

Návrh kotvené pažící stěny

Program: Pažení posudek

Soubor: Demo_manual_06.gp2

V tomto inženýrském manuálu je provedeno ověření návrhu kotvené pažící konstrukce a posouzení vnitřní stability kotev a celkové stability konstrukce.

Zadání úlohy:

Ověřte spolehlivost návrhu kotvené stěny z předchozí úlohy číslo 5.

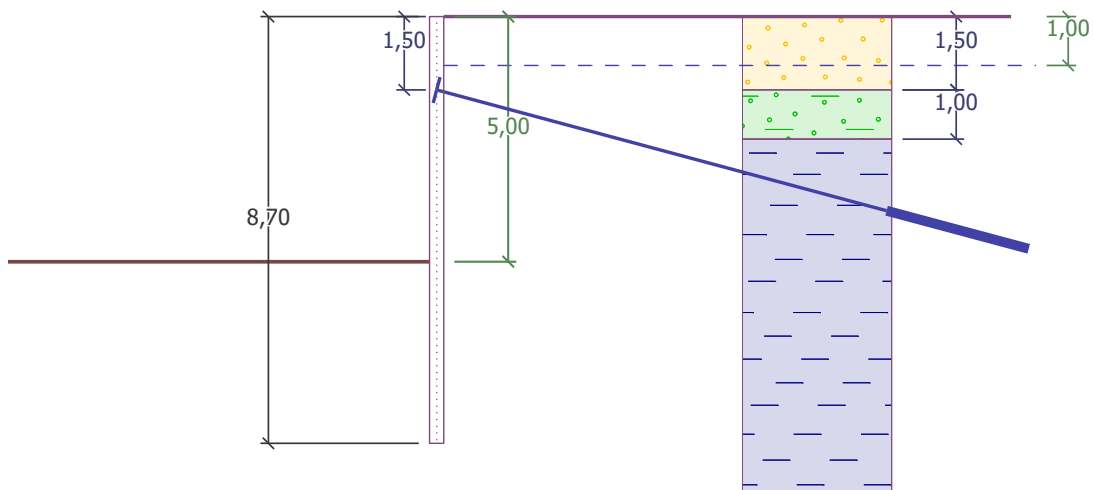


Schéma kotvené stěny ze štětovnic – zadání úlohy

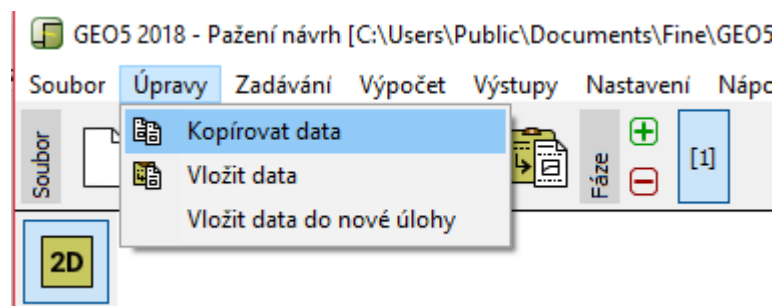
Řešení:

K výpočtu této úlohy použijeme program GEO5 – Pažení posudek. V následujícím textu postupně popíšeme řešení příkladu po jednotlivých krocích:

- fáze budování 1: hloubení výkopu do úrovně 2,5 m, zadání geometrie stěny
- fáze budování 2: kotvení štětovnicové stěny
- fáze budování 3: hloubení výkopu do úrovně 5,0 m
- posouzení vnitřní stability kotev, celkové vnější stability konstrukce a posouzení ocelového průřezu

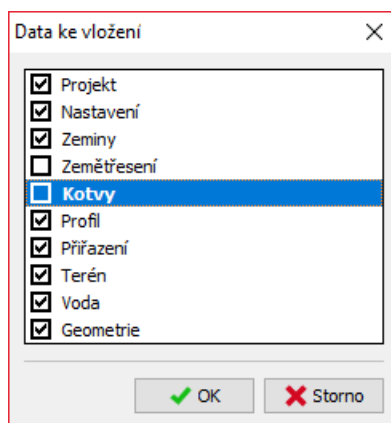
Fáze budování 1

Abychom nemuseli všechna vstupní data zadávat znovu, využijeme návrhu z předchozího manuálu č. 5. Nejprve otevřeme úlohu č. 5 v programu „Pažení návrh“, kde vybereme v horní liště možnost „Úpravy“ – „Kopírovat data“.



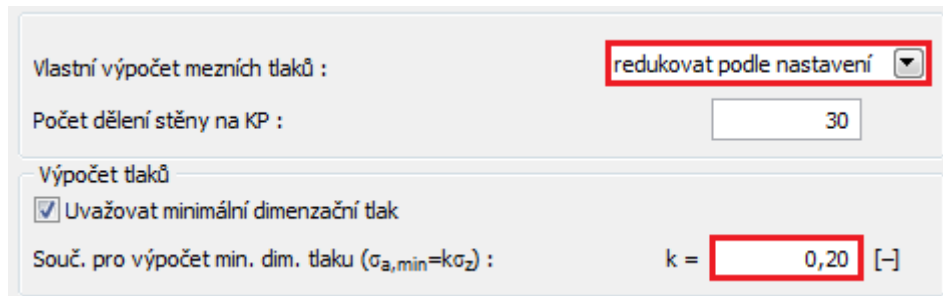
Dialogové okno – „Úpravy – Kopírovat data“

Následně v programu „Pažení posudek“ klikneme na horní liště na tlačítko „Úpravy“ a vybereme možnost „Vložit data“. Nebudeme ovšem vkládat všechna data, protože kotvy budeme definovat manuálně až v druhé fázi budování. Nyní máme přenesenou většinu údajů potřebných pro výpočet, čímž jsme si usnadnili značnou část práce se zadáváním vstupních dat.



Dialogové okno „Data ke vložení“

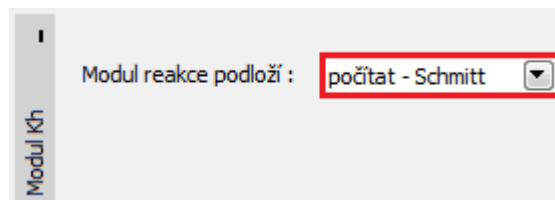
V rámu „Nastavení“ kliknutím na „Vybrat nastavení“ zkontrolujeme, že je vybráno opět nastavení č. 5 „Standardní – EN 1997, DA3“. Vlastní výpočet mezních tlaků provedeme s možností „redukovat podle nastavení“. Změníme počet dělení stěny na 30 a součinitel minimálního dimenzačního tlaku ponecháme o velikosti $k = 0,2$.



Rám „Nastavení“ (výpočet tlaků)

Poznámka: Volba „Vlastní výpočet mezních tlaků – neredukovat parametry“ umožňuje počítat mezní tlaky (aktivní a pasivní tlak) bez redukce vstupních parametrů zemin, popř. bez redukce velikosti tlaků příslušnými dílčími součiniteli. To lépe vystihuje skutečné chování konstrukce a poskytuje reálnější výsledky – na druhou stranu je v rozporu s prokázáním bezpečnosti podle EN 1997-1 (více informací v nápovědě – F1).

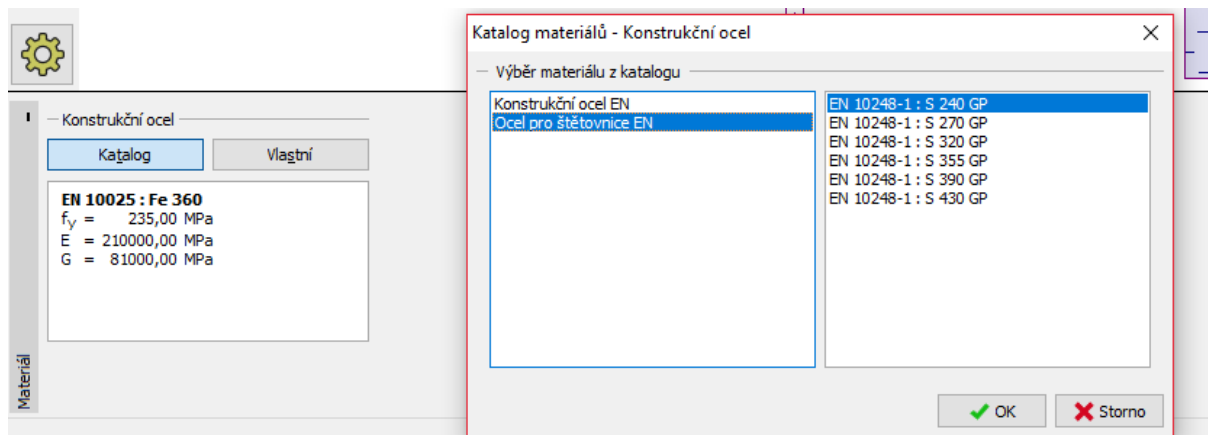
Přejdeme do rámu „Modul k_h “, kde zvolíme možnost „počítat – Schmitt“. Tento výpočet používá vztah závislý na edometrickém modulu zeminy a tuhosti konstrukce.



Rám „Modul k_h “

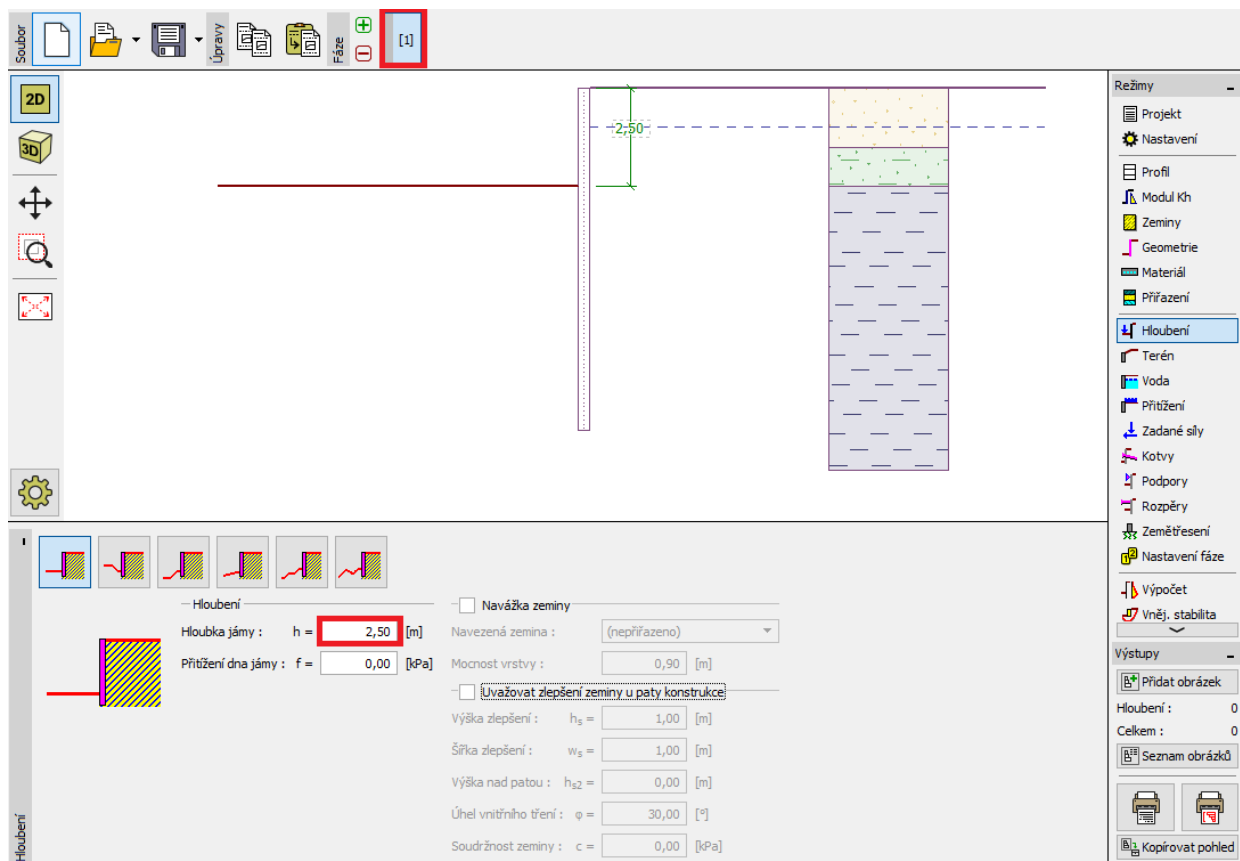
Poznámka: Modul vodorovné reakce podloží představuje důležitý vstupní údaj při výpočtu konstrukce metodou závislých tlaků. (více viz nápověda k programu – F1).

V rámu „Materiál“ poté vybereme z katalogu příslušnou konstrukční ocel pro štetovnice, v tomto případě zvolíme typ **EN 10248-1: S 240 GP**.



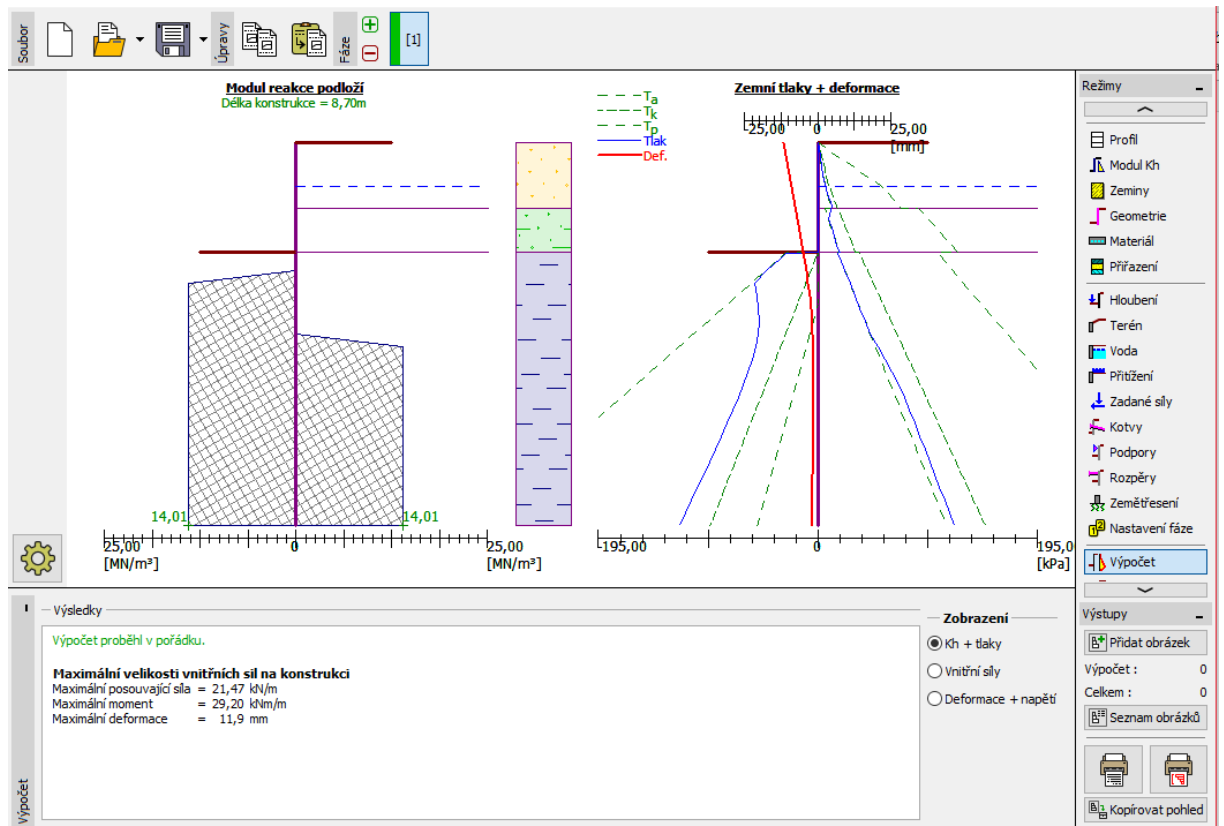
Dialogové okno „Katalog materiálů“

Nyní přejdeme do rámu „Hloubení“, kde definujeme počáteční úroveň dna výkopu, respektive záběr v hloubce 2,50 m pro 1. fázi budování.



Rám „Hloubení“ – fáze budování 1

Přejdeme do rámu „Výpočet“. V levé části rámu vidíme průběh modulu vodorovné reakce podloží s hloubkou, v pravé části pak tvar deformované konstrukce, průběhy skutečných a limitních zemních tlaků (více informací v nápovědě – F1).



Rám „Výpočet“ – fáze budování 1

Fáze budování 2

Přidáme druhou fázi budování, kde definujeme kotvení štětovnicové stěny. Rámy „Nastavení, Profil, Modul k_h , Zeminy a Geometrie“ jsou již nepřístupné a nelze je v dalších fázích měnit.

V rámu „Kotvy“ stiskneme tlačítko „Přidat“. Pro konstrukci štětovnicové stěny navrhujeme jednu řadu kotev v úrovni 1,5 m pod její korunou, resp. povrchem terénu. Definujeme potřebné parametry kotvy:

- celková délka kotvy: $l_c = 10$ m (volná délka kotvy $l = 7$ m, délka kořene $l_k = 3$ m)
- sklon kotev: $\alpha = 15^\circ$,
- vzdálenost kotev: $b = 2,5$ m.

Dále zadáme charakteristiky nutné pro výpočet tuhosti kotvy (průměr $d = 32$ mm a modul pružnosti $E = 210$ GPa) a předpínací sílu $F = 240$ kN.

Nová kotva
✕

Typ kotvy :

Název :

– Parametry kotvy –

Hloubka : z = [m]

Volná délka : l = [m]

Délka kořene : l_k = [m]

Sklon : α = [°]

Vzd. mezi : b = [m]

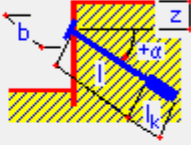
– Tuhost –

Typ zadání :

Průměr : d_s = [mm]

Modul pružnosti : E = [MPa]

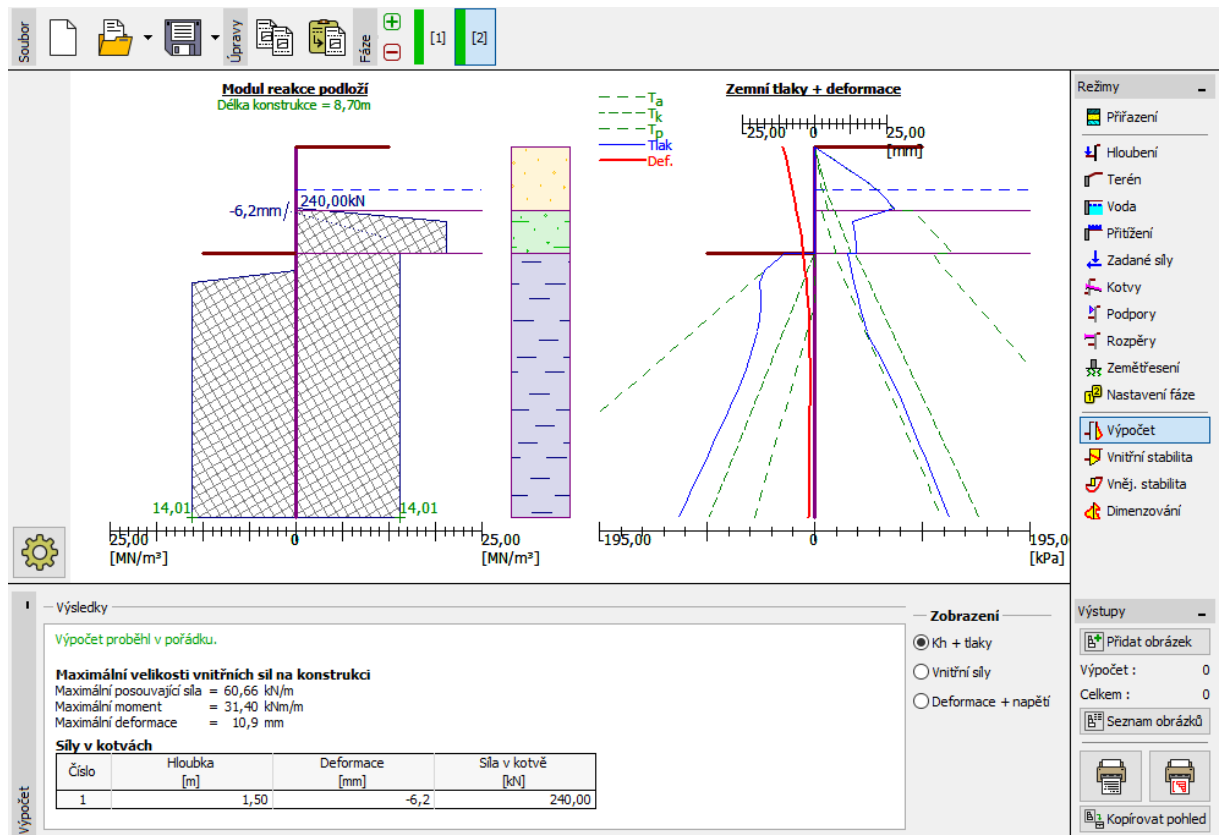
Předpínací síla : F = [kN]



Rám „Kotvy“ – fáze budování 2

Poznámka: Pro kotvené stěny je výhodnější zavést kotvu v samostatné fázi budování a vlastní výkop pak modelovat v následující fázi. Důvodem je iterace modulu vodorovné reakce podloží – při modelování kotvy a hloubení v jedné fázi může dojít k nestabilitě výpočtu a nenalezení řešení. Samotná tuhost kotev se projevuje ve výpočtu až v následujících fázích. Vlivem deformace konstrukce dochází ke změně sil v kotvách (více viz nápověda k programu – F1).

Ostatní vstupní údaje se nemění. Nyní provedeme „Výpočet“.

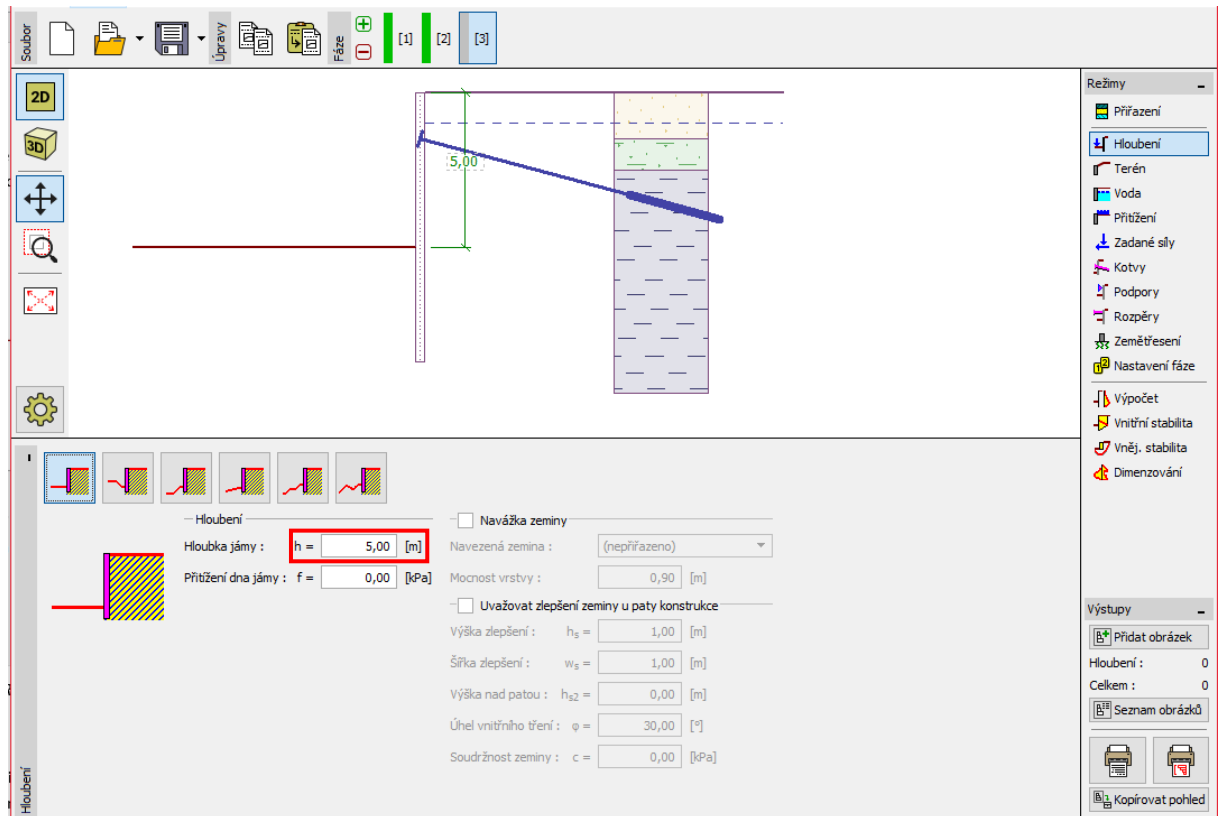


Rám „Výpočet“ – fáze budování 2

Z předchozího obrázku je patrné, že přidaná kotva způsobila zatlačení konstrukce směrem do země. U kotvy se zvýšil zemní tlak až na velikost pasivního tlaku, neboli došlo k redistribuci velikosti zemních tlaků působících na konstrukci.

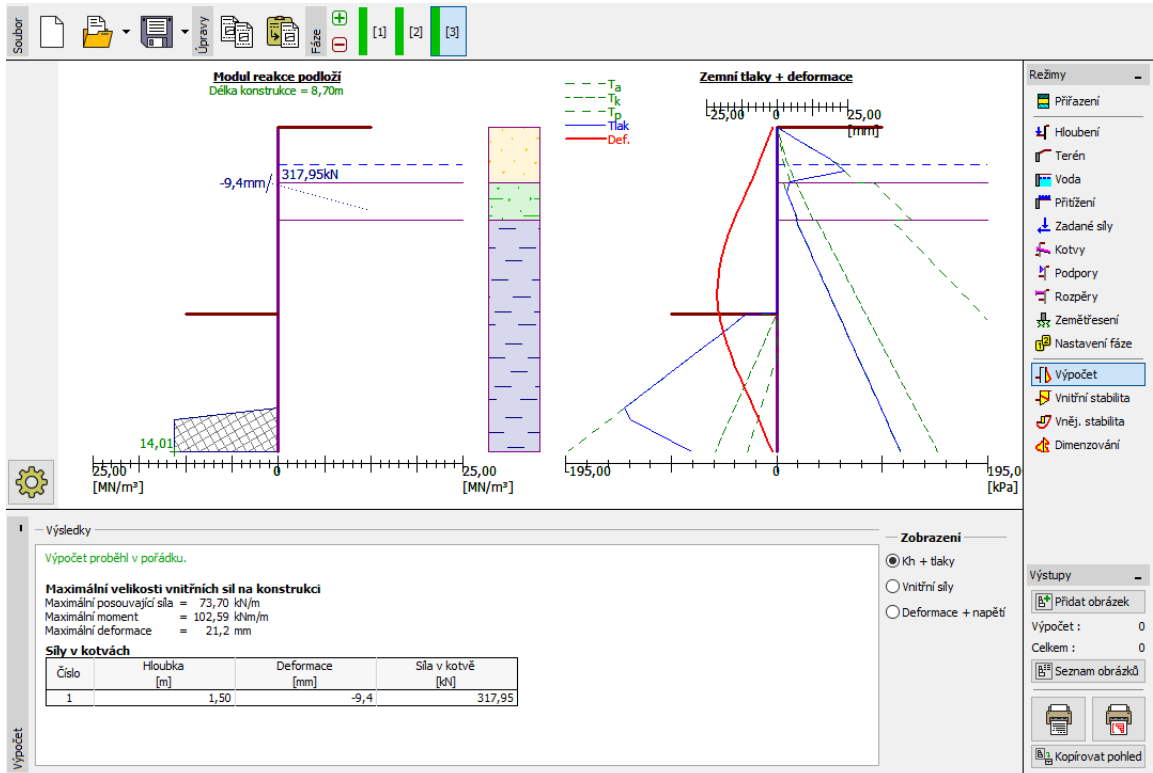
Fáze budování 3

V této fázi modelujeme celkové vyhloubení stavební jámy. V rámu „Hloubení“ zadáme konečnou hloubku stavební jámy v úrovni 5,0 m.

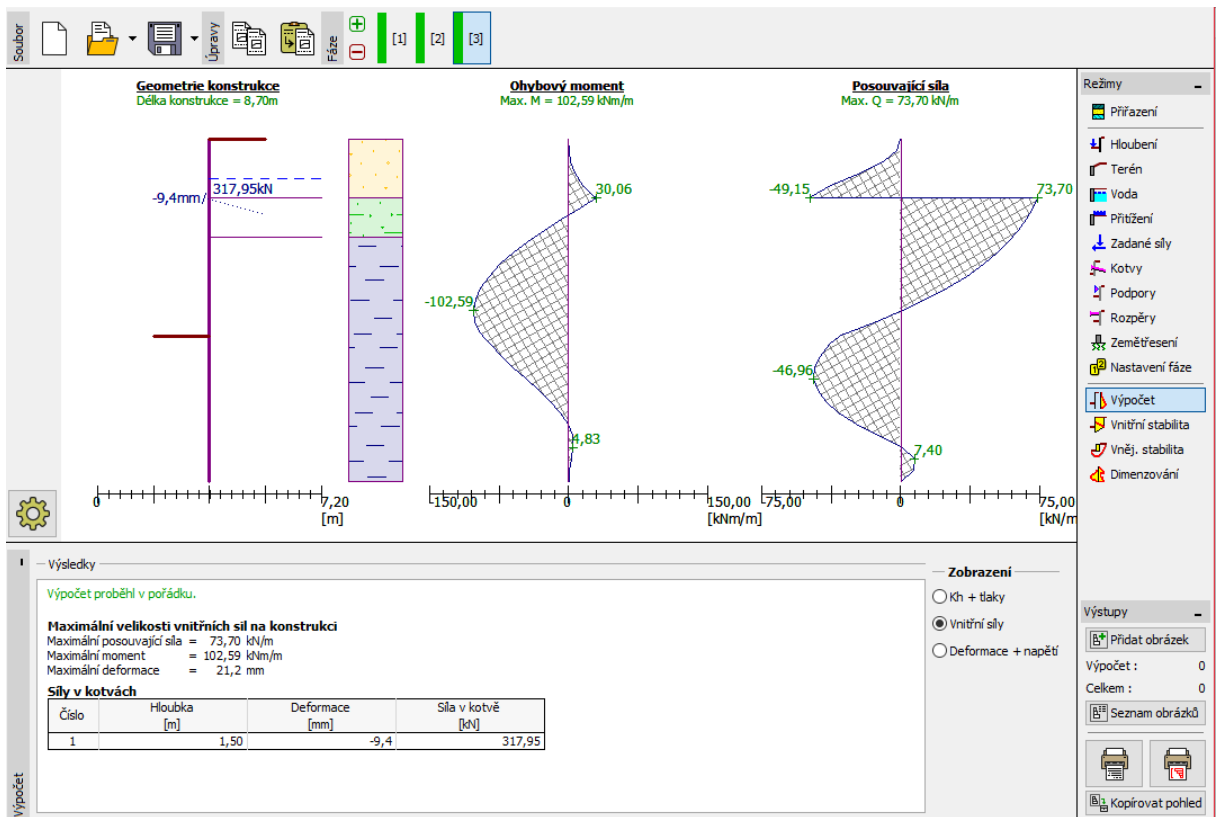


Rám „Hloubení“ – fáze budování 3

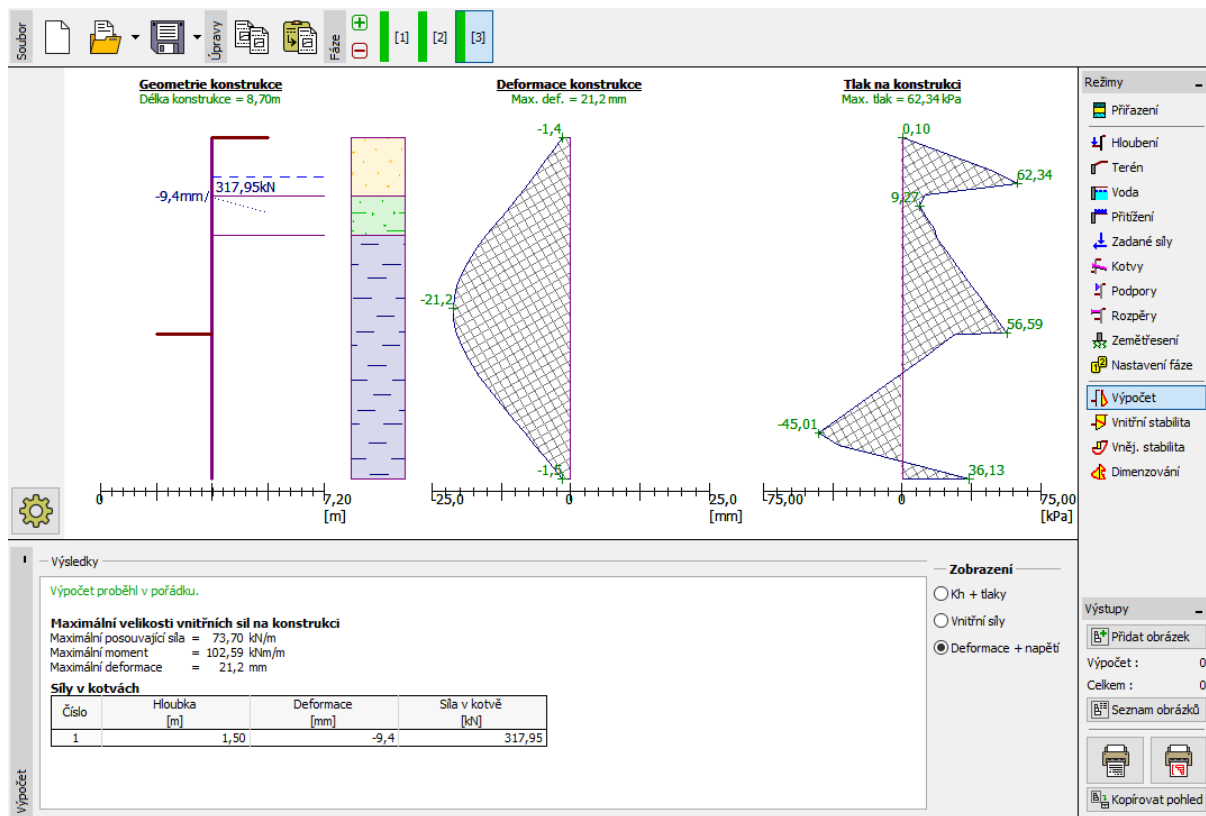
Nyní provedeme „Výpočet“ a zjistíme průběhy vnitřních sil po délce stěny. Na obrázcích dále vidíme definitivní přetvoření kotvené konstrukce a výsledný průběh vnitřních sil.



Rám „Výpočet“ – Fáze budování 3 (Kh + tlaky)



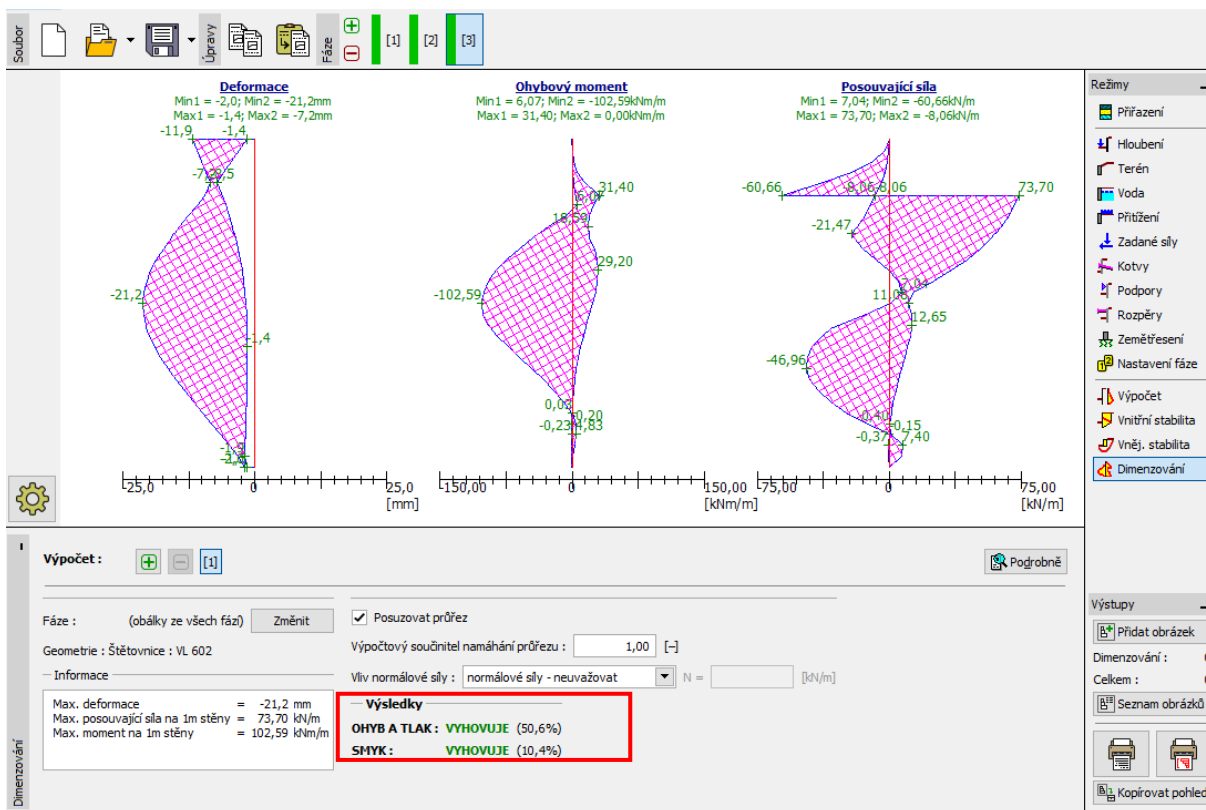
Rám „Výpočet“ – Fáze budování 3 (vnitřní síly)



Rám „Výpočet“ – Fáze budování 3 (deformace + napětí)

Posouzení průřezu štětovnice:

Nyní přejdeme do rámu „Dimenzování“. Maximální zjištěný moment na konstrukci je 102,59 kNm/m. Celkové využití štětovnice typu **VL 602** z konstrukční oceli třídy EN 10248-1: S 240 GP je **50,6 %**. Maximální deformace konstrukce 21,2 mm je též vyhovující.



Rám „Dimenzování“ – fáze budování 3 (využití ocelové štětovnice typu VL 602)

Posouzení stability kotev

Pro posouzení stability kotev otevřeme rám „Vnitřní stabilita“. Zde vidíme, že vnitřní stabilita kotvy nevyhovuje (celkové využití je **190,3 %**). Kotva se může ze země vytrhnout.

The screenshot shows the GEO5 software interface during the 'Internal Stability' (Vnitřní stabilita) analysis phase. The main window displays a 2D grid with a purple line representing the anchor. The bottom panel shows a table of results and a detailed view of the failure mode.

Číslo	Síla v kotvě [kN]	Max. dovol. síla [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	317,95	167,06	190,32	Nevyhovuje

— Výsledky
 Posouzení rozhodující řady kotev : [Podrobně](#)
 Kotva číslo : 1
 Zadaná síla v kotvě = 317,95 kN
 Vypočtená max. dovolená síla v kotvě = 167,06 kN
NEVYHOVUJE

Rám „Vnitřní stabilita“ – fáze budování 3 (nevyhovující posudek)

Důvodem je příliš krátká kotva, proto se vrátíme do 2. fáze budování do rámu „Kotvy“. Zde klikneme na „Upravit (číslo 1)“ a změníme její volnou délku na 9,5 m. Celková délka kotvy nyní činí 12,5 m.

Editace kotvy
✕

Typ kotvy :

Název :

— Parametry kotvy —

Hloubka : $z =$ [m]

Volná délka : $l =$ [m]

Délka kořene : $l_k =$ [m]

Sklon : $\alpha =$ [°]

Vzd. mezi : $b =$ [m]

— Tuhost —

Typ zadání :

Průměr : $d_s =$ [mm]

Modul pružnosti : $E =$ [MPa]

Předpínací síla : $F =$ [kN]

Dialogové okno „Editace kotvy“ – fáze budování 2

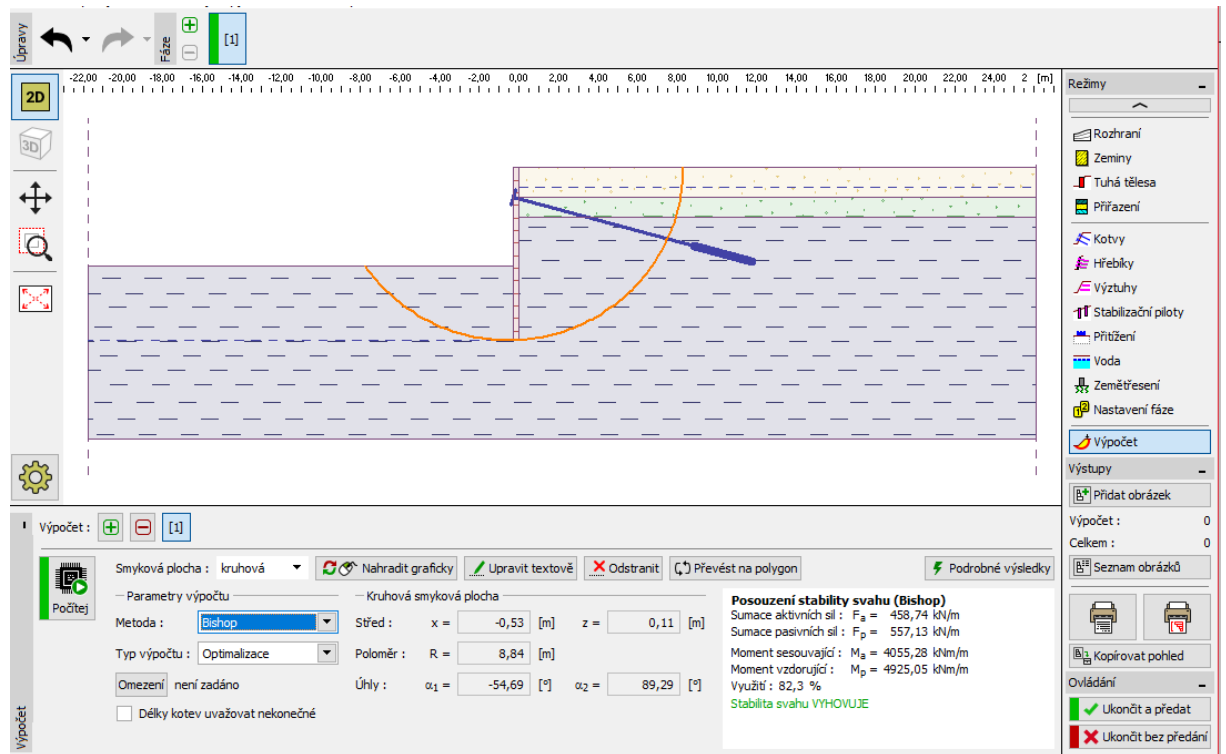
Poté přepneme zpět na 3. fázi budování, provedeme výpočet a vrátíme se opět do rámu „Vnitřní stabilita“. Z následujícího obrázku je patrné, že nově navržená kotva již vyhovuje (nové využití kotvy je **79,45%**).

Číslo	Síla v kotvě [kN]	Max. dovol. síla [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	281,78	354,69	79,45	Vyhovuje

— Výsledky —
 Posouzení rozhodující řady kotv : [Podrobně](#)
 Kotva číslo : 1
 Zadaná síla v kotvě = 281,78 kN
 Vypočtená max. dovolená síla v kotvě = 354,69 kN
VYHOVUJE

Rám „Vnitřní stabilita“ – fáze budování 3 (vyhovující posudek)

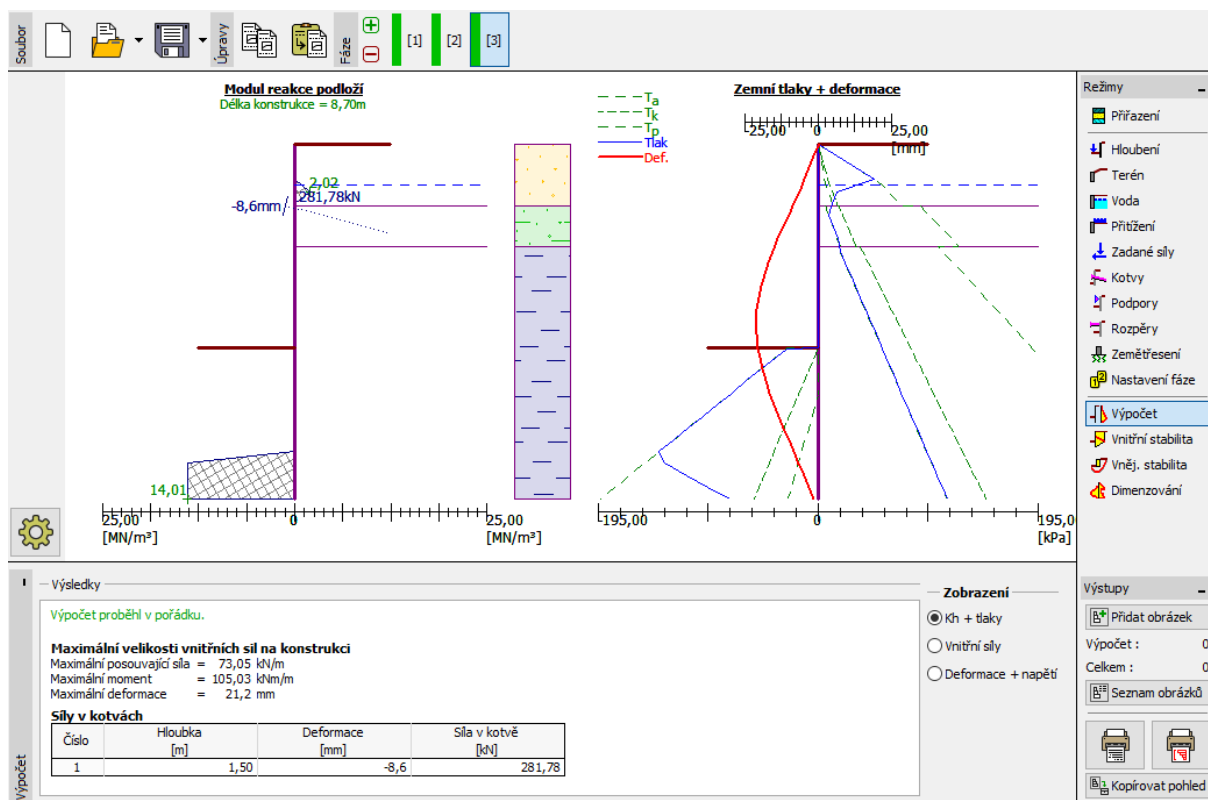
Poslední nutnou kontrolou je posouzení celkové stability konstrukce. Stisknutím tlačítka „Vnější stabilita“ přejdeme do programu Stabilita svahu, kde přejdeme do rámu „Výpočet“. Zde stisknutím tlačítka „Počítej“ provedeme výpočet konstrukce. Vidíme, že celková stabilita svahu vyhovuje. Program „Stabilita svahu“ ukončíme tlačítkem „Ukončit a předat“.



Rám „Vnější stabilita“

Závěr:

Po úpravě délky kotvy na $l_c = 12,5$ m dojde při výpočtu ke změně vnitřních sil, deformací a zemních tlaků. Pro poslední fázi budování pak vycházejí výsledné hodnoty takto:



Rám „Výpočet“ – po změně délky kotvy

Takto navržená konstrukce vyhovuje ve všech posuzovaných parametrech:

- Únosnost průřezu: **51,8 %** VYHOVÍ
- Vnitřní stabilita: **79,45 %** VYHOVÍ
- Celková stabilita: **82,3 %** Metoda – Bishop (optimalizace) VYHOVÍ