ.dipl.inž.rud. in geotehnol.	

S.3.2 Kazalo vsebine načrta

S	**SPLOŠNI DEL**
S.1	Naslovna stran načrta – OBRAZEC 1C
S.2	Seznam sodelavcev pri izdelavi načrta
S.3.2	Kazalo vsebine načrta
T	**TEHNIČNI DEL**
T.1	Tehnični opisi in izračuni
T.1.1	Tehnično poročilo
G	**RISBE**

T.1.1	TEHNIČNO POROČILO

IRGO Consulting d.o.o.

Tehnično poročilo

Objekt / Naziv načrta	**Izdelava načrta ukrepov za zmanjšanje in odpravo čezmernega obremenjevanja in škodljivih vplivov odlagališča Pobrežje**	
Številka načrta	3025110	
Vrsta projekta	Strokovne podlage	
Pooblaščeni inženir s področja geotehnologije	Eva Sever, univ.dipl. inž. rud. in geotehnol.	IZS PI RG-6150
Avtorji	Eva Sever, univ.dipl. inž. rud. in geotehnol.	IZS PI RG-6150
	dr. Jože Ratej, univ. dipl. inž. geol.	IZS PI RG-0126
	Mojca Zotler, dipl. okolj. tehn.	
	Klementina Hrast, univ. dipl. inž. rud. in geotehnol.	
Stanje načrta	končno	
Različica	002	
Datum	junij 2024	

Kazalo vsebine

1 SPLOŠNO ..... - 4 -
1.1 Uvod ..... - 4 -
1.2 Vsebina načrta ..... - 4 -
2 OPIS LOKACIJE IN OBSTOJEČEGA STANJA NA ODLAGALIŠČU ..... - 5 -
2.1 Lokacija odlagališča ..... - 5 -
2.2 Odlaganje odpadkov in razvoj odlagališča ..... - 5 -
2.3 Odplinjevanje odlagališča ..... - 6 -
2.4 Izvedba zapiranja odlagališča ..... - 6 -
3 VODNOBILANČNA ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA ..... - 8 -
3.1 Geološke in hidrogeološke razmere ..... - 8 -
3.2 Nivoji podzemne vode ..... - 11 -
3.3 Modeliranje toka skozi prekrivko ..... - 15 -
3.4 Analizirana struktura odlagališča ..... - 15 -
3.5 Rezultati vodnobilančne analize obstoječega stanja ..... - 15 -
4 PREGLED POROČIL O IZVAJANJU OBRATOVALNIH MONITORINGOV IN O PREGLEDIH STANJA TELESA ZAPRTEGA ODLAGALIŠČA ODPADKOV ..... - 16 -
4.1 Meritve onesnaženosti podzemne vode ..... - 16 -
4.2 Meritve emisije snovi v zrak ..... - 18 -
4.3 Pregledi stanja telesa zaprtega odlagališča odpadkov ..... - 18 -
5 PREDVIDENA POSTAVITEV SONČNE ELEKTRARNE ..... - 20 -
5.1 Koncept postavitve sončne elektrarne ..... - 20 -
5.2 Opis podkonstrukcije FV panelov, temeljenje in ostali gradbeni posegi ..... - 20 -
5.3 Fotovoltaični paneli, baterijski hranilniki, polnilnice za električna vozila ..... - 21 -
5.4 Različne variante postavitve sončne elektrarne ..... - 21 -
6 STABILNOSTNA ANALIZA ODLAGALIŠČA ..... - 23 -
7 OPREDELITEV DO ZAHTEV ZUNPEOVE ..... - 25 -
8 UKREPI ZA ZMANJŠANJE IN ODPRAVO ŠKODLJIVIH VPLIVOV ..... - 27 -
8.1 Ukrep VAR_P1- Vgradnja koritnic za zbiranje padavinske vode s panelov ..... - 27 -
8.2 Ukrep VAR_P2– Vgradnja dodatnega sloja gline ..... - 27 -
8.3 Ukrep VAR_P3 – Vgradnja tesnilne folije ..... - 29 -
8.4 Vodnobilančna analiza, ocena stroškov izvedbe in učinka predlaganih ukrepov ..... - 29 -
8.5 Rezultati vodnobilančne analize po izvedbi dodatnih ukrepov na prekrovu in postavitvi FV panelov - 31 -
8.5.1 Perkolacija v vodonosnik pri različnih vrstah prekrivke ..... - 32 -
8.5.2 Perkolacija v vodonosnik pri različnih postavitvah FV panelov in ureditvah prekrivke ..... - 33 -
8.5.3 Ocena stroškov izvedbe predlaganih ukrepov ..... - 36 -

8.5.4 Učinki izvedbe predlaganih ukrepov ..... - 37 -

9 OBVEZNOSTI UPRAVLJAVCA ODLAGALIŠČA ..... - 38 -

10 ZAKLJUČEK ..... - 40 -

1 SPLOŠNO

1.1 Uvod

Podjetje Dravske elektrarne Maribor d.o.o. je v sodelovanju z večjimi energetskimi podjetji na mariborskem območju pripravilo projekt proizvodnje energije iz obnovljivih virov, v okviru katerega imajo namen na površini zaprtega odlagališča Pobrežje postaviti veliko sončno elektrarno in pripadajočo energetsko infrastrukturo, skladno z določili Zakona o uvajanju naprav za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije (ZUNPEOVE), Ur. List RS, št. 78/23 ter ob upoštevanju določil Odločbe o zaprtju odlagališča in predpisov, ki urejajo varstvo okolja.

Predviden poseg se nahaja na zaprtem odlagališču nenevarnih odpadkov Pobrežje. Območje zaprtega odlagališča obsega površino 26 hektarjev in je v lasti Mestne občine Maribor. Na odlagališču se je prenehalo z odlaganjem odpadkov leta 2004, ko so bila izvedena zapiralna dela. Po končanju zapiralnih del na odlagališču je bilo izdelano Poročilo o izvedenih predpisanih ukrepih za zaprtje odlagališča za nenevarne odpadke Pobrežje (IEI, d.o.o., št. 6D-T64-dopolnitev, junij 2006).

V letu 2009 je bila s strani Ministrstva za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, izdana Odločba o zaprtju odlagališča št. 35467-5/2004-25, z dne 15.04.2009, ki je bila kasneje odpravljena in nadomeščena z Odločbo o zaprtju odlagališča št. 35467-5/2004-27, z dne 22.06.2010 (okoljevarstveno dovoljenje).

Skladno z izdanim okoljevarstvenim dovoljenjem se na odlagališču izvaja obratovalni monitoring, redne preglede stanja telesa odlagališča, kot tudi vzdrževanje in varovanje zaprtega odlagališča.

Iz poročil o izvajanju obratovalnega monitoringa za obstoječe zaprto odlagališče odpadkov za zadnjih pet let izhaja, da zaprto odlagališče odpadkov čezmerno obremenjuje okolje, zato je skladno s 3. odstavkom 64. člena ZUNPEOVE na podlagi strokovnega mnenja, ki ga pripravi oseba, ki ima pravnomočno pooblastilo ali potrdilo ministrstva za izvajanje posameznega obratovalnega monitoringa skladno z zakonom, ki ureja varstvo okolja, potrebno pripraviti načrt ukrepov za zmanjšanje in odpravo čezmernega obremenjevanja in škodljivih vplivov odlagališča na okolje.

Strokovno mnenje glede čezmerne obremenitve okolja in škodljivih vplivov odlagališča odpadkov Pobrežje na okolje je decembra 2023 izdelal NLZOH, Center za okolje in zdravje, Maribor (št. 2820-23/109237-23/1).

Na zaprtem odlagališču se bo tudi po izvedbi ukrepov za zmanjšanje in odpravo čezmernega obremenjevanja in škodljivih vplivov odlagališča na okolje in po postavitvi sončne elektrarne še naprej izvajalo zahtevane ukrepe iz določil okoljevarstvenega dovoljenja, redno izvajalo predpisane monitoringe in vzdrževanje odlagališča.

1.2 Vsebina načrta

Načrt predstavlja ukrepe za zmanjšanje in odpravo čezmernega obremenjevanja in škodljivih vplivov odlagališča odpadkov Pobrežje v času postavitve in obratovanja sončne elektrarne, ki bo postavljena na območje zaprtega odlagališča.

2 OPIS LOKACIJE IN OBSTOJEČEGA STANJA NA ODLAGALIŠČU

2.1 Lokacija odlagališča

Zaprto odlagališče Pobrežje se nahaja na severovzhodnem delu Maribora, na širšem območju imenovanem Pobrežje. Zahodno od odlagališča se nahajajo stanovanjske stavbe, severno od njega se nahaja naselje Zrkovci in severno od njega dovodni kanal do hidroelektrarne Zlatoličje, nekoliko dlje proti severu se nahaja tudi stara struga reke Drave. Proti jugu odlagališče omejuje občinska cesta, ki teče v smeri vzhod zahod in vodi do avtocestnega priključka na avtocesti Slivnica Pesnica, ki hkrati predstavlja vzhodni rob območja, na katerem se nahaja zaprto odlagališče Pobrežje.

Zaprto odlagališče se nahaja na skrajnem severnem delu ravnine Dravskega polja, ki jo predstavljajo kvartarni sedimenti nekdanje reke paleo-Drave. V sedimentu prevladujejo srednje do grobo zrnati prodi, podrejeno se pojavljajo leče peska in melja. Oblike teh plasti so odvisne od nekdanje rečne sedimentacije. Celotno območje obravnavamo kot dobro prepusten in izdaten vodonosnik, v katerem je generalna smer toka podzemne vode od zahoda proti vzhodu. Podzemna voda se izceja v reko Dravo.

2.2 Odlaganje odpadkov in razvoj odlagališča

Odlaganje odpadkov na odlagališču se je pričelo v letu 1978. Pred odlaganjem odpadkov dno odlagališča ni bilo tesnjeno, prav tako ni bilo izvedeno zbiranje in odvajanje izcednih vod. V opuščeni gramoznici se je na začetku odlagalo odpadke z iztresanjem iz kamionov in poravnavanjem z buldožerji. S kompaktiranjem odpadkov se je pričelo leta 1989. Odloženi odpadki (komunalni in nenevarni odpadki) so se prekrivali z zemljinami in gradbenimi odpadki. Odlaganje odpadkov je potekalo na podlagi poslovnika o obratovanju in takrat veljavnih predpisov ter pravil stroke. Sistematično odlaganje odpadkov se je pričelo leta 1990.

Odlagališče Pobrežje se je do leta 2002 uporabljalo za odlaganje nenevarnih odpadkov in komunalnih odpadkov rahlega do gostega sestava. V nasipu so v glavnem plastika, tkanine, papir, les, steklo, opeka, beton, keramika, omet, žice, pločevine, gume in organske snovi. Poleg nenevarnih komunalnih odpadkov so odlagali tudi odpadni gradbeni material, pepel iz kurilnih naprav, odpadke iz javnih površin in komunalne odpadke iz industrije. Po letu 2002 je bilo odlagališče namenjeno le za odlaganje nenevarnih odpadkov. Odlagališče Pobrežje je aktivno obratovalo do konca februarja 2024, ko se je na odlagališču prenehalo z odlaganjem odpadkov. Odpadki segajo do globin med 11,3 in 16,0 m pod koto terena (v drugih virih tudi med 14,7 in 17,3 m oziroma med 15 in 25 m), odloženi so na raščen slabo granuliran prod z večjim odstotkom melja in gline (GM, GC). Mestoma se v prodih pojavljajo še leče drobnejših frakcij (SM, SU). Na globinah od 23,9 do 28,7 pod koto terena se začne podlaga iz laporovca.

Celotno območje odlagališča obsega 26 hektarjev, povprečna debelina odloženih odpadkov pa znaša 12 m do povprečne kote 245 m n. v. Do leta 2001, ko je bila na odlagališču postavljena kamionska tehtnica, ni podatkov o količini odloženih odpadkov oziroma so te bile le ocenjene. Volumen odpadkov je ocenjen iz geometrije odlagališča ob prenehanju odlaganja odpadkov. Po ocenah je na odlagališču odloženih 3.388.000 m^3 odpadkov.

Na odlagališču se je prenehalo z odlaganjem odpadkov leta 2004. Po prenehanju odlaganja odpadkov so bila izvedena sanacijska in zapiralna dela, ki so bila končana leta 2006. V letu 2009 je bila s strani Ministrstva za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, izdana Odločba o zaprtju odlagališča št. 35467-5/2004-25, z dne 15.04.2009, ki je bila kasneje odpravljena in nadomeščena z Odločbo o zaprtju odlagališča št. 35467-5/2004-27, z dne 22.06.2010.

2.3 Odplinjevanje odlagališča

Z izvedbo prvih plinjakov za zajem odlagališčnega plina se je pričelo leta 1991, nato se je mreža za odplinjevanje odlagališča postopoma dograjevala. Odplinjanje odlagališča je izvedeno z vertikalnimi sondami, izvedenimi s predhodnim izkopom, premera 0,8 m in globine 8-10 m. V izkop je vstavljena perforirana cev 125 mm, ki je do globine približno 3 m pod površino odlagališča zasuta s prepustnim materialom.

Perforirana cev se od globine 4 m do 0,6 m nad površjem nadaljuje z nastavkom, ki je opremljen s prirobničnima odcepoma za priključitev zbirnih cevi, ki vodijo odlagališčni plin k črpalni postaji. Na vrhu je sonda opremljena z regulirnim vijakom za regulacijo količine plina in merilnima nastavkoma za merjenje količine in kvalitete plina. Sonda je zgoraj zaključena z zaščitnim pokrovom. Zbirne cevi PEHD 110 mm oz. 160 mm so vgrajene na globini 1 – 1,5 m in z naklonom 2 % proti kondenčnim loncem. Na odlagališču je vgrajenih 80 plinjakov.

Od leta 1993 obratuje na odlagališču plinska postaja, ki je namenjena za zbiranje in sežig odlagališčnega plina. Plinska postaja je povezana s plinsko drenažo, ki se je dograjevala z rastjo odlagališča. Leta 2001 je bila zgrajena mala plinska elektrarna, v kateri se plin izkorišča za pridobivanje električne energije. Del proizvedene električne energije porabijo na odlagališču, del pa oddajajo v elektroenergetsko omrežje.

2.4 Izvedba zapiranja odlagališča

Celovit pregled možnosti *sanacije deponije Pobrežje in nevtralizacije vplivov izcednih voda* je bil izdelan že v letu 1992. Sanacijski program Sanacija deponije odpadkov na Pobrežju so izdelali pri IEI d.o.o. Maribor (št. 6H22216). Prekrivanje telesa odlagališča je bilo predvideno po projektu št. 6D1722 (Odplinjanje deponije Pobrežje I. faza – PGD, PZI, PZR (IEI d.o.o., 1992), prekrivanje roba odlagališča pa po št. 6D1723 (Odplinjanje deponije Pobrežje II. faza – PGD, PZI, PZR (IEI d.o.o., 1994). Dejansko izvedeno prekritje zaprtega odlagališča povzemamo po dokumentaciji Poročilo o izvedenih predpisanih ukrepih za zaprtje odlagališča za nenevarne odpadke Pobrežje (IEI, d.o.o., št. 6D-T64-dopolnitev, junij 2006).

Na odlagališču Pobrežje je bila z namenom preprečevanja pronicanja padavinskih vod v telo odlagališča, preprečevanje uhajanja plinov skozi prekritje odlagališča in nenazadnje fizično ločevanje odpadkov od okolja, izvedeno zaključno prekritje in zajem padavinskih vod z odvajanjem v obodne ponikalne jarke. Po končanem odlaganju odpadkov se je postopoma vgrajevalo tesnilne in prekrivne sloje. Preko odloženih odpadkov se je najprej vgradil 0,5 m izravnalni sloj inertnega materiala. Nato se je vgradila 0,4 m debela plast gline s prepustnostjo 10^{-8} m/s. Površine so bile nato prekrite z rekultivacijskim slojem plodne zemljine v debelini 0,4 m.

Rekultivacijska plast je po razpoložljivi dokumentaciji izvedena z naklonom tako, da padavinske vode odtekajo v obodne ponikovalne jarke izven telesa odlagališča. Prekrivne plasti zaradi posedanja odlagališča povsod nimajo ustreznega naklona za odvajanje padavinskih vod, na več mestih je mogoče opaziti zastajanje vode na površini. Zgornja plast predstavlja polprepustno membrano, ki omogoča kontrolirano dovajanje vlage v telo odlagališča za nemoten potek biokemijskih procesov in mineralizacije odpadkov ter onemogoča vdor kisika v telo odlagališča.

Rob odlagališča skupaj s potjo (3 m) ob obodnem jarku je širok cca 26 m. Rob odlagališča v širini 21 m ob notranji strani jarka je zasajen z drevesi. Na robu odlagališča se je na odložene odpadke vgradil izravnalni sloj 0,5 m inertnega materiala, nanj 0,4 m debela plast gline s prepustnostjo 10^{-8} m/s, nato pa še 0,6 m debela rekultivacijska plast plodne zemlje.

Zaprto odlagališče je izvedeno pretežno ravninsko. Telo odlagališča se na severni, vzhodni in južni strani naslanja neposredno na raščen teren. Brežina odlagališča je le na zahodni strani. Aprila 2002 je bila izvedena sanacija brežine za preprečitev izhajanja plina iz deponijskega telesa navzven.

Na pripravljeno brežino se je položilo geotekstil (1.200 g/m^2) nanj pa PEHD folijo (d = 2,5 mm obojestransko hrapava) in na folijo še drenažni geokompozit. Sanirano brežino se je nato prekrilo s 50 cm zemljine.

Urejeno je delno zbiranje in odvajanje padavinskih vod s stranskimi kaneletami, kamor odtekajo padavinske vode z zaključene površine odlagališča. Dno in boki odlagališča niso tesnjeni. Izcedne vode iz telesa odlagališča se ne zbirajo, ampak prosto odtekajo proti nivoju podzemne vode. Odložene odpadke se je sicer med zapolnjevanjem sproti vmesno prekrivalo, rekultiviralo in odplinjevalo.

3 VODNOBILANČNA ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA

Za potrebe ugotavljanja hidrogeoloških razmer na odlagališču smo izdelali vodnobilančno analizo, v katero so vključeni 30-letni podatki o povprečni dnevni temperaturi, skupni dnevni količini padlih padavin, relativni vlagi, hitrosti vetra in gostoti toplotnega toka iz sončnega obsevanja iz postaj Maribor Tabor (od 1. 1. 1994 do 31. 12. 2001 oziroma do 22. 11. 2001 za sončno sevanje) in iz postaje Letališče Edvarda Rusjana (od 31. 12. 2001 oziroma od 22. 11. 2001 do 31. 12. 2023 za sončno sevanje).

Meteorološki postaji Maribor Tabor in Letališče Edvarda Rusjana sicer ne odražata stanja v neposredni bližini odlagališča Pobrežje, kljub temu pa so to edini razpoložljivi javno dostopni podatki. 27 % podatkov temperature zraka, količine padavin, relativne vlage, hitrosti vetra in sončnega obsevanja sicer predstavljajo podatki iz postaje Maribor Tabor, ki leži precej blizu obravnavanega odlagališča, vendar od začetka leta 2002 podatki od tam niso več razpoložljivi v zadostni meri. Zaradi tega za naslednja leta uporabljamo podatke iz postaje Letališče Edvarda Rusjana, za katere pa lahko kljub nekoliko večji oddaljenosti rečemo, da opisujejo reprezentativne meteorološke razmere, kakršne so na odlagališču.

Meteorološka postaja	D96_N	D96_E	Razdalja do odlagališča
Letališče Edvarda Rusjana	149114	552350	7,2 km
Maribor Tabor	155735	549471	3,1 km

30 letni niz opazovanja padavin in temperatur predstavlja reprezentativno osnovo za izvedbo izračuna, pri čemer je potrebno upoštevati, da je napoved bilančnega modela zanesljivejša za parametre daljših časovnih intervalov (letna povprečja), manj pa za krajša časovna obdobja. Glavni vir negotovosti predstavljajo vrednosti hidravličnih parametrov prekrivnih plasti, ki so določene izkustveno.

3.1 Geološke in hidrogeološke razmere

Geološke razmere

Obravnavano območje leži v Mariborsko – Ptujski pliokvartarni (Pl, Q) depresiji, ki je največja med takimi depresijami tega dela Slovenije. Na vzhodu je z Dravskim prelomom, ki poteka v bližini odlagališča ločena od Mariborskega bloka, ki je del tektonske enote Slovenske gorice. Na zahodu depresija meji na Ribniško-Selniški tektonski jarek, Pohorsko tektonsko enoto in na Konjiško depresijo. Posamezni terasni nivoji kažejo na neotektonsko aktivnost depresije in vpliv tektonike na sedimentacijo.

Geološke razmere na obravnavanem območju so predstavljene na podlagi osnovne geološke karte RS list Maribor in na osnovi rezultatov preiskav iz Geotehničnega poročila o stabilnosti in pogojih gradnje – 23 – VII/12 (GEOING, 2012). Geološko osnovo območja predstavlja miocenski laporovec (M), na katerega so odložene aluvialne naplavine (Q - al) v obliki rečnih teras (t). Geološke razmere na območju odlagališča lahko smatramo za enostavne.

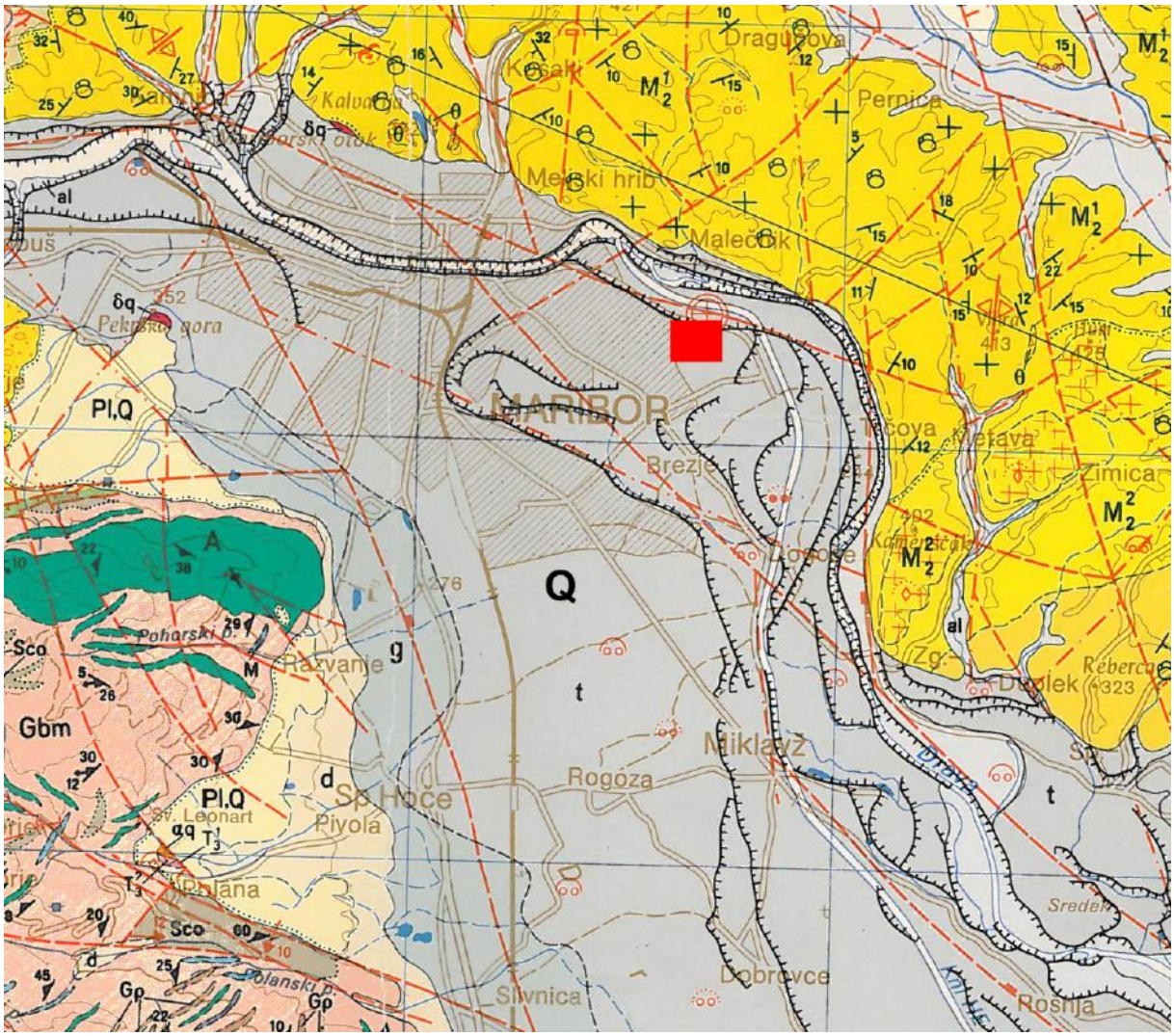
- aluvij (Q – al – t)

Aluvij sestavljajo sedimenti, ki jih je odložila reka Drava na svoji najvišji terasi. Med terasnim materialom prevladuje slabo granuliran prod (70 %), podrejeno so prisotni še pesek, melj in glina. Prodniki so pretežno iz metamorfnih in magmatskih kamenin, v manjši meri pa tudi iz karbonatnih sedimentov.

Sortiranost je slaba, velikost posameznih prodnikov je spremenljiva, dosežejo velikost tudi do 20 cm. Prodno peščeni zasip je odložen na neravno lapornato podlago, ki je na območju odlagališča med nadmorskima višinama 230 in 233 m.

- miocen (M)

Podlogo kvartarnega vodonosnika predstavljajo miocenske klastične kamenine. To so laporovci, glinovci, meljevci, mestoma tudi peščenjaki.



Slika 1: Izsek iz geološke karte. Območje odlagališča Pobrežje je označeno z rdečim pravokotnikom.

Hidrogeološke razmere

Zaprto odlagališče odpadkov Pobrežje je izvedeno na najvišji rečni terasi v opuščenem delu nekdanje gramoznice Gradis, ki je ca 600 m oddaljena od struge reke Drave. Med Dravo in odlagališčem je še odvodni kanal HE Srednja Drava. Zajema površino okoli 28 ha in leži na prodnem zasipu, pod katerim se nahaja podzemna voda v zelo dobro prepustnem hidrodinamsko odprtem vodonosniku.

Generalna smer toka podzemne vode na območju odlagališča je proti SV-V in je tudi vezana na smer toka reke Drave. Smer toka se lokalno in sezonsko spreminja. Ker pričakujemo, da lahko spodnja kota telesa odlagališča občasno leži pod nivojem podzemne vode, prav tako pa so na območju odlagališča zaradi izvedene prekrivke spremenjeni pogoji infiltracije ter so zanj značilne drugačne hidrogeološke lastnosti, kot jih ima okoliški sediment, na smer toka podzemne vode v določeni meri vpliva tudi samo odlagališče. Hidrogeološke razmere so v veliki meri odvisne od litoloških, manj pa od tektonskih razmer na območju. V nadaljevanju podajamo hidrogeološko kategorizacijo območja obdelave.

Na predmetnem območju je značilno menjavanje debelozrnatih tipov sedimentov, med katerimi močno prevladuje prod, zaradi česar so hidrogeološke lastnosti sedimentov dokaj homogene in izotropne.

- aluvij

Prodni zasip reke Drave je zelo dobro prepusten. Kljub temu pa je lateralno in vertikalno zaslediti spremembe v sestavi sedimentov, kar vpliva na hidrogeološke lastnosti. V aluvialnem zasipu imamo opraviti z obsežnim hidrodinamsko odprtim medzrnskim vodonosnikom.

- miocen

Miocenske plasti predstavljajo podlago medzrnskemu vodonosniku. Njihova prepustnost je zelo nizka – pod 10^{-9} m/s. Podlaga vodonosnika je zelo slabo prepustna, za potrebe osnovne bilančne analize jo lahko obravnavamo kot praktično neprepustno.

- odpadki

Odpadki predstavljajo pomembno hidrogeološko enoto. Izkop gramoza iz izkoriščene gramoznice, v kateri je danes odlagališče, je segal do povprečne kote 245 m n. v., lokalno pa tudi globje.

Opredelitev vodonosnika

Odlagališče Pobrežje je postavljeno na debelih prodnih in delno peščenih kvartarnih plasteh. Te plasti predstavljajo del dobro prepustnega in izdatnega vodonosnika Dravskega polja, ki v slovenskem regionalnem merilu predstavlja enega največjih vodonosnikov.

S hidrodinamskega vidika vodonosnik, na katerem leži odlagališče, opredeljujemo kot odprtega, to je takšnega, v katerem nivo podzemne vode niha prosto v odvisnosti od napajanja. V pretežnem delu se vodonosnik napaja na območju Pohorja, v manjši meri pa tudi iz padavin.
Severno in vzhodno mejo vodonosnika predstavlja struga reke Drave. Skozi to mejo se podzemna voda iz vodonosnika izceja. Zahodno napajalno mejo vodonosnika predstavlja Pohorje. Ta meja je dokaj oddaljena in na hidrogeološke razmere na območju odlagališča vpliva le posredno.

Za območje odlagališča Pobrežje je bil v preteklosti izdelan tudi stacionarni hidravlični model toka podzemne vode (Blažeka in sodelavci, 1998), karakteristike toka podzemne vode pa so bile ocenjene tudi analitično (Masič, 1998). Na podlagi teh podatkov je moč podati osnovne bilančne karakteristike toka podzemne vode pod odlagališčem.

Hidravlični model toka podzemne vode (Blažeka in sodelavci, 1998) je zajel nekoliko širše območje: Na zahodu je segal do Nove vasi na vzhodu pa do Zrkovcev, na jugu je bil omejen pri Teznem in na severu z Goricami. Celoten pretok podzemne vode v modelu znaša 502 l/s. Ker je območje modela mnogo širše od območja odlagališča je za oceno bilančnih karakteristik potrebno podati tudi druge karakteristike.

Izračuni temeljijo na ocenah koeficienta prepustnosti in transmisivnosti. Črpalni poizkusi v območju odlagališča niso bili izvedeni.

Pri modelnem izračunu so bile upoštevane horizontalne prepustnosti na intervalu med $8x10^{-3}$ do 10^{-4} m/s, za vertikalne prepustnosti pa so avtorji privzeli 10 krat manjše vrednosti (Blažeka in sodelavci, 1998). Masič (1998) kot reprezentativno transmisivnost vodonosnika navaja vrednost $7,4x10^{-3}$ m^2/s ter koeficient prepustnosti $2,4x10^{-3}$ m/s (GP, GW) in $1x10^{-5}$ m/s (GFs). Isti avtor kot oceno efektivne poroznosti za prode navaja vrednost 0,45, menimo pa, da je ta vrednost previsoka in da znaša največ 0,3, še bolj verjetno pa ca 0,2. Masič (1998) navaja kot reprezentativen gradient podzemne vode razpon med 2,6 in 3,3 ‰.

Na podlagi razpoložljivih podatkov o gradientu podzemne vode, efektivni poroznosti in koeficientu prepustnosti iz monitoringa odlagališča (NZLOH, 2022) je bila izračunana hitrost podzemne vode ca $4x10^{-5}$ m/s. Ocene realne hitrosti toka podzemne vode se lahko koristijo tudi za oceno hitrosti gibanja morebitnih onesnaževal, ki bi se z območja odlagališča razširila v podzemno vodo. Pri tem je potrebno poudariti, da se večina onesnaževal giblje počasneje kot voda, govorimo o retardaciji in retardacijskem koeficientu onesnaževala. Zaradi tega ocena hitrosti gibanja onesnaževala, ki jo pridobimo na podlagi ocene hitrosti gibanja podzemne vode, predstavlja konzervativno oceno, saj se številna onesnaževala gibljejo počasneje.

Podana ocena hitrosti toka podzemne vode kaže, da imamo na območju zaprtega odlagališča komunalnih odpadkov Pobrežje opraviti s hitrim tokom podzemne vode in da so hitrosti širjenja morebitnih onesnaževal, ki bi se sprostili z odlagališča, zelo visoke.

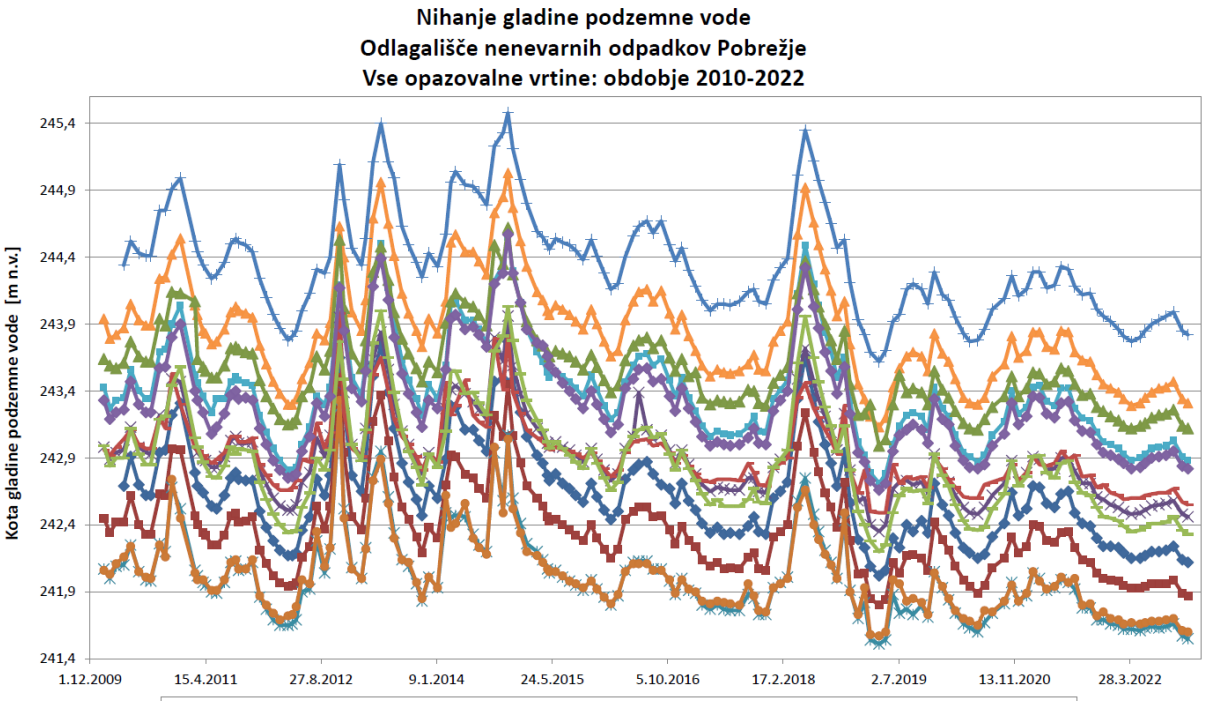
Računska sklepanja o visoki hitrosti podzemne vode potrjujejo tudi rezultati sledilnega poizkusa, ki je bil izveden v letu 1999 (Urbanc in sodelavci, 1999). Sledilni poizkus je bil izveden na skrajnem vzhodnem robu odlagališča, na območju opazovalnih vrtin Pz3/1, Pz3/2, Pz3/3 in V-4. Kot injekcijska vrtina je bila uporabljena vrtina Pz3/3 (v času izvajanja poizkusa označena kot S-0). Največja zabeležena hitrost podzemne vode je znašala 26,4 m/dan, povprečna hitrost med vrtinami pa je bila ocenjena na 14,0 m/dan.

Hitrosti širjenja sledila, ki jih je podal sledilni poizkus so zelo visoke, višje kot jih določimo iz povprečnih koeficientov. S sledilnim poizkusom določene hitrosti lahko smatramo za lokalne hitrosti, ki so posledica heterogenosti vodonosnika. Hkrati pa to pomeni, da so znotraj vodonosnika prisotne preferenčne poti, kjer so hitrosti toka podzemne vode večje, kot v preostalem delu vodonosnika.

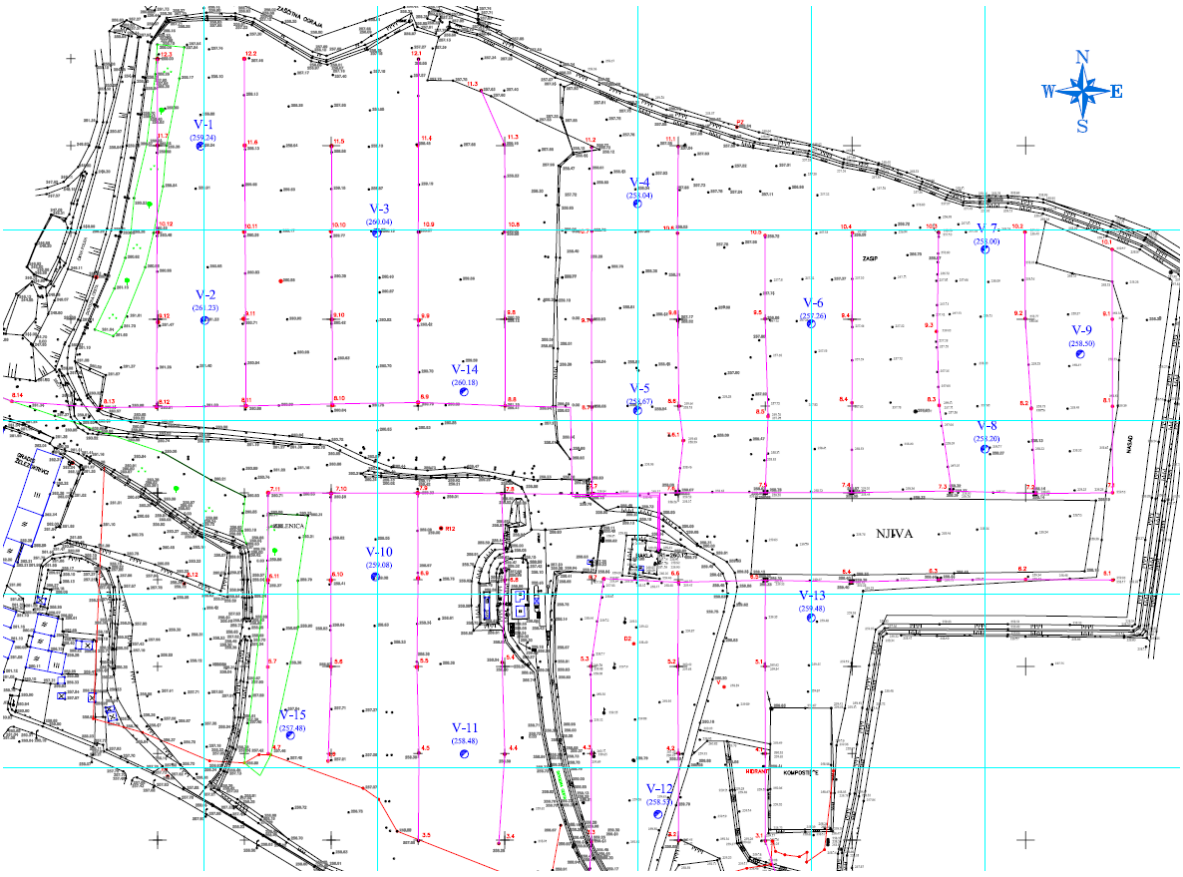
Odsotnost slabo prepustnih plasti, odsotnost umetnih barier ter zelo dobra prepustnost matičnega sedimenta kažejo na to, da je vodonosnik na območju odlagališča pod neposrednim vplivom odloženih odpadkov in da se izcedne vode iz odpadkov zelo hitro precejajo direktno v podzemno vodo.

3.2 Nivoji podzemne vode

Z avtomatskimi meritvami nivojev podzemne vode ne razpolagamo. V nadaljevanju podajamo prikaz razpoložljivih meritev izvedenega monitoringa. Na Slika 3 je prikazano nihanje gladin podzemne vode v telesu odlagališča med letoma 2010 in 2022. Osnovne statistike prikazanega nihanja nivojev podzemne vode so prikazane v Tabela 1.



Slika 3: Rezultati monitoringa podzemne vode.



Slika 2: Lokacije pieozmetrov na telesu odlagališča Pobrežje (Geoing, 2012).

Arhivski podatki kažejo, da se nivoji podzemne vode gibljejo na kotah med 241,5 in 243,6 m. To pomeni da se spodnji del odpadkov, ki so odloženi na povprečno koto 245 m n. v., nahaja blizu območja nihanja nivoja podzemne vode.

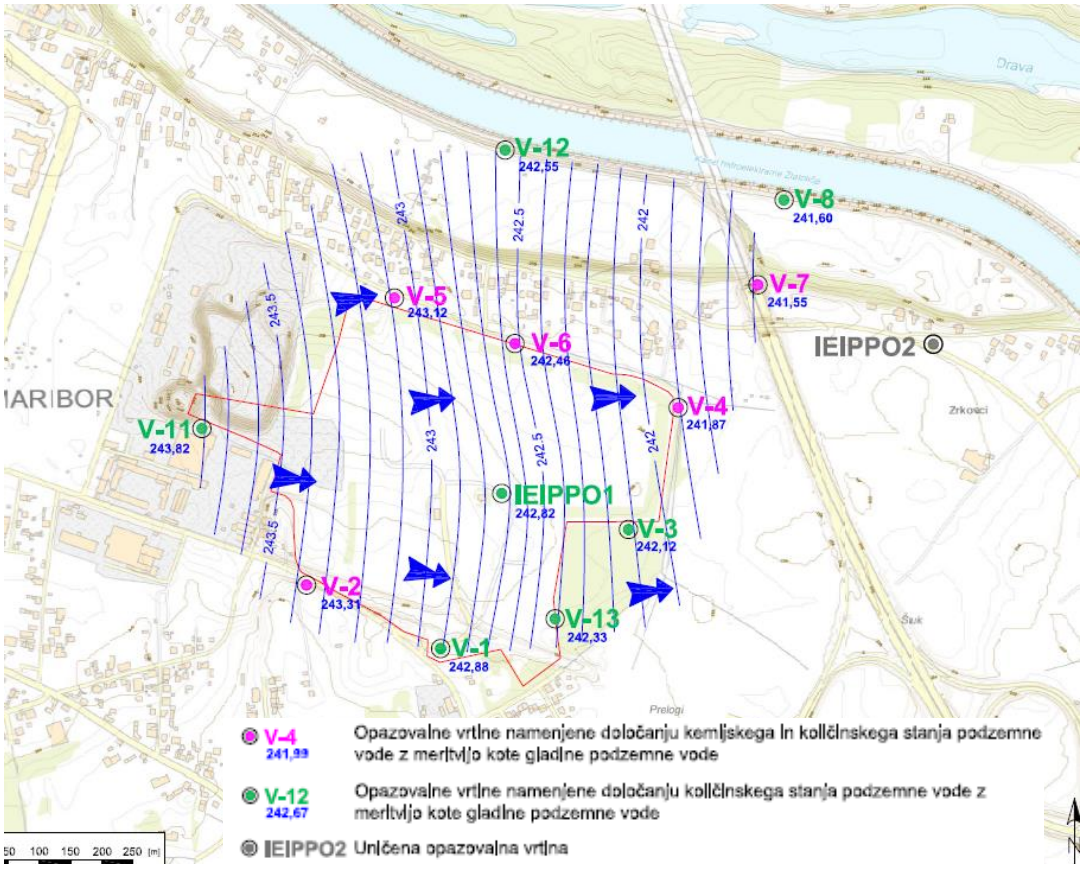
Tabela 1: Osnovne statistike nihanja nivojev podzemne vode v obdobju 2010 – 2022.

Merilno mesto	Minimum	Maksimum	Povprečje	Razpon
V-1	242,71	244,55	243,40	1,84
V-2	243,13	245,03	243,86	1,90
V-3	242,02	243,77	242,65	1,75
V-4	241,80	243,50	242,36	1,70
V-5	242,99	244,62	243,59	1,63
V-6	242,35	243,96	242,92	1,61
V-7	241,51	243,28	242,01	1,77
V-8	241,57	243,33	242,02	1,76
V-11	243,62	245,48	244,35	1,86
V-12	242,49	243,98	242,93	1,49
V-13	242,20	244,03	242,88	1,83
IEIPPO1	242,66	244,57	243,32	1,91

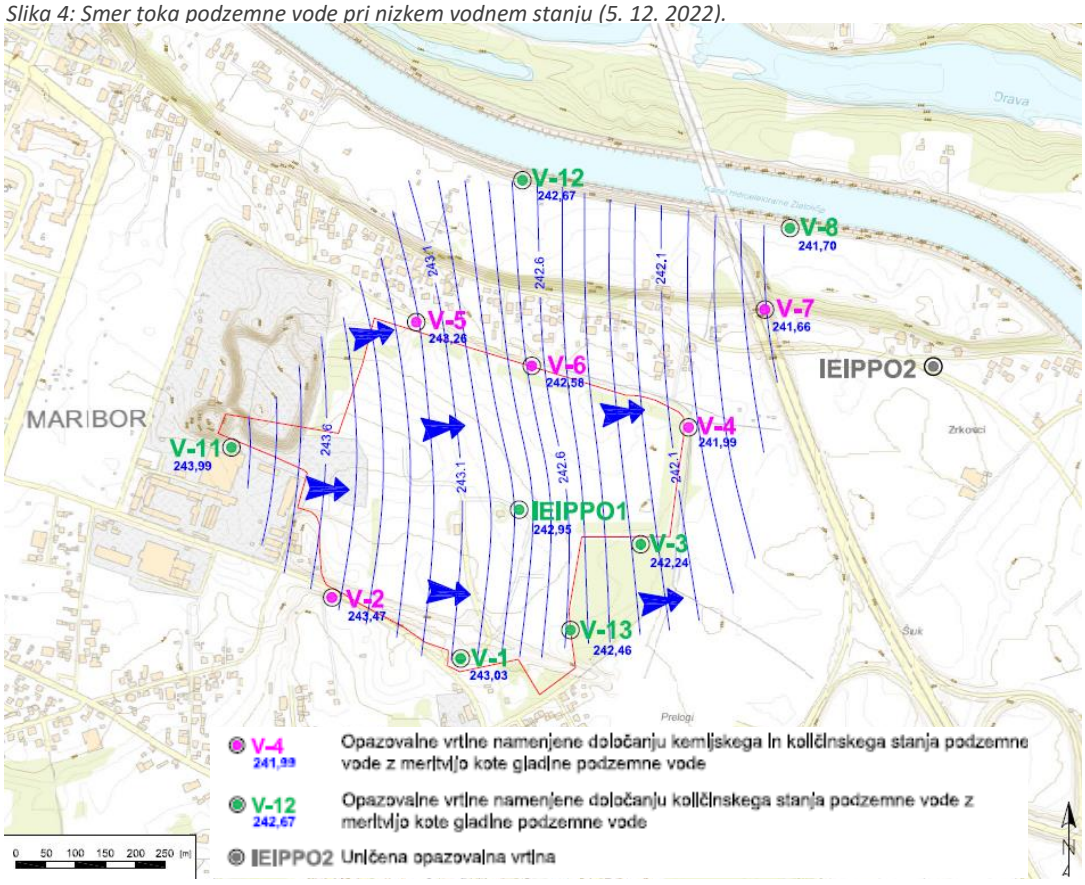
V letu 2018 je v meritvah viden intenzivnejši spomladanski višek, ki se razlikuje od preteklih nekaj let po amplitudi in se ujema s tistimi v letih 2013 in prej. V aprilu 2019 je bila po zniževanju gladine, ki se je začelo poleti 2018, izmerjena najnižja gladina podzemne vode na vseh opazovalnih vrtinah. V drugi polovici leta 2019 in v letu 2020 opazujemo sezonsko nihanje gladine podzemne vode z nižki v spomladanskih in poletnih mesecih ter viški v zimskih mesecih. V začetku leta 2021 opazujemo zviševanje gladine podzemne vode. V spomladanskih mesecih ponovno sledi nižek, v maju pa v skladu s povečanimi količinami padavin, zvišanje gladin podzemne vode. Od začetka julija je opazno generalno znižanje gladin podzemne vode v vseh piezometrih, razen v V-8 in V-12, kjer se trend zniževanja začne v začetku avgusta. Trend zniževanja se nadaljuje do aprila 2022, ko se trend obrne in se gladine do oktobra postopoma zvišujejo. Zatem do konca leta 2022 ponovno opazujemo upadanje gladin. Nihanja gladine podzemne vode so posledica padavin, ki napajajo vodonosnik.

Na podlagi izvedenih opazovanj nihanja gladin podzemne vode je ugotovljeno, da se na vplivnem območju odlagališča Pobrežje hidrogeološke razmere med posameznimi leti ne spreminjajo. Opaziti je le manjše spremembe v smeri glede na vodno stanje.

Na območju odlagališča Pobrežje imamo opravka z dobro prepustnim medzrnskim hidrodinamsko odprtim vodonosnikom. Podzemna voda v vodonosniku teče v generalni smeri od zahoda proti vzhodu (Slika 4 in Slika 5).



Slika 4: Smer toka podzemne vode pri nizkem vodnem stanju (5. 12. 2022).



Slika 5: Smer toka podzemne vode pri visokem vodnem stanju (3. 10. 2022).

3.3 Modeliranje toka skozi prekrivko

Modeliranje toka skozi prekrivko je bilo izvedeno s programom HELP. S programom HELP (Hydrologic Evaluation of Landfill Performance) so bili kvantificirani procesi v zgornjem delu prekrivke, ki je pod vplivom atmosfere. Tako so bili izračunani površinski odtok, evapotranspiracija in infiltracija v prekrivko. HELP je v zadnjih desetletjih standardno orodje za opredeljevanje hidrogeoloških bilanc na odlagališčih in preizkušanje učinkovitosti in ustreznosti konstrukcij s stališča onesnaženja podzemne vode. Gre za kvazi-dvodimenzionalen analitični hidrološki model, ki sprejema naslednje vhodne podatke:

- HIDROGEOLOŠKE LASTNOSTI NARAVNIH MATERIALOV (opredeljene s poroznostjo, poljsko kapaciteto, točko venenja in koeficientom prepustnosti)
- VREMENSKI PODATKI (padavine, temperatura, sončna radiacija, parametri evapotranspiracije kot so geografska širina, začetni in končni dan rastja, maksimalni indeks površine listov, maksimalna globina evaporacije, povprečna letna hitrost vetra ter vlažnost za štiri četrtletja posameznega leta)
- INŽENIRSKO GEOMETRIJSKI PODATKI (debelina sloja, naklon površja in posameznih slojev, tesnila, sistemi zbiranja in odvajanja izcednih vod, podzemni dotoki)

HELP je analitično orodje, ki v posameznih segmentih uporablja tudi numerično izračunavanje. Upošteva uskladiščenje na površini, taljenje snega, površinski odtok, infiltracijo, evapotranspiracijo, rastje, uskladiščenje vlage v tleh, lateralno podzemno dreniranje, recirkulacijo izcednih vod, vertikalno dreniranje v nezasičeni coni ali pronicanje skozi zemljino, geomembrane ali sestavljene zaporne plasti. Podrobnejše lastnosti programa ter metode izračunavanja so podane v Schroeder et al. (1994).

3.4 Analizirana struktura odlagališča

Za potrebe vodnobilančne analize je bila upoštevana struktura odlagališča, kot je bila predhodno podana v poglavju 2. Pri tem so hidrogeološke lastnosti posameznih plasti ocenjene, saj zanje ne obstajajo rezultati terenskih meritev. Osnovna struktura v modelu je povzeta glede na izvedeno stanje, prikazano v dokumentu Poročilo o izvedenih predpisanih ukrepih za zaprtje odlagališča za nenevarne odpadke Pobrežje (IEI, d.o.o., št. 6D-T64-dopolnitev, junij 2006). Upoštevati je potrebno, da se razpoložljivi podatki debelin plasti v prostoru zagotovo spreminjajo. Hidravlične lastnosti obravnavanih materialov, ki predstavljajo vhodne podatke za model, prikazuje Tabela 2. Pri tem niso upoštevane tiste inženirske plasti, ki imajo predvsem stabilnostno ali ločilno vlogo, ne vplivajo pa bistveno tudi na tok precejajoče se podzemne vode (npr. ločilni geosintetiki, geosintetične mreže).

3.5 Rezultati vodnobilančne analize obstoječega stanja

Bilančna analiza je bila izvedena na podlagi izvedene konstrukcije prekrivke, lastnosti materialov ter realnih razpoložljivih vremenskih podatkov. V okviru analize so bili določeni naslednji bilančni parametri:

- padavine (vhodni podatek)
- površinski odtok
- evapotranspiracija
- lateralni podpovršinski odtok nad tesnilno plastjo
- perkolacija skozi dno prekrivke v telo odlagališča

Vodno bilanco obstoječega stanja podajamo pod oznako VAR_P1 v združeni tabeli vseh variant izvedbe prekrova v Tabela 4. Današnja perkolacija skozi dno odlagališča znaša 1,58 l/s. Opravljena bilančna analiza daje osnovni vpogled v hidravlično učinkovitost že izvedene prekrivke.

4 PREGLED POROČIL O IZVAJANJU OBRATOVALNIH MONITORINGOV IN O PREGLEDIH STANJA TELESA ZAPRTEGA ODLAGALIŠČA ODPADKOV

Na zaprtem odlagališču nenevarnih odpadkov Pobrežje se skladno z okoljevarstvenim dovoljenjem izvaja obratovalni monitoring, redne preglede stanja telesa odlagališča, kot tudi vzdrževanje in varovanje zaprtega odlagališča. Na odlagališču Pobrežje se izvajajo meritve meteoroloških podatkov, obratovalni monitoring emisij snovi v zrak in monitoring stanja podzemne vode. Obratovalni monitoring stanja površinske vode se ne izvaja, saj na vplivnem območju odlagališča ni površinskih vod. Zbiranje in odvajanje padavinskih vod je urejeno z obodnim ponikovalnim jarkom, kamor odtekajo padavinske vode z zaključenih površin odlagališča. Dno odlagališča ni tesnjeno, zbiranje in čiščenje izcednih vod ni urejeno, zato se obratovalni monitoring izcednih vod ne izvaja.

Iz poročil o izvajanju obratovalnega monitoringa za obstoječe zaprto odlagališče odpadkov za zadnjih pet let izhaja, da zaprto odlagališče odpadkov čezmerno obremenjuje okolje. Skladno s 3. odstavkom 64. člena ZUNPEOVE je bilo izdelano Strokovno mnenje glede čezmerne obremenitve okolja in škodljivih vplivov odlagališča odpadkov Pobrežje na okolje (NLZOH, Center za okolje in zdravje, Maribor, št. 2820-23/109237-23/1, december 2023). V nadaljevanju povzemamo ugotovitve iz navedenega Strokovnega mnenja.

4.1 Meritve onesnaženosti podzemne vode

Iz poročil o izvajanju obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode za obstoječe zaprto odlagališče odpadkov za zadnjih pet let izhaja, da so bile v obdobju od 2018 do 2022 v posameznih vrtinah (merilnih mestih) presežene posamezne opozorilne spremembe indikativnih parametrov podzemne vode in da zaprto odlagališče odpadkov čezmerno obremenjuje okolje.

1. Iz pregleda Poročila o obratovalnem monitoringu stanja podzemne vode za odlagališče nenevarnih odpadkov Pobrežje za leto 2018 je razvidno, da je bil hidrološki del obratovalnega monitoringa stanja podzemnih vod izveden na 12. vrtinah (V-11, V-13, V-6, V-1, V-5, V-4, V-7, V-2, V-3, IEIPP01, V-8 in V-12), kemijski del obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode je bil izveden na 10 vrtinah (V-11, V-13, V-6, V-1, V-5, V-4, V-7, V-2, V-3, IEIPP01), dvakrat v letu, in sicer na 3 vrtinah v razširjenem obsegu parametrov (vključeni terenski, osnovni in indikativni parametri - širok obseg), na preostalih 6 vrtinah na rednem obsegu parametrov {vključeni terenski, osnovni, indikativni parametri). Iz pregleda rezultatov je razvidno, da so bile opozorilne spremembe indikativnih parametrov presežene pri posameznih parametrih na vseh dolvodnih vrtinah, vključenih v obratovalni monitoring kemijskega stanja podzemne vode.

2. Iz pregleda Poročila o obratovalnem monitoringu stanja podzemne vode za odlagališče nenevarnih odpadkov Pobrežje za leto 2019 je razvidno, da je bil hidrološki del obratovalnega monitoringa stanja podzemnih vod izveden na 12 vrtinah (V-11, V-13, V-6, V-1, V-5, V-4, V-7, V-2, V-3, IEIPP01, V-8in V-12), kemijski del obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode je bil izveden na 5 vrtinah (V-6, V-5, V-4, V-7, V-2), dvakrat v letu in sicer na 3 vrtinah (V-6, V-7in V-2) v rednem obsegu parametrov (vključeni terenski, osnovni in indikativni parametri), na preostalih 2 vrtinah enkrat v letu na obsegu parametrov, ki vključuje terenske in osnovne parametre. Iz pregleda rezultatov je razvidno, da so bile opozorilne spremembe indikativnih parametrov presežene pri posameznih parametrih na vrtinah V-6 in V-7.

3. Iz pregleda Poročila o obratovalnem monitoringu stanja podzemne vode za odlagališče nenevarnih odpadkov Pobrežje za leto 2020 je razvidno, da je bil hidrološki del obratovalnega monitoringa stanja podzemnih vod izveden na 12 vrtinah (V-11, V-13,V-6, V-1, V-5, V-4,V-7, V-2, V-3, IEIPP01, V-8 in V-12), kemijski del obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode je bil izveden na 5 vrtinah (V-6, V-5, V-4, V-7, V-2), dvakrat v letu in sicer na 3 vrtinah (V-6, V-7in V-2) v rednem obsegu parametrov (vključeni terenski, osnovni in indikativni parametri), na preostalih 2 vrtinah enkrat v letu na obsegu parametrov, ki vključuje terenske in osnovne parametre. Iz pregleda rezultatov je razvidno, da so bile opozorilne spremembe indikativnih parametrov presežene pri posameznih parametrih na vrtinah V-6 in V-7.

4. Iz pregleda Poročila o obratovalnem monitoringu stanja podzemne vode za odlagališče nenevarnih odpadkov Pobrežje za leto 2021 je razvidno, da je bil hidrološki del obratovalnega monitoringa stanja podzemnih vod izveden na 12 vrtinah (V-11, V-13, V-6, V-1, V-5, V-4, V-7, V-2, V-3, IEIPP01, V-8 in V-12), kemijski del obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode je bil izveden na 10 vrtinah (V-11, V-13, V-6, V-1, V-5, V-4, V-7, V-2, V-3, IEIPP01), dvakrat v letu na rednem obsegu parametrov (vključeni terenski, osnovni, indikativni). Iz pregleda rezultatov je razvidno, da so bile opozorilne spremembe indikativnih parametrov presežene pri posameznih parametrih na vseh dolvodnih vrtinah, vključenih v obratovalni monitoring kemijskega stanja podzemne vode.

5. Iz pregleda Poročila o obratovalnem monitoringu stanja podzemne vode za odlagališče nenevarnih odpadkov Pobrežje za leto 2022 je razvidno, da je bil hidrološki del obratovalnega monitoringa stanja podzemnih vod izveden na 12 vrtinah (V-11, V-13, V-6, V-1, V-5, V-4, V-7, V-2, V-3, IEIPP01, V-8 in V-12), kemijski del obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode je bil izveden na 5 vrtinah (V-6, V-5, V-4, V-7, V-2), dvakrat v letu in sicer na 3 vrtinah (V-6, V-7in V-2) v rednem obsegu parametrov (vključeni terenski, osnovni in indikativni parametri), na preostalih2 vrtinah enkrat v letu na obsegu parametrov, ki vključuje terenske in osnovne parametre. Iz pregleda rezultatov je razvidno, da so bile opozorilne spremembe indikativnih parametrov presežene pri posameznih parametrih na vrtini V-6.

V nadaljevanju so navedene vrtine in parametri, pri katerih je bila v posameznih letih v obdobju 2018 do 2022 presežena opozorilna sprememba indikativnega parametra:

- Na vrtini V-6: aluminij, arzen, baker, nikelj, pesticidi (vsota), bentazon, metolaklor-deskloro, MCPP, n,n- dietil-m-toluamid, prometrin,
- Na vrtini V-7: baker, nikelj, pesticidi (vsota), bentazon, metolaklor-deskloro, MCPP, n,n-dietil-m-toluamid, prometrin,
- Na vrtini V-4: arzen, nikelj, pesticidi (vsota), atrazin, bentazon, metolaklor-deskloro, MCPP, n,n-dietil-m-toluamid, prometrin , triadimefon,
- Na vrtini V-5: arzen, baker, nikelj, pesticidi (vsota), bentazon, metolaklor-deskloro, MCPP, n,n-dietil-m-toluamid, prometrin, 2,4-DP,
- Na vrtini V-3: atrazindesetil, bentazon,metolaklor-deskloro, MCPP, n,n-dietil-m-toluamid, pesticidi (vsota},
- Na vrtini V-1: metolaklor-deskloro, MCPP,
- Na vrtini V-13: arzen, baker, kobalt, mangan, nikelj, selen, indeks mineralnih olj, pesticidi (vsota), atrazin, bentazon, metolaklor-deskloro, MCPP, n,n-dietil-m-toluamid, prometrin, triadimefon, 2,4-DP,
- Na vrtini IEIPP01: arzen, baker, nikelj, kobalt, selen, vanadij, indeks mineralnih olj, pesticidi (vsota), atrazin, bentazon, MCPP, metolaklor-deskloro, n,n-dietil-m-toluamid, prometrin.

4.2 Meritve emisije snovi v zrak

V večjem delu odlagališča je prisotna aktivna metanogena faza, zaradi česar je potrebno odlagališče odplinjati. Na zaprtem odlagališču Pobrežje je urejeno prisilno odplinjanje telesa odlagališča. Za zajem odlagališčnega plina je sedaj vgrajenih 95 plinjakov (plinskih sond), ki so z zbirnimi plinovodi povezani s plinsko črpalno postajo z baklo. Odlagališčni plin se koristi v plinski elektrarni za proizvodnjo električne energije. V primeru izpada plinske elektrarne se odlagališčni plin vodi na sežig na baklo.

Na odlagališču se izvaja obratovalni monitoring emisij snovi v zrak. Meritve se izvajajo na skupnem vodu za plinskim puhalom.

Pri pregledu poročil emisij snovi v zrak za obdobje 2018-2022 je bilo glede emisij motorja na zaprtem odlagališču Pobrežje je ugotovljeno, da je bila v letu 2019 povprečna izmerjena emisijska koncentracija za formaldehid 30 mg/m^3, mejna vrednost je 25 mg/ m^3. Povprečna izmerjena vrednost masnega pretoka za formaldehid v letu 2019 je bila 1133 g/h, mejna vrednost je 100 g/h. Navedeno pomeni, da je naprava v letu 2019 čezmerno obremenjevala okolje.

Iz zadnjega poročila za leto 2022 preseganje ni bilo zaznano.

Junija 2023 je bil opravljen inšpekcijski pregled sistema odplinjanja zaprtega odlagališča Pobrežje, nepravilnosti niso bile ugotovljene.

Ob pregledu sistema za odplinjane odlagališče (Poročilo servisnega inženirja št. 82_V2/2023), so bila na sistemu za odplinjanje (plinskih sondah in povezovalnih plinovodih) ugotovljene posamezne okvare in poškodbe. Glede na opredelitve glede zahtev ZUNPEOVE in na podlagi pregleda sistema za odplinjanje je na zaprtem odlagališču nenevarnih odpadkov Pobrežje potrebno opraviti vzdrževalna dela na sistemu za zajem odlagališčnega plina. V teku je izdelava projekta vzdrževalnih del: sanacija sistema za zajem odlagališčnega plina (faza PZI).

4.3 Pregledi stanja telesa zaprtega odlagališča odpadkov

Na zaprtem odlagališču se izvajajo redni pregledi stanja telesa zaprtega odlagališča, vzdrževanje in varovanje zaprtega odlagališča. Redno se izvaja vizualne preglede odlagališča, kakor tudi meritve posedanja površne odlagališča. Podatki o vizualnem pregledu stanja odlagališča so izdelani za obdobje od leta 2018 - 2022. Podatki o posedanjih površine odlagališča, ki izhajajo iz geodetskih meritev, so na voljo deloma za obdobje od 1999 do 2006 in za obdobje od 2021 do 2022, za leta 2018, 2019 in 2020 pa so podani le kvalitativni opisi.

Po podatkih za obdobje od 1999 do 2006 so največji posedki znašali 41 cm, kar ustreza povprečni letni hitrosti posedanja 5,8 cm/leto. Ti posedki so bili zabeleženi na skrajnem severnem delu odlagalnega telesa. Naslednji posedki po velikosti so znašali 22,4 cm, kar ustreza povprečnemu letnemu posedku 3,2 cm/leto. Posedanja na ostalih območjih odlagalnega telesa so bila manjša.

Celotni časovni razvoj posedkov po prenehanju odlaganja odpadkov na odlagališču ni poznan. Ničelne referenčne meritve opazovalnih točk so bile ponovno izvedene šele leta 2020 in 2021. V naslednjih letih od 2022 do 2023 so bile glede na referenčne meritve izvedene meritve posedkov. lz zadnje karte posedkov izhaja, da so najvišje hitrosti posedanja prisotne na severnem osrednjem delu odlagalnega telesa. Na tem območju za opazovano obdobje znašajo kumulativni posedki 6,4 cm, kar ustreza povprečni hitrosti posedanja 2,4 cm/leto. Maksimalni posedki so zabeleženi na podobnem območju, kot so bili zabeleženi v obdobju med leti 1999 do 2006. Območje višjih hitrosti posedanja se razteza v smeri proti jugu do roba odlagališča, v tern pasu znašajo najnižji kumulativni posedki do 2,1

cm ali 0,80 cm/leto. Na vzhodnem območju odlagališča so posedki manjši, praviloma ne presegajo kumulativnih vrednosti 3,0 cm ali 1,1 cm/leto.

Na odlagališču so se v obdobje od leta 2018 do 2022 izvajali redni vizualni pregledi površin oziroma telesa odlagališča. Iz poročil o pregledih odlagališča izhaja, da ob pregledih ni bilo zaznanih sprememb, ki bi kazale na zmanjšanje stabilnosti odlagališča in da na površinah odlagališča ni bilo opaženih sprememb. Telo odlagališča se na severni, vzhodni in južni strani naslanja na raščen teren, brežina je le na zahodni strani. Tudi na brežini ob pregledih odlagališča niso bile zabeležene nestabilnosti ali drugi znaki premikov.

5 PREDVIDENA POSTAVITEV SONČNE ELEKTRARNE

5.1 Koncept postavitve sončne elektrarne

Zaprto odlagališče nenevarnih odpadkov Pobrežje zaradi svoje lege in velikosti nudi odlično priložnost za postavitev velike sončne elektrarne in pripadajoče energetske infrastrukture. Za namestitev FV modulov je smiselno uporabiti fiksno nosilno konstrukcijo, ki je dovolj enostavna in robustna, da ne predstavlja dodatnega stroška za obratovanje in vzdrževanje v življenjski dobi sončne elektrarne.

Pri postavitvi FV modulov na površino zaprtega odlagališča odpadkov, je potrebno upoštevati zahtevo po vzdrževanju vegetacije, da ne bi prišlo do prekomerne zaraščenosti ali pa do prekomerne erozije tal. V ta namen je potrebno posebno pozornost posvetiti vegetaciji in upoštevati, da je potrebno namestiti FV module na višino cca. 2 m, kar predstavlja stojno višino, spodnji rob panela pa mora biti tudi zadostno odmaknjen od tal za potrebe vzdrževanja vegetacije.

5.2 Opis podkonstrukcije FV panelov, temeljenje in ostali gradbeni posegi

Predvidena podkonstrukcija FV modulov bo kovinska (jeklena). Predvidoma bo iz vroče cinkanih profilov. Načeloma bo podkonstrukcija sončnih panelov sestavljena iz sekundarnih nosilcev, ki nalegajo na primarne nosilce. Vmes bodo zavetrovanja iz jeklenih vrvi z napenjalci in stabilizacijskimi nogami (odvisno od konstrukcije). Obtežba se iz primarnih nosilcev prenese na stebre in diagonale, iz stebrov pa se nato obtežba prenese v temeljna tla. Pod podkonstrukcijo je potrebna zadostna svetla višina zaradi potreb vzdrževanja. Vsi elementi predvidene konstrukcije so iz jekla kvalitete S235. Izvedbeni razred EXC1 (CC1, SC1, PC1) po SIST EN 1090-2:2018.

Predvideno je temeljenje z gravitacijskimi armirano-betonskimi pasovnimi temelji, ki bodo prostostoječe položeni na predhodno izvedeno tamponsko nasutje oziroma na izravnan teren. Gravitacijski temelji bodo predizdelani v industrijskem obratu in kot že izdelani elementi pripeljani na mesto postavitve. Zaradi mehkega terena bodo ploščate pravokotne oblike s predvidenim prerezom 95x25 cm in dolžine med 3,0 in 4,0 m. Končna velikost temelja je odvisna od končne geometrijske zasnove podkonstrukcije. Temelje se dimenzionira tako, da zagotavljajo mehansko odpornost in stabilnost celotne konstrukcije. Geometrija temelja izhaja iz pogojev za preprečitev dviga, zdrsa in prevrnitve konstrukcije zaradi vetra in prekomernemu posedanju temelja v tla zaradi vertikalnih obtežb (lastna teža, sneg, veter).

Za postavitev centralnih razsmerniških enot, transformatorskih postaj in baterijskih hranilnikov, so predvidene plavajoče betonske plošče.

Na obstoječi površini odlagališča bo zaradi stanja odlagališča predhodno potrebno izvesti nekatere sanacijske posege, na podlagi katerih bo teren pripravljen za postavitev sončne elektrarne, pri čemer bo lokalne višinske razlike na terenu moč premoščati z višinskimi prilagoditvami tipske podkonstrukcije fotovoltaičnih panelov v višini ±20 cm. Med predvidene gradbene posege sodijo potrebna tamponska nasutja z utrjevanjem in izravnavo površin za postavitev gravitacijskih temeljev fotovoltaičnih panelov, drogov nadzorne in varovalne tehnike, ter ureditve primarnih in sekundarnih vzdrževalnih in posluževalnih poti med fotovoltaičnimi paneli.

5.3 Fotovoltaični paneli, baterijski hranilniki, polnilnice za električna vozila

Za naše podnebje in tudi na osnovi izkušenj iz obstoječih FV elektrarn, so tako cenovno kot po izplenu ustrezni FV moduli z monokristalnimi FV celicami.

Na platoju zraven transformatorske postaje bo postavljen plato približno 20 x 10 m. Na platoju bodo nameščeni baterijski moduli hranilnika električne energije vključno s pripadajočimi transformatorji. Zraven baterijskega hranilnika bodo vgrajeni DC – DC konverterji.

Lokacija predvidene sončne elektrarne ZOOP je v neposredni bližini izvoza in uvoza na avtocesto (Maribor – vzhod). Iz tega razloga je na tej lokaciji smiselna postavitev hitrih polnilnih postaj za električna vozila. Predvidena je postavitev 150 kW DC polnilnih postaj. Predvideno je, da se bodo polnilne postaje napajale iz sončne elektrarne, bosta pa ob polnilnicah vgrajena tudi dva transformatorja (2 x 1,6 MVA), ki bosta zagotavljala napajanje polnilnih postaj tudi v primeru, ko ne bo dovolj sonca. Polnilnice so predvidene na meji zemljišča, ob glavni prometni cesti. V prvi fazi je predvidenih 10 hitrih polnilnic (150 kW DC), kasneje še drugih 10. Skupno bi bilo postavljenih torej 20 hitrih polnilnic za električna vozila.

5.4 Različne variante postavitve sončne elektrarne

Izplen sončne elektrarne je odvisen od ustrezne postavitve fotonapetostnih modulov.
Obravnave so bile tri različne variante postavitve sončne elektrarne oziroma postavitve fotovoltaičnih panelov:

- Varianta 1 (VAR_FV 1): usmerjenost modulov na jug, naklon 20°
- Varianta 2 (VAR_FV 2): usmerjenost modulov na jug, naklon 32°
- Varianta 3 (VAR_FV 3): usmerjenost modulov na vzhod - zahod, naklon 10°

VAR_FV 1:

- Naklonski kot panela je 20°.
- Usmerjenost modulov je na jug (0°).
- Površina enega panela je 2,64 m^2.
- Moč predlaganega panela znaša 550 Wp.
- Skupna površina, predvidena za postavitev SE znaša 114.080,2 m^2.
- Ocenjeno je, da bi se na lokaciji lahko inštaliralo 18252 FV panelov kar pomeni skupna inštalirana moč na DC strani 10.04 MWp.
- Izračunana letna proizvodnja znaša 12.265.345 kWh

VAR_FV 2:

- Naklonski kot panela je 32°.
- Usmerjenost modulov je na jug (0°).
- Površina enega panela je 2,64 m^2.
- Moč predlaganega panela znaša 550 Wp.
- Skupna površina, predvidena za postavitev SE znaša 114.080,2 m^2.
- Ocenjeno je, da bi se na lokaciji lahko inštaliralo 15380 FV panelov kar pomeni skupna inštalirana moč na DC strani 8.459 MWp.
- Izračunana letna proizvodnja znaša 11.288.224 kWh

VAR_FV 3:

- Naklonski kot panela je 10°.
- Usmerjenost modulov je na vzhod – zahod (90° in -90°).
- Površine enega panela je 2,64 m^2.
- Moč predlaganega panela znaša 550 Wp.
- Skupna površina, predvidena za postavitev SE znaša 114.080,2 m^2.
- Ocenjeno je, da bi se na lokaciji lahko inštaliralo 24024 FV panelov kar pomeni skupna inštalirana moč na DC strani 13.21 MWp.
- Izračunana letna proizvodnja znaša 14.847.430 kWh

6 STABILNOSTNA ANALIZA ODLAGALIŠČA

Za potrebe kontrole stabilnosti brežin v obstoječem stanju in stanju po postavitvi fotovoltaičnih panelov smo izdelali stabilnostne analize. Analize s programom SLIDE2 smo opravili po metodi mejnih ravnovesij, skladno s standardom SIST EN 1997-1:2005. V izračunu smo uporabili različne metode (korigirana Janbujeva in pa GLE/Morgenstern-Price metoda) z algoritmom za samodejno iskanje in optimizacijo kritičnih poligonalnih drsin. Analizirali smo prečni prerez, ki se seka brežino na zahodni strani odlagališča. Maksimalna višina brežine znaša do 13m, naklon pa do 2:3 (33,7°).

Materialne parametre odpadkov smo ocenili s pomočjo strokovne literature (D.E. Daniel: *Geotechnical Practice for Waste Disposal*; Reddy et. al.: *Geotechnical Properties of Municipal Solid Waste at Different Phases of Degradation*). Literatura podaja geomehanske karakteristike različnih tipov in oblik odpadkov. Literatura tudi navaja, da s staranjem in degradacijo odpadkov njihova kohezija upada, medtem ko strižni kot in prostorninska teža naraščata. Ker podatki o tipu in stanju odpadkov niso na voljo, smo za trdnostne karakteristike izbrali najbolj konzervativne vrednosti, ki veljajo tako za sveže kot tudi za stare odpadke:

γ = 11 kN/m^3

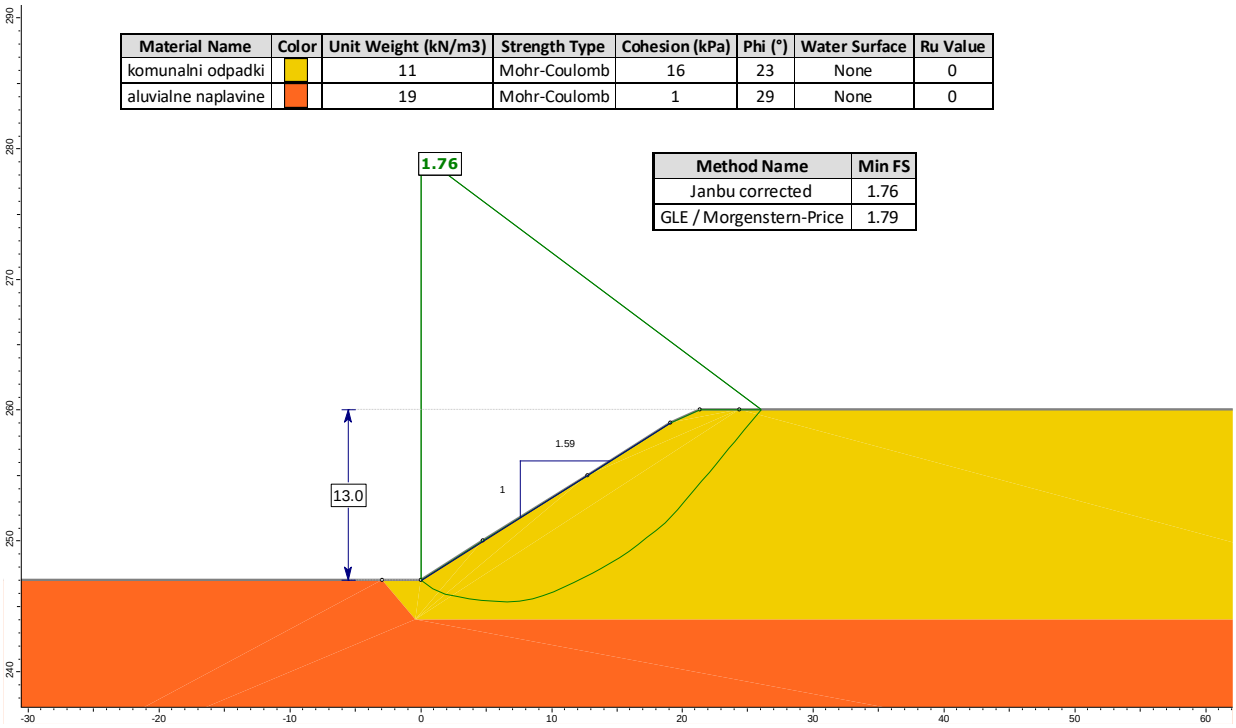
c = 16 kPa

φ = 23°

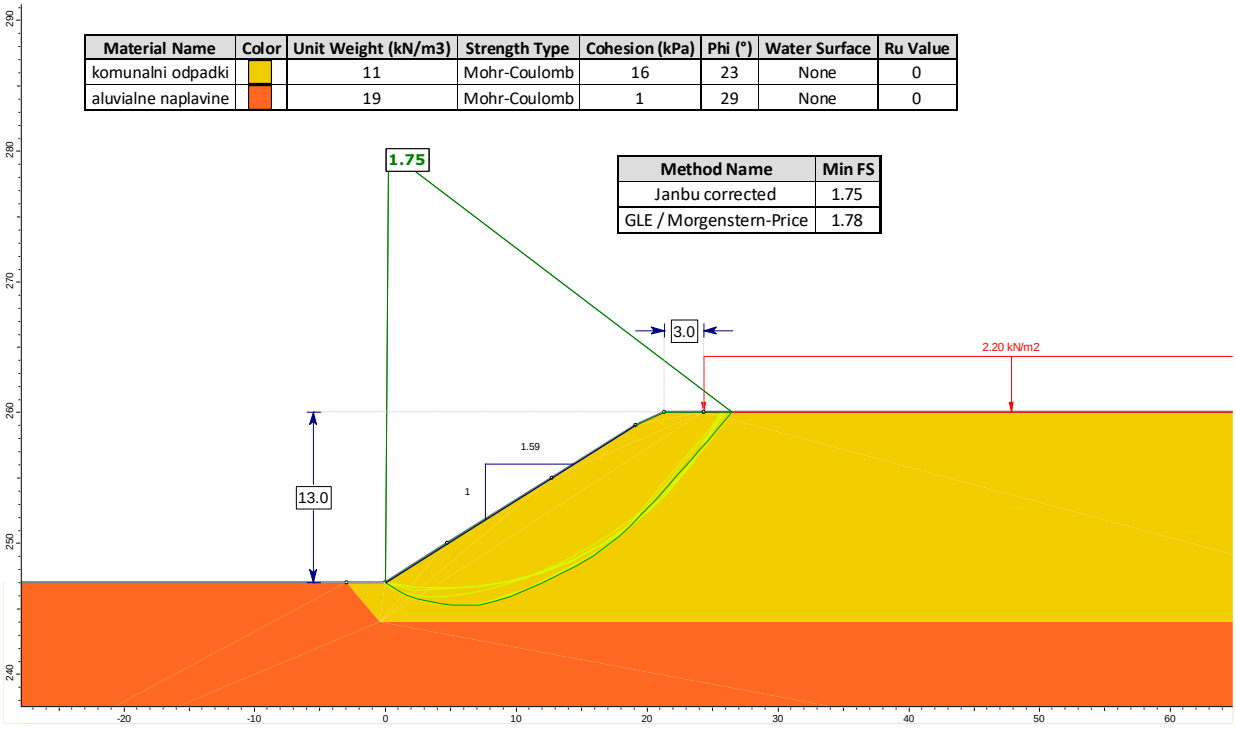
Podatki o sestavi tal pod deponijo nam ravno tako niso bili na voljo, zato smo jih povzeli po Osnovni geološki karti. Območje Dravskega polja gradijo aluvialne naplavine iz gline, melja ter peščenega proda. Karakteristike naplavin smo ocenili na podlagi izkušenj ter arhivskih preiskav na širšem območju.

Predvideno je, da bodo fotovoltaični paneli postavljeni na AB pasovnih temeljih 0,55×3,0m in višine 0,40m ter na razmiku 2,80m. Obtežbo panelov in nosilne podkonstrukcije smo ocenili na podlagi prospektov proizvajalca in jo ocenjujemo na 2kN na posamezni temelj. Lastna teža posameznega temelja znaša 16,5kN. Pri širini temeljev 3,0m ter medosnem razmiku 2,8m, skupno površinsko obtežbo fotovoltaike ocenjujemo na q=2,20kPa. Fotovoltaični paneli so postavljeni minimalno 3m od roba brežine.

V stabilnostnih analizah smo uporabili karakteristične (nefaktorirane) materialne parametre (γ_M=1,00). Potrebni faktor varnost znaša Fs>1,25, medtem ko faktor varnosti Fs≈1,00 predstavlja brežino na meji stabilnosti. Iz rezultatov analiz na slikah 6 in 7 je razvidno, da je stabilnost brežine deponije v obstoječem stanju zadostna (Fs=1,76). Po namestitvi panelov se njena stabilnost malenkostno zniža (Fs=1,75), tako da je koeficient stabilnosti še vedno več kot zadosten. Na osnovi analiz lahko torej zaključimo, da načrtovani ukrep ne bo ogrozil stabilnosti brežin odlagališča.



Slika 6: Stabilnostna analiza obstoječega stanja.



Slika 7: Stabilnostna analiza po namestitvi panelov.

7 OPREDELITEV DO ZAHTEV ZUNPEOVE

Zakon o uvajanju naprav za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije (ZUNPEOVE), Ur. List RS, št. 78/23, je pričel veljati 03.08.2023. V 1. odstavku 64. členu navedenega Zakona so podane posebnosti postavitve fotonapetostnih naprav na zaprtih odlagališčih. Na območju obstoječega zaprtega odlagališča odpadkov se lahko izvajajo posegi, potrebni za postavitev in obratovanje fotonapetostnih naprav in vetrnih proizvodnih naprav, če je te posege mogoče izvesti tako, da se med postavitvijo in obratovanjem naprav in opreme:

1. ne ogroža stabilnosti odlagališča;
2. zagotovi, da sistem tesnjenja in sistem odplinjanja odlagališča izpolnjujeta svoje funkcije;
3. zagotovi izvajanje obratovalnega monitoringa in pregledov telesa odlagališča, kot ju zahtevajo predpisi s področja varstva okolja in okoljevarstveno dovoljenje;
4. ne ovira vzdrževanje površine telesa zaprtega odlagališča ali obratovanje in vzdrževanje napeljav, naprav in delov odlagališča, potrebnih za njegovo obratovanje;
5. omogoča izvajanje vseh drugih obveznosti iz predpisov, ki urejajo varstvo okolja in okoljevarstvenega dovoljenja za zaprto odlagališče;
6. temelji izvedejo le površinsko, pri čemer se zagotovi, da so temelji najmanj 100 cm odmaknjeni od zgornjega roba drenažnega sloja odlagališča odpadkov, razen za obstoječa zaprta odlagališča odpadkov, za katera je bil v skladu s predpisom o odlaganju odpadkov ob zapiranju odlagališča odobren drugačen način zapiranja;
7. vsi vodi izvedejo površinsko;
8. zagotovi, da so naprave in oprema od plinjakov in merilnih mest za izvajanje obratovalnega monitoringa oddaljene v radiju najmanj 3 metrov in
9. zagotovijo ukrepi varstva pred požarom.

V nadaljevanju podajamo opis izvedbe in opredelitev do posameznih zahtev ZUNPEOVE pri postavitvi in obratovanju sončne elektrarne na zaprtem odlagališču Pobrežje.

1. V sklopu načrta je bila izdelana stabilnostna analiza brežine odlagališča v obstoječem stanju in stanju po postavitvi fotovoltaičnih panelov. Iz rezultatov analiz je razvidno, da je stabilnost brežine odlagališča v obstoječem stanju zadostna (Fs=1,76). Po namestitvi panelov se njena malenkostno zniža (Fs=1,76), tako da je koeficient stabilnosti še vedno več kot zadosten. Na osnovi analiz lahko torej zaključimo, da načrtovani ukrep ne bo ogrozil stabilnosti brežin zaprtega odlagališča.

2. Postavitev sončne elektrarne ne zahteva klasične gradnje. Fotonapetostni moduli bodo postavljeni na kovinsko podkonstrukcijo, ki bo postavljena na armirano-betonske pasovne temelje. Temelje se postavlja na predhodno utrjeno tamponsko podlago, ki se izvede na obstoječo površino odlagališča, brez poseganja v telo odlagališča. Gradnja se izvaja na zgornjem platoju odlagališča, kjer so odloženi odpadki prekriti s tesnilnim in rekultivacijskim slojem. S predvidenim načinom temeljenja se ne bo posegalo v tesnilne in prekrivne sloje zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov. Odplinjanje odlagališča je aktivno z zajemom plina preko vertikalnih plinjakov in povezavo na baklo za sežig plina in plinsko elektrarno za proizvodnjo električne energije.

Predvidena postavitev sončne elektrarne ne posega v območje plinjakov in plinskih povezav. Po postavitvi sončne elektrarne bosta sistem tesnjenja in sistem odplinjanja odlagališča še naprej izpolnjevala svoje funkcije.

3. Postavitev sončne elektrarne ne bo vplivala na možnost izvajanja obratovalnega monitoringa in izvajanja pregledov telesa odlagališča, kot ju zahtevajo predpisi s področja varstva okolja in okoljevarstveno dovoljenje.

4. Po postavitvi sončne elektrarne bo omogočeno vzdrževanje površine telesa zaprtega odlagališča, obratovanje in vzdrževanje napeljav, naprav in delov odlagališča, potrebnih za njegovo obratovanje. Z ureditvijo dostopov na zgornjo površino in odmiki med paneli bo omogočena košnja, morebitna dodatna nasutja in izravnave posedkov, sanacija brežine, ne bo ovirano niti vzdrževanje sistema za zajem in odvajanje padavinskih vod in sistema odplinjanja odlagališča.

5. Po postavitvi sončne elektrarne bo še naprej omogočeno izvajanje vseh drugih obveznosti iz predpisov, ki urejajo varstvo okolja in okoljevarstvenega dovoljenja za zaprto odlagališče.

6. Predvideno je temeljenje z gravitacijskimi armirano-betonskimi pasovnimi temelji, na katere se postavlja fotovoltaične panele. Temelji bodo izvedeni površinsko na predhodno vgrajeno in utrjeno tamponsko podlago, ki se izvede na obstoječo površino odlagališča, brez poseganja v telo odlagališča. Za zaprto odlagališče Pobrežje je skladno z izdano Odločbo za zaprto odlagališče odobreno prekritje po dokumentu Poročilo o izvedenih predpisanih ukrepih za zaprtje odlagališča za nenevarne odpadke Pobrežje (IEI, d.o.o., št. 6D-T64-dopolnitev, junij 2006) v naslednji sestavi: odpadki, izravnalni sloj debeline 0,5 cm inertnega materiala, 0,4 m debela plast gline s prepustnostjo 10^{-8} m/s in rekultivacijski sloj zemljine v debelini 0,4 m. Temelji bodo postavljeni na tamponsko nasutje debeline 20 cm. Drenažni sloj ni vgrajen, zato pogoja, da so temelji najmanj 100 cm odmaknjeni od zgornjega roba drenažnega sloja odlagališča odpadkov, ni mogoče izpolniti. Kljub temu je izvedba skladna z zahtevo 6. točke 1. odstavka 64. člena ZUNPEOVE, ki navaja: »razen za obstoječa zaprta odlagališča odpadkov, za katera je bil v skladu s predpisom o odlaganju odpadkov ob zapiranju odlagališča odobren drugačen način zapiranja«.

7. Vsi vodi in inštalacije, potrebne za obratovanje sončne elektrarne, bodo izvedeni površinsko.

8. Naprave in oprema so od plinjakov in merilnih mest za izvajanje obratovalnega monitoringa oddaljene v radiju najmanj 3 metre.

9. Zagotovljeni bodo ukrepi varstva pred požarom. Napeljave, ki bodo položene po zemljišču, bodo zaščitene pred mehanskimi poškodbami in glodavci. Potrebna je redna košnja in ostranitev rastja. Nosilna konstrukcija modulov in drugih naprav je negorljiva, po montaži je potrebna odstranitev gorljivih materialov. Zagotovljene morajo biti dostopne poti in delovne površine za gasilce in gasilska vozila. Generatorska polja morajo biti oblikovana kot ločeni požarni sektorji, moduli pa odmaknjeni od izpustov plina za najmanj 3 m.

8 UKREPI ZA ZMANJŠANJE IN ODPRAVO ŠKODLJIVIH VPLIVOV

Iz poročil o izvajanju obratovalnega monitoringa za zadnjih pet let in Strokovnega mnenja glede čezmerne obremenitve okolja in škodljivih vplivov odlagališča odpadkov Pobrežje na okolje (NLZOH, Center za okolje in zdravje, Maribor, št. 2820-23/109237-23/1, december 2023) izhaja, da obstoječe zaprto odlagališče nenevarnih odpadkov Pobrežje čezmerno obremenjuje okolje.

Skladno s 3. odstavkom 64. člena ZUNPEOVE je potrebno pripraviti načrt ukrepov za zmanjšanje in odpravo čezmernega obremenjevanja in škodljivih vplivov odlagališča na okolje, pri čemer se posebno pozornost nameni preprečevanju vstopa padavinske vode v telo odlagališča odpadkov.

V nadaljevanju skladno s 3. odstavkom 64. člena ZUNPEOVE podajamo predlog ukrepov za zmanjšanje in odpravo čezmernega obremenjevanja in škodljivih vplivov odlagališča odpadkov na podzemne vode, s poudarkom na preprečevanju vstopa padavinske vode v telo odlagališča odpadkov.

Predlagane so tri variante ukrepov na prekrovu odlagališča:

- Ukrep varianta 1 (VAR_P1): Ohranitev obstoječega prekrova
- Ukrep varianta 2 (VAR_P2): Vgradnja dodatnega sloja gline
- Ukrep varianta 3 (VAR_P3): Vgradnja tesnilne folije, izvedba dodatnega tesnjenja bokov in berm odlagališča

Vsaka od treh variant se kombinira z izvedbo (ali neizvedbo) ukrepa zbiranja in kontroliranega odvajanja padavinske vode, ki pade na FV panele preko sistema koritnic in odvodnikov. Pri tem VAR_P1 brez izvedbe odvodnje ni ovrednotena, ker je enaka današnjemu stanju.

Na infiltracijo vpliva tudi varianta postavitve FV panelov, kot je prikazano pri rezultatih, zato lahko način postavitve panelov prav tako upoštevamo kot ukrep za zmanjšanje infiltracije.

Za prikaz medsebojnih učinkov ukrepov so v nadaljevanju rezultati podani v tabelah, kjer so v stolpcih podane variante postavitve FV panelov, v vrsticah pa variante ukrepov na prekrovu. Prvi stolpec tabel od poglavja 8.5.2 naprej predstavlja podvariante, pri katerih se odvodnja padavinske vode s panelov ne izvede.

8.1 Ukrep VAR_P1- Ohranitev obstoječega prekrova (z vgradnjo koritnic za zbiranje padavinske vode s panelov)

Postavitev panelov je predvidena na pretežnem delu zgornje zaključene površine odlagališča, tako da padavinska voda neposredno pod paneli ne bo prišla v stik s površino odlagališča. Padavinska voda, ki bo padla na panele, pa bo na najnižjem robu koncentrirano odtekala na površino odlagališča in s tem lahko povzročila zastajanje vode na površini, koncentrirane odtoke, odnašanje prekrivnega sloja in potencialno možnost pronicanja v telo odlagališča.

Predlog je, da se na spodnjem robu panelov izvede zajem padavinskih vod s koritnicami, ki se jih odvede v obstoječi sistem za zajem in odvajanje padavinskih vod z odlagališča. Na ta način voda s panelov ne more vstopiti v vodno bilanco odlagališča, posledično se tvori manj izcednih voda zaradi vertikalnega precejanja voda.

Na podlagi geodetskega posnetka in ogleda stanja na odlagališču ugotavljamo, da zaključena površina odlagališča na vsem območju ni v celoti urejena z nakloni za odtekanje padavinskih vod v obodni ponikovalni jarek, saj na nekaterih delih padavinska voda zastaja. Pred postavitvijo panelov in vgradnjo kanalet za zajem padavinskih vod s panelov, je potrebno najprej vzpostaviti ustrezne naklone površine proti ponikovalnim jarkom z nasutjem

zemeljskega materiala, utrditi površine pred vgradnjo tamponskega nasipa in nadvišati nekatere plinjake. V primeru, da zaradi velikih razdalj ni mogoče urediti generalnih naklonov površine proti jarkom, se lahko izvede tudi vmesne prečne naklone površine z vgradnjo drenažnih jarkov in zajemom vod z drenažnimi cevmi. Izvedba je odvisna tudi od zahtev po ureditvi površin za potrebe kasnejše postavitve panelov.

Za VAR_FV 1 in VAR_FV 2 postavitve panelov je predvidena vgradnja koritnic na vsaki liniji postavitve panelov. Za VAR_FV 3 postavitve panelov pa zaradi specifike postavitve ni mogoče vgraditi kanalet na posameznih linijah panelov, niti med njimi (razmak panelov 0,6 m). Za to varianto je bila ocenjena možnost zajema padavinskih vod s panelov samo na robovih posameznih območij panelov.

Koritnice se vgrajuje na utrjeno površino odlagališča, z ustreznim naklonom proti obodnemu ponikovalnemu jarku. Pred iztokom v ponikovalni jarek se linije koritnic združuje v jaških, na delu, kjer so paneli v bližini in koritnice v bližini jarka, pa se izvede neposredni iztok v obodni ponikovalni jarek. V sklopu izvedbe sistema za zajem padavinskih vod s panelov je potrebno urediti tudi ponikovalni jarek (poglobitev, utrditev, čiščenje) in izvesti iztoke iz koritnic. Na delu, kjer je predvidena postavitev panelov na območju obstoječega jarka, pa ga je potrebno prestaviti in urediti na novo.

Izvedbo zajema padavinskih vod s panelov oz. koritnic je potrebno prilagoditi izvedbi temeljev za postavitev panelov in na osnovi izbrane variante postavitve panelov izdelati izvedbeni projekt, hidravlični izračun in dimenzioniranje sistema.

8.2 Ukrep VAR_P2– Vgradnja dodatnega sloja gline

Na zaprtem odlagališču Pobrežje je bil v sklopu zapiralnih del vgrajen tesnilni in rekultivacijski sloj v naslednji sestavi: odpadki, izravnalni sloj debeline 0,5 cm inertnega materiala, 0,4 m debela plast gline s prepustnostjo 10-8 m/s in rekultivacijski sloj zemljine v debelini 0,4 m. Odpadki so odloženi v opuščeni gramoznici, pred pričetkom odlaganja odpadkov dno odlagališča ni bilo zatesnjeno. Zaradi vpliva odlagališča na podzemne vode je potrebno izvesti dodatno tesnjenje površine odlagališča in s tem preprečiti oziroma omejiti infiltracijo padavinskih vod v odložene odpadke in tvorbo izcednih vod, ki se neovirano pretakajo v podtalje.

Dodatni tesnilni sloj se lahko izvede z vgradnjo dodatnega sloja gline s prepustnostjo 10^{-8} m/s. Predlagana je vgradnja dodatnega sloja gline v debelini 60 cm.

Pred vgradnjo dodatnega sloja gline je potrebno odstraniti vgrajen rekultivacijski sloj 0,4 m in ga skladiščiti na lokaciji za kasnejšo ponovno vgradnjo. Glino se vgrajuje v slojih po 20 cm in sproti utrjuje. Po vgradnji gline se na površine ponovno vgradi rekultivacijski sloj, ki je bil predhodno odstranjen in dodaten rekultivacijski sloj zemljine, tako da je skupna debelina rekultivacijskega sloja 0,5 m. Ob vgradnji rekultivacijskega sloja se uredi površine z nakloni za odvajanje padavinskih vod v obodne ponikovalne jarke. Pred vgradnjo tamponskega nasipa je potrebno utrditi površine in nadvišati nekatere plinjake. V primeru, da zaradi velikih razdalj ni mogoče urediti generalnih naklonov površine proti jarkom, se lahko izvede tudi vmesne prečne naklone površine z vgradnjo drenažnih jarkov in zajemom vod z drenažnimi cevmi. Izvedba je odvisna tudi od zahtev po ureditvi površin za potrebe kasnejše postavitve panelov.

Pri ukrepu – VAR_P2 se lahko izvede samo dodatno prekritje s slojem gline ali pa dodatno prekritje s slojem gline in zajemom padavinskih vod na spodnjem robu panelov s koritnicami.

8.3 Ukrep VAR_P3 – Vgradnja tesnilne folije

Za preprečitev oziroma omejitev infiltracije padavinskih vod v odložene odpadke se dodatni tesnilni sloj lahko izvede tudi z vgradnjo tesnilne PEHD folije. Predlagana je vgradnja dodatnega umetnega tesnilnega sloja: zaščitni geotekstil 1.200 g/m^2, PEHD folije, 2,5 mm, drenažni geokompozit. Tesnilne sloje se polaga in spaja skladno z navodili proizvajalca. Drenažni geokompozit se na robovih zaključuje z iztokom v obodne ponikovalne jarke.

Pred vgradnjo dodatnega tesnilnega sloja je potrebno odstraniti vgrajen rekultivacijski sloj 0,4 m in ga skladiščiti na lokaciji za kasnejšo ponovno vgradnjo. Po vgradnji tesnilnih slojev se na površine ponovno vgradi rekultivacijski sloj, ki je bil predhodno odstranjen in dodaten rekultivacijski sloj zemljine, tako da je skupna debelina rekultivacijskega sloja 0,5 m. Ob vgradnji rekultivacijskega sloja se uredi površine z nakloni za odvajanje padavinskih vod v obodne ponikovalne jarke. Pred vgradnjo tamponskega nasipa je potrebno utrditi površine in nadvišati nekatere plinjake. V primeru, da zaradi velikih razdalj ni mogoče urediti generalnih naklonov površine proti jarkom, se lahko izvede tudi vmesne prečne naklone površine z vgradnjo drenažnih jarkov in zajemom vod z drenažnimi cevmi. Izvedba je odvisna tudi od zahtev po ureditvi površin za potrebe kasnejše postavitve panelov.

Pri ukrepu – VAR_P3 se lahko izvede samo dodatno prekritje s tesnilno folijo ali pa dodatno prekritje s tesnilno folijo in zajemom padavinskih vod na spodnjem robu panelov s koritnicami. Zaradi majhnih naklonov se pri vgradnji tesnilne folije in postavitve FV panelov po VAR_FV 3 pričakuje zastajanje vode nad dodatnim tesnilnim slojem.

8.4 Vodnobilančna analiza, ocena stroškov izvedbe in učinka predlaganih ukrepov

Za potrebe vodnobilančne analize so bili upoštevani trije scenariji ukrepov in sicer:

- VAR_P1: današnja nespremenjena struktura odlagališča, kot je bila predhodno podana,
- VAR_P2: z dodatno 60 cm plastjo gline in
- VAR_P3: z dodatnim HDPE tesnilnim slojem.

Za vsako od variant je bil ob tem dodatno vrednoten ukrep zbiranja in kontroliranega odvajanja padavinske vode, ki pade na FV panele.

Hidrogeološke lastnosti posameznih plasti so ocenjene, saj zanje ne obstajajo rezultati terenskih meritev. Hidravlične lastnosti obravnavanih materialov, ki predstavljajo vhodne podatke za model, prikazuje Tabela 2. Pri tem niso upoštevane tiste inženirske plasti, ki imajo predvsem stabilnostno ali ločilno vlogo, ne vplivajo pa bistveno tudi na tok precejajoče se podzemne vode (npr. ločilni geosintetiki, geosintetične mreže).

Tabela 2: Reprezentativen koeficient prepustnosti posameznih plasti prekrova odlagališča glede na debeline posameznih plasti po različicah izvedbe prekrova odlagališča. .

Material	Reprezentativna debelina plasti po variantah [m]			Koeficient prepustnosti [m/s]
	VAR_P1	VAR_P2	VAR_P3	
Rekultivacijska plast	0,4	0,5	0,5	$5{,}0\times10^{-6}$
HDPE – tesnilni sloj	/	/	0,001	$2{,}0\times10^{-15}$
Dodatni sloj gline	/	0,6	/	$3{,}6\times10^{-8}$
Glina	0,4	0,4	0,4	$3{,}6\times10^{-8}$
Izravnalna plast – inertni material	0,5	0,5	0,5	$1{,}7\times10^{-5}$
Odpadki	12	12	12	$1{,}0\times10^{-5}$

Tabela 3 podaja variante postavitve FV panelov, do katerih se v kombinaciji z variantami izvedbe dodatnih zaščitnih plasti na platoju opredeljujemo v vodnobilančni analizi. Največja pokritost s paneli je pri varianti VAR_FV3, in sicer znaša 55 % površine odlagališča, na kateri je predvidena postavitev sončne elektrarne.

Tabela 3: Variante postavitve FV panelov (opredeljeno z grafičnih prilog postavitve panelov za različne variante) .

Varianta 1 postavitve FV panelov (VAR_FV1)

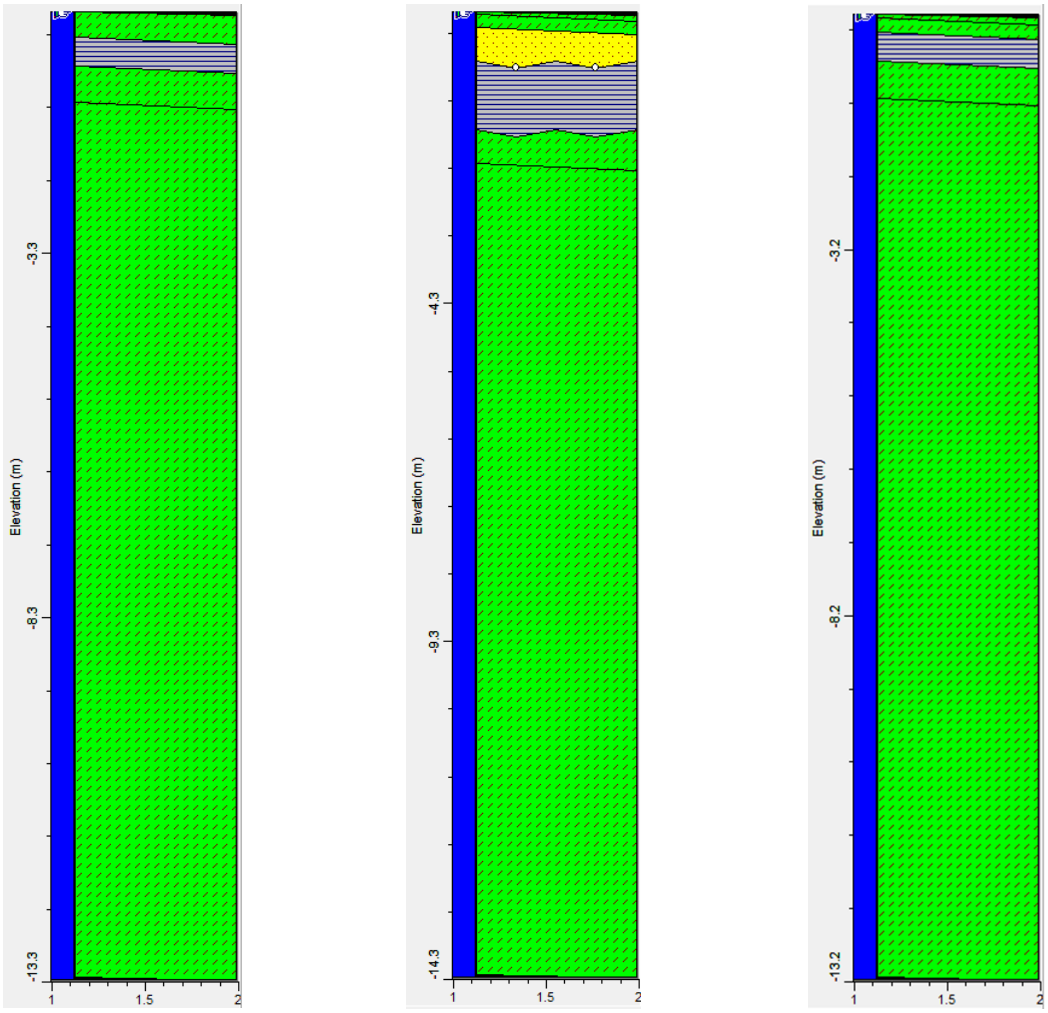
Površina panela [m^2]	št. panelov (upoštevamo blok 4 panelov)	Skupna površina panelov [m^2]	Skupna površina postavitev panelov [m^2]	Delež pokritosti [%]
9,83	4571	44932,93	114080,23	39,38

Varianta 2 postavitve FV panelov (VAR_FV2)

Površina panela [m^2]	št. panelov (upoštevamo blok 4 panelov)	Skupna površina panelov [m^2]	Skupna površina postavitev panelov [m^2]	Delež pokritosti [%]
8,91	3845	34258,95	114080,23	30,03

Varianta 3 postavitve FV panelov (VAR_FV3)

Površina panela [m^2]	št. panelov (upoštevamo blok 8 panelov)	Skupna površina panelov [m^2]	Skupna površina postavitev panelov [m^2]	Delež pokritosti [%]
20,84	3010	62728,4	114080,23	54,99



Slika 8: Grafična predstavitev modeliranih profilov prekrova odlagališča (levo: obstoječe stanje – rekultivacijska plast, glina, izravnalna plast, odpadki; sredina: plato z dodatnim slojem gline – zg. sloj, tampon FV, rekultivacijski sloj, dodatni sloj gline, izravnalna plast in odpadki; desno: plato z dodatnimi tesnilnimi sloji (zg. sloj, tampon FV, zaščitni geotekstil 1200 g/m^2, drenažni geokompozit, HDPE folija, glina, izravnalna plast, odpadki)). Pri izračunih smo upoštevali še različne variante postavitve FV panelov.

8.5 Rezultati vodnobilančne analize po izvedbi dodatnih ukrepov na prekrovu in postavitvi FV panelov

V nadaljevanju so predstavljeni rezultati vodnobilančne analize za opredelitev vplivov izvedbe:

- različnih vrst prekrivke odlagališča:
  - današnja prekrivka,
  - dodatna tesnitev z glino in
  - dodatna tesnitev z umetnimi folijami;
- samih FV panelov v treh različnih variantah postavitve

8.5.1 Perkolacija v vodonosnik pri različnih vrstah prekrivke

Bilančna analiza je bila izvedena na podlagi konstrukcije prekrivke, lastnosti materialov prekrivke, predvidenih variant postavitve panelov ter realnih razpoložljivih vremenskih podatkov. V okviru analize so bili določeni naslednji bilančni parametri:

- padavine (vhodni podatek)
- površinski odtok
- evapotranspiracija
- lateralni podpovršinski odtok nad tesnilno plastjo
- perkolacija skozi dno prekrivke v telo odlagališča

Izračunali smo vodno bilanco za 3 variante izvedbe prekrova, vsakokrat smo ločeno po posameznih variantah postavitve FV panelov upoštevali še učinek zbiranja in odvajanja padavinske vode, ki pade na panele. VAR_P1 predstavlja današnje stanje, torej brez dodatnih plasti. V VAR_P2 je predvidena dodatna plast gline in VAR_P3 pa temelji na prekrivanju z umetnimi folijami, torej HDPE z drenažnim geokompozitom.

Tabela 4: Rezultati vodnobilančne analize na odlagališču Pobrežje za različne variante prekrovov (brez upoštevanja postavitve FV panelov in zbiranja padavinske vode z njih).

	VAR_P1 (brez dodanih plasti)		**VAR_P2** (glina)		**VAR_P3** (HDPE)	
Vodnobilančni parameter	**Letna količina [m]**	**Delež [%]**	**Letna količina [m]**	**Delež [%]**	**Letna količina [m]**	**Delež [%]**
Padavine	0,966	100 %	0,966	100 %	0,966	100 %
Površinski odtok	0,029	3 %	0,026	3 %	0,027	3 %
ETR	0,498	52 %	0,484	50 %	0,451	47 %
Lateralna drenaža Lay3	0	0 %	0,142	15 %	0,429	44,5 %
Perkolacija v telo odlagališča	0,438	45,3 %	0,314	33 %	0,059	6,1 %

Pretok			
Perkolacija [m^3/leto]	49944,32	35848,95	6763,82
[l/s]	**1,58**	**1,14**	**0,21**

Opravljena bilančna analiza na odlagališču Pobrežje daje v prvem koraku osnovni vpogled v hidravlično učinkovitost že izvedene prekrivke (VAR_P1). Današnja perkolacija v telo odlagališča, brez panelov oziroma zbiranja vode iz panelov tako znaša 1,58 l/s.

Analizirana je bila tudi perkolacija v telo odlagališča ob izvedenih dodatnih tesnilnih plasti – gline v VAR_P2 in HDPE v VAR_P3. Pričakovano je s tega vidika dodatna plast HDPE najučinkovitejša, saj zmanjša perkolacijo v telo odlagališča kar za 86 % glede na trenutno stanje.

8.5.2 Perkolacija v vodonosnik pri različnih postavitvah FV panelov in ureditvah prekrivke

Postavitev panelov je predvidena na pretežnem delu zgornje zaključene površine odlagališča v velikosti 114080,23 m^2, tako da padavinska voda neposredno pod paneli ne bo prišla v stik s površino odlagališča. Površine, ki bodo prekrite z na novo postavljenimi paneli, se razlikujejo med posameznimi variantami. Padavinska voda, ki bo padla na panele, bi ob odsotnosti izvedbe zbiranja odpadne vode na najnižjem robu koncentrirano odtekala na površino odlagališča in s tem lahko povzročila zastajanje vode na površini, koncentrirane odtoke, odnašanje prekrivnega sloja in še lažje pronicanje v telo odlagališča.

Za zbiranje vode s panelov se ob upoštevanju tehnične izvedljivosti in stroškovne učinkovitosti predvideva izvedba betonskih koritnic na tleh pod/ob panelu. Glede na gostoto postavitve panelov in s tem tudi koritnic, se ločen dodatni sistem za zajem padavinskih vod s preostalih površin ne predvideva. Koritnice je potrebno vgrajevati z naklonom min. 3 %. Koritnice med paneli je na koncih potrebno povezati v jaške in naprej po koritnicah ali ceveh v obodne jarke. Jaški na površini odlagališča so problematični zaradi diferencialnih posedkov. Koritnic pri varianti 3 (VAR_FV3) postavitve panelov, zaradi njihove razporeditve, sicer ni mogoče vgraditi v liniji.

Zajeta padavinska voda iz panelov tako ne more vstopiti v vodno bilanco odlagališča, posledično se tvori manj izcednih voda zaradi manjšega vertikalnega precejanja voda.

Obravnavamo tri variante postavitve fotovoltaičnih panelov, pri čemer je pokritost s paneli, kot prikazuje tudi zgornja tabela, pri:

- VAR_FV1: 39 %,
- VAR_FV2: 30 % in
- VAR_FV3: 55 %.

Efektivna površina platoja odlagališča, na katerega po izvedbi FV panelov lahko padejo padavine, se tako ustrezno zmanjša.

Pri izračunih smo sicer upoštevali povečanje infiltracijskih površin za faktor 1,2, saj je zaradi delovanja vetra ob padavinah, kakor tudi razpršenja kapljic ob stiku s tlemi, dejanska površina, kamor se lahko infiltrirajo padavine, nekoliko večja. Ocenjeni varnostni faktor obsega tudi povečano infiltracijo, ki nastane, ko se pod in predvsem med FV paneli stanje zarasti in s tem zmožnost transpiracije zmanjša. Ob upoštevanju 20 % faktorja za povečanje površine, ki se omočijo med padavinami, so bile določene površine pri posameznih variantah postavitve FV panelov (glede na podatke, kot jih prikazuje Tabela 3).

- VAR_FV1: 73 %
- VAR_FV2: 84 %
- VAR_FV3: 54 %

Vodnobilančna slika telesa odlagališča se po postavitvi FV panelov spremeni, kot prikazuje spodnja tabela, pri čemer upoštevamo vse zgoraj opisane ukrepe. Ugotovljeno je bilo, da ima poleg vrste ureditve prekrivke bistven učinek na vodno bilanco sama razporeditev FV panelov. Vplive posamezne od treh variant postavitve FV panelov na zmanjšanje perkolacije v telo odlagališča, podaja Tabela 5.

V prvih dveh stolpcih so za primerjavo podane ocenjene vrednosti perkolacije, kot bi bile v primeru postavljenih panelov, vendar brez zbiranja padavinske vode z njih.

Tabela 5: Perkolacija za stanje po postavitvi FV panelov na odlagališču Pobrežje (brez in z zbiranjem padavinskih vod na panelih).

Perkolacija [l/s]	Brez zbiranja padavinske vode		VAR_FV 1 postavitve FV panelov		VAR_FV 2 postavitve FV panelov		VAR_FV 3 postavitve FV panelov	
	l/s	Delež [%]	l/s	Delež [%]	l/s	Delež [%]	l/s	Delež [%]
VAR_P1 (današnja prekrivka)	-	-	1,15	73	1,33	84	0,86	54
VAR_P2 (dodatna glina)	1,14	72	0,83	52	0,95	60	0,61	39
VAR_P3 (prekrivanje s folijami)	0,21	14	0,16	10	0,18	11	0,12	7

Rezultati kažejo na velik razpon dobljene učinkovitost ukrepov oz. kombinacije ukrepov. Tako ima največji učinek na zmanjševanje perkolacije izvedba HDPE ob postavitvi panelov po varianti VAR_FV3 - vrednost perkolacije v tem primeru pade na 7% današnje vrednosti. Na drugi strani tega razpona je zgolj postavitev FV panelov po varianti postavitve VAR_FV2, kar zmanjša perkolacijo na 84% današnje vrednosti.

V splošnem se najboljše učinke dosega z izvedbo dodatnega prekrivanja z umetnimi folijami, vrednosti tako padejo na med 7 in 11% današnje perkolacije. Takšna varianta prekrivanja praktično pomeni izvedbo novega prekrova, saj funkcionalnost obstoječih elementov prekrova v celoti prevzamejo novi elementi (tesnitve, zbiranja in odvajanja padavinske vode). Ob odprtih vprašanjih možnosti nadaljnjega delovanja plinske elektrarne pri izvedbi takšne variante tesnitve ter finančnem vidiku izvedbe, je dane rezultate potrebno gledati predvsem v smislu največjih možnih učinkov zmanjšanja perkolacije, v kolikor se skladno s priporočili zakonodaje sanacijski ukrepi usmerjajo predvsem v prekrivko.

Ostale različne kombinacije ukrepov kažejo, da bi lahko perkolacijo v podzemne vode in s tem emisije, prepolovili. Tako je kombinacija zbiranja padavin, padlih na panele, in postavitve panelov po VAR_FV3 z doseženimi 54 % današnje perkolacije podobno uspešna kot kombinacija kompleksnejše variante izvedbe dodatnega tesnjenja prekrova z glino (VAR_P2) ter postavitve panelov po VAR_FV1, pri kateri se dosega 52% današnje perkolacije padavin. Pri tem sta obe bolj uspešni kot kombinacija prekrivanja z dodatno glino (VAR_P2) ob postavitvi panelov VAR_FV2 (60% današnje perkolacije).

Tako lahko že sam način postavitve FV panelov upoštevamo kot enega od zaščitnih ukrepov, ki, kot kažejo rezultati vodnobilančne analize, omogoča različno uspešno dodatno kontrolirano odvodnjo pred infiltracijo v telo odlagališča.

Mešanje izcednih vod s podzemno vodo

Pod odlagališčem se glede na hidrogeološke lastnosti peščenega proda in podatke monitoringa pretaka med ca 160 - 200 l/s (po poročilu NLZOH celo do 500 l/s, vendar ocenjujemo, da gre za pretirano oceno, verjetno na račun previsoke ocene gradienta). Skozi prekrov se v današnjem stanju pretaka skupaj računsko ca 1,58 l/s precejne vode, ki predstavlja del izcednih voda, torej tiste iz izpiranja iz padavin. Poleg tega je spodnji del odpadkov vsaj na določenih delih občasno v zasičeni coni, kar pomeni, da prihaja do vsakokratnega neposrednega izpiranja odpadkov, vendar pa z analiziranimi ukrepi tega dela nastajanja izcednih vod ni mogoče preprečevati ali zmanjševati. Zmanjšati je mogoče le del izcednih vod, ki nastajajo z izpiranjem s poniklo padavinsko vodo.

Današnji delež vertikalno dotekajočih izcednih vod glede na pretežno horizontalno tekoče podzemne vode znaša ca 0,8 – 1 % (1,58 l/s izcednih vod, 160 – 200 l/s podzemnih vod). V primeru izvedbe zgolj posameznih ukrepov na prekrovu je mogoče ta delež zmanjšati do največ 0,11-0,13%, v dodatnega učinka prestrezanja vode, zbrane na FV panelih, pa lahko ta vrednost pade na 0,06-0,07%. S samo izvedbo FV panelov in učinkom zmanjšanja površin za infiltracijo se ta delež zmanjša na 0,4 – 0,8 glede na variatno postavitve FV panelov (0,4-0,5 pri VAR_FV3).

9 OCENA STROŠKOV IN KORISTI IZVEDBE PREDLAGANIH UKREPOV

Izdelana je bila groba ocena stroškov izvedbe posameznih ukrepov in kombinacije ukrepov glede na predpostavljene tehnične rešitve in dostopne podatke. Pri opredelitvi stroškov izvedbe variant dodatnega prekritja je bila upoštevana samo površina, na kateri je predvidena postavitev sončne elektrarne, ki znaša 114.080 m^2. Dodatno prekritje in ureditev zgornje površine odlagališča pa dejansko ni mogoče izvesti samo na območju postavitve sončne elektrarne, temveč je potrebno zaradi same vgradnje prekrivnih slojev in zaradi zagotavljanja ustreznih naklonov za odvajanje padavinskih vod, sanirati širše območje do obodnega ponikovalnega jarka.

V sklopu izdelave projekta za izvedbo je potrebno predlagane ukrepe oz. izbrano varianto ukrepov ponovno preučiti in detajlno obdelati glede na izbrano izvedbo postavitve panelov in postavljene zahteve v zvezi s tem ter izdelati podroben popis in oceno stroškov izvedbe. Del stroškov izvedbe koritnic je lahko že zajet v investiciji sončne elektrarne, zato je pred izvedbo ukrepa variante z izvedbo koritnic potrebno v fazi projekta za izvedbo definirati in optimizirati končni detajl ter izdelati skupno oceno stroškov.

Podana ocena stroškov je samo informativne narave za potrebe primerjave stroškov izvedbe posameznih variant ukrepov in variant postavitve panelov.

9.1.1 Skupni stroški izvedbe posameznih predlaganih ukrepov

Ocena je podana glede na izbrano varianto postavitve FV panelov (stolpci) in posamezno varianto sanacije prekrova (vrstice).

	BREZ zbiranja padavinske vode s panelov	Postavitev panelov **VAR_FV 1** (JUG, naklon 20 %)	Postavitev panelov **VAR_FV 2** (JUG, naklon 32 %)	Postavitev panelov **VAR_FV 3** (ZAHOD, naklon 10 %)
VAR_ P1 (vgradnja koritnic za zbiranje vode s panelov)	/	1.225.000	1.185.000	900.000
VAR_ P2 (vgradnja dodatnega sloja gline)	2.110.000	2.615.000	2.575.000	2.290.000
VAR_ P3 (vgradnja tesnilne folije)	4.561.000	5.066.000	5.026.000	4.741.000

Tabela 6: Ocena skupnih stroškov izvedbe posameznega ukrepa tesnitve prekrova glede na izbrano varianto postavitve FV panelov (v EUR)

9.1.2 Specifični stroški izvedbe predlaganih ukrepov na kvadratni meter odlagališča, na katerega bodo postavljeni FV paneli

Za oceno specifičnih stroškov v spodnji preglednici prikazujemo še stroške na kvadratni meter odlagališča, na katerem se predvideva vgradnja panelov.

	BREZ zbiranja padavinske vode s panelov	Postavitev panelov **VAR_FV 1** (JUG, naklon 20 %)	Postavitev panelov **VAR_FV 2** (JUG, naklon 32 %)	Postavitev panelov **VAR_FV 3** (ZAHOD, naklon 10 %)
VAR_ P1 (vgradnja koritnic za zbiranje vode s panelov)	/	10,74	10,39	7,89
VAR_ P2 (vgradnja dodatnega sloja gline)	18,50	22,92	22,57	20,07
VAR_ P3 (vgradnja tesnilne folije)	39,98	44,41	44,06	41,56

Tabela 7: Ocena stroškov izvedbe posameznega ukrepa tesnitve prekrova na m2 glede na izbrano varianto postavitve FV panelov (v EUR)

9.1.3 Učinki izvedbe predlaganih ukrepov

Za okvirno oceno učinkov glede na stroške izvedbe posameznih ukrepov ali kombinacije ukrepov podajamo v spodnji tabeli kvocient med odstotkom zmanjšanja infiltracije glede na današnjo vrednost (učinek) in potrebnim finančnim vložkom za izvedbo ukrepa.

Iz rezultatov je razvidno, da je najbolj učinkovita rešitev zmanjševanja infiltracije s postavitvijo panelov po varianti VAR_FV3 z lovljenjem padavinske vode, ki pade na panele, in brez dodatnega poseganja v obstoječ prekrov odlagališča (51,1). Najmanj učinkovito je tesnjenje z dodatno glino ob hkratni odsotnosti zbiranja vode iz panelov (13,3).

Učinki / stroški [zmanjšanje % infiltracije/1M EUR]	**BREZ zbiranja padavinske vode s panelov**	Postavitev panelov **VAR_FV 1** (JUG, naklon 20 %)	Postavitev panelov **VAR_FV 2** (JUG, naklon 32 %)	Postavitev panelov **VAR_FV 3** (ZAHOD, naklon 10 %)
VAR_ P1 (vgradnja koritnic za zbiranje vode s panelov)	/	22,0	13,5	51,1
VAR_ P2 (vgradnja dodatnega sloja gline)	13,3	18,4	15,5	26,6
VAR_ P3 (vgradnja tesnilne folije)	18,9	17,8	17,7	19,6

Tabela 8: Učinki izvedbe ukrepov glede na stroške, potrebne za njihovo izvedbo (kot zmanjšanje % infiltracije / 1M EUR)

10 OBVEZNOSTI UPRAVLJAVCA ODLAGALIŠČA

Upravljavec odlagališča mora po zaprtju odlagališča in po postavitvi sončne elektrarne še naprej izvajati obratovalni monitoring in preglede stanja telesa odlagališča skladno z Odločbo o zaprtju odlagališča in veljavno zakonodajo.

Pred in ob postavitvi sončne elektrarne se izvede ukrepe za zmanjšanje in odpravo čezmernega obremenjevanja in škodljivih vplivov odlagališča na podzemne vode. Z izvedbo monitoringa podzemnih vod se nato spremlja njihovo učinkovitost za zmanjšanje oz. odpravo vplivov odlagališča na okolje oz. na podzemne vode.

Upravljavec odlagališča mora zagotavljati redne preglede telesa odlagališča, predvsem pa:

- višine in oblike odloženih odpadkov glede možnega posedanja ali drugih sprememb, ki vplivajo na stabilnost odlagališča,
- izvedbe prekrivanja in rekultivacije na prekritem območju telesa odlagališča ali njegovih delih,
- sprememb v položaju, višini ali obliki telesa odlagališča ali njegovih delov,
- naprav za zbiranje in čiščenje odlagališčnega plina in naprav za izvedbo monitoringa podzemnih vod,
- sistema za odvajanje padavinske in površinske vode.

Posebno pozornost je potrebno nameniti prekrivnemu sloju in rekultivaciji odlagališča in sistemu za zajem in odvod padavinskih vod z območja odlagališča in stabilnosti telesa odlagališča.

Sistem zajema in odvoda padavinskih vod zagotavlja, da vode ne bi zastajale na površinah odlagališča, infiltrirale v odpadke ter povzročile nastanek izcednih vod, zaradi koncentriranih odtokov povzročile odnašanja prekrivnih slojev in vplivale na stabilnost odlagališča.

V primeru pojava nepravilnosti oziroma poškodb sistema za odvajanje padavinskih vod z zaključenih površin odlagališča, poškodb prekrivnih slojev, diferencialnih posedkov in zastajanja padavinske vode, namreč obstaja možnost zatekanja oz. pronicanja padavinske vode v odložene odpadke, nastanek izcednih vod, hkrati pa je zaradi nekontroliranega pronicanja vode v telo odlagališča ogrožena njegova stabilnost.

Na odlagališču je potrebno izvajati redne in izredne preglede sistema za zbiranje in odvajanje padavinskih vod, ki zajemajo naslednje elemente: pregled stanja zaključnega prekritja odlagališča, stanja brežine in naklonov za odvajanje padavinskih vod in pregled stanja rekultivacije, pregled koritnic in ponikovalnega jarka.

Izvajati je potrebno tudi redne in izredne preglede, na osnovi katerih se ugotavlja posedanje ravni odlagališča in morebitne spremembe v obliki, položaju ali višini odlagališča oz. njegovih delov, ki zajemajo: splošni vizualni pregled telesa odlagališča, pregled stanja zaključnega prekrivnega sloja odlagališča, pregled ustreznosti naklonov zgornjih površin za odvajanje padavinskih vod, pregled stanja ter ustreznosti izvedene rekultivacije.

V primeru pojava poškodb, nepravilnosti in drugih pojavov oz. neustreznega ali poškodovanega prekrivnega sloja, neustreznih naklonov površin, erozijskih procesov, namreč obstaja možnost nekontroliranega zatekanja in pronicanja padavinskih vod v telo odlagališča in nastanek izcednih vod.

Na odlagališču je po postavitvi sončne elektrarne potrebno vsaj enkrat letno izvajati redne preglede, izredne preglede pa po vsakem izrednem dogodku, kot so izjemne padavine z intenzivnimi nalivi, dolgotrajno deževje, velika količina snega, močna odjuga ali potres ter ob morebitnem povečanju preseganja opozorilne spremembe indikativnih parametrov podzemne vode.

Na osnovi ugotovitev pregledov telesa odlagališča in delovanja tehničnih objektov je po potrebi potrebno izvajati vzdrževalna dela in druge ukrepe, da se preprečijo nenadzorovani vplivi na okolje in zagotovi stabilnost odlagališča.

Po izvedbi predvidenih ukrepov za zmanjšanje in odpravo čezmernega obremenjevanja in škodljivih vplivov odlagališča na podzemne vode, se mora stanje na odlagališču stabilizirati. V primeru, da je v večletnem obdobju po izvedbi ukrepov še vedno ugotovljeno preseganje indikativnih parametrov podzemne vode, oziroma da se preseganje ne zmanjšuje, je potrebno izvesti izredni pregled odlagališča in vseh njegovih sistemov ter na podlagi ugotovitev ovrednotiti morebitne tehnične in tehnološke pomanjkljivosti na odlagališču, ki bi lahko vplivale na stanje podzemne vode in po potrebi izdelati načrt dodatnih ukrepov.

11 ZAKLJUČEK

- Ukrepe na zmanjšanje oz. odpravo vplivov odlagališča na okolje oz. na podzemne vode se izvaja v odvisnosti od izbrane variante postavitve panelov. Detajl ukrepa zbiranja vode s panelov je potrebno prilagoditi in optimizirati po izbiri variante postavitve panelov.
- Pri postavitvi sončne elektrarne na zgornji površini zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov Pobrežje je potrebno upoštevati zahteve 1. odstavka 64. člena Zakona o uvajanju naprav za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije (ZUNPEOVE), Ur. List RS, št. 78/23.
- Na zaprtem odlagališču se po postavitvi sončne elektrarne še naprej izvaja obratovalni monitoring in preglede stanja telesa odlagališča ter izvaja vzdrževalna dela. Z izvedbo obratovalnega monitoringa se ugotavlja učinkovitost izvedenih ukrepov.

G RISBE

G	Ime risbe	Merilo	Številka risbe
G.1	Situacija območja odlagališča	M 1:1000	0001
G.2	Geodetski posnetek obstoječega stanja	M 1:750	0002
G.3	Situacija postavitve sončne elektrarne – VAR_FV1	/	0003
G.4	Situacija postavitve sončne elektrarne – VAR_FV2	/	0004
G.5	Situacija postavitve sončne elektrarne – VAR_FV3	/	0005
G.6	Detajl površinskega tesnjenja zgornjega platoja	M 1:25	0006
G.7	Detajl tesnjenja boka	M 1:25	0007



Naročnik	JAVNO PODJETJE SNAGA, družba za ravnanje z odpadki in druge komunalne storitve, d.o.o. Nasipna ulica 64 2000 Maribor	Naziv:	**Izdelava načrta ukrepov za zmanjšanje in odpravo čezmernega obremenjevanja in škodljivih vplivov odlagališča Pobrežje**
Projektant:	IRGO Consulting d.o.o. Slovenčeva 93 1000 Ljubljana		
Vodja načrta / id. št. IZS:	Eva Sever u.d.i.r.in geotehnol. / PI RG-6150	Za gradnjo: novogradnja	Vrsta dokumentacije: strokovne podlage
Sodelavci:	Elvir Muhić, mag.inž.geotehnol. / PI G-3568 dr. Jože Ratej, univ. dipl. inž. geol. / PI RG-0126		Št. načrta: 3025110
		Risba: Situacija območja odlagališča	
Datum:	marec 2024	Merilo: 1:1000	Št. risbe: 0001

Vsebina načrta je last podjetja IRGO Consulting d.o.o. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo prenesene na naročnika, so pridržane. Brez pisne odobritve reprodukcija ni dovoljena.

27. Mar., 2024 - 15:31
Layout: A1
O:\Gradbeništvo\NePodzemniObjekti\03_DEPONIJE\2024\02_Pobrežje_SondeElektrarna\02_Projektiranje\02_Risbe\0001_GGR_RG_PZI_DEP_SituacijaObmocja.dwg

Legenda:

- PIEZOMETER
- Plinski steber
- Parcelne meje
- Urejene parcelne meje



Investitor:		Objekt/lokacija:	**Deponija Pobrežje**
Izvajalec:		Del objekta/sklop:	
Podizvajalec:		Vsebina/naziv/ns nivo:	**Geodetski načrt dejanskega stanja zemljišča**
Odg. geo:	Ime: Boštjan Turk, dipl.inž.geod.	Štev. ID.: Geo0197	Katastrske občine: **(56566) - Brezje (5951) - Pobrežje (5952) - Zimica**
Izdelal:	Aleš Gruden, inž.geod.	Geo0183	
Izdelal:	Mojca Tamše, univ.dipl.inž.geod.	Geo0439	
Sodelavec:	Aleš Žel, dipl.inž.geod.		Izmera: Kombinirana
Merilo:	**1 : 750**	Datum: **dec.2022**	
Opombe:	/	Številka projekta: **2022660**	Številka načrta: **Geoplus2022660** List: **1/1**

Naročnik:	JAVNO PODJETJE SNAGA, družba za ravnanje z odpadki in druge komunalne storitve, d.o.o. Nasipna ulica 64 2000 Maribor	Naziv:	**Izdelava načrta ukrepov za zmanjšanje in odpravo čezmernega obremenjevanja in škodljivih vplivov odlagališča Pobrežje**
Projektant:	IRGO Consulting d.o.o. Slovenčeva 93 1000 Ljubljana	Št. grad.dov.: novogradnja	Vrsta dokumentacije: strokovne podlage
Vodja načrta (ZI. in IZS):	Eva Sever u.d.i.r.in geotehnol. / PI RG-6150		Št. načrta: 3025110
Sodelavci:	Elvir Muhič, mag.inž.geotehnol. / PI G-3568 dr. Jože Ratej, univ. dipl. inž. geol. / PI RG-0126	Risba:	Geodetski posnetek obstoječega stanja
Datum:	marec 2024	Merilo:	1:750 Št. risbe: 0002

* Vsebina risbe je last podjetja IRGO Consulting d.o.o. Vse kršitve pravic in rabe v pogodbi določene ne razrešuje, kot predvideno. Brez pisne izjavne reprodukcija ni dovoljena.

27. mar. 2024 - 09:14
U:\Projekti\2022\2022660_Pobrežje_Arnuš\Načrtovanje\100_Projektiranje\200_osnove\000_GSR_IRG_P3_2020_GeodetskiPosnetek.dwg

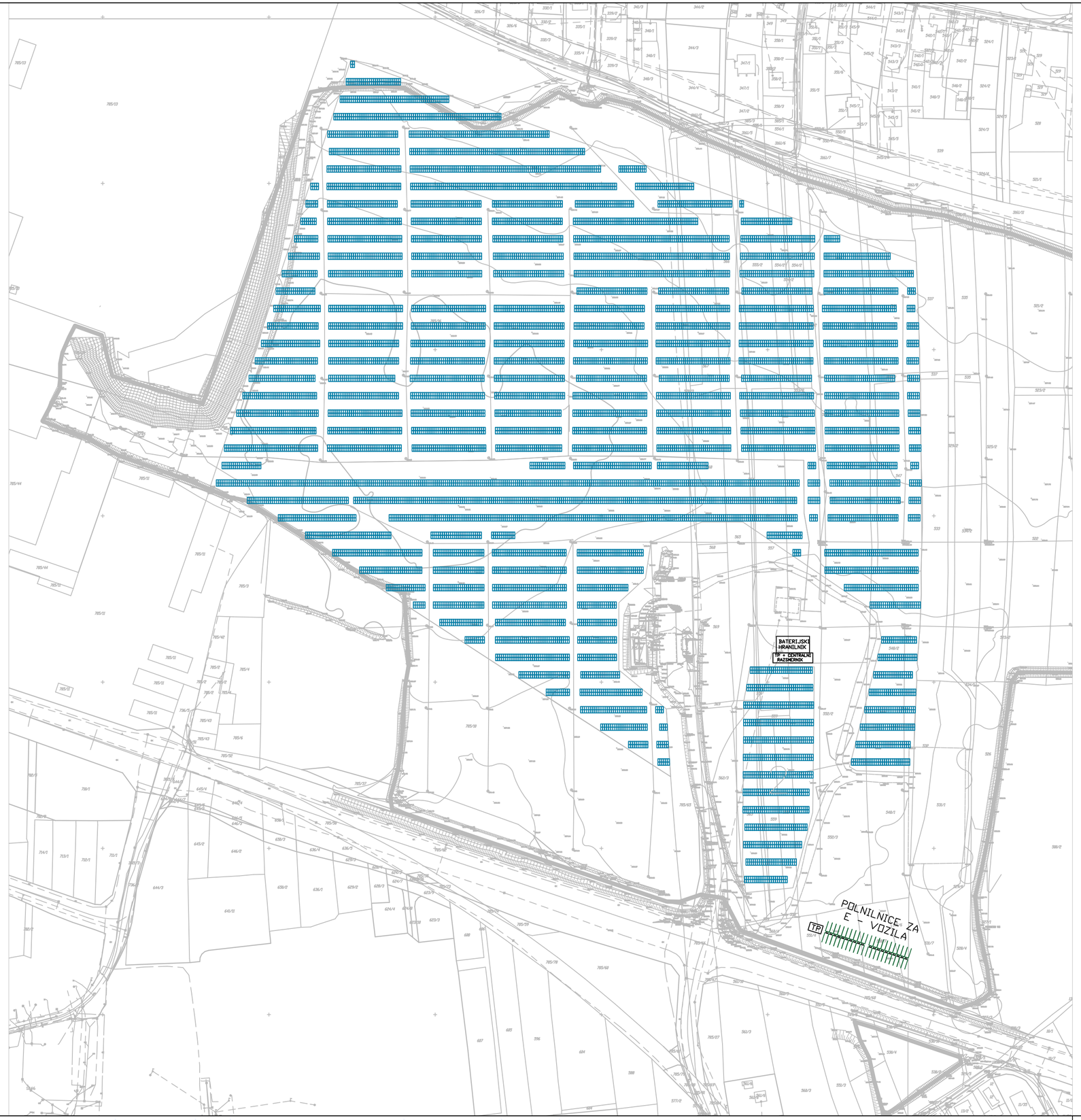


POVZETO PO :
"Idejne rešitve Sončne elektrarne na zaprtem odlagališču odpadkov Pobrežje", HIDP---1X/01, april 2023
VARIANTA _FV 1 - USMERJENOST MODULOV NA JUG, NAKLON 20°

Naročnik: JAVNO PODJETJE SNAGA, družba za ravnaje z odpadki in druge komunalne storitve, d.o.o. Nasipna ulica 64 2000 Maribor		Naziv: Izdelava načrta ukrepov za zmanjšanje in odpravo čezmernega obremenjevanja in škodljivih vplivov odlagališča Pobrežje	
Projektant: IRGO Consulting d.o.o. Slovenčeva 93 1000 Ljubljana	IRGO CONSULTING d.o.o.	Za gradnjo: novogradnja	Vrsta dokumentacije: strokovne podlage
Vodja načrta / id. št. IZS:	Eva Sever u.d.i.r.in geotehnol. / PI RG-6150		Št. načrta: 3025110
Sodelavci:	Elvir Muhić, mag.inž.geotehnol. / PI G-3568 dr. Jože Ratej, univ. dipl. inž. geol. / PI RG-0126	Risba: Situacija postavitve sončne elektrarne - VAR_FV 1	
Datum:	marec 2024	Merilo: /	Št. risbe: 0003

Vsebina načrta je last podjetja IRGO Consulting d.o.o. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo prenesene na naročnika, so pridržane. Brez pisne odobritve reprodukcija ni dovoljena.

28 Mar, 2024 - 09:14
Layout: Situacija
O:\Gradbeništvo\Podzemni\Objekti\03_DEPONIJE\2024\02_Pobrežje_SoncnaElektrarna\02_Projektiranje\02_Risbe\0003_GGR_IRG_PZI_DEP_SituacijaPostavitvePanelov_V1.dwg



POVZETO PO :
"Idejne rešitve Sončne elektrarne na zaprtem odlagališču odpadkov Pobrežje", HIDP---1X/01, april 2023
VARIANTA_FV 2 - USMERJENOST MODULOV NA JUG, NAKLON 32°

Naročnik	JAVNO PODJETJE SNAGA, družba za ravnaje z odpadki in druge komunalne storitve, d.o.o. Nasipna ulica 64 2000 Maribor	Naziv:	Izdelava načrta ukrepov za zmanjšanje in odpravo čezmernega obremenjevanja in škodljivih vplivov odlagališča Pobrežje
Projektant:	IRGO Consulting d.o.o. Slovenčeva 93 1000 Ljubljana	Za gradnjo:	novogradnja
		Vrsta dokumentacije:	strokovne podlage
Vodja načrta / id. št. IZS:	Eva Sever u.d.i.r.in geotehnol. / PI RG-6150	Št. načrta:	3025110
Sodelavci:	Elvir Muhić, mag.inž.geotehnol. / PI G-3568 dr. Jože Ratej, univ. dipl. inž. geol. / PI RG-0126	Risba:	Situacija postavitve sončne elektrarne - VAR_FV2
Datum:	marec 2024	Merilo:	/
		Št. risbe:	0004

Vsebina načrta je last podjetja IRGO Consulting d.o.o. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo prenesene na naročnika, so pridržane. Brez pisne odobritve reprodukcija ni dovoljena.

28 Mar, 2024 - 09:19
Layout: Situacija
Q:\Gradbeništvo\Podzemni Objekti\03_DEPONIJE\2024\02_Pobrežje_SončaElektrarna\02_Projektiranje\02_Risbe\0004_GGR_IRG_PZI_DEP_SituacijaPostavitvePanelov_V2.dwg



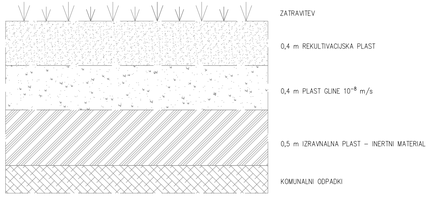
POVZETO PO :
"Idejne rešitve Sončne elektrarne na zaprtem odlagališču odpadkov Pobrežje", HIDP---1X/01, april 2023
VARIANTA FV3 - USMERJENOST MODULOV NA VZHOD - ZAHOD, NAKLON 10°

Naročnik: JAVNO PODJETJE SNAGA, družba za ravnaje z odpadki in druge komunalne storitve, d.o.o. Nasipna ulica 64 2000 Maribor		Naziv: Izdelava načrta ukrepov za zmanjšanje in odpravo čezmernega obremenjevanja in škodljivih vplivov odlagališča Pobrežje	
Projektant: IRGO Consulting d.o.o. Slovenčeva 93 1000 Ljubljana		Za gradnjo: novogradnja	Vrsta dokumentacije: strokovne podlage
Vodja načrta / id. št. IZS: Eva Sever u.d.i.r.in geotehnol. / PI RG-6150			Št. načrta: 3025110
Sodelavci: Elvir Muhić, mag.inž.geotehnol. / PI G-3568 dr. Jože Ratej, univ. dipl. inž. geol. / PI RG-0126		Risba: Situacija postavitve sončne elektrarne - VAR_FV3	
Datum: marec 2024		Merilo: /	Št. risbe: 0005

Vsebina načrta je last podjetja IRGO Consulting d.o.o. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo prenesene na naročnika, so pridržane. Brez pisne odobritve reprodukcija ni dovoljena.

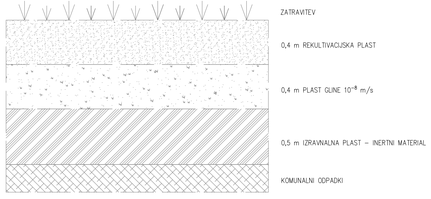
28 Mar, 2024 - 09:21
Layout: Situacija
Q:\Gradbeništvo\Podzemni0bjekti\03_DEPONIJE\2024\02_Pobrežje_SonceElektrarna\02_Projektiranje\02_Risbe\0005_GOR_IRG_PZI_DEP_SituacijaPostavitvePanelov_V3.dwg

PRIKAZ POVRŠINSKEGA TESNENJA ZGORNJEGA PLATOJA ODLAGALIŠČA izvedeno po projektu 6D-T64, junij 2006

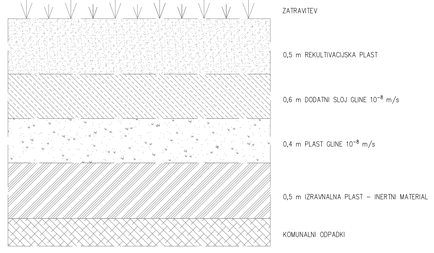


PRIKAZ POVRŠINSKEGA TESNENJA ZGORNJEGA PLATOJA ODLAGALIŠČA po načrtu ukrepov VAR_P1

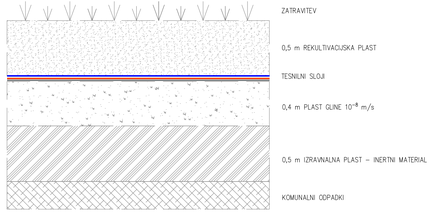
VAR_P1 – SAMO KORITNICE IN PRETEŽNI ZAJEM PADAVINSKIH VOD



PRIKAZ POVRŠINSKEGA TESNENJA ZGORNJEGA PLATOJA ODLAGALIŠČA po načrtu ukrepov VAR_P2



PRIKAZ POVRŠINSKEGA TESNENJA ZGORNJEGA PLATOJA ODLAGALIŠČA po načrtu ukrepov VAR_P3



Naročnik: JAVNO PODJETJE SNAGA, družba za ravnaje z odpadki in druge komunalne storitve, d.o.o. Nasipna ulica 64 2000 Maribor

Projektant: IRGO Consulting d.o.o. Slovenčeva 93 1000 Ljubljana

IRGO CONSULTING d.o.o.

Vodja načrta (ur. št. IZS): Eva Sever u.d.i.r.in geotehnol. / PI RG-6150

Sodelavci: Elvir Muhić, mag.inž.geotehnol. / PI G-3568; dr. Jože Ratej, univ. dipl. inž. geol. / PI RG-0126

Datum: marec 2024

Naziv: **Izdelava načrta ukrepov za zmanjšanje in odpravo čezmernega obremenjevanja in škodljivih vplivov odlagališča Pobrežje**

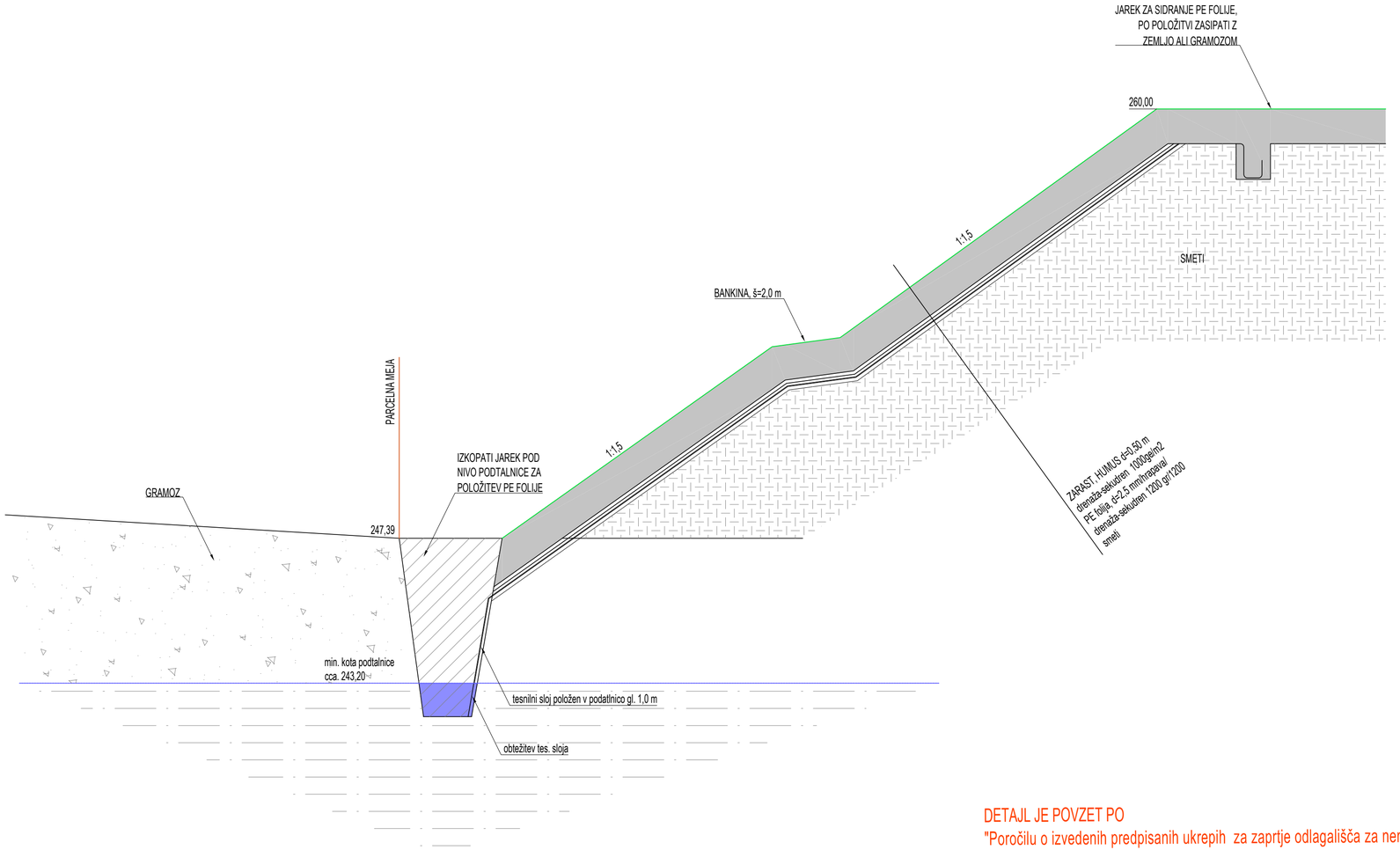
Za gradnjo:	novogradnja	Vrsta dokumentacije:	strokovne podlage
		Št. načrta:	3025110

Risba: Detajl površinskega tesnenja zgornjega platoja

Merilo: 1:25 | Št. risbe: 0006

Vsakršna načrta je last podjetja IRGO Consulting d.o.o. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo prenesene na naročnika, so pridržane. Brez njene pisne dovolitve prepovedano in drugačno

28. Mar. 2024 – 09:00
Layout: 0.6_Detalj Površinskega Tesnenja
C:\Uredenitveni\Podzemnidjela\01\03_DEPONIJE\2024\02_Pobrežje_Sanacija\Elektronsko\02_Projektiranje\A1\02_Risbe\0006_GDR_IRG_P2D_DETJ Površinskega Tesnenja.dwg



DETAJL JE POVZET PO
"Poročilu o izvedenih predpisanih ukrepih za zaprtje odlagališča za nenevarne odpadke Pobrežje" IEI, junij 2006

Naročnik	JAVNO PODJETJE SNAGA, družba za ravnaje z odpadki in druge komunalne storitve, d.o.o. Nasipna ulica 64 2000 Maribor	Naziv:	**Izdelava načrta ukrepov za zmanjšanje in odpravo čezmernega obremenjevanja in škodljivih vplivov odlagališča Pobrežje**
Projektant:	IRGO Consulting d.o.o. Slovenčeva 93 1000 Ljubljana	Za gradnjo:	novogradnja
		Vrsta dokumentacije:	strokovne podlage
Vodja načrta / id. št. IZS:	Eva Sever u.d.i.r.in geotehnol. / PI RG-6150	Št. načrta:	3025110
Sodelavci:	Elvir Muhić, mag.inž.geotehnol. / PI G-3568 dr. Jože Ratej, univ. dipl. inž. geol. / PI RG-0126	Risba:	Detajl tesnjenja boka
Datum:	marec 2024	Merilo: 1:25	Št. risbe: 0007

Vsebina načrta je last podjetja IRGO Consulting d.o.o. Vse avtorske pravice, kljub z navedbo namenjene za naročnika, so pridržane. Brez pisne odobritve nepooblaščeni dvodlana

28 Mar, 2024 - 09:25
Layout: G-7_DetajTesnjenjaBoka
Q:\Gradbeništvo\Podzemni0bjekti\03_DEPONIJE\2024\02_Pobrežje_SonceInElektrarna\02_Projektiranje\02_Risbe\0007_GGR_IRG_P2I_DEP_DetajTesnjenjaBoka.dwg