

## Výpočet přetvoření a dimenzování pilotové skupiny

Program: Skupina pilot

Soubor: Demo\_manual\_18.gsp

Cílem tohoto inženýrského manuálu je vysvětlit použití programu GEO 5 – SKUPINA PILOT pro výpočet natočení a posunutí tuhého pilotového roštu, pro zjištění průběhů vnitřních sil po délce jednotlivých pilot a dimenzování průřezu pilot.

### Specifikace zadání úlohy

Obecné zadání úlohy je popsáno v kapitole (12. *Pilotové základy – úvod*). Veškeré výpočty pro svislou únosnost skupiny pilot proveďte v návaznosti na předchozí úlohu 17. *Výpočet svislé únosnosti a sedání skupiny pilot*. Výslednice celkového zatížení  $N, M_y, H_x$  působí v úrovni horní podstavy základové desky, a to v jejím středu. Dimenzování pilot ve skupině proveďte podle normy EN 1992-1-1 (EC 2) se standardními hodnotami dílčích součinitelů.

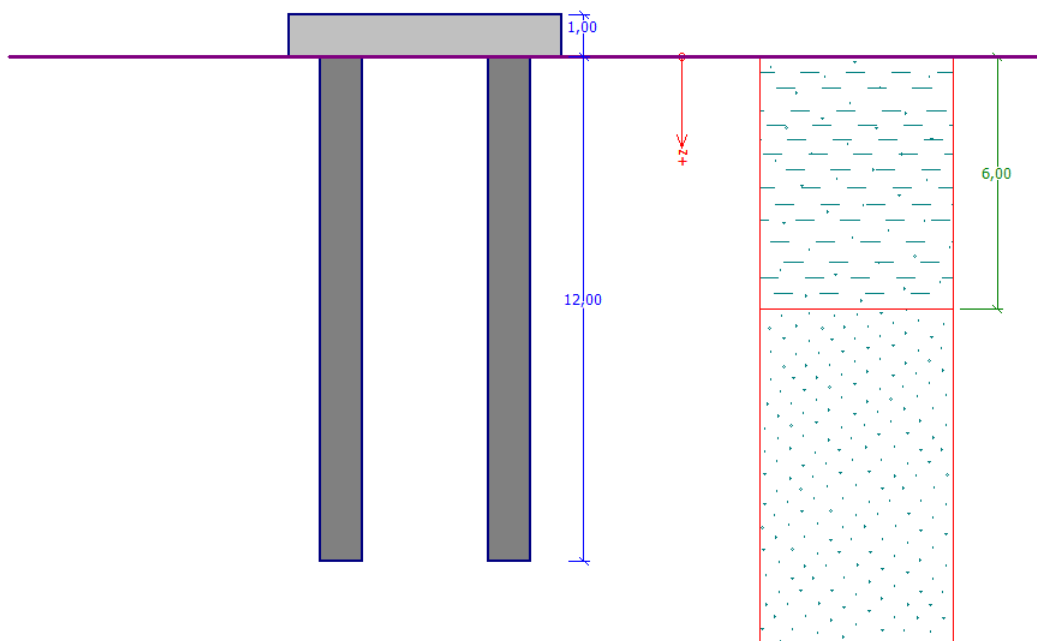


Schéma zadání úlohy – skupina pilot

## Řešení

K výpočtu této úlohy použijeme program GEO 5 – SKUPINA PILOT. Pro zjednodušení a urychlení zadávání obecných parametrů využijeme **veškerá vstupní data** z úlohy 17. *Výpočet svislé únosnosti a sedání skupiny pilot.*

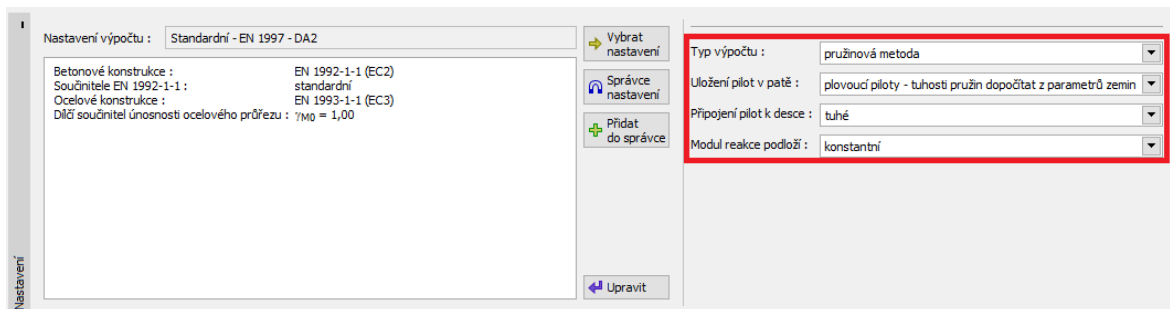
Pilotovou skupinu budeme počítat podle tzv. *pružinové metody*, která modeluje jednotlivé piloty jako nosníky na pružném podloží. Každá pilota je interně rozdělena na deset úseků, ve kterých jsou dopočteny hodnoty vodorovných a svislých pružin. Základová deska je uvažována jako nekonečně tuhá. Vlastní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

## Postup zadání

Nejprve v programu „Skupina pilot“ otevřeme soubor z manuálu č. 17. V rámu „Nastavení“ pak změníme typ výpočtu na možnost „pružinová metoda“. Připojení pilot k základové desce budeme uvažovat jako **tuhé – vetknutí**. Pro tuto okrajovou podmínku se předpokládá, že se v hlavách pilot bude přenášet ohybový moment.

Pro uložení pilot v patě vybereme možnost „plovoucí piloty – tuhosti pružin dopočítat z parametrů zemin“.

*Poznámka: Program umožňuje několik voleb okrajových podmínek uložení piloty ve svislém směru. U opřených resp. vetknutých pilot do skalního podloží se svislé tuhosti pružin nezadávají – pata je modelována jako kloub resp. posuvný kloub. Pro plovoucí piloty je nutné definovat velikosti svislých pružin a to jak na plášti, tak na patě piloty. Program umožňuje velikost pružin zadat, ale většinou je vhodné zvolit variantu „tuhost pružin dopočítat“. V tomto případě program dopočítá pružiny z přetvárných charakteristik zemin pro zadané typické zatížení. (více informací v nápovědě k programu – F1).*



Rám „Nastavení“ – pružinová metoda

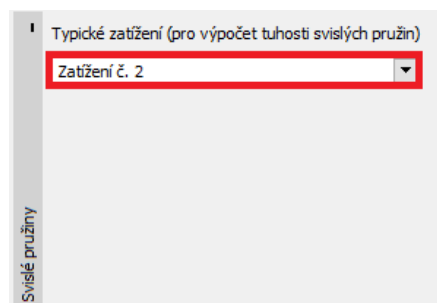
Horizontální modul reakce podloží charakterizuje chování piloty v příčném směru. Pro tento výpočet budeme modul  $k_h$  (včetně parametrů, které jeho velikost ovlivňují) uvažovat shodně jako při řešení osamělé piloty (viz manuál č. 16. *Výpočet vodorovné únosnosti osamělé piloty*). V úvodní části této kapitoly provedeme výpočet s konstantním modulem reakce podloží, v druhé části poté porovnáme rozdíly výsledků při použití dalších metod (lineární – podle Bowlese, podle ČSN 73 1004 a podle Vesiče).

Když změníme metodu výpočtu modulu vodorovné reakce podloží, musíme v rámu „Zeminy“ upravit parametry zemin. Hodnoty těchto parametrů jsou stejné jako v manuálu č. 16. Pro připomenutí je přikládáme v této tabulce:

Modul reakce podloží $k_h$ [ $MN/m^3$ ]	Úhel roznášení $\beta$ [-]	Koeficient $k$ [ $MN/m^3$ ]	Modul pružnosti $E$ [ $MPa$ ]	Modul horizontální stlačitelnosti $n_h$ [ $MN/m^3$ ]
KONSTANTNÍ	10 – F4	---	---	---
	15 – S3			
LINEÁRNÍ (Bowles)	10 – F4	60 – F4	---	---
	15 – S3	150 – S3		
podle ČSN 73 1004	Soudržná zemina – třída F4			---
	Nesoudržná zemina – třída S3			4,5 – S3
podle VESICE	---	---	5,0 – F4	---
			15,5 – S3	

*Souhrnná tabulka s parametry zemin pro výpočet modulu vodorovné reakce podloží*

V rámu „Svislé pružiny“ vybereme tzv. typické zatížení, které slouží k výpočtu tuhosti svislých pružin. V našem případě zvolíme možnost „Zatížení č. 2 – Užitné“.



*Rám „Svislé pružiny“ – typické zatížení*

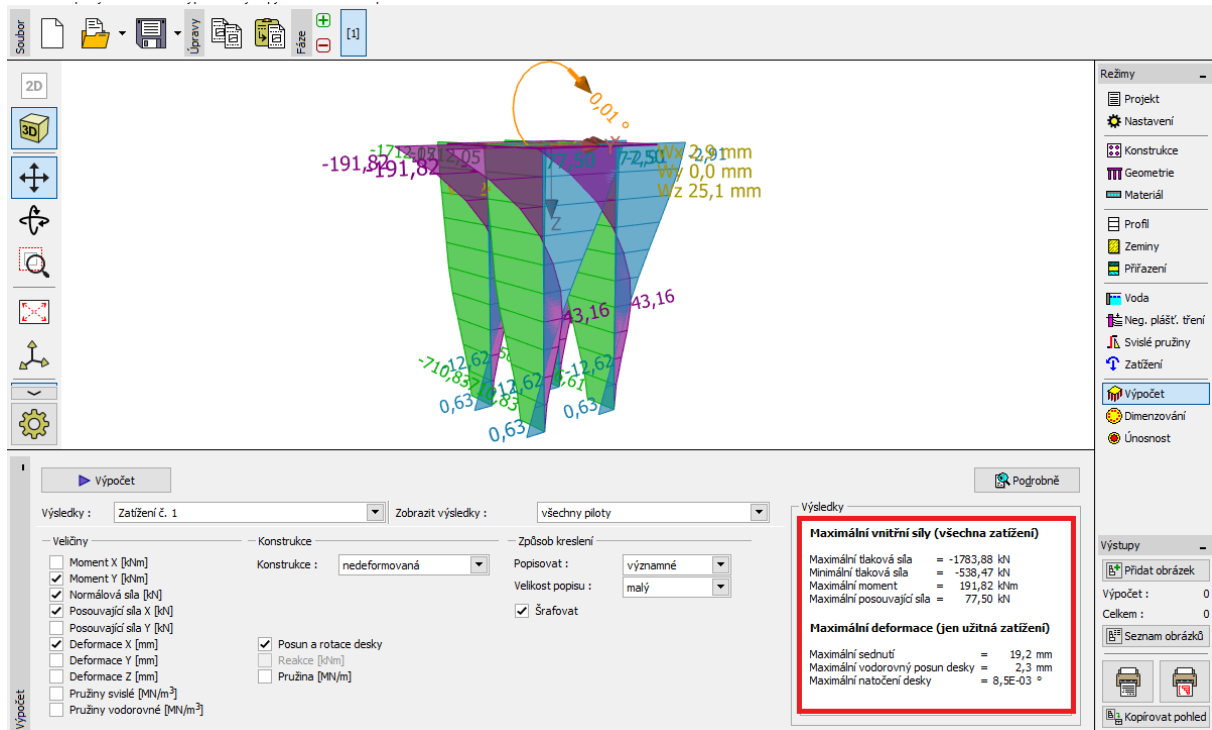
*Poznámka: V případě volby typické zatížení by se mělo jednat o užité (charakteristické) zatížení, které nejlépe charakterizuje chování konstrukce (více informací v nápovědě – F1). Vlastní dopočet tuhosti svislých pružin je následující:*

- a) Zatížení se rozpočte na jednotlivé piloty.*
- b) Určí se velikost svislých pružin na plášti i v patě pro jednotlivé piloty v závislosti na zatížení a a parametrech zemin.*

*Vliv zatížení na spočtenou tuhost je značný – například u tažené piloty je pružina v patě vždy nulová. V některých případech proto může být vhodné provést výpočet několikrát pro různá typická zatížení.*

## Výpočet: pružinová metoda

V rámu „Výpočet“ provedeme posouzení skupiny pilot pro úvodní nastavení (**konstantní** modul vodorovné reakce podloží) a zobrazíme výsledky s průběhy vnitřních sil.



Rám „Výpočet“ – pružinová metoda (konstantní modul reakce podloží)

*Poznámka: Tuhost pilot ve skupině je automaticky upravena podle jejich umístění. Piloty na okraji a uvnitř skupiny mají ve výpočtu redukovanou velikost vodorovné tuhosti i smykové tuhosti pružin oproti osamělé pilotě. Pružiny na patách pilot redukovány nejsou. (více informací v nápovědě k programu – F1).*

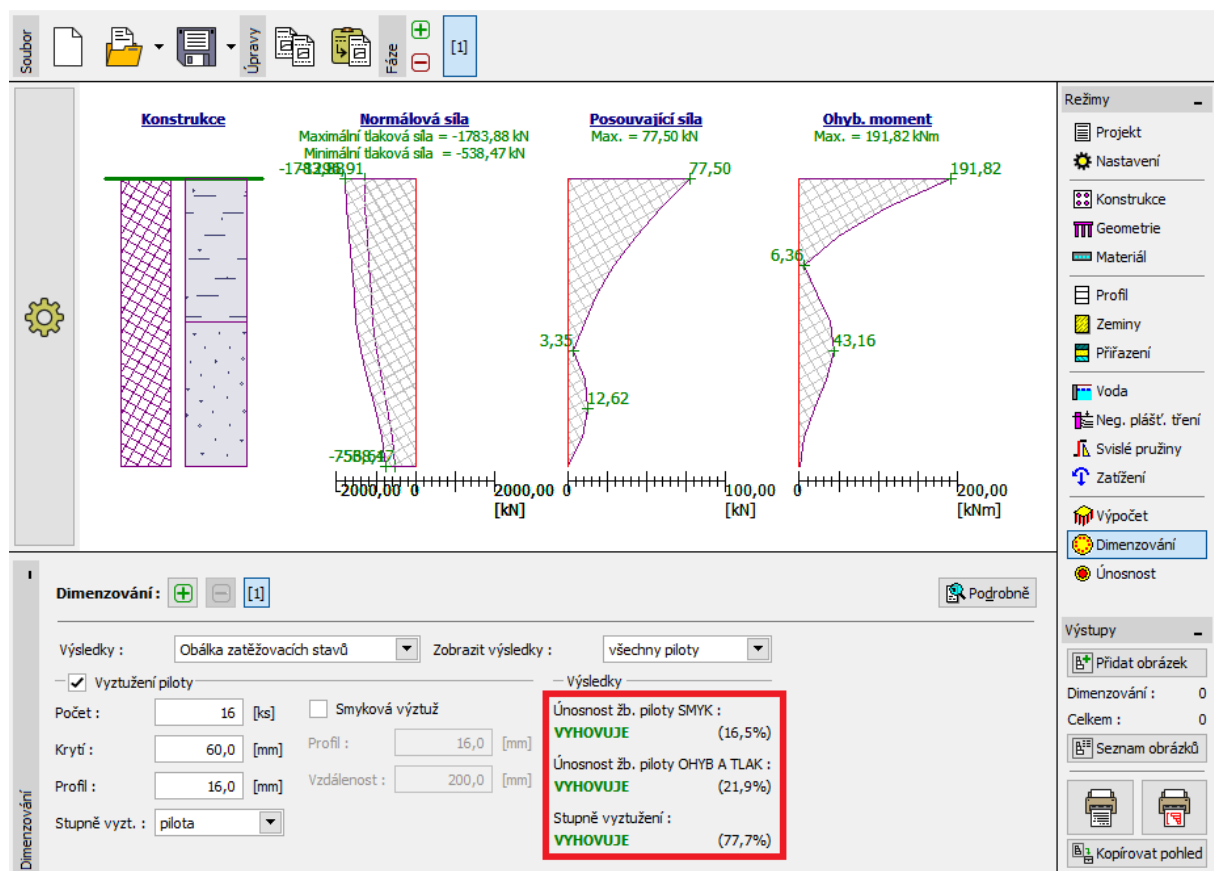
Pro úvodní nastavení výpočtu vycházejí výsledky (pro maximální deformaci) takto:

- Maximální sednutí:  $19,2 \text{ mm}$  ;
- Maximální vodorovný posun desky:  $2,3 \text{ mm}$  ;
- Maximální natočení desky:  $8,5 \cdot 10^{-3} \text{ °}$  .

## Dimenzování:

Následně přejdeme do rámu „Dimenzování“ a obdobně jako v úloze 16. *Výpočet vodorovné únosnosti osamělé piloty* navrhne a posoudíme hlavní nosnou výztuž pilot. Pro všechny piloty ve skupině budeme uvažovat stejné vyztužení průřezu – **16 ks Ø 16 mm** a minimální krytí **60 mm** podle stupně vlivu prostředí XC1.

Stupeň vyztužení obecně zatížené pilotové skupiny v tomto případě uvažujeme podle ČSN EN 1536:1999 (shodně jako ve 16. úloze) V programu se tato možnost zadává jako „pilota“ (více informací v nápovědě k programu – F1).



Rám „Dimenzování“ – výsledky pro všechny piloty ve skupině z obálky zatěžovacích stavů

Ve výsledcích dimenzování můžeme vidět využití průřezu všech pilot ve skupině na ohyb a podmínku pro minimální stupeň vyztužení pro celkovou obálku zatěžovacích stavů:

- Únosnost ŽB piloty (tlak + ohyb): 16,5 % **VYHOVUJE**
- Únosnost ŽB piloty (smyk): 21,9 % **VYHOVUJE**
- Stupeň vyztužení piloty: 77,7 % **VYHOVUJE.**

## Výsledky výpočtu

Pro další výpočty je postup v programu analogický jako při řešení předchozích úloh. V rámci „Nastavení“ vždy změním způsob výpočtu modulu reakce podloží, změním parametry zemin dle potřeby a poté provedeme posouzení skupiny pilot v rámci „Výpočet“ a „Dimenzování“. Výsledky zaznamenáme do souhrnných tabulek.

Modul reakce podloží $k_n$ [ $MN/m^3$ ]	Tlaková síla (maximální, minimální) [ $kN$ ]	Maximální ohybový moment [ $kNm$ ]	Maximální posouvající síla [ $kN$ ]
KONSTANTNÍ	-1783,88	191,82	77,50
	-538,47		
LINEÁRNÍ (Bowles)	-1800,17	224,41	77,50
	-533,1		
podle ČSN 73 1004	-1794,75	213,56	77,50
	-534,91		
podle VESIČE	-1805,52	235,11	77,50
	-531,35		

*Souhrnný přehled výsledků vnitřních sil – Posouzení skupiny pilot (pružinová metoda)*

Modul reakce podloží $k_n$ [ $MN/m^3$ ]	Maximální sednutí [ $mm$ ]	Max. vodorovný posun desky [ $mm$ ]	Maximální natočení desky [ $^\circ$ ]	Únosnost průřezu piloty – tlak + ohyb [%]
KONSTANTNÍ	19,2	2,3	$8,5 \cdot 10^{-3}$	21,9
LINEÁRNÍ (Bowles)	19,5	3,1	$1,4 \cdot 10^{-2}$	23,2
podle ČSN 73 1004	19,4	2,9	$1,2 \cdot 10^{-2}$	22,8
podle VESIČE	19,6	4,3	$1,5 \cdot 10^{-2}$	23,7

*Souhrnný přehled výsledků deformací a dimenzování skupiny pilot*

## Závěr

Hodnoty maximálního sednutí skupiny pilot, vodorovných posunů a natočení základové desky jsou v přípustných mezích.

Z výsledků výpočtu vyplývá, že sledované hodnoty vnitřních sil po délce jednotlivých pilot a maximální deformace v hlavách pilot ve skupině se mírně liší, ale vliv zvolené metody výpočtu modulu reakce podloží  $k_h$  není nijak zásadní.

Navržená výztuž armokoše pilot vyhovuje. Podmínka pro geometrický stupeň vyztužení pilot je rovněž splněna.