|  |  |
| --- | --- |
|  | Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad |

**UDK:** 624.05

**DOI: <https://doi.org/10.24867/22CG05Milivojevic>**

**POVEZIVANJE BOLNICE ŠEIK KALIFA SA MEĐUNARODNOM PUTNOM MREŽOM – MSE ZIDOVI**

**LINKING SHEIKH KHALIFA SPECIALIST HOSPITAL WITH THE FEDERAL ROADS NETWORK – MSE WALLS**

Momir Milivojević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – OGRANIZACIJA I TEHNOLOGIJA GRAĐENJA**

**Kratak sadržaj –** *Poslovanje u internacionalnim uslo­vima je vrlo izazovno iskustvo za svakog inženjera koje zahteva posebne veštine, a neke od njih su poznavanje običaja poslovanja zemlje u kojoj se projekat izvodi, razumevanje različitih standarda (British Standard, AASHTO, Eurocode), znanje stranih jezika i tako dalje. Krajnji cilj svakokg poslovanja jeste kvalitetan tok projektovanja, efikasno sprovođenje potencijalnih revizija i uspešna realizacija izvođenja radova na terenu*.

**Ključne reči:** *MSE zidovi, Potporni zidovi, upravljanje projektima*

**Abstract** – *Doing business in international conditions is a very challenging experience for every engineer that requires special skills, and some of them are knowledge of business customs of the country where the project is carried out, understanding of different standards (British Standard, AASHTO, Eurocode), knowledge of foreign languages and so on. The ultimate goal of every business is a high-quality design flow, efficient implementation of potential revisions and successful implementation of works on the ground.*

**Keywords:** *MSE walls, Retaining walls, Project management*

**1. UVOD**

Metod projektovanja i izgradnje zidova je vrlo unikatan. Pre svega ovi objekti zavise umnogome od karakteristika zemljišta za koju možemo reći da je i dan danas nepotpuno istražena kad se radi o načinu ponašanja i performansama, odnosno, i dan danas se dolazi do novih otkrića u polju geologije i geomehanike.

No, zemljište odnosno vrsta zemlje koja se koristi nije jedini element koji posmatramo kada projektujmo MSE zidove, štaviše, zidovi su kombinacija još nekoliko materijala a to su beton, polimeri, čelik, agregat i neke vrste geomaterijala koji čine jedan sistem koji funkcioniše u simbiozi.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio Igor Peško, red. prof.**

**2. INVESTICIONI PROJEKAT U GRAĐEVINARSTVU**

**2.1 O investicionom projektu**

Projekat je suštnski svaki privremen i organizovan process kojim se postiže neki ograničen cilj ili grupa ciljeva. Druga definicija projekta može biti i privremeni poduhvat sa ciljem kreiranja krajnjeg proizvoda. Kad se kaže privremeni misli se na to da svaki projekat ima

jasno definisan početak i kraj, kao i privremenu organizacionu strukturu, dok izraz jedinstven predstavlja činjenicu da se svaki projekat odlikuje specifičnim problemima, koji najčešće ne mogu biti rešeni normalnim angažovanjem organizacije koja realizuje projekat.

Projekat se obično sagledava postepeno, po već definisanim koracima i procedurama, sa ciljem da se obim posla na projektu što kompletnije obradi i ostvari. Upravljanje projektom podrazumeva primenu znanja, veština, alata i tehnika na projektne aktivnosti da bi se ostvarili projektni zadaci i ciljevi.

**2.2 Učesnici u realizaciji projekta**

Opisani složeni skup aktivnosti koje treba da realizuje učesnik u investicionom projektu, zahteva i odgovarajuće izvršioce i vrlo precizne opise poslova i zadataka koje bi oni trebalo da izvršavaju u domenu svog znanja, odnosno svoje ekspertize i ovlašćenja. Učesnik u realizaciji ima interes koji je povezan sa realizacijom projekta. Pravilna identifikacija učesnika i njihovih interesa je od primarne važnosti za definisanje ciljeva i očekivanja, što utiče na uspešnost projekta. Investicioni projekti podrazumevaju sledeće osnovne učesnike na projektu:

1. Investitor

2. Generalni izvođač ili samo izvođač

3. Podizvođač, kooperant

4. Konsultant

5. Projektant

6. Revident

7. Stručni i projektni nadzor

8. Upravni nadzor

**2.3 Realizacija radova na gradilištu**

Izvođenjem radova na gradilištu realizuje se idealizovani model sa procenjenim spoljašnjim uticajima i ograni­če­nom mogućnošću sagledavanja u formi investiciono tehničke dokumentacije. Međutim, čest je slučaj da se na početku radova ne raspolaže kompletnim projektom i u tim slučajevima potrebno je da svi učesnici u ugovorenom projektu ulože dodatni napor kako bi se obezbedila adekvatna koordinacija između rada na građevinskoj dokumentaciji i radova na gradilištu.

Odstupanje od projektovanog i zamišljenog modela manja su ukoliko je priprema posla bila kvalitetna. Priprema posla za izvođača odnosno nadzor počinje radom na ponudi, nastavlja se ugovaranjem i traje tokom izrade kompletne tehničke dokumentacije i svih pratećih aktivnosti na komercijalnim i ostalim poslovima. Izvođaču koji je razvio osmišljen i određen sistem rada, u poslednjoj fazi preostaje samo da se posveti problemima operativne prirode.

**3. MSE ZIDOVI**

**3.1 Terminologija**

U nastavku su date definicije za neke od najčešćih izraza sa koima se susrećemo:

• Zidovi od mehanički stabilizovane zemlje (Mechanically Stabilized Earth Wall - MSEW) - generički termin koji obuhvata armirani zemljani blok i prefabrikovane betonske panele koji su međusobno povezani (kao celina).

• Kaiševi (Geostrap) – su napravljeni od fleksibilnih polimera koji služe kao posebna vrsta armature kjom se ojačava zemljište (kojim se armira zemlja).

• MSE paneli (facing) - komponenta armirane zemlje koja sprečava zemljište da se odroni između slojeva kaiševa. Paneli koji se koriste u ovom projektu su prefabrikovani betonski paneli oblika "T".

Druge vrste panela koji se mogu koristiti su paneli pravo­ugaonog oblika, betonski blokovi modularnog oblika, me­talni paneli, zavarena metalna žica i tako dalje.

• Armirana zemlja (Reinforced backfill) - Deo zemlje u koji se stavlja armatura, odnosno deo zemlje koji se armira pomenutim kaiševima.

• Beton za izravnavanje terena (Leveling pad) - vrsta temelja koja služi da se podloga na koju se montiraju paneli izravna. U najvećoj većini slučajeva je nearmiran i on ne podleže nikakavom prethodnom proračunu.

****

Slika 1. *Tipičan poprečni presek MSE zida*

**3.2 Primena**

MSEW strukture su isplative alternative za većinu slučajeva gde se armirani beton ili zidovi gravitacionog tipa tradicionalno koriste za zadržavanje tla. Tu spadaju nosači mostova i krilni zidovi kao i područja na kojima je ograničen prostor, kao što je nasip ili iskop sa stabilnim bočnim kosinama. Posebno su pogodni za ekonomične izgradnje na strmim terenima, u područjima koja su podložna nestabilnosti kosina ili u područjima sa lošim temeljnim tlom. MSE zidovi nude značajne tehničke i troškovne prednosti u odnosu na konvencionalni armirani beton potporne konstrukcije na terenu sa lošim uslovima temeljenja. U takvim slučajevima eliminisanje troškova za poboljšanja temelja, kao što su šipovi i kape, koji mogu biti potrebni za potporu konvencionalne konstrukcije, rezultiraju uštedom troškova većom od 50 procenata nakon završetka projekata.

**3.3 MSE zidovi - istorijat**

MSE zidovi ili "Mechanically stabilized earth", odnosno armirana zemlja je esencijalni elemenat planiranja svake brze saobraćajnice na području Emirata. Oni se ne koriste samo za oporce mostova i zidove sa leve i desne strane puta, nego i kao elementi za stabilizaciju kosina. Godinama u nazad potporni zidovi su dizajnirani isključivo kao gravitacioni. Gravitacioni zidovi predstavljaju krutu konstrukciju koja ne može da prihvati veliko diferencijalno sleganje osim ako nisu fundirani na velikim dubinama. Sa povećanjem visine zemlje koja treba biti stabilizovana, i troškovi ovakvog potpornog zida se uvećavaju rapidno.

**3.4 Tipovi prefabrikovanih panela koji se koriste**

Vrste elemenata za oblaganje koji se koriste u različitim sistemima MSE zidova kontrolišu njihovu estetiku jer su oni jedini vidljivi delovi završene strukture.

Glavni tipovi obloga su:

• Segmentirani montažni betonski paneli

• Jedinice sa livenim modularnim blokovima

**3.5 Prednosti izgradnje MSE zidova**

• Za izgradnju se koriste jednostavne i brze procedure izgradnje koje ne zahtevaju veliku građevinsku mehanizaciju i opremu.

• Izgradnja ne zahteva radnu snagu sa mnogo iskustva koja ima bilo kakve specijalne veštine u građevinarstvu.

• Izgradnja zahteva mnogo manje radove na pripremi terena od ostalih metoda.

• Prilikom izgradnje, mehanizacija i radnici mogu da priđu na prilično malu udaljenost od same konstrukcije a da ne budu ugroženi.

• Temelji konstrukcije ne moraju da budu čvrste strukture jer je sam zid vrlo tolerantan na deformacije

• Tehnički je pogodan sistem i za jako visoke zidove (veće od 25m).

**4. POJEDINAČNI ELEMENTI MSE ZIDOVA**

**4.1 Prefabrikovani AB paneli**

Prefabrikovani AB paneli, kako je ranije navedeno, služe kao svojevrsna opna koja oblikuje zemljište i ne dozvo­ljava njegov odron i pomeranje. Paneli se izrađuju od betona određene čvrstoće odnosno marke, a neke od stan­dardnih širina panela koje se koriste su 2.0m, 2.25m i 2.5m širine (rastojanje osa dva susedna panela) a uglav­nom se koriste paneli oblika T i pravougaoni paneli. Širina panela može da varira od 140 do 170mm.

**4.2 Betonski element za izravnavanje terena**

Leveling pad ili betonski element za izravnanje, služi kao svojevrsan ''temelj'' MSE zida iako to tehnički nije. Njegova jedina uloga je priprema terena za montažu MSE panela. Ovo faktički predstavlja nekonstruktivni deo, stoga se on nikada ne armira. Standardno je širok oko 300mm i visok 150mm i izrađuje se na licu mesta. Leveling pad ima i ''zub'' koji služi da spreči horizontalno pomeranje panela tokom izgradnje zida.

**4.3 Kaiševi za armiranje zemlje**

Kaiševi za armiranje zemlje predstavljaju jednu od najbitnijih stavki u sistemu MSE zidova. Postoji više različitih vrsta materijala od kojih se izrađuju a najčešći su to metali i polimeri. Kako je zemljište na bliskom istoku mahom sa velikim salinitetom a vlažnost vazduha dostiže i 60%, metalni kaiševi se ne koriste jer se u takvim agresivnim uslovima vrlo brzo javlja korozija.

**4.4 Betonske barijere i okapnice**

Betonske barijere i okapnice se montiraju na vrh MSE zida i imaju dvostruku funkciju. Prvo barijera je dizajnirana na taj način da može da primi potencijalan udarac u slučaju sudara vozila na putu, a drugo, služe da prekriju vrh zida. MSE Paneli imaju ravnu gornju ivicu tako da je završni izgled gornje ivice zida stepenast, pa segmenti barijere i okapnice prikrivaju ovo i poboljšavaju estetiku zida tako da je završni izgled gornje ivice zida stepenast, pa segmenti barijere i okapnice prikrivaju ovo i poboljšavaju estetiku zida.

**5. BOLNICA ŠEIK KALIFA - LOKACIJA, ZEMLJIŠTE I USLOVI**

Specijalistička bolnica "Šeik Kalifa" lokalizovana je u predgrađu Šarže u delu grada Al Salamah u severnom delu UAE. Predstavlja vrlo važan medicinski centar a spe­cijalizovan je u sferi onkologije, kardiovaskularnih bolesti i neurohirurgije. U Ujedinjenim Arapskim Emiratima u 80% slučajeva se stanovništvo oslanja na transport auto­mobilima, a kako se svake godine broj automobila uve­ćava tako je potrebno kontantno unapređenje putne infra­strukture proširivanjem starih saobraćajnica ili izgrad­njom potpuno novih kao što je u našem slučaju.

Hemijski sastav zemljišta: Primarni uzrok propadanja armiranog betona jeste korozija armature koja rezultuje u pucanju i eroziji zaštitnog sloja betona. Korozija nastaje usled uticaja hlorida koji su prisutni ili u betonu, agregatu ili u okruženju i korozija može nastati samo uz dodatno prisustvo vode i kiseonika u isto vreme. Rizik od korozije se može smanjiti kontrolom količine prisutnog hlorida u betonu a i kroz to što ćemo osigurati da je zaštitni beton adekvatne debljine na svim mestima.

**5.1 Projektni zadatak**

Zadatak je projektovanje i izgradnja potpornih zidova na dve lokacije, prva je na intersekciji dva puta Taween Road i Emirates Road, na kojoj se gradi petlja a druga lokacija je na mostovskoj konstrukciji koji služi da premosti buduću trasu autoputa. Obe lokacije su u neposrednoj blizini same bolnice.

**5.2 Izrada DDS-a i dimenzionisanje panela**

Uz konsultaciju GIR-a (Geotechnical investigation report-a) i generalnih dokumenata pruženih od strane kontrak­tora, izdaje se dokument pod nazivom Design Data Sheet, odnosno lista na kojoj su su navedene sve informacije u smislu marke betona, marke čelika, parametara zemljišta, temperature, projektovanog života konstrukcije, vrste panela koji se koristi na projektu, itd.

Panel je modelovan tako da predstavlja približne uslove kakvi se javljaju u prirodi, odnosno, ako posmatramo da u svom životnom veku panel trpi sile od zemljane ispune po celoj svojoj površini a da se odupire tome jedino putem geostrapova povezanih za njega, to je translirano tako što je stavljeno površinsko oslanjanje (po površini panela) a na mesto konektora su unesene maksimalne moguće sile koje će se javiti u geostrapovima. Osrednjene sile na sekcijama prikazanim na prethodnim slikama (u X i Y pravcu) se unose u Excel, odakle smo iterativno dobili količinu armature potrebne u panelu u oba pravca.

**5.3 Projektovanje barijere**

Nakon proračuna standardnih panela sledi izrada geometrije barijere. Grubu geometriju barijere zadaje sam investitor. U najvećoj većini slučajeva se geometrija barijere podudara na mostovskoj konstrukciji i na delu iznad MSE zida, najviše iz estetskih razloga. Drugim rečima, barijere na mostu i na MSE zidu bi trebale potpuno da se podudaraju u nivoima kako bi kreirale nesmetanu tranziciju sa rampe na most, i iz tog razloga je krucijalno ispravno pozicionirati barijeru na MSE zidu. Za ovo nam je najpotrebnija tačna informacija visine barijere. Visina se računa od referentne tačke odnosno ivice puta do najviše tačke barijere. Pozicioniranje barijere nekada može da predstavlja problem, najviše iz razloga što treba postići dovoljno veliku dimenziju dela barijere koji služi da prekrije vrh zida a da se pritom ne ugrozi oblik i ne naruši stabilnost sistema.

**5.4 Projektovanje MSE zidova**

Razvijanje elevacija zidova smo uradili uz pomoć nekoliko različitih profila puteva. Glavni profili puta (glavne trase) su Taween Road i Emirates Road koji su podeljeni na stacionaže od početka trase (stacionaža 0+000m). Za ovaj zid smo koristili deo trase Taween Road-a od stacionaže 9+540 do 10+450 i deo trase Emirates Road-a od stacionaže 30+200 do 30+460. Pored toga koristili smo i profile prilaznih saobraćajnica Slip Road A, Slip Road D, Loop 1, 2, 3 i 4. Elevacije puta su date po centralnoj liniji svakog od ovih puteva.

**5.5 Kreiranje izveštaja o dizajnerskim sekcijama**

Pošto je ustanovljena maksimalna (i minimalna) visina zida u ranijim fazama projekta, i prikupljeni svi ostali podaci, izrađeni su pojedinačni izveštaji upotrebom programa. Iz razloga što pojedini delovi zida imaju ograničen prostor za rasprostiranje geostrapova, na ovim mestima smo morali da računamo posebne sekcije.

Prema ranije prikazanom Design Data Sheet-u, dizajn je urađen prema sledećim parametrima:

• Životni vek od 120 godina,

• Suvo tlo bez vode,

• Temperatura 30®C

• Strukturalna debljina panela 140mm

• Promenljivo opterećenje od saobraćaja 17.10m pome­reno za 0.5m od ivice puta,

• Ugao unutrašnjeg trenja granulata za nabijanje 37 stepeni a granulata za ispunu 34 stepena.

**6. ZAKLJUČAK**

Sistem armirane zemlje ima široku primenu u raznim gra­nama industrije. Iako slabo primenjen na našim prosto­rima, svakako bi mogao da se iskoristi u građevinarstvu pogotovo kada se uzmu u obzir geološke i geomehaničke karakteristike na većini naše teritorije. Na nekoliko proje­kata u našem regionu pokazale su se kao izuzetno izdržljive i robusne konstrukcije.

Ukoliko bi došlo do šire primene, sistem armirane zemlje bi u ovom slučaju doneo mnogo više efikasnosti, najpre u utrošku materijala i vremena a i u estetskom smislu. Učesnici odnosno tok poslovanja bi ostao isti, s tim što zbog slabog poznavanja ovog sistema kod nas bi proces odobravanja dizajna svakako bio mnogo duži a nepoverenje u ispravnost projekta kod investitora i konsultanta bi sigurno bio mnogo veći u odnosu na obične potporne zidove.

**7. LITERATURA**

[1] B. Trbojević, "Organizacija Građevinskih Radova", Naučna Knjiga, Beograd, 1992.

[2] B. Ivković, Ž. Popović, "Upravljanje Projektima u Građevinarstvu", Građevinska Knjiga, Beograd, 2005.

[3] FHWA-NHI-00-043, U.S. Depatment of Transportation, Federal Highway Administration, Mechanically Stabilized Earth Walls And Reinforced Soil Slopes - Design & Construction Guidelines, NHI - National Highway Institute Office of Bridge Technology, 2001.

[4] ''Bridge foundations and substructures'', Department of the Environment, Building Research Establishment, London, 1979.

**Kratka biografija:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Momir Milivojević** je završio gimnaziju Jovan Jovanović Zmaj u Novom Sadu 2011. godine na smeru Obdareni učenici u matematičkoj gimnaziji. Nakon toga upisuje Građe­vinarstvo na Fakultetu tehničkih nauka gde brani master tezu 2022. godine.kontakt: mmilivojević1992@gmail.com |