

Proračun potpornog zida bez sidrenja

Datoteka: Demo_manual_04.gp1

Ovaj inženjerski priručnik opisuje proračun potpornog zida bez sidrenja za stalno i slučajno opterećenje (poplave).

Zadatak

Proračunajte potporni zid bez sidrenja koji se sastoji od pilota *VL 601* koristeći EN 1997-1 (EC 7-1, DA3) standard unutar nehomogenih geoloških slojeva. Materijal pilota je čelik *S 240 GP*. Dubina iskopa je 2,75 m. Podzemna voda se nalazi na dubini od 1,0 m. Također proračunajte konstrukciju u slučaju poplave, kada je razina vode 1,0 m iznad vrha zida (potrebno je postaviti mobilne barijere protiv poplave).



Shema zida bez sidrenja sastavljenog od pilota – zadatak

Rješenje:

Kako bismo riješili ovaj problem, koristit ćemo GEO5 program "Dizajn zagatne stijene". U ovom priručniku, objasnit ćemo svaki korak u rješavanju ovog problema:

- 1. faza konstrukcije: stalna proračunska situacija
- 2. faza konstrukcije: slučajna proračunska situacija
- Dimenzioniranje poprečnog presjeka
- Provjera stabilnosti
- Rezultati proračuna i zaključak

Faza konstrukcije 1

U kartici "Settings" kliknite na "Select settings" i zatim izaberite Br. 5 – "Standard – EN 1997 – DA3".

Settings lis	t			×
Number	Name	Valid for		
1	Standard - safety factors	All		
2	Standard - limit states	All		
3	Standard - EN 1997 - DA1	All		
4	Standard - EN 1997 - DA2	All		
5	Standard - EN 1997 - DA3	All		
6	Standard - LRFD 2003	All		
7	Standard - no reduction of parameters	All		
8	Czech republic - old standards CSN (73 1001, 73 1002, 73 0037)	All		
9	Slovakia - old standards CSN (73 1001, 73 1002, 73 0037)	All		
10	Slovakia - EN 1997	All		
69	Switzerland - SIA 260 (267) - STR, GEO - standard	All		
70	Switzerland - SIA 260 (267) - STR, EQU - standard	All	1	
			_	🗸 ОК
			-	X Cancel

"Settings list" dijaloški prozor



Najprije idite na karticu "Profile" i dodajte dvije nove granice koristeći tipku "Add". Jedna će biti na dubini 1,5 m, a druga na dubini 2,5 m.

No.	Thickness of layer	Depth	🕂 🎬 Add	- Position information
	t [m]	z [m]		Terrain elevation : [m]
1	1,50	0,00 1,50		
2	1,00	1,50 2 <mark>,</mark> 50		Coordinates GPS / S-JTSK View
3	-	2,50 ∞	_	GPS : (not specified) on map
			_	S-JTSK : (not specified)

Kartica "Profile" – Dodavanje nove granice

Zatim idemo na karticu "Soils" i dodajemo nova tla klikom na tipku "Add", unosimo parametre tla prema sljedećoj tablici ili slikama i dodajemo ih našem profilu. Podrazumijevamo efektivno stanje naprezanja, tlak u stanju mirovanja se proračunava za nekohezivna tla, a proračun uzogna je postavljen na standard za svako tlo. Nećemo uzimati uz obzir promjenu jedinične težine uslijed saturacije.

Tlo (Klasifikacija tla)	Profil [<i>m</i>]	Jedinična težina $\gamma \left[kN/m^{3} ight]$	Kut unutarnjeg trenja $arphi_{ef}\left[^{\circ} ight]$	Kohezija tla c _{ef} [kPa]	Kut trenja konstrukcija - tlo $\delta = [^{\circ}]$
S-F – Pijesak s tragovima fino granuliranog tla, tlo srednje gustoće	0,0 - 1,5	17,5	29,5	0,0	14,0
SC – Glinoviti pijesak, tlo srednje gustoće	1,5 – 2,5	18,5	27,0	8,0	14,0
CL, CI – Glina niske ili srednje plastičnosti, čvrsta konzistencija	from 2,5	21,0	19,0	12,0	14,0

Tablica – parametri tla

GEO5

Add new soils	X
- Identification	— Draw —
Name : Sand with trace of fines	Pattern category :
	GEO 🗸
— Basic data — ?	Search :
Unit weight : $\gamma = 17,50 \text{ [kN/m^3]}$	Subcategory :
Stress-state : effective	Soils (1 - 16) 👻
Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 29,50$ [°]	Pattern :
Cohesion of soil : $c_{ef} = 0.00$ [kPa]	i e pice pice pice pice pice pice pice p
Angle of friction structersoil: $\delta = 14.00$ [°]	
Pressure at rest	9 Sand
Soil : Cohesionless	Color :
	▼
— Uplift pressure — ?	Background :
Calc. mode of uplift : standard 🔹	automatic 💌
Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 17,50 \text{ [kN/m}^3\text{]}$	Saturation <10 - 90> : 50 [%]
	1
Classify Clear	🕂 Add 🔀 Cancel

"Add new soils" dijaloški prozor – Pijesak s tragovima fino granuliranog tla

GEO5

Add new soils	X
- Identification	— Draw ———
Name : SC - Clayey sand	Pattern category :
	GEO 🗸
- Basic data - ?	Search :
Unit weight : $\gamma = 18,50 \text{ [kN/m}^3\text{]}$	Subcategory :
Stress-state : effective	Soils (1 - 16) 👻
Angle of internal friction : $\phi_{ef} = 27,00$ [°]	Pattern :
Cohesion of soil : c _{ef} = 8,00 [kPa]	
Angle of friction strucsoil : $\delta = 14,00$ [°]	1997년 - 1997년 - 1997년 - 1997년 - 1997년 - 1997년 - 1997년 - 1997년 - 1997년 - 1997년 - 1997년 - 1997년 - 1997년 - 1997년
- Pressure at rest - ?	
Soil : cohesionless	11 Clayey sand
	Color :
- Uplift pressure ? ·	Background :
Calc. mode of uplift : standard	automatic 🔹
Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 18,50 \text{ [kN/m}^3\text{]}$	Saturation <10 - 90> : 50 [%]
Classify Clear	🕂 Add 🛛 🗶 Cancel
Closhy	

"Add new soils" dijaloški prozor – Glinoviti pijesak

GEO5

Add new soils				X
- Identification				— Draw ———
Name : Low plasticity clay			Pattern category :	
				GEO 👻
— Basic data —			?	Search :
Unit weight :	γ =	21,00 [kN/m ³]		Subcategory :
Stress-state :	effective	~		Soils (1 - 16) 👻
Angle of internal fricti	on : φ _{ef} =	19,00 [°]		Pattern :
Cohesion of soil :	c _{ef} =	12,00 [kPa]		
Angle of friction struc	soil : δ =	14,00 [°]		
- Pressure at re	st		? -	
Soil :	cohesionless	•		4 Clay
				Color :
— Uplift pressur	e			Background :
Calc. mode of uplift :	standard	•		automatic 🔹
Saturated unit weight	: γ _{sat} =	21,00 [kN/m ³]		Saturation <10 - 90> : 50 [%]
Classify	Clear			🕂 Add 🗙 Cancel

"Add new soils" Dijaloški prozor – Glina niske plastičnosti



Zatim, u kartici "Assign", dodjeljujemo tla slojevima kao što je prikazano na slici





Kartica "Assign" – dodjela tla

U kartici "Geometry", odabrat ćemo oblik dna iskopa i unijeti njegovu dubinu (2.75 m). Zatim kliknemo na "edit" kako bismo odabrali vrstu poprečnog presjeka. Za naš primjer, koristit ćemo pilote VL 601.

				Frames _
				Project
30				🔅 Settings
				Profile
\leftrightarrow			\backslash	Soils
*			\backslash	Assign
Q	2.75		$\langle \rangle$	_ Geometry
			\sim	🚥 Material
		Edit section	×	Anchors
				Props
		Type of wall : Sheet pile	•	Supports Pressure deter
		Cross-section name : Sheet pile :	VL 601 🗌 🗆 User def.	Terrain
				Water
	l	Cross-section		Surcharge
		<u>C</u> atalog		- 11 👽
		Name : VL 601		Outputs _
				E* Add picture
- Excavation	- Cross-section -		9	Excavation: 0
Depth of ditch : h = 2,75 [m]	Sheet pile : VL 602	- Information		10tal: 3
Ditch bottom surcharge : f = 0,00 [kPa]	/ Edit	A = 9,83E-03 [m ² /m]	$I = 1,15E-04 [m^4/m]$	
5		$W_{y1} = 7,420E-04 \ [m^3/m]$	$W_{pl,y} = 8,580E-04 [m^3/m]$	
avat		Liser's catalog	I OK X Cancel	
Exc			E or E Carter	Copy view

Kartica "Geometry"

U kartici "Material" definiramo potrebnu vrstu čelika na S 240 GP (čelični pilot).

Structural steel Catalog User def.	Catalog of materials - Structura — Select from catalog of material	al steel X
EN 10248-1:5 240 GP f _y = 240,00 MPa E = 210000,00 MPa G = 81000,00 MPa	Structural steel EN Sheetoile steel EN	EN 10248-1 : S 240 GP EN 10248-1 : S 270 GP EN 10248-1 : S 320 GP EN 10248-1 : S 355 GP EN 10248-1 : S 390 GP EN 10248-1 : S 430 GP
		VOK X Cancel

Kartica "Material"

U ovom slučaju, ne koristimo kartice "Anchors", "Props", "Supports", "Surcharge" ili "Applied forces". Kartica "Earthquake" također nije bitna za ovaj proračun, jer konstrukcija nije locirana na seizmički aktivnom području. U kartici "Terrain", ostavljamo opciju horizontalno.

Zatim idemo na karticu "Pressure determination". U ovoj kartici uključujemo opciju "Consider the minimum dimensioning pressure".



Kartica "Pressure determination"

Napomena: Za kohezivna tla prema nekim standardima preporučljivo je koristiti minimalni tlak za dimenzioniranje koji djeluje na potporni zid. Standardna vrijednost koeficijenta minimalnog tlaka je Ka = 0.2. To znači da je minimalni tlak na konstrukciju barem 20% od vrijednosti geostatičkog naprezanja – nikad manje.

Napomena: U slučaju usidrenih potpornih zidova, preporuča se koristiti redistribuciju aktivnog tlaka zbog usidrenja. Ako želimo smanjiti deformaciju pilota, također je moguće povećati tlak koji djeluje na konstrukciju (povećani aktivni, u stanju mirovanja) u istoj kartici. Obje mogućnosti su opisane u sklopu Pomoći programa (F1) ili u sljedećem inženjerskom priručniku <u>Br. 5 – Proračun</u> <u>usidrenog potpornog zida</u>.



U kartici "Water" unosimo TPV vrijednost kao 1,0 m.

1	× <u> </u>			
	h ₄	 Ground water table (GWT) p 	arameters	
		GWT behind construction :	h1 =	1,00 [m]
		GWT in front of construction :	h ₂ =	[m]
		- Tensile crack		
		Depth of tensile crack :	h _t =	[m]
Water				

Kartica "Water" – 1. faza konstrukcije

Zatim u kartici "Stage settings", odabiremo stalnu proračunsku situaciju.

'	Design situation :	permanent	
sgni			
Stage sett			

Kartica "Stage settings (1)"



Sad ćemo otvoriti karticu "Analysis". U ovoj kartici program automatski proračunava unutarnje sile i potrebnu dubinu konstrukcije u tlu.



Kartica "Analysis"

Svi rezultati mogu biti prikazani pomoću tipke "In detail".



Kartica "Analysis" – faza konstrukcije 1 – "In detail" dijaloški prozor

U sljedećoj fazi pokazat ćemo kako proračunati minimalnu dubinu u tlu i unutarnje sile na primjeru slučajne proračunske situacije – poplave.



Osnovni unos – Faza konstrukcije 2

Sada ćemo dodati novu fazu konstrukcije u alatnoj traci "Construction stage" u gornjem lijevom kutu sučelja.



Alatna traka "Construction stage"

U kartici "Water" ćemo promijeniti TPV iza konstrukcije na -1,0 m. Nećemo uzeti u obzir vodu s prednje strane konstrukcije.

1	× =				
	h ₄	- Ground water table (GWT) p	arame	ters	
		GWT behind construction :	h1 =	-1,00	[m]
		GWT in front of construction :	h2 =		[m]
		Tensile crack			
Ŀ		Depth of tensile crack :	h _t =		[m]
Wat					

Kartica "Water"

Zatim u kartici "Stage settings", odabrat ćemo proračunsku situaciju "Accidental".



Kartica "Stage settings (2)"

Sve ostale vrijednosti su site kao i u prvoj fazi konstrukcije, pa nećemo morati ništa više mijenjati. Zato možemo odmah ići na karticu "Analysis" gdje možemo vidjeti detaljne rezultate.





Kartica "Analysis"

Uerification		—		\times
Max. value of shear force Max. value of moment Required depth of structure in soil Overall length of structure	= = =	215,82 178,81 4,46 7,21	kN/m kNm/m m m	
× <u>⊂</u> lose				

Kartica "Analysis" – faza konstrukcije 1 – "In detail" dijaloški prozor

Sad je potrebno provjeriti poprečni presjek pilota na sacijanje + tlak i posmik.



Provjera poprečnog presjeka

Idemo na karticu "Dimensioning".



Kartica "Dimensioning"

'	Analysis :	
	Stage : (envelopes from all stages) Edit Geometry : Sheet pile : VL 601 — Information	Check cross-section Reduct. coefficient of bearing capacity : 1,00 [-] Influence of normal force : normal force - do not consider
	Max. shear force on 1m of wall = 215,82 kN/m Max. moment on 1m of wall = 178,81 kNm/m	Results BENDING + COMPR.: NOT OK. (100,4%) SHEAR: SATISFACTORY (37,5%)
Dimensionin		

Kartica "Dimensioning" – provjera rezultata



Napomena: Maksimalne vrijednosti unutarnjih sila svih faza se prikazuju u kartici "Dimensioning". Ako želimo koristiti rezultate iz određenih faza konstrukcije, moramo ih odabrati koristeći tipku "Edit".

Vidimo da naš poprečni presjek ne zadovoljava provjeru "Bending + compression", jer je iskoristivost veća od 100 %. Detaljni rezultati se mogu prikazati pomoću tipke "In detail".

Dimensioning –		<
Verification of steel section according to EN 1993-1-1 All construction stages are taken into the analysis. Reduct. coefficient of bearing capacity = 1,00 Internal forces per 1 m of wall		
M _{max} = 178,81 kNm/m; Q = 2,08 kN/m		
$Q_{max} = 215,82 \text{ kN/m};$ M = 0,92 kNm/m		
$ \begin{array}{l} \mbox{Verification of max. moment } M_{max} + Q: \\ \mbox{Verification of bending:} \\ M_{max}/M_{c,Rd} = 1,004 > 1 & \mbox{Is not satisfactory} \\ \mbox{Verification of shear:} \\ Q/V_{c,Rd} = 0,004 \leq 1 & \mbox{Is satisfactory} \\ \mbox{Verification of plane state of stress:} \\ Normal stress \ \sigma_{x,Ed} = 229,42 & \mbox{MPa} \\ Shear stress \ \tau_{Ed} = 0,29 & \mbox{MPa} \\ Verification: \ (\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3^*(\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,914 \leq 1 \\ \mbox{Verification of max. shear force } Q_{max} + M: \\ \mbox{Verification of bending:} \\ \end{array} $	Is satisfactor	У
$\begin{array}{l} M/M_{c,Rd}=0,005\leq 1 \text{Is satisfactory} \\ \textbf{Verification of shear:} \\ Q_{max}/V_{c,Rd}=0,375\leq 1 \text{Is satisfactory} \\ \textbf{Verification of plane state of stress:} \\ \text{Normal stress } \sigma_{X,Ed}=1,19 \ \text{MPa} \\ \text{Shear stress } \tau_{Ed}=30,51 \ \text{MPa} \\ \text{Verification:} \ (\sigma_{X,Ed}/(f_{y}/\gamma_{M0}))^2 + 3^*(\tau_{Ed}/(f_{y}/\gamma_{M0}))^2 = 0,049\leq 1 \\ \textbf{Cross section is NOT SATISFACTORY} \end{array}$	ls satisfactor	у
	X Close	

Detaljni rezultati

Zbog toga što provjera poprečnog presjeka ne zadovoljava, moramo se vratiti u karticu "Geometry" i odabrati veći profil pilota – *VL 602*.

		Frames _
		Assign
30		Geometry
	Edit section	🚣 Anchors
↓		T Props
	Type of wall : Sheet pile	Supports
	Cross-section name : Sheet pile : VL 602 User def.	Pressure deter.
2,75		Water
	- Cross-section	
	Catalog	Applied forces
	Name : VL 602	Earthquake
		<mark>₁</mark> ² Stage settings
	2 5	Analysis
	- Information	🔥 Dimensioning
-0-	A = 1,15E-02 [m ² /m] I = 1,31E-04 [m ⁴ /m]	🖑 Stability
	$W_{\gamma 1} = 8,450E-04 \ [m^3/m]$ $W_{pl,\gamma} = 9,900E-04 \ [m^3/m]$	
	Σ _□ ⊌ Liser's catalog ✓ OK X Cancel	
		Outputs _
- Excavation	Cross-section	E* Add picture
Depth of ditch : h = 2,75	[m] Sheet pile : VL 601	Excavation: 0
Ditch bottom surcharge : f = 0,00	[kPa] Edit	Total: 0
		E List of pictures
cavation		
۵		Coby view

Kartica "Geometry" – promjena poprečnog presjeka

Nakon uređivanja poprečnog presjeka, vraćamo se u karticu "Dimensioning". Provjera novog većeg poprečnog presjeka sada zadovoljava.



Kartica "Dimensioning" – provjera novog poprečnog presjeka

Analysis : 🕕 📄 [1]	
Stage : (envelopes from all stages) Edit Geometry : Sheet pile : VL 602 — Information	Check cross-section Reduct. coefficient of bearing capacity : 1,00 [-] Influence of normal force : normal force - do not consider N =
Max. shear force on 1m of wall = 215,82 kN/m Max. moment on 1m of wall = 178,81 kNm/m	Results BENDING + COMPR.: SATISFACTORY (88,2%) SHEAR : SATISFACTORY (30,4%)

Kartica "Dimensioning" – novi rezultati provjere

Napomena: Promjena poprečnog presjeka nema utjecaja na proračun unutarnjih sila. Krutost konstrukcije će samo imati utjecaj na proračun u programu "<u>Provjera zagatne stijene</u>", koji se može koristiti prilikom proračuna zahtjevnijih usidrenih konstrukcija.



Provjera stabilnosti

Sad je potrebno provjeriti zadovoljava li konstrukcija sve uvjete ukupne stabilnosti. Ova provjera se provodi u kartici "Stability".

U ovoj kartici program prikazuje minimalnu dubinu konstrukcije u tlu. Proračun stabilnosti se treba provesti za svaku fazu konstrukcije.

Minimalna dubina konstrukcije (na temelju proračuna iz 2. faze konstrukcije) je 4,46 m. Prema tome ćemo postaviti zid od pilota na 4,5 m dubine u tlu.

GEO5 2020 - Sheeting Design [Untitled.gp1 *] × ile Edit Input Analysis Outputs Settings Help Đ 🔓 • 🔚 • 📲 💼 👔 [1] [2] Eie Ξ Frames 2D Project 🔅 Settings 3D Profile ↔ Soils 🗮 Assign Q Geometry 📼 Material \geq Anchors Props Supports I Pressure dete Terrain 📴 Water F Surcharge Applied forces 💂 Earthquake 🚱 Stage settings <u>ې</u> Analysis 🔥 Dimensio Depth of structure in soil : d = 4,50 [m] Slope Stability 🝠 Stability Minimum depth of structure in soil is 4,46 m. Data for Sheeting Check Outputs tability analysis was not run for actual data Add picture Stability Total : List of pictures 7 Copy view

Najprije provodimo proračun za 1. fazu konstrukcije.

Kartica "Stability" – faza konstrukcije 1

Klikom na tipku "Slope Stability" otvara se program "Stabilnost kosina". Svi uneseni parametri se automatski prenose u povezani program. U programu idemo u karticu "Analysis". Odabrat ćemo "Bishop" metodu s optimizacijom kružne klizne plohe kao što je prikazano na slici ispod i kliknuti na tipku "Analyze".





"Slope Stability" program – kartica "Analysis" (faza konstrukcije 1)

Kad je završen proračuin 1. faze, kliknemo na "Exit and save" u desnom dijelu sučelja. Zatim provodimo isti proračun za 2. fazu konstrukcije.





"Slope Stability" program – kartica "Analysis" (faza konstrukcije 2)

Rezultati proračuna i zaključak

Cilj ovog zadatka je bio modelirati zid od pilota za temeljnu jamu dubine 2,75m.

Prilikom modeliranja potpornog zida bez sidrenja, dobivamo vrijednost minimalne dubine konstrukcije u tlu. Ova dubina je određena kao maksimalna vrijednost svih faza konstrukcije:

_	Minimalna dubina konstrukcije u prvoj fazi:	2,79m

Minimalna dubina konstrukcije u drugoj fazi: 4,46m

Prema tome postavljamo zid od pilota na dubini od 4,5m u tlu s ukupnom duljinom od 7,25m (4,46 m + 2,79m).

Konstrukcija zadovoljava provjeru ukupne stabilnosti. Maksimalna iskoristivost konstrukcije ne prelazi 60 %.

Početno odabran poprečni presjek pilota tipa *VL 601* nije zadovoljio provjeru na savijanje. Zbog toga je poprečni presjek zamijenjen s većim, tip VL 602, što zadovoljava provjere.

Zid od pilota (poprečni presjek tipa *VL 602*, čelik *S 240 GP*) s ukupnom duljinom od 7,25m zadovoljava sve provjere.