

VODIĆ KROZ PROGRAM

1. Općenito

Program je izrađen u Excelu uz podršku VBA (Visual basic) modula. Ulazni podaci upisuju se u sedam Formi: **1. Karakteristike tla, 2. Djelovanja, 3. Dimenzije zida, 4. Sidra i konzola, 5. Kontrafore, 6. Gradivo i 7. Profil terena**, koje se pojavljuju nakon upisa passworda. Ovaj **Vodić kroz program** i dodatni tekstovi u komentarima pojedinih ćelija u sheet-u **Analiza i dimenzioniranje** daju dovoljna objašnjenja za korištenje programa.

Ukoliko korisnik ima dodatnih pitanja, ista se mogu poslati autoru na priloženu e-mail adresu ili na broj +385 98 213 632.

2. Analiza stabilnosti

- 2.1. **Potpornog, obložnog, potporno-obložnog i gravitacionog zida**, sa ili bez rasteretne konzole, sa ili bez sidara (do 5 redova sidara), sa ili bez kontrafora, zida iza kojeg mogu biti tri sloja tla (tlo u zoni temeljenja je četvrti sloj) i raznovrsna opterećenja (prometno, opterećenje temeljem, linijsko i točkasto). Umjesto Opterećenja temeljem može se upisati bilo koje drugo opterećenje (napr. specijalno vozilo).

Na gravitacionom zidu, konzole, sidra i kontrafore se ne izvode ali je ovim programom moguće napraviti i takve analize.

Osim navedenih opterećenja moguće je iza zida staviti i **NPV** (nivo podzemne vode). Podatak o **NPV** ulazi u Analizu stabilnosti i proračun Projektne otpornosti tla.

Ukoliko je **NPV** iznad temelja za samo 1 cm koeficijent tlaka za potres (prema Mononobe&Okabe) nerealno poraste do $K \approx 1$.

Zbog toga predlažem:

1. Staviti **NPV** max. do vrha temelja i dimenzionirati za realno stanje (uz izvedbu drenaže iza zida) ili
2. Ako je **NPV** iznad vrha temelja (nema drenaže), slijedi dimenzioniranje sa nerealno visokim "K".

Nakon izbora Projektnog pristupa i popunjavanja svih ćelija s plavom bojom, dobiva se konačni Faktor sigurnosti na prevrtanje, klizanje i nosivost tla (Projektna otpornosti tla-EC 7) odnosno Stupanj iskorištenosti.

Program je u potpunosti usklađen sa EC2, EC7 i EC8.

Ukoliko ne koristite EC, u ćelije N19 do N39, sheeta **Analiza i dimenzioniranje**, Vi možete upisati vrijednosti parametara koji su u skladu s propisima Vaše države (prema uputama u komentaru ćelije N19). U navedenim ćelijama sada su upisane vrijednosti parcijalnih faktora propisanih u Hrvatskoj gdje je predviđen Projektni pristup 3.

- 2.2. **Obložni zid:** Ako se napr. ispred sloja 2 i 3 izvodi obložni zid, tada su kutevi trenja za te slojeve - fiktivni (φ^*), odnosno oni kutevi koji u vrijednosti $\Theta = 45 + \varphi^*/2$ daju pokos prirodnog terena Θ , odnosno klizne plohe (plohe aktivnog klina). Na primjer: Prirodni pokos (ujedno klizna ploha) ima kut $\Theta = 80^\circ$. Računski - fiktivni kut unutrašnjeg trenja: $\varphi^* = (80 - 45) * 2 = 70^\circ$, i kohezija $C = 0$. Ukoliko je zid po čitavoj visini obložni, tada se takvi fiktivni kutevi unutrašnjeg trenja upisuju za sva tri sloja.

- 2.3. **Gravitacioni zid:** Oblikuje se prema Švicarskim propisima, budući da u tako oblikovanom zidu nema vlačnih naprezanja u bilo kojem presjeku.

- Projektant određuje visinu zida i širinu zida u kruni a zatim ide slijedeći postupak:

- *Rekalkulacija*

- prijepis dobivenih dimenzija masivnog zida na odgovarajuća mjesta u Formi 3. **Dimenzije zida** (isti nazivi u obje kolone)

- *Rekalkulacija*

- s obzirom da je došlo do promjene visine temelja masivnog zida (od ranije upisane) potrebno je visinu drugog sloja (u Formi 1.) izmijeniti tako da računski visina zida bude jednaka zadanoj za gravitacioni zid. Naime, ukupna visina zida jednaka je zbroju sva 3 sloja tla tj dva sloja tla i trećeg koji je jednak visini temelja gravitacionog zida.

- *Rekalkulacija*

Poračun je završen pa ukoliko faktori na klizanje, prevrtanje i otpornost tla (vidi u Formi 3. na dnu) ne zadovoljavaju ili su previsoki, potrebno je navedeni postupak ponoviti s povećanom ili smanjenom širinom zida u kruni.

3. Konzola

Ukoliko zid ima rasteretnu konzolu u Formi 4. **Sidra i konzola**, izaberi **DA**, a ako konzole nema, izaberi **NE**. Ukoliko se konzola izvodi na potporno-obložnom zidu, najefikasnija je ako rub konzole dotiče kliznu plohu na lomu gdje je zid obložni i potporni, jer se u tom slučaju znatno povećava stabilnost na prevrtanje i smanjuje moment savijanja u peti zida.

4. Sidra

Proračun nosivosti sidara i određivanje slobodne i sidrišne dionice

Ukoliko je zid projektiran sa sidrima, u Formi 4. **Sidra i konzola**, izaberi **DA**, a ako sidara nema, izaberi **NE**. Zadane sile u sidrima su sile prednaprezanja. Orijentaciona nosivost sidara računa se, nakon upisa podataka o sidrima, automatski, na jedan od uobičajenih načina. Nakon **Rekalkulacije** obvezno provjeriti da li je minimalna duljina slobodne dionice veća od zadane (u Formi 4.). Ukoliko je predviđana slobodna dionica pojedinog sidra manja od minimalne potrebno je slobodnu dionicu produljiti na vrijednost iznad minimalne.

Važno: I. red sidara je uvijek najviši red, II. red je ispod I. reda itd.

5. Kontrafore

Ukoliko je predviđena izvedba kontrafora, u Formi 5. **Kontrafore**, izaber **DA** a ako kontrafora nema, izaberi **NE**.

Izvedbom kontrafora može se uštedjeti na betonu zida, smanjenjem visine presjeka zida u kruni i na kontaktu sa temeljem, ali pri izradi kontrafora treba voditi računa i o troškovima betona, oplata i rada za izradu kontrafora. Smatram da, sa toga stanovišta, pri odluci o korištenju kontrafora treba izvršiti detaljniju analizu isplativosti korištenja kontrafora.

S produljenjem temelja na mjestu kontrafora efikasno se može povećati stabilnost zida a da pri tome nije potrebno povećavati širinu temelja "B" po čitavoj duljini zida. To naročiti vrijedi za temelje u stjenovitom tlu jer se u tom slučaju bitno smanjuju troškovi iskopa u stijeni (iskop samo za temelje kontrafore). Čak niti sa ovakvom izvedbom (što se tiče duljine temelja kontrafore) ne treba pretjerivati jer se u tom slučaju znatno povećava potresna sila (ukoliko se zid računa sa potresom). Zadovoljavajući rezultat dobiva se produljenjem temelja kontrafore već za cca 1 m (kao u originalu ovog programa).

6. Gradivo

Klasu betona i armaturu, posebno za temelje a posebno za zid, konzolu i kontrafore, izabire projektant u Formi **6. Gradivo**.

Ovim programom armatura temelja i zida predviđena je sa rebrastom armaturom a za zid je moguće odabrati rebrastu armaturu ili armaturne mreže. Izbor rebraste armature moguć je putem padajućeg menija.

Ukoliko se predvidi ugradnja armature mreže u zidu a pri tome najjača armatura nema dovoljno površine, slijedi upozorenje o potrebi ugradnje rebraste armature. I tada je moguće odabrati armaturnu mrežu ali izvan ovog programa jer će u tom slučaju biti potrebno preklopiti 2 ili više mreža što programom nije predviđeno. Isto vrijedi i za armaturu temelja.

Ukoliko se za zid odabere armaturna mreža broj ankera iz temelja odgovara broju nosivih šipki po m² armaturne mreže (radi nastavka ankera na nosivu armaturne mreže).

Bitno je u oba slučaja zadovoljiti proračunom predviđenu površinu armature.

7. Dimenzioniranje (za gravitacioni zid nije potrebno)

Dimenzioniranje armirano betonskog zida provodi se, prema *Metodi graničnog stanja* (EC2), u pet programiranih presjeka kroz zid i temelj (presjeci od I-I do V-V) i presjek kroz konzolu. Presjek IV-IV je na visini zida gdje je računski moment savijanja minimalan (M_{min}), osim presjeka III-III koji je uvijek minimalan kada nema konzole.

Presjek V-V je na mjestu maksimalnog računskog momenta savijanja (M_{max}), osim 0.

Projektant može izvršiti i provjeru armature u bilo kojem presjeku, koristeći pri tome vrijednosti momenata savijanja i uzdužnih sila iz čelija T43 do AI51 u sheetu **Analiza i dimenzioniranje**.

8. Dijagram momenata

Prikazan je u *Sheetu Dijagram momenata*. Uz presjeke kroz zid I-I do V-V, za koje je izvršeno i dimenzioniranje, izračunati su momenti savijanja u približno dvadesetinama visine zida. Na ovaj način, dobivena je realna raspodjela momenata savijanja duž zida.

9. Iskaz armature i sidara (za gravitacioni zid potrebna je samo Poz. 5)

Nacrt armature prikazan je u sheetu **Analiza stabilnosti** a iskaz armature i sidara u sheetu **Iskaz armature**, koji daje uvid u oblike i količinu armature i sidara.

10. Dokaznica mjera (za gravitacioni zid, stavke 3. i 4.2 u Troškovniku nisu potrebne)

Količine betona, armature i drenaže u sheet-u **Troškovnik** ulaze automatski. Za proračun količina iskopa i zasipa potrebno je, u Formi 6. **Profil terena** popuniti ćelije s plavom bojom. Ukoliko se ove vrijednosti u postojećim ćelijama ne izmijene, u sheet-u **Troškovnik** ući će točni podaci samo za količinu betona, armature i drenaže a podaci o količini iskopa i zasipa biti će iz prethodnog proračuna.

11. Troškovnik (za gravitacioni zid, stavke 3. i 4.2 u Troškovniku nisu potrebne)

Sheet **Troškovnik** daje, nakon upisivanja jediničnih cijena, potpuni iznos troškova gradnje projektiranog potpornog zida. Ovdje je, za razliku od ostalih sheet-ova, moguća izmjena teksta (ćelije s plavom i crnom bojom). Sheet je protektiran samo u dijelu gdje podaci dolaze iz drugih sheetova (napr: jedinice, količina iskopa, betona, armature, sidara i sl).

12. Proračun i ispis dokumenta

Nakon upisa bilo kojeg podatka, pritiskom tipke **Rekalkulacija**, dobiva se rezultat sa do tada upisanim podacima. Nakon ispunjavanja svih ćelija s plavom bojom i pritiskom na tipku **Rekalkulacija** proračun je završen. Postupak se može, prije izlaza iz programa, ponavljati neograničeno puta.

Svaki proračun može se spremirati kao "Save as ...", kao PDF-u ili isprintati kompletni dokument sa tipkom **Ispis dokumenta** koja se nalazi na kraju upisa svih podataka u Formi 7. **Profil terena**. Ispis obuhvaća: Analizu i dimenzioniranje s nacrtom armature (10 stranica), Poprečni presjek zida (1), Dijagram momenata savijanja (1), Iskaz armature (2) i Troškovnik (2). Moguće je printanje i pojedinog sheeta, stranice ili selekcioniranog dijela stranice. Ovo se može primijeniti kada potporni zid nema konzole, sidara ili kontrafora.

13. Najnepovoljnija kombinacija opterećenja: OSNOVNO + POTRES

14. Napomene:

14.1. Program **PotporniZID s kontraforama-ver.12.0** izrađen je na bazi verzija ver.11.0 ali u odnosu na tu verziju program je nadograđen sa analizom zida sa kontraforama.

Ovim programom moguće je izraditi analizu stabilnosti i dimenzioniranje **SVIH** vrsta zidova bez obzira na oblik i dimenzije zida i vrstu opterećenja.

14.2. Iskaz armature i sidara

Nacrt armature prikazan je u sheetu Analiza stabilnosti a iskaz armature i sidara u sheetu Iskaz armature. Iskaz armature daje uvid u oblike i količinu armature i sidara.

14.3. Program se otvara isključivo passwordom po izboru autora ili kupca, dogovorenim pri sklapanju **Ugovora o autorskom djelu**, a isti se može koristiti samo u firmi - kupcu programa.

14.4. Ukoliko zid ima preveliku konzolu i ili prevelike sile prednaprezanja u sidrima, vlačna zona moguća je i na licu zida. Zbog toga, uz svaki dimenzionirani presjek postoji napomena o položaju glavne armature. Ista je u nacrtu armature prikazana na pravom mjestu tj. u vlačnoj zoni.

14.5. Program je testiran za "sve" moguće vrijednosti djelovanja, oblike i dimenzije temelja i zida. Međutim, ako korisnik tijekom rada naiđe na problem koji nije uočen tijekom testiranja, obavijestite me o tome na priloženi e-mail i problem će biti riješen u kratkom roku. Ukoliko je to greška u programu, svi korisnici programa dobiti će, u zamjenu za stari, novi CD s odgovarajućim ispravkama.