

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.

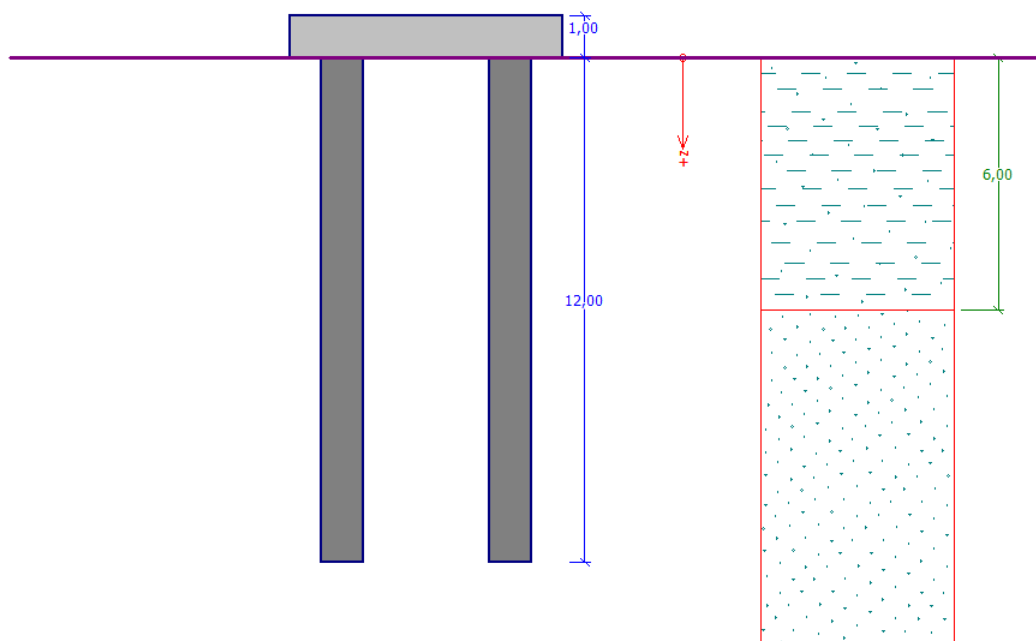


Schéma zadání úlohy – skupina pilot

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.*

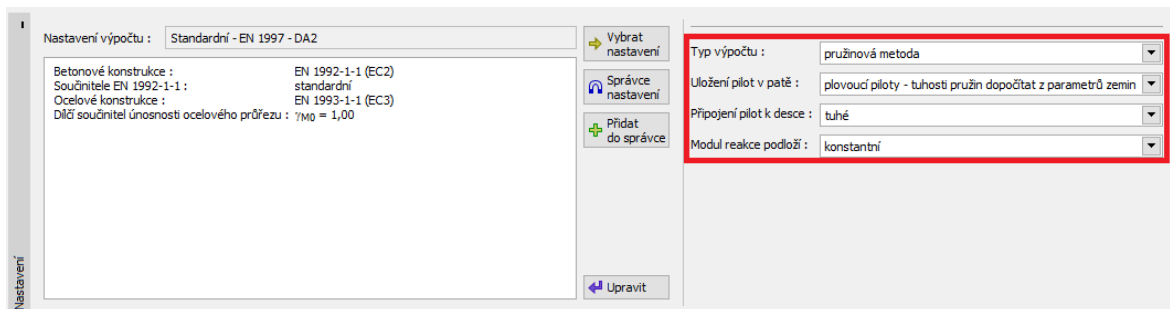
Pilotovou skupinu budeme počítat podle tzv. *pružinové metody*, která modeluje jednotlivé piloty jako nosníky na pružném podloží. Každá pilota je interně rozdělena na deset úseků, ve kterých jsou dopočteny hodnoty vodorovných a svislých pružin. Základová deska je uvažována jako nekonečně tuhá. Vlastní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

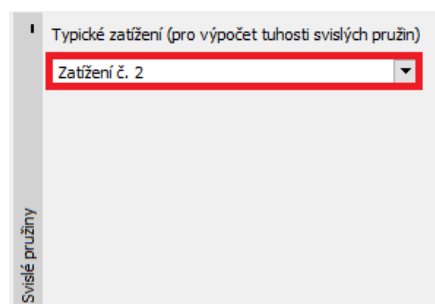
Horizontální modul reakce podloží charakterizuje chování piloty v příčném směru. Pro tento výpočet budeme modul k_h (včetně parametrů, které jeho velikost ovlivňují) uvažovat shodně jako při řešení osamělé piloty (viz manuál č. 16. *Výpočet vodorovné únosnosti osamělé piloty*). V úvodní části této kapitoly 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 změním 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 β [–] | 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 – Užité“.



Rám „Svislé pružiny“ – typické zatížení

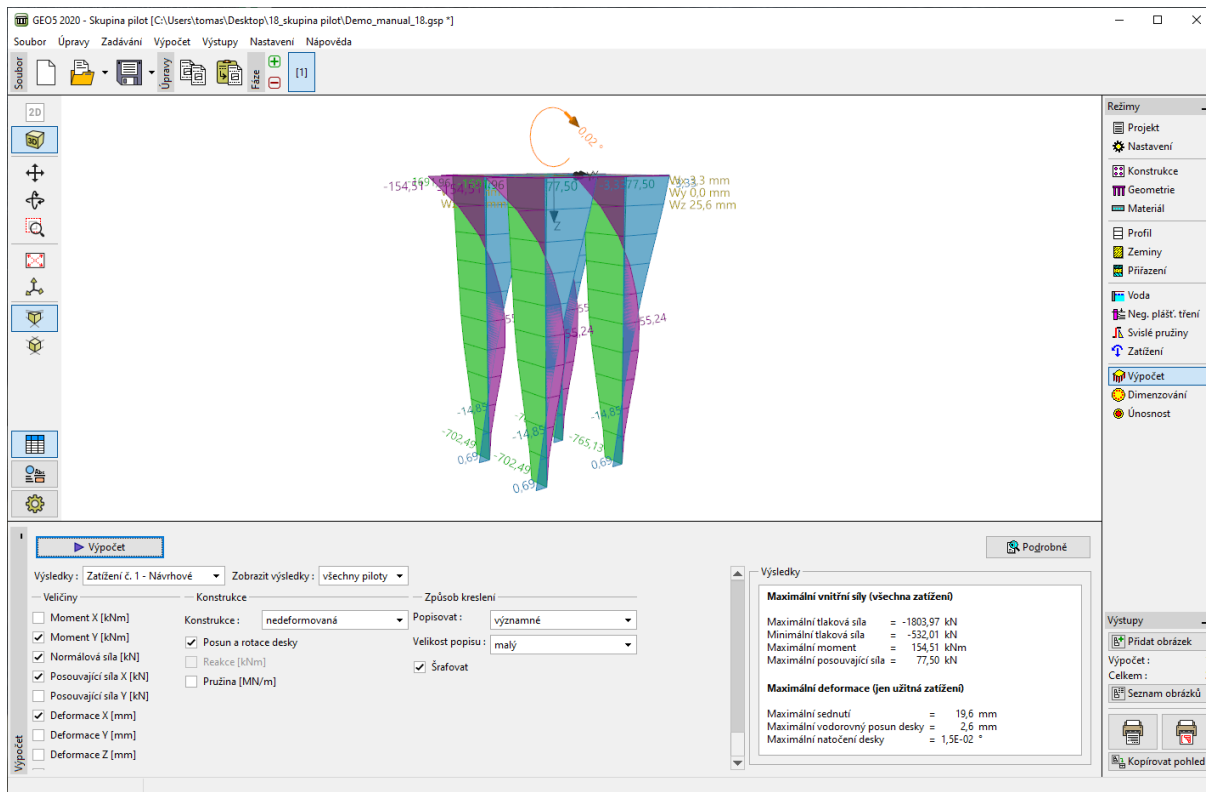
Poznámka: V případě volby typické zatížení by se mělo jednat o užité (charakteristické) zatížení, které nejlépe charakterizuje chování konstrukce (více informací v nápovědě – F1). Vlastní dopočet tuhosti svislých pružin je následující:

- 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 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).

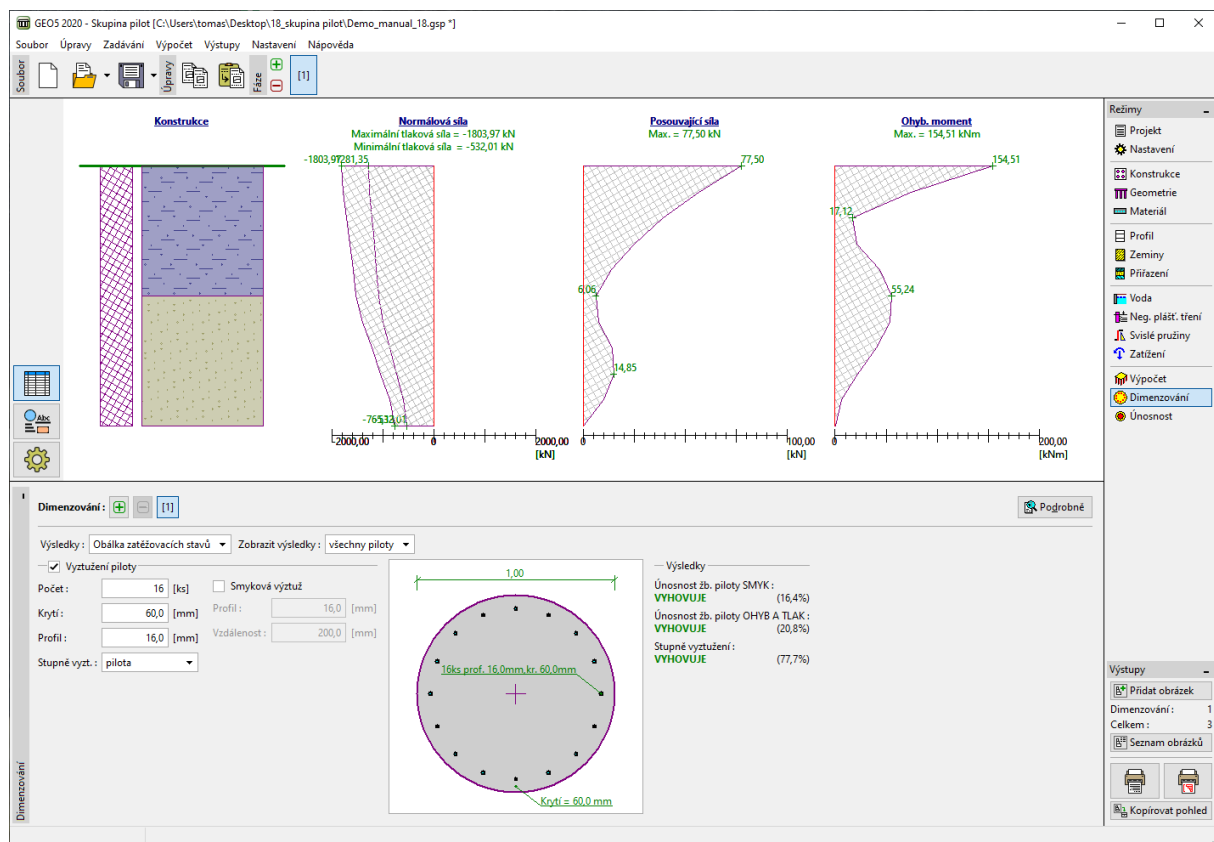
Pro úvodní nastavení výpočtu vycházejí výsledky (pro maximální deformaci) takto:

- Maximální sednutí: 19,6 mm;
- Maximální vodorovný posun desky: 2,6 mm;
- Maximální natočení desky: $1,5 \cdot 10^{-2}$ °.

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): 16,4 % VYHOVUJE
- Únosnost ŽB piloty (smyk): 20,8 % 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_h [MN/m^3] | Tlaková síla (maximální, minimální) [kN] | Maximální ohybový moment [kNm] | Maximální posouvající síla [kN] |
|---|--|------------------------------------|-------------------------------------|
| KONSTANTNÍ | -1803,97 | 154,51 | 77,50 |
| | -532,01 | | |
| LINEÁRNÍ (Bowles) | -1822,08 | 190,74 | 77,50 |
| | -526,06 | | |
| podle ČSN 73 1004 | -1815,70 | 177,97 | 77,50 |
| | -528,18 | | |
| podle VESIČE | -1827,92 | 202,41 | 77,50 |
| | -524,15 | | |

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

| Modul reakce podloží k_h [MN/m^3] | Maximální sednutí [mm] | Max. vodorovný posun desky [mm] | Maximální natočení desky [$^\circ$] | Únosnost průřezu piloty – tlak + ohyb [%] |
|---|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---|
| KONSTANTNÍ | 19,6 | 2,6 | $1,5 \cdot 10^{-2}$ | 20,8 |
| LINEÁRNÍ (Bowles) | 19,9 | 3,5 | $2 \cdot 10^{-2}$ | 22,1 |
| podle ČSN 73 1004 | 19,8 | 3,3 | $1,8 \cdot 10^{-2}$ | 21,6 |
| podle VESIČE | 20,1 | 4,7 | $2,2 \cdot 10^{-2}$ | 22,6 |

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.