

Katedra za geotehniku
prof. dr.sc. P. Mišćević dipl.ing.grad.
ovlašteni revident za mehaničku otpornost i stabilnost geotehničkih konstrukcija

Naručitelj ?

Split, 21. siječnja 2018. godine

PREDMET: Stručno mišljenje ovlaštenog revidenta za geotehničke konstrukcije, vezano za slojeve temeljnog brtvenog sustava prema projektu **SANACIJA ODLAGALIŠTA KOMUNALNOG OTPADA " SITNICA " - ETAPA 2, IZMJENA I DOPUNA**

Na osnovi zahtjeva naručitelja izvršen je uvid u projekt: **SANACIJA ODLAGALIŠTA KOMUNALNOG OTPADA "SITNICA", ETAPA 2, GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT, ODLAGLIŠTE, IZMJENA I DOPUNA, ZOP: 19/2016, Oznaka projekta: TD 19/2016, Mapa 5/7: G–O, Hidroplan d.o.o., Horvaćanska cesta 17a, 10 000 Zagreb, Hrvatska, rujan 2016. godine.**

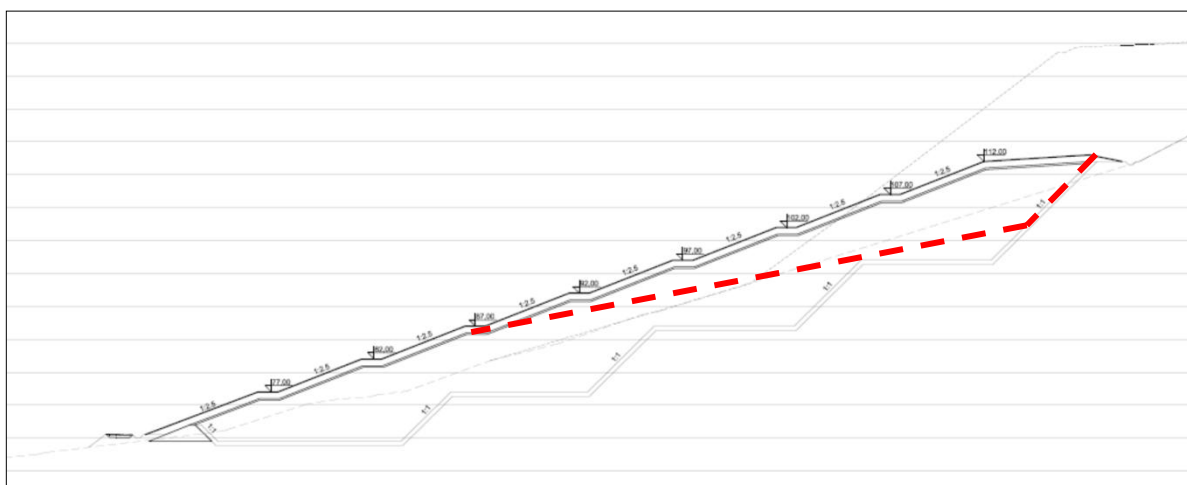
Osnovni zahtjev naručitelja je analiza projektiranog temeljnog brtvenog sustava.

Prema poglavlju 1.3. Izgradnja odlagališne plohe, predviđen je temeljni brtveni sustav koji se sastoji od sljedećih slojeva (odozgo prema dolje):

- Geomreža 30/30 kN/m
- Drenažni sloj za procjedne vode 51 cm (16/32 mm)
- Zaštitni geotekstil 1000 g/m²
- HDPE folija 2,5 mm obostrano hrapava
- Bentonitni tepih ($k = 10^{-9}$ m/s)
- Glina 15 cm
- Uređeno temeljno tlo, $M_s = 25$ MN/m²

Brtveni sloj je predviđeno postaviti na podlogu formiranu iskopom u stijenskoj masi. Iskop se kaskadno diže po pokosu sa zasjecima sa predviđenim nagibom 1:1. Primjer poprečnog presjeka iskopa prikazan je na slici 1. u nastavku teksta.

Analiza stabilnosti nasipa otpada u saniranom stanju izvršena je s parametrima prikazanim u Tablici 1. Treba naglasiti da je u tom modelu cijeli temeljni brtveni sustav modeliran sa parametrima $c = 0$ kPa i $\varphi = 25^\circ$.



Slika 1. Poprečni presjek predviđenih iskopa, s primjerom predodređene plohe klizanja za potrebe analize stabilnosti

Tablica 1. Parametri materijala uzeti u analizi stabilnosti na klizanje

Parametri materijala uzeti u proračunu su sljedeći:

Vrsta materijala	γ (kN/m ³)	c (kN/m ²)	φ (°)
Podloga ispod donjeg brtvenog sustava	bedrock		
Donji brtveni sloj	18	0	25
Otpad	10	8	25
Međubrtveni sloj	18	0	25
Gornji brtveni sloj	18	0	25
Nasip	25	19	18

Na osnovi pregledanog materijala može se navesti sljedeće:

- ✚ U projektu nije dokazana stabilnost pokosa u stijenskoj masi sa nagibom 1:1. Generalno u dobroj stijenskoj masi takav nagib za „stanjem naprezanja izazvanim lomom“ je stabilan. Međutim pukotinski sustavi mogu izazvati „strukturni lom“ po pukotinama ako pukotine imaju pad prema kosini iskopa. Za predmetnu analizu nije stavljen na uvid izvještaj o geotehničkim istražnim radovima u kojem bi trebale biti navedene kvaliteta stijenske mase i položaj pukotina, pa navedeno nije moguće provjeriti.
- ✚ U projektu nije dokazana lokalna stabilnost brtvenog sloja u međufazi prije nanošenja otpada. Nije precizirano u dopuni projekta da li se brtveni sloj izvodi sukcesivno s nanošenjem otpada, pa je pretpostavka da se prvo cijela kazeta oblaže sa brtvenim slojem a tek onda se nanosi otpad. Naime u brtvenom sloju je predviđen drenažni sloj kamenog materijala u debljini 51 cm. Kameni materijal ima kut trenja najviše oko $\varphi = 40^\circ - 45^\circ$, a predviđena je ugradnja na kosinu nagiba 1:1 ($\alpha=45^\circ$). Jednostavna analiza

„tradicionalnog“ faktora sigurnosti na klizanje $F_s = \text{tg } \varphi / \text{tg } \alpha = \text{tg } 40^\circ / \text{tg } 45^\circ < 1.0$, ukazuje da ovaj sloj kamenog materijala ima upitnu stabilnost kada se postavlja na kosinu s nagibom 1:1. Ovaj problem se još više naglašava ako bi se u analizu stavili parametri brtvenog sustava s kojima je sustav modeliran u analizi globalne stabilnosti: $c = 0$ kPa i $\varphi = 25^\circ$.

- ✚ U analizi globalne stabilnosti u završenoj fazi nasipavanja otpada analizirane su isključivo kružne klizne plohe koje korišteni program sam generira na osnovi zadanog raspona unutar kojih se analiza provodi. Time je loše uključen u analizu utjecaj donjeg brtvenog sustava koji je modeliran sa parametrima $c = 0$ kPa i $\varphi = 25^\circ$. S ovim parametrima analiza bi trebala biti na strani sigurnosti jer su to „minimalne“ vrijednosti koje se mogu očekivati za takve materijale, ali je rezultat upitne realnosti. Trebalo bi izvršiti i analize s predodređenim ploham klizanja, a koje što većim dijelom treba postaviti upravo kroz temeljni brtveni sustav. Primjer takve plohe prikazan je crvenom crtkanom linijom na slici 1.
- ✚ Rješenje brtvenog sustava preuzeto je sa situacija kada se takav sustav postavlja na tlo s malim nagibom površine. To se vidi i po rečenici iz opisa brtvenog sustava: „Zemljani mineralni materijal koristi se kao izravnavajući sloj i izvodi se na prethodno pripremljenoj i nabijenoj podlozi koja je formirana tijekom izvođenja zemljanih radova.“, te navođenju potrebne zbijenosti podloge „Uređeno temeljno tlo, $M_s = 25$ MN/m²“. U ovom slučaju temeljna podloga je stijena koja se ne može nabijanjem i valjanjem poravnati. Upitno je, s obzirom na okršenost i pukotinske sustave, koja će se ravnost površine kosine moći postići tijekom iskopa (u projektu je tehnologija načina iskopa prepuštena izvođaču s obzirom na uvjete ne terenu koje izvođač i nadzor detektiraju na lokaciji). Iz tog razloga upitno je i da li će sloj gline debljine 15 cm biti dovoljan za izravnanje podloge za postavljanje bentonitnog tepiha.
- ✚ Također izražava se i sumnja o tehnološkoj mogućnosti ugradnje (zbijanja) sloja gline i sloja šljunka brtvenog sustava na kosini s nagibom 1:1. U projektu nije specificirana tehnologija zbijanja sloja gline i sloja šljunka u brtvenom sustavu, a na kosini nagiba 1:1. Standardna oprema za zbijanje (osim ručne) ne može se kretati po kosini takvog nagiba. Već je prethodno naglašen i problem stabilnosti na klizanje sloja šljunka na kosini s nagibom 1:1, a koji je predviđen kao dio brtvenog sustava.

prof. dr.sc. Predrag Mišćević

