

Posouzení mikropilotového základu

Program:	Skupina pilot
Soubor:	Demo_manual_36.gsp

Cílem tohoto inženýrského manuálu je vysvětlit použití programu GEO5 – SKUPINA PILOT pro posouzení mikropilotového základu.

Zadání úlohy:

Posuďte mikropilotový základ pod věžovým jeřábem dle *EN 1997 – DA2*. Půdorysné schéma základu je uvedeno na Obr. 1. Souřadnice hlav mikropilot jsou uvedeny v tabulce 1. Mikropiloty jsou tvořeny profilem *TK 108 x 20* (ocel *S355*). Jejich celková délka je 7,0 m z čehož 3,0 m tvoří injektovaný kořen o průměru 0,30 m, 3,0 m tvoří volná délka mikropiloty a 1,0 m tvoří zabetonování v patce pro realizaci tuhého připojení. Skladba geologického profilu pod základovou patkou je uvedena v tabulce 2. Podzemní voda není uvažována. Pro výpočet svislých pružin na plášti kořene mikropiloty je zadán "Smykový modul reakce $k_v = 45,00 \ MN/m^3$ ", který bude konstantní po celé výšce kořene mikropiloty a tuhost "Pružiny na pate $k_p = 5,00 \ MN/m$ ". "Průměrné mezní plášťové tření" pro posouzení kořene mikropiloty bylo stanoveno geologickým průzkumem na $q_{sav} = 350,00 \ kPa$.



Obr. 1 Půdorys mikropilotového základu

Číslo mikropilotv	X	Ŷ	Odklon od středu základu
	[m]	[<i>m</i>]	[°]
1	-0,77	-1,57	0,00
2	0,77	-1,57	0,00

GE05

3	-1,57	-0,77	0,00
4	0,00	-0,92	0,00
5	1,57	-0,77	0,00
6	-0,92	0,00	0,00
7	0,92	0,00	0,00
8	-1,57	0,77	0,00
9	0,00	0,92	0,00
10	1,57	0,77	0,00
11	-0,77	1,57	0,00
12	0,77	1,57	0,00
13	-1,57	-1,57	15,00
14	1,57	-1,57	15,00
15	1,57	1,57	15,00
16	-1,57	1,57	15,00

Tabulka 1 Půdorysná poloha mikropilot

Třída zeminy	Profil [m]	γ [kN/m³]	φ _{ef} [°]	c _{ef} [kPa]	ν [-]	E _{def} [MPa]
F6/CL, CI konzistence tuhá, S _r <0,8	0,00 – 1,90	21,00	19,00	30,00	0,40	10,00
F5/ML, MI konzistence tuhá	1,90 - 3,10	20,00	21,00	12,00	0,40	4,00
G3/G-F ulehlá	3,10 – 4,90	19,00	35,50	0,00	0,25	95,00
G2/GP ulehlá	4,90 – 6,50	20,00	38,50	0,00	0,20	210,00
F8/CH, CV, CE konzistence tuhá	> 6,50	20,50	15,00	5,00	0,42	3,00

Tabulka 2 Geologický profil

Provozní zatížení pro výpočet natočení a sedáni je uvedeno v tabulce 3. Návrhové zatížení základové patky je uvedeno v tabulce 4. Zatížení jsou uvažována v horné úrovni základové patky. Zatížení od vlastní tíhy patky o rozměrech 4,0 m x 4,0 m x 1,2 m s objemovou tíhou 23 kN/m³ program spočte automaticky do návrhové hodnoty dle zvolené normy v "Nastavení výpočtu".

GE05

Zatížení	N	M _x	M _y	Н _х	H _y
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Hodnota	609,00	2111,00	2111,00	47,00	47,00

Tabulka 3 Užitné zatížení

Zatížení	N	M _x	M _y	Н _х	H _y
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Hodnota	822,00	2850,00	2850,00	63,00	63,00

Tabulka 4 Návrhové zatížení v horné úrovni základové spáry

Řešení:

Pro výpočet zadaného příkladu využijeme program GEO5 – Skupina pilot, ve kterém spočítáme účinek zatížení na jednotlivé mikropiloty a následně posoudíme nejvíce namáhanou mikropilotu. Vlastní postup zadávaní a řešení úlohy bude popsán v následujícím textu.

Mikropilotovou skupinu budeme počítat podle tzv. pružinové metody, která modeluje jednotlivé mikropiloty jako nosníky na pružném podloží. Každá mikropilota je interně rozdělena na deset úseků, ve kterých jsou dopočteny hodnoty vodorovných a svislých pružin. Základová deska je uvažována jako nekonečně tuhá. Vlastní řešení je provedeno deformační variantou metody konečných prvků.

V rámu "Nastavení" klikneme na tlačítko "Vybrat nastaveni" a v "Seznamu nastavení výpočtu" zvolíme podle zadání úlohy "Standardní – EN 1997 – DA2" a potvrdíme tlačítkem "OK".

Číslo	Název	Platnost	
1	Standardní - stupně bezpečnosti	Všechny	
2	Standardní - mezní stavy	Všechny	
3	Standardní - EN 1997 - DA1	Všechny	
4	Standardní - EN 1997 - DA2	Všechny	
5	Standardní - EN 1997 - DA3	Všechny	
7	Standardní - bez redukce	Všechny	
8	Česká republika - původní normy ČSN (73 1001, 73 1002, 73 0037)	Všechny	
10	Slovensko - EN 1997	Všechny	
69	Švýcarsko - SIA 260 (267) - STR, GEO - standard	Všechny	
70	Švýcarsko - SIA 260 (267) - STR, EQU - standard	Všechny	
72	Rumunsko - EN 1997 - budovy (SR EN 1990:2004/NA:2006)	Všechny	
73	Rumunsko - EN 1997 - mosty (SR EN 1990:2004/A1:2006/NA:2009)	Všechny	
			OK

Dialogové okno "Seznam nastavení výpočtu"

Dále v tomto rámu nastavíme typ výpočtu, způsob připojení mikropiloty k základové patce v závislosti na provedení mikropilot a modul reakce podloží. V pravé části zvolíme jako typ výpočtu "pružinová metoda – mikropiloty", připojení mikropiloty k základové patce budeme uvažovat "tuhé" a modul reakce podloží, který bude charakterizovat chování mikropiloty ve vodorovném směru, zvolíme "lineární" (bude počítán podle Bowlese). Víc informací o výpočtu modulu pružnosti viz HELP (F1).



📾 GEO5 2020 - Skupina pilot [Nepojmenovaný.gsp *]		- 🗆 ×
Soubor Úpravy Zadávání Výpočet Výstupy Nastavení Nápověda		
		Režimy _
2,00		Projekt
	1,00	X Nastavení
		🕄 Konstrukce
↔		III Geometrie
		Material
		Profil
		Zeminy Přířazení
	10,00	
		N Svislé pružiny
		Zatížení
		M Výpočet
		🜔 Dimenzování
		🖲 Únosnost
3		
Nastavení výpočtu : Standardní - EN 1997 - DA2	> Vybrat	
Retonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)	💙 nastavení 🛛 Typ výpočtu : 🔹 pružinová metoda - mikropiloty 💌	
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní	n Správce Připojení pilot k desce : tuhé	
Dilčí součinitel únosnosti ocelového průřezu : YMO = 1,00	Didet Modul reakce podloží: lineární	
	do správce	Výstupy
		Projekt : 0
		Celkem: 0
		🕒 Seznam obrázků
aven		
Nast	4 Upravit	Bath Kopírovat pohled

Rám "Nastavení"

V rámu "Konstrukce" zvolíme možnost pro zadání "obecného tvaru" půdorysu patky. Přesah desky nastavíme na hodnotu "o = 0.38 m"a následne můžem zadávat jednotlivé mikropiloty přes tlačítko "Přidat".



Rám "Konstrukce"

Poznámka: Přesah desky "o" je vzdálenost od vnější hrany mikropiloty po hranu základu.



Po kliknutí na tlačítko "Přidat" se objeví dialogové okno "Nový bod" ve kterém nastavíme polohu zadávané mikropiloty pomocí souřadnic x a y, případně její sklon. Přidání mikropiloty se potvrzuje tlačítkem "Přidej". Půdorysná poloha jednotlivých mikropilot je uvedena v tabulce 1.

Nový bod	×			
Pozice : x =	-1,57 [m]			
у =	1,57 [m]			
Sklon : $\alpha =$	15,00 [°]			
Typ zadání :	kolmo ke středu 💌			
Přidej X Storno				

Dialogové okno "Nový bod" (pro mikropilotu č. 16)

Pro zadání průřezu stlačíme tlačítko pro "Katalog průřezu" a v dialogovém oknu "Katalog průřezu". V části "Třída profilu" zvolíme "trubky bezešvé kruhový průřez" a "Profil" zvolíme dle zadání úlohy *TK 108 x 20*.



Dialogové okno "Katalog průřezu"

V rámu "Geometrie" postupně zadáme "Hloubku založení $h_z = 0,00 m$ ", "Tloušťku základové desky t = 1,20 m", "Délku mikropilot l = 6,00 m", "Průměr kořene $d_r = 0,30 m$ ", "Délku kořene $l_r = 3,00 m$ " a na konec je možné zadat i "odpor základové půdy". V tomhle případě je uvažována základová patka jako nově realizovaná konstrukce a veškeré zatížení bude roznášeno do základové půdy mikropilotami. Proto uvažujeme "odpor základové půdyR = 0,00 kPa".





Rám "Geometrie"

Poznámka: Odpor základové půdy je velice důležitý údaj a značně ovlivňuje výsledky výpočtu. Velikost odporu základové půdy závisí na základové půdě, způsobu budováni konstrukce (jestli se jedná o nově realizovanou konstrukci nebo o sanaci) a postupu vnesení zatížení. Výsledný efekt odporu základové půdy je snížení svislé síly zadaného zatíženi o hodnotu $N_R = A_{základ} \cdot R$.

V rámu "Materiál" zadáme materiálové charakteristiky základové patky – objemovou tíhu $\gamma = 23,00 \ kN/m^3$ a dále parametry pro dimenzování – třída betonu *C20/25* a třída konstrukční ocele *EN* 10210 – 1 : S355. Třídy materiálů jsou dostupné přes tlačítko "*Katalog"*.



🗰 GEOS 2020 - Skupina pilot [C\Users\tomas\Desktop\asd.gsp 1]	- 0	×
Soubor Úpravy Zadáváni Výpočet Výstupy Nastaveni Nápověda		
	Režimy	-
	Projekt Nastavení	
	SS Konstrukce	
↔	T Geometrie	
	Materiál	
	Profil	
, _{6,0}	Přířazení	
	Free Voda	
3.00	J⊾ Svislé pružin	iy
	C Zatížení	
	fm ¹ Výpočet	ní
	 Únosnost 	
Objemová tíha kce: γ = 23,00 [kN/m ³]		
- Beton - Konstrukční ocel		
Katalog Vlastní Kajalog Vlastní		
C 20/25 EN 10210-1:-5 355	Výstupy	_
Text 2 200 WPa Type 333,000 WPa Ferm 2 200 WPa Fu 510,000 MPa	Přidat obráz	zek
E _{cm} = 30000,00 MPa E = 210000,00 MPa G = 12300,00 MPa G G = 31000,00 MPa	Materiál :	0
	Celkem :	0 rázků
Len da la companya da		7
	Kopírovat po	ohled

Rám "Materiál"

V rámu "Zatížení" se přidá přes tlačítko "Přidat" užitné (provozní) zatížení uvedené v tabulce 3 a návrhové (výpočtové) zatížení uvedené v tabulce 4. Typ zatížení je označen ve spodní části dialogového okna.



Rám "Zatížení"

Geologický profil řešené úlohy se zadává pomocí rámu "Profil", "Zeminy" a "Přirazení". V rámu "Profil" se nastaví rozmezí jednotlivých vrstev geologického profilu, dále v rámu "Zeminy" se přiradí vlastnosti



pro jednotlivé zeminy a na konec se v rámu "Přirazení" přiradí jednotlivé zeminy k daným vrstvám profilu. Geologický profil je uvažován podle tabulky 2.

V dialogovém oknu pro *"Přidání nových zemin"* je nutné kromě vlastností z tabulky 2, zadat i hodnoty veličin pro stanovení modulu reakce podloží. Orientační hodnoty pro stanovení *"koeficientu k"* a vztah pro stanovení *"roznášecího uhlu β"* je možné najít v help-u (F1), pod tématem *"Lineární průběh modulu reakce podloží"*.

Úprava vlastností ze	miny					×
— Identifikace —					— Zobra	zení
Název :	Třída G3,	ulehlá				Kategorie vzorků :
	Třída G3,	ulehlá			GEO	•
— Základní data —				? ·	Hledat :	
Objemová tíha :	γ =	19,00	[kN/m ³]	19,0		Podkategorie :
Úhel vnitřního tření :	$\phi_{ef} =$	35,50	[°]	33 - 38	Zeminy ((1 - 16) 🔻
Soudržnost zeminy :	c _{ef} =	0,00	[kPa]	0		Vzorek :
— Sedání - edome	trický m	odul ———		? ·		
Poissonovo číslo :	ν=	0,25	[-]	0,25		
Výpočet sedání :	zadat Ed	ef	-			12 Štěrk
Modul přetvárnosti :	E _{def} =	95,00	[MPa]	90 - 100		Barva :
— Vztlak ———				? ·		▼
Způsob výp.vztlaku :	standard	ní	-			Pozadí :
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} =$	19,00	[kN/m ³]		automat	ické 🔻
					Sytost <10	0 - 90> : 50 [%]
— Stanovení modu	ulu reako	e podloží ———				
Koeficient :	k =	250,00	[MN/m ³]			
Úhel roznášení :	β=	12,75	[°]			
Zatřiď	Vymaž		(OK + 🏫 🤇	OK + 🦊	✓ OK 🗙 Storno

Dialogové okno "Přidání nových zemin"



🧱 GEOS 2020 - Skupina pilot [C\Users\tomas\Desktop\36.skupina pilot\Demo_manual_36.gsp]	– 🗆 ×
Soubor Úpravy Zadávání Výpočet Výstupy Nastavení Nápověda	
	Režimy _
	Projekt
⊕	😂 Konstrukce 🎹 Geometrie 📼 Materiál
	Profil
	r Voda ∫ Svislé pružiny ↑ Zatížení
	m Výpočet O Dimenzování O Únosnost
* Image: Second End of the second En	
2 1,2U Irida P., konzistence tuhă 3 1,20 Trida G., ulehiă 4 1,60 Trida G., ulehiă 5 Trida FR, konzistence tuhă	Výstupy Přidat obrázek Profil a přířazení: 0 Celkem : 1 R ²¹ Sznam obrázků
Philacent	Sa Kopírovat pohled

Rám "Přirazení"

V rámu "Svislé pružiny" bude definováno chováni mikropiloty ve svislém směru. Přenos zatížení z mikropiloty do okolité zeminy je zabezpečen patou a pláštěm kořene mikropiloty.



Rám "Svislé pružiny"

V rámu "Výpočet" je proveden výpočet a zobrazení výsledků pro skupinu mikropilot. Řešený model je zobrazen ve 3D s požadovanými veličinami. Výsledky je možné zobrazit na všechny nebo jen na vybranou mikropilotu. V pravé části rámu jsou zobrazené výsledky pro maximální vnitřní síly od všech

GE05

zatížení a maximální deformace od užitných (provozních) zatížení. Na následujícím obrázku jsou pro mikropilotu 16 zobrazeny ohybové momenty ve směru *X* a *Y*, a normálová síla. Deformace jsou vykresleny pro návrhové zatížení.



Rám "Výpočet"

Pro zadané nastavení výpočtu jsou výsledky maximálních deformací (pro užitné zatížení) spočteny takto:

- Maximální sednutí	7,9 mm
- Maximální vodorovný posun desky	10 <i>mm</i>
- Maximální natočení desky	1,4 <i>E</i> - 01

V rámu "Dimenzování" jsou zobrazeny vnitřní síly na mikropilotach od zvoleného zatížení nebo obálky všech zatěžovacích stavů. Výsledky je možné vykreslit i pro libovolnou mikropilotu. Celkové vnitřní síly na mikropilotách jsou rovny výslednici vypočtené ze složek namáhání ve směru *X* a *Y*. Na následujícím obrázku jsou uvedeny vnitřní síly z obálky zadaných zatěžovacích stavů pro všechny mikropiloty.

o





Rám "Dimenzování"

Po klinutí na **"Únosnost"** se spustí samostatný program "Mikropilota". Do zadání se automaticky nahrají data řešeného příkladu i s kombinacemi zatížení, které jsou vytvořeny z výsledků výpočtu. Pro posouzení průřezu klikneme na rám "Výpočet průřezu". V rámu se okamžitě zobrazí výsledky pro automaticky vybrané nejnepříznivější zatěžovací stavy. Posuzované zatížení lze vybrat i ručně. Je možné uvažovat i vliv koroze, avšak v tomhle příkladu uvažován není, protože se jedná o dočasnou konstrukci.

Posouzené stability:

 $N_{crd} = 2862,04 \ kN \ge N_{max} = 437,27 \ kN$

Vnitřní stabilita průřezu mikropiloty VYHOVUJE

Posouzení únosnosti spřaženého průřezu:

 $f_{y,d} = 236,67 \ MPa \ge \sigma_s = 157,42 \ MPa$

Spřažený průřez mikropiloty VYHOVUJE



🗰 Mikzopilota (32 bit) - Skupina pilot		×
Soubor Uppsvy Zedévéni Yýpočet Výstupy Nestaveni Nágovéda		
		Refery - Broyak National Security Security Product
Výpočet : 🕀 🗐 🔟	S Podrubnik	Vystupy
Automaticky sybirat maxima	Wypołcet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších Atébonacich stavů.	Celkem: 0
Požadovaná životnost t s [rok]	Prosouzení vnětní stability průřezu geometrická (Eulerova)	E Seznam obrázků
Koef, vlivu spojení : P _{al} = [-]	metowa Kriticka nomisłowa sila N _{ent} = 2862,04 kN Marimisla noemisłowa sila N _{ente} = 4722 kN	E Spravce dodatků
Typ zeminy : zeminy v přítodním uložení	Vnitini stabilita průřesu mikropiloty VVHOVUIE	
g	Posszeni inosssti gráženého pulitzu: Prídze je ných vytil pre zátkova felpad či. 1	Colideni
Orninus reacce podiazi Eg = 10,00 [MN/m*]	Npetiv socia = 157,42 MPa Výpočetný spenot tocia = 2367 MPa	■ ✓ Ukončit a předat
S conduct boundary diserce. 1990, Addition	Splatený průles niklopilicy WHOVUIE 💌	Ukončit bez předání

Rám "Výpočet průřezu"

Posouzení pro kořen mikropiloty se nachází v rámu "Výpočet kořen". Metoda výpočtu únosnosti kořene je podle Lizziho.

Poznámka: Metodu posouzení kořene mikropiloty je možné změnit v rámu "Nastavení" v programu Skupina pilot úpravou nastavení výpočtu pro mikropiloty.

Posouzení tlačené mikropiloty:

 $R_s = 791,68 \ kN$ - únosnost pláště mikropiloty

 $R_d = 527,79 \ kN \ge N_{max} = 437,27 \ kN$ - výpočtová únosnost kořene mikropiloty

Únosnost tlačené mikropiloty VYHOVUJE

Posouzení tažené mikropiloty:

 $R_s = 791,68 \ kN$ - únosnost pláště mikropiloty

 $R_d = 527,79 \ kN \ge N_{max} = 253,13 \ kN$ - výpočtová únosnost kořene mikropiloty

Únosnost tažené mikropiloty VYHOVUJE



🐨 Mikropilota (32 bit) - Skupina pilot				×
Soubor Uppsvy Zadávání Vypočet Vystupy Nestavení Nágovéda				
	Γ	1	Retirmy E Projekt Ø Nastav	- t
	1		₹ Geome	strie
+)		Materia	8
Q			Zemin;	y
1			Pritazet	ní
<u>aa</u>			← Zatižen	ri podloži
		ala ala	d ^D Nastav	vení fáze
			Vypoče Vypoče Vypoče	et průřez et kořen
2 <u>***</u>				
(¢)				
Výpočet : 🕀 📄 🔲			Pogrobně (jež autora	-
Plášťové tření na koření			Wypočet kol	ten: 0
Průměmě mezní plášťové tření 🔹 9 _{tav} = 350,00 (kPa)	Vosouzeni takene mikropiloty Unosnost plášté mikropiloty R ₆ = 791,68 kN	-	Celiem : b ² Seznan	() n obrázků
Cislo + Poladnice Reni	Vypočtova unosnost kořené mikropiloty K _d = 327,79 kN Maximální normálová síla N _{max} = 437,27 kN	1.0	E Správe	e dodatků
a (m) q (kra)	Unosnost tlačené mikropiloty VVHOVUJE		8	
Quittent.	Posouzení tažené mikropiloty Únosnost plěšté mikropiloty R, = 791.68 kN		THE Bit Koning	ust pobled
wire a	Výpočtová únosnost kořene mikropiloty R _d = 527,79 kN Maximilní tahová síla Nerve = 253 13 kN		Ovládání	-
act 1	Dansanst tatené mikronilety VYHOV/18		📕 🛹 Ukon	sčit a předat
5			X Ukon	ičit bez předání

Rám "Výpočet kořen"

Posledním krokem je uložení výsledků pro posouzení mikropiloty kliknutím na tlačítko "Ukončit a předat" viz předcházející obrázek.

Závěr:

Hodnoty maximálního sednutí, vodorovných posunů a natočení základové patky jsou v přípustných hodnotách.

Navrhnutý profil mikropiloty *TK 108/20* z ocele třídy *EN 10210-1: S355* i její kořen vyhovují na všechna provedená posouzení.