

Výpočet svislé únosnosti a sedání pilot vyšetřovaných na základě zkoušek CPT

Program: Pilota CPT

Soubor: Demo_manual_15.gpn

Cílem tohoto inženýrského manuálu je vysvětlit použití programu GEO 5 – PILOTA CPT.

Specifikace zadání úlohy

Obecné zadání úlohy je popsáno v předchozí kapitole (*12. Pilotové základy – úvod*). Spočtěte únosnost a sedání osamělé piloty, resp. skupiny podle EN 1997-2 na základě provedených CPT zkoušek.



Schéma zadání úlohy – osamělá pilota vyšetřovaná podle zkoušek CPT

Řešení

K výpočtu této úlohy použijeme program GEO 5 – PILOTA CPT. V následujícím textu postupně popíšeme řešení příkladu po jednotlivých krocích.

V rámu "Nastavení" klikneme na tlačítko "Vybrat nastavení" (v levé spodní části obrazovky) a poté zvolíme nastavení výpočtu "Standardní – EN 1997". Návrhový přístup není podstatný, výpočet je proveden podle normy *EN 1997-2: Navrhování geotechnických konstrukcí – část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy*.



GEO5 2020 - Pilota CPT [Nepo	ojmenovaný.gpn]							– 🗆 ×
Soubor Úpravy Zadávání Výpo	čet Výstupy Nastav	vení Nápověda						
soubor	Úpravy	Efize (1)						
2D	Seznam nastav	vení výpočtu				×		Režimy _
	Číslo	Název		Platnost			-1,40	Projekt
30	1	Standardní - stupně bezpečnosti		Všechny			-1.	🛠 Nastavení
	2	Standardní - mezní stavy		Všechny				Zkoušky CPT
4	3	Standardní - EN 1997 - DA1		Všechny				HPV
Ŧ	4	Standardní - EN 1997 - DA2		Všechny				
	5	Standardní - EN 1997 - DA3		Všechny				Klasifikace zemin
	7	Standardní - bez redukce		Všechny				Profil
	8	Česká republika - původní normy ČSN (73 1001, 7	73 1002, 73 0037)	Všechny				Zeminy
	10	Slovensko - EN 1997		Všechny	_			Přířazení
	69	Švýcarsko - SIA 260 (267) - STR, GEO - standard		Všechny	_			(T2)
	70	Švýcarsko - SIA 260 (267) - STR, EQU - standard		Všechny	_			Konstrukce
(FTFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF	72	Rumunsko - EN 1997 - budovy (SR EN 1990:2004	I/NA:2006)	Všechny	_			Geometrie
	73	Rumunsko - EN 1997 - mosty (SR EN 1990:2004/	A1:2006/NA:2009)	Všechny				Únosnost
								N Caddar
								E Sedani
						• OK		
\$ <u>\$</u>					w	🗙 Storno		
							-	_
Nastavení výpočtu : Standa	ardní - EN 1997 - DA	2	- Vybrat	Výpočet ze zkoušek :	CPT	•		
			nastavení	Uvažovat vliv negativního plášt	ťového t	tření		
Metodika posouzení : vý	počet podle EN 199	97-2		Provést klasifikaci zemin				
Typ výpočtu : EN	1997-2		Správce pastavoní	Provest klasilikaci zerriin				
			nastaveni					
			🔶 Přidat	Součinitel neurčitosti modelu :	$\gamma_{cal} =$	1,00 [-]		Wetura
			do správce	Součinitele ξ ₃ , ξ ₄ :	standa	rdní 🔹		
				Redukovat součinitele š. š. (t	ubá kor	ostrukce)		B Pridat obrázek
			L	neuakovat soucinitele 53, 54 (t	una kor	istukcej		Projekt : 0
								Celkem : 0
								🔠 Seznam obrázků
υ								
istave								
ž								Ropirovat ponied

Rám "Nastavení"

V prvním výpočtu provedeme posouzení osamělé piloty, takže redukci korelačních součinitelů ξ_3 , ξ_4 nezadáme. Vliv negativního plášťového tření nebudeme uvažovat. V tomto rámu je také možné zadat *součinitel neurčitosti modelu*, kterým se redukuje celková spočtená únosnost piloty – ponecháme standardní hodnotu 1,0.

Také zaškrtneme možnost "Provést klasifikaci zemin". Tím zajistíme, že veškeré parametry zemin budou v celé úloze přiřazeny automaticky na základě provedených CPT zkoušek.

Poznámka: Korelační součinitele ξ_3 , ξ_4 a tudíž i celková únosnost piloty závisí na počtu provedených zkoušek CPT. Pokud máme k dispozici více provedených zkoušek CPT, je velikost těchto korelačních součinitelů menší. Pro dvě provedené zkoušky statické penetrace (náš případ) jsou hodnoty $\xi_3 = 1,35$, $\xi_4 = 1,27$ podle tabulky A.10 – Korelační součinitele pro odvození charakteristických hodnot únosností pilot z výsledků zkoušek základové půdy uvedené v EN 1997-1 (část A.3.3.3).



Nyní se přesuneme do rámu "Zkoušky CPT". V tomto rámu provedeme import jednotlivých zkoušek pomocí tlačítek "Import" a poté "Přidat".

GEO5 2020 - Pilo	ta CPT [Nepojmenovaný.gpn]	- 🗆 X
Soubor Upravy Za	Javiari Výpočet Výstupy Nastavení Napověda	
	Import (statická penetrační zkouška) Typ souboru: Formát GEF (*.gef) Číslo ~ Sezram importovaných souborů 1 C(\USers\\Public\\Documents\\Fine\\GEO5 2020 Priklady\\tept_test2 gef 2 C\USers\\Public\\Documents\\Fine\\GEO5 2020 Priklady\\tept_test2 gef Počet zkoušek : 2 CK	Režimy
Zeoritky CPT	tázev zkoušky Hloubka 1. bodu Hloubka Zobrazená d₁ [m] d _{hot} [m] zkouška	Výstupy – Přidat obrázek Zkoušky CPT : 0 Celkem : 0 El Seznam obrázků El Kopírovat pohled

Rám "Zkoušky CPT" - import

Poznámka: Soubory, které importujeme do programu (cpt_test1.gef, cpt_test2.gef), jsou součástí GEO5 instalace a nachází se ve složce FINE ve veřejných dokumentech.

Poznámka: Zkoušky CPT mohou být uloženy v několika formátech, v našem případě máme k dispozici zkoušky uložené v holandském formátu GEF. Více informací lze najít v nápovědě k programu (F1 nebo <u>online</u>).

Poznámka: Kromě importování zkoušek z předem uložených souborů lze jednotlivé průběhy zadat i ručně tlačítkem "Přidat CPT". Vzhledem k velkému počtu měřených bodů se však používá obvykle import.



Po stisknutí tlačítka "OK" se vybrané zkoušky načtou a v programu se zobrazí průběhy změřených veličin.



Rám "Zkoušky CPT" – importované zkoušky

Poznámka: Zkoušky CPT můžeme zjednodušeně rozdělit na dva typy. Kromě klasické zkoušky CPT, při které se zaznamenávají hodnoty odporu na hrotu (q_c) a lokálního plášťového tření (f_s), existuje ještě podrobnější typ zkoušky (CPTu). Při této zkoušce dochází zároveň k měření hodnot pórového tlaku. Typ zkoušek CPTu je finančně i technicky náročnější, proto se častěji provádí pouze zkoušky CPT. Nicméně znalost pórového tlaku (u) je nezbytná pro správné vyhodnocení klasifikace zemin. Pokud však známe hladinu podzemní vody, můžeme hodnoty pórového tlaku přibližně dopočítat, což je vysvětleno dále.



Vybereme "cpt_test1" a stisknutím tlačítka "Upravit (číslo 1)" zobrazíme dialogové okno s podrobnými výsledky vybrané zkoušky.

Úprava vlas	tností zkoušky	(statická pen	etrační zkoušk	a)							
- Parametr	y zkoušky						Odpor	_	Lokální tření	Póro	vý tlak
Název zkou	išky :cpt_test	1					0,00		6,00	0,00	
Výška :	zadat		•				2,00		2,00	2,00-	
Hloubka 1.	bodu zkoušky o	d terénu :	d1 =	0,00	m]		4,00	-	4,00	4,00-	
– Body zko	uškv —		-		_		6,00	- 11 -	6,00	6,00-	
Číslo	Hloubka	Odpor	Lokální tření	Pórový tlak		📲 Přidat	8,00	_	8,00	8,00-	
bodu	d [m]	q _c [MPa]	f _s [kPa]	u ₂ [kPa]		Podzemní voda		×	0,00	10,00	
> 1	0,00	0,00	0,00		-					12.00	
2	0,91	0,18	22,00			Voda není			2,00 -	-12,00	
3	0,93	0,30	26,00]	Hloubka HPV od 1.	bodu zkoušky : 4,	50 [m]	4,00-	<u>두</u> 14,00 -	
4	0,94	0,39	25,00						5.00-5	16.00 -	
5	0,96	0,39	26,00					-	5	∃,	
6	0,98	0,38	31,00					storno	B,00 - {	18,00-	
7	1,00	0,39	29,00				20,00	- 2	0,00-{	20,00-	
8	1,02	0,40	27,00							22.00	
9	1,04	0,35	26,00				22,00	- 4	2,00	22,00-	
10	1,06	0,35	24,00				24,00	- 2	4,00 - 3	24,00 -	
11	1,08	0,37	23,00				26.00		16 00 - C	26.00-	
12	1,10	0,37	22,00				20,00	- 11 1		20,00	
13	1,12	0,38	22,00				28,00	- 2	8,00	28,00-	
14	1,15	0,37	22,00				29,91	- 2	9,91	29,91	
15	1,17	0,37	22,00				0 10 20	30	0 200 400 600	0	
16	1,19	0,37	22,00		-		q _c [MPa]		t _s [kPa]		u ₂ [kPa]
15 16	1,17 1,19	0,37 čet u2	22,00		•		q _c [MPa]		с 2.55 100 000 f _s [kPa]	✓ ОК	u ₂ [kPa

Rám "Zkoušky CPT" – dopočet pórového tlaku

V tomto dialogovém okně stiskneme tlačítko "Dopočet u2", které se nachází v levé spodní části obrazovky, a zadáme předpokládanou hladinu podzemní vody. V našem případě zadáme 4,50 m.

Tímto způsobem provedeme dopočet pórového tlaku pro obě dvě zkoušky.

Hladinu podzemní vody je třeba zadat i v rámu "HPV".

GE05



Rám "HPV"

Přesuneme se do rámu "Klasifikace zemin". Zatřídění zemin zvolíme dle Robertsona z roku 2010. Koeficient penetrometru ponecháme na standardní hodnotě 0,75 a objemovou tíhu necháme spočítat na základě zkoušek CPT. Minimální mocnost vrstvy nastavíme z důvodu zvýšení přehlednosti geologického profilu na hodnotu 0,5 m. Více informací lze nalézt v nápovědě k programu (F1 nebo <u>online</u>).



GEOS 2020 - Pilota CPT [C/LUses/stomas/Desktop/manualiy 12-18/15,CS/Demo_manual_15.gpn 1] -								
Soubor Úpravy Zadávání Výpočet Výstupy Nastavení Nápověda								
20 Matthewane	Režimy _							
Zkodika : cpt.test1	Projekt							
3,50 Organická zemína - jil	🗱 Nastavení							
Ny - Minity ji, ji	📐 Zkoušky CPT							
+ Picčtá směs - hlinitý pisek, pisčtá hlina	HPV							
6.56 Pisky - čisty pisek, hliritý pisek	Klasifikace zemin							
	Profil							
270	Zeminy							
	Přiřazení							
2001	Konstrukce							
	d Geometrie							
4,59	🛉 Únosnost							
	📉 Sedání							
7,40								
(mu) [ma]								
I Zdrojevá nolní zkoulka Zdříška								
Zkouška: opt test1 • Typ zatřídění : Robertson 2010 •								
Normality and text $\alpha = 0.75$	Výstupy _							
Nazev zkolský - typ (vsk) Hloubka 1. bodu zkolský od terénu : d₁ = 0,00 Obiernovu tíba : ev/tiat ▼	Přidat obrázek							
m Vegender an an journal	Klasifikace zemin : 0							
Automatica visit, visit	R ^{III} Seznam obrázků							
Comparison of the second secon	D Seznam Obrazku							
ndia.								
2	Kopirovat pohled							

Rám "Klasifikace zemin"

Poznámka: Klasifikace zemin je provedena vždy pro jednu zkoušku, je tedy třeba ji vždy specifikovat v poli "Zdrojová polní zkouška".

Rámy "Profil", "Zeminy" a "Přiřazení" přeskočíme – vše je vyplněno automaticky na základě vyhodnocení CPT zkoušek.



V rámu "Konstrukce" zvolíme možnost "osamělá pilota". Poté zadáme maximální velikosti svislého zatížení na pilotu viz obrázek. Pro výpočet únosnosti piloty se uvažuje návrhové zatížení, pro sedání pak zatížení užitné.



Rám "Konstrukce"

V rámu "Geometrie" zadáme materiál a průřez piloty, dále určíme její základní rozměry, tj. průměr a délku v zemině. Následně definujeme typ technologie provedení piloty. Pro tuto úlohu uvažujeme vrtané piloty nepažené nebo pažené jílovou suspenzí.

Výpočet součinitele únosnosti paty piloty α_p ponecháme s možností dopočítat.

1	Průřez piloty :	kruhová 💌 Materiál piloty : beton 💌
	Typ piloty :	vrtané nepažené nebo pažené jilovou suspenzí
	Součinitel únosnosti paty piloty α_p :	dopočítat 🗨
	- Geometrie	— Kruhová pilota — L
	Délka piloty v zemině : I =	12,00 [m] Průměr piloty : d = 1,00 [m]
rie	Vysazení piloty : v =	0,00 [m]
eomet	Hloubka uprav. terénu : h =	0,00 [m]
B		

Rám "Geometrie"



Nyní přejdeme k posouzení osamělé piloty pomocí rámu "Únosnost", kde si prohlédneme výsledky výpočtu.



Rám "Únosnost"

Kliknutím na tlačítko "Podrobně" zobrazíme navíc mezivýsledky pro výpočet svislé únosnosti piloty.

🔓 Posouzení	-			×
Winsčat cuiclá únachacti pilatu mar	inúcladk			
Průměr piloty d. = 1.00	m	Y		
Průměr piloty v patě d = 1.00				
Place piloty v pare $d_{s,eq} = 1,00$	m2			
Kast radulus (respectively a) = 0,75				
Koef, redukce unosnosu paty $\alpha_p = 0.50$				
Koef, vlivu tvaru piloty s = 1,00				
Koel, vivu rozsi elle paty p = 1,00				
Výpočet svislé únosnosti piloty - výsl	edky			
Výpočet proveden pro všechny zkoušky.				
Minimální odpor piloty v tlaku R _{c.min} =	1359,29	kΝ		
Součinitel & =	1,27			
Průměrný odpor piloty v tlaku R _{c.mean} =	1548,98	kΝ		
Součinitel č3 =	1,35			
Charakteristická únosnost piloty R _c =	1070,31	kΝ		
Návrhová únosnost piloty R _{cd} =	1070,31	kΝ		
Návrhové zatížení F _{s.d} =	700,00	kΝ		
$P_{-1} = 1070 \ 31 \ kN > F_{-1} = 700 \ 00 \ kN$				
Pilota na posouzení únosnosti VVHOVUTE				
			¥ 7a	vřít

Dialogové okno "Posouzení (podrobně)" – Svislá únosnost

GEO5

Poznámka: Výsledky únosnosti mohou být vyhodnoceny pro jednu konkrétní zkoušku nebo pro všechny zkoušky naráz.

Návrhová svislá únosnost piloty $R_{c,d}$ se skládá ze součtu plášťového tření a odporu paty piloty (více informací v nápovědě k programu – F1). Pro splnění podmínky spolehlivosti musí být její hodnota větší než velikost působícího návrhového zatížení $F_{s,d}$.

- EN 1997-2:
$$R_{c,d} = 1070,31 \ kN > F_{s,d} = 700,0 \ kN$$
 Vyhovuje

Posléze přejdeme do rámu "Sedání", kde se zobrazuje průběh mezní zatěžovací křivky piloty a výsledky celkového sednutí piloty $w_{1,d} = 15.6 \text{ }mm$ pro užitné zatížení $F_s = 300 \text{ }kN$.



Rám "Sedání" – Mezní zatěžovací křivka (pracovní diagram piloty)

Podrobné výsledky lze zobrazit pod tlačítkem "Podrobně".

GE05



Dialogové okno "Posouzení (podrobně)" – sedání

Skupina pilot

Nyní provedeme posouzení skupiny pilot s tuhým roštem. V rámu "Nastavení" zvolíme možnost "Redukovat součinitele ξ_3, ξ_4 (tuhá konstrukce)".



Rám "Nastavení"

GE05

Poté přejdeme do rámu "Konstrukce", kde definujeme potřebné parametry pro výpočet skupiny pilot. Pilotový základ (desku s pilotami) budeme uvažovat jako **tuhou konstrukci**, u které se předpokládá, že **všechny piloty sedají stejně**. Dále zadáme počet pilot n = 4.



Rám "Konstrukce"

Ostatní rámy zůstávají beze změn.





Nyní se vrátíme zpět do rámu "Únosnost", kde se zobrazují výsledky posouzení.

Dialogové okno "Posouzení (podrobně)" – Svislá únosnost

_	EN 1997-2:	$R_{c,d} = 4709,37 \ kN > F_{s,d} = 2\ 800,0 \ kN$	VYHOVUJE
---	------------	--	----------

Závěr

Posuzovaná pilota, resp. skupina pilot vyhovuje na všechna provedená posouzení. Hlavní výhodou výpočtu na základě penetračních zkoušek CPT je jeho rychlost a jednoznačnost – tento postup je v normě *EN 1997-2: Navrhování geotechnických konstrukcí – část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy* přesně definován a odpadá mnohdy nejednoznačné zadání pevnostních parametrů zemin.