

Návrh kotvené pažící stěny

Program: Pažení návrh

Soubor: Demo_manual_05.gp1

V tomto inženýrském manuálu je popsán návrh pažící konstrukce kotvené v jedné úrovni.

Zadání úlohy

Navrhněte stěnu kotvenou v jedné úrovni z ocelových štětovnic VL 602 z oceli S240 GP podle EN 1997-1 (EC 7-1, NP3). Hloubka stavební jámy je 5,0 m, řada kotev je umístěna v hloubce 1,5 m pod terénem. Zadání zemin, geologického profilu, hladiny vody a tvaru terénu je stejné jako v předchozím manuálu (č. 4). Povodňový stav se neuvažuje, tudíž můžeme smazat druhou fázi budování. Při návrhu uvažujte redistribuci zemního tlaku vlivem kotvení. Dále uvažujte zvýšený aktivní tlak z důvodu omezení deformace pažící konstrukce (součinitel zvýšeného aktivního tlaku roven 0,25).

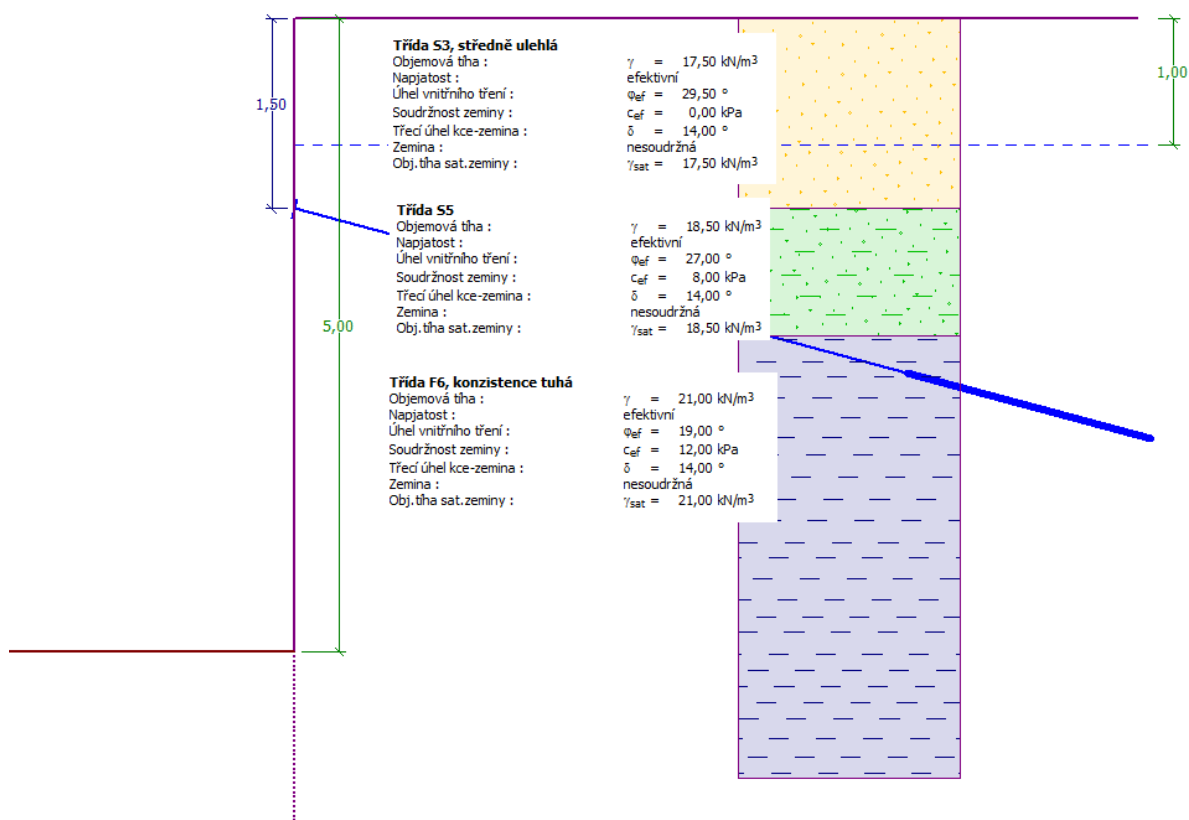


Schéma kotvené stěny ze štětovnic – zadání úlohy

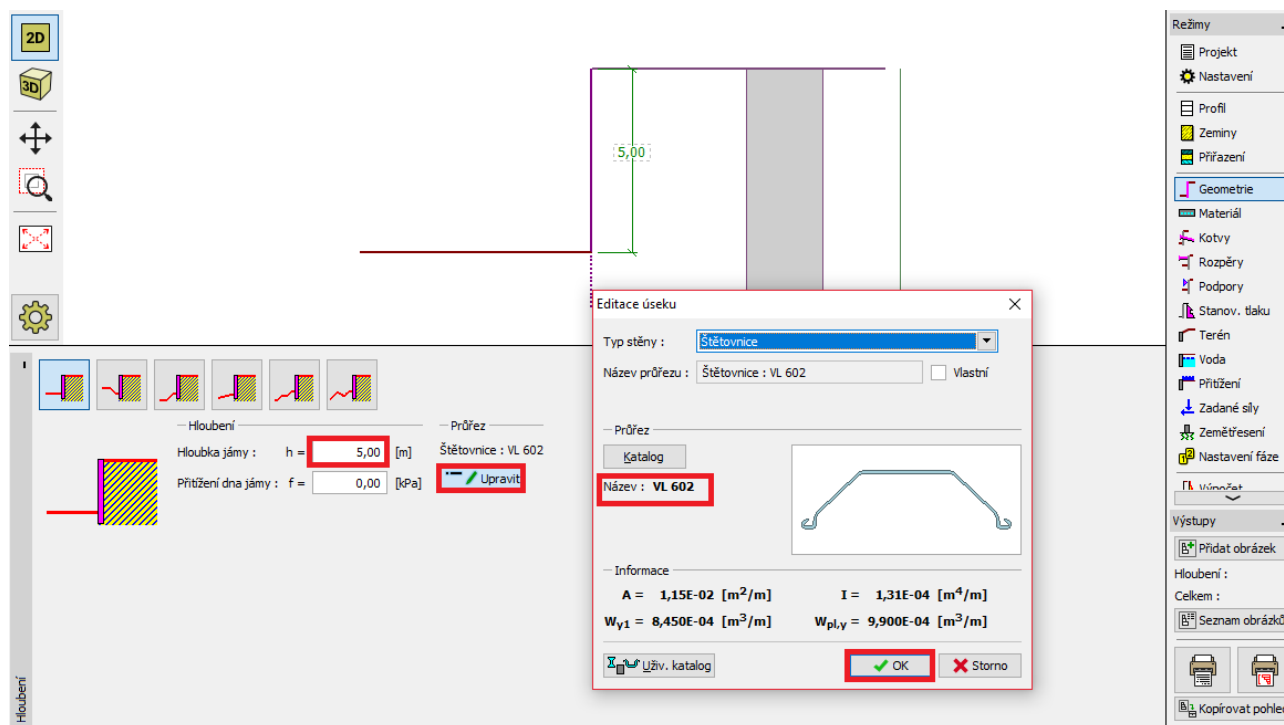
Řešení

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

- základní nastavení úlohy
- výpočet č. 1 pro trvalou návrhovou situaci: stěna v patě vetknutá
- výpočet č. 2 pro trvalou návrhovou situaci: stěna v patě volně uložená
- posouzení průřezu
- posouzení stability
- vyhodnocení výsledků (závěr)

Základní nastavení úlohy

Rámy týkající se zadávání vstupních dat jako „Nastavení, Profil, Zeminy a Přiřazení“ ponecháme beze změn. V rámu Geometrie zvětšíme hloubku jámy na 5,0 m a jako průřez zvolíme štětovnici typu VL 602.



Rám „Geometrie“ – hloubení a volba průřezu

Přejdeme do rámu „Kotvy“ a stiskneme tlačítko „Přidat“. Pro konstrukci navrhne jednu řadu kotev v úrovni 1,5 m pod korunou štětovicové stěny s podélným rozestupem 2,5 m. Dále zadáme sklon kotev (15 stupňů).

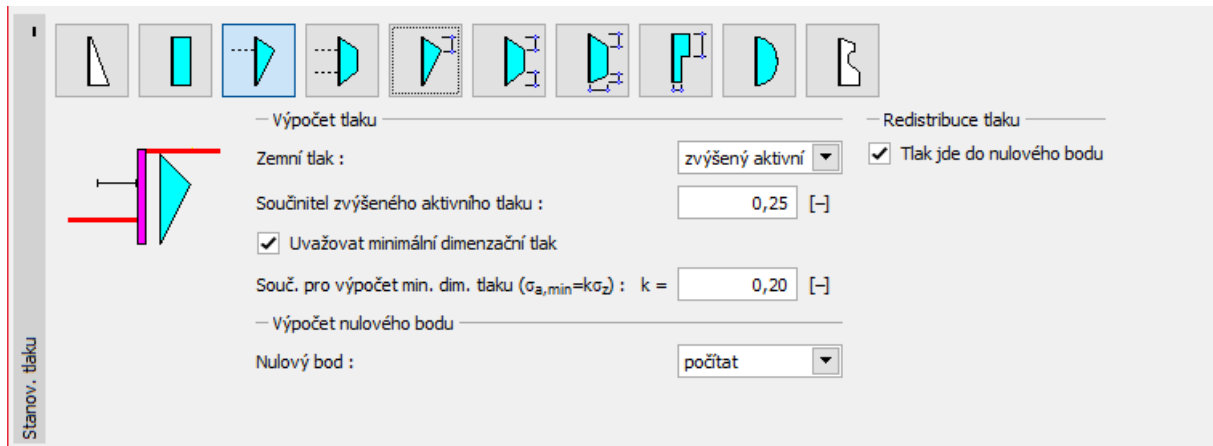
Rám „Kotvy“ – přidání nové řady kotev

Poznámka: Délka kotev nemá vliv na výpočet vnitřních sil, v programu Pažení návrh slouží pouze pro vizualizaci. Projeví se však při výpočtu celkové stability pažící konstrukce v programu Stabilita svahu.

Přesuneme se do rámu „Stanovení tlaku“.

V tomto rámu zvolíme typ redistribuce působícího tlaku. Dále zde určujeme, zda námi zadaný tlak (redistribuovaný) bude sahat pouze do hloubky stavební jámy nebo do tzv. nulového bodu.

Poznámka: Nulový bod určuje místo, ve kterém dojde k vyrovnání pasivního zemního tlaku na lici konstrukce se zemním tlakem působícím za konstrukcí – součet tlaků je v tomto místě nulový.



Rám „Stanovení tlaku“

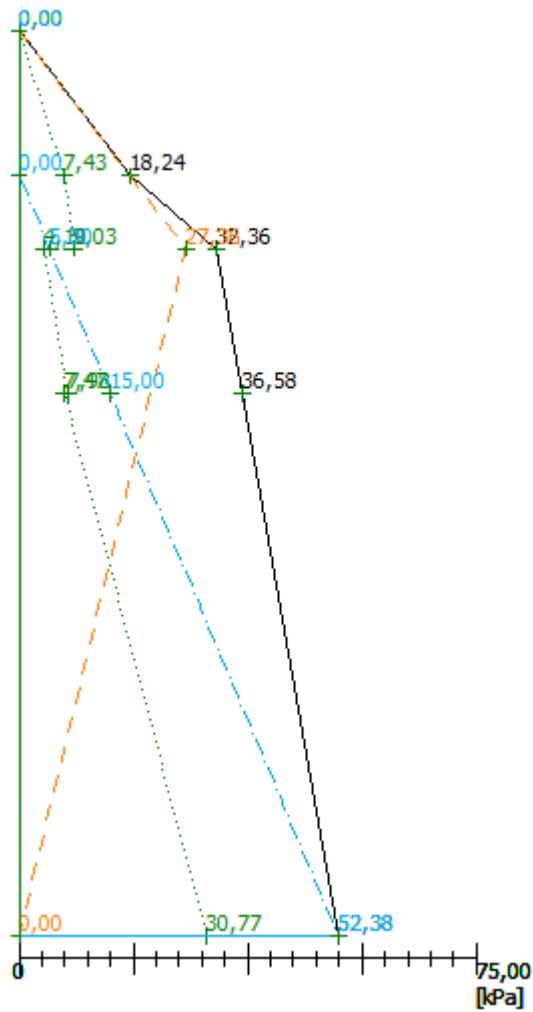
Pro náš případ (stěna kotvená v jedné úrovni) se doporučuje redistribuce podle trojúhelníka s vrcholem umístěným v místě kotvení (obdobně bychom postupovali i v případě pažení rozpíraného).

Poznámka: Redistribuce zemních tlaků vlivem kotvení umožňuje lépe vystihnout reálné zatížení konstrukce. Redistribuce se doporučuje v případě aktivního popř. aktivního zvýšeného tlaku. Pro zatížení tlakem klidovým je redistribuce nevhodná. Redistribuuje se vždy pouze tlak spočtený na základě geologického profilu bez vlivu přetížení a vody. Více informací ohledně stanovení tlaků s vlivem redistribuce je také v nápovědě k programu (F1).

Dále v tomto rámu zadáváme typ působícího tlaku. Uvažujeme aktivní zvýšený tlak s koeficientem 0,25.

Poznámka: Koeficient aktivního zvýšeného tlaku určuje podíl klidového tlaku na tlaku celkovém. V našem případě je tedy zvýšený aktivní tlak tvořen z 25 % tlakem klidovým a ze 75 % tlakem aktivním. Více viz nápověda k programu (F1).

Poznámka: V pravé části obrazovky jsou zobrazeny průběhy tlaků. Zelená čára značí původní tlak, redistribuovaný tlak je zobrazen oranžově, vliv přitížení a vody modře. Celkový tlak je zobrazen černě.



Základní tlak	█
Redistribuovaný tlak	█	-----
Tlak od přitížení	█	-----
Celkový tlak	█	————

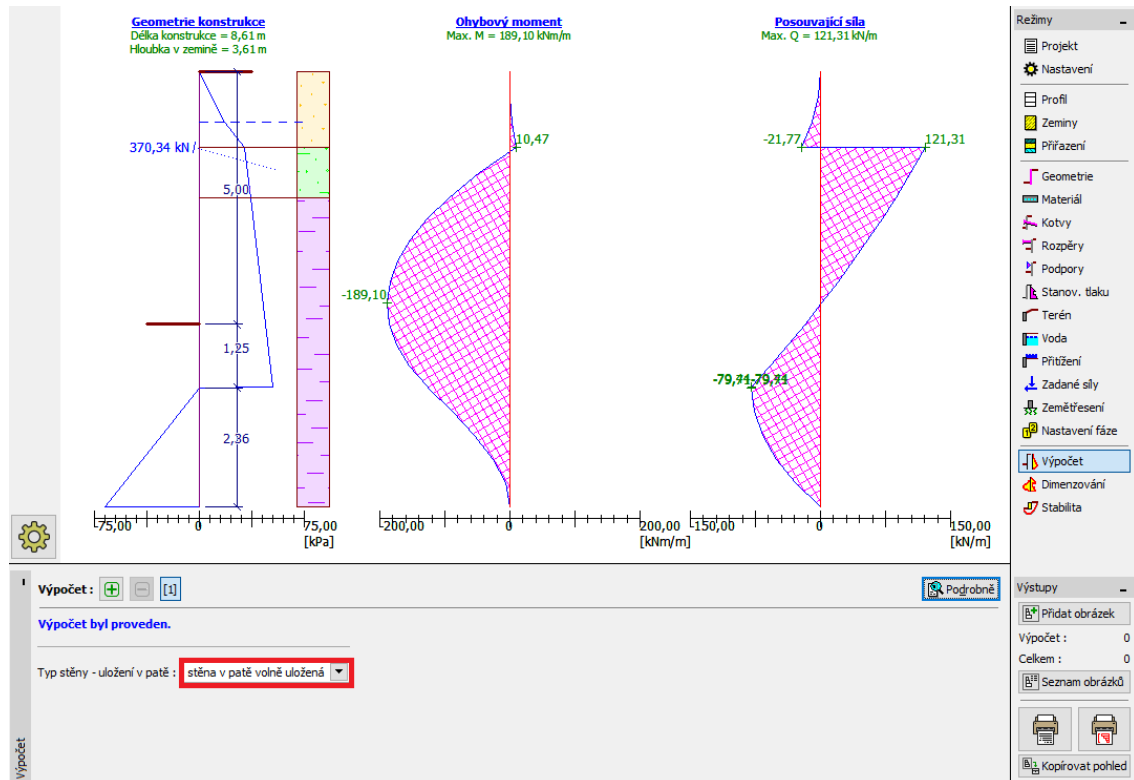
Rám „Stanovení tlaku“ – průběhy tlaků

Rámy „Materiál“, „Rozpěry“, „Podpory“, „Terén“, „Voda“, „Přítížení“, „Zadané síly“, „Zemětřesení“ a „Nastavení fáze“ ponecháme beze změny a přesuneme se do rámu „Výpočet“.

V tomto rámu provedeme jak pro stěnu v patě volně uloženou, tak pro stěnu vetknutou.

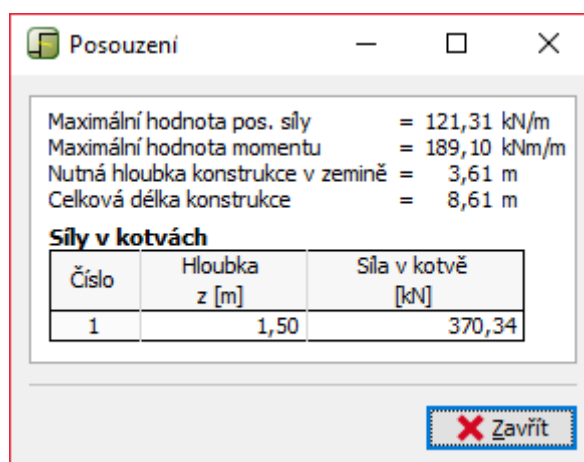
Výpočet č. 1 – stěna v patě volně uložená

V rámu „Výpočet“ zvolíme příslušné uložení v patě stěny. Nejprve budeme uvažovat možnost „Stěna v patě volně uložená“ a provedeme výpočet.



Rám „Výpočet (1)“ – stěna v patě volně uložená

V rámci návrhu štětovnicové stěny nás zajímá hloubka vetknutí konstrukce do zeminy a síla v kotvě. Pro stěnu v **patě volně uloženu** hodnoty těchto veličin vycházejí takto:



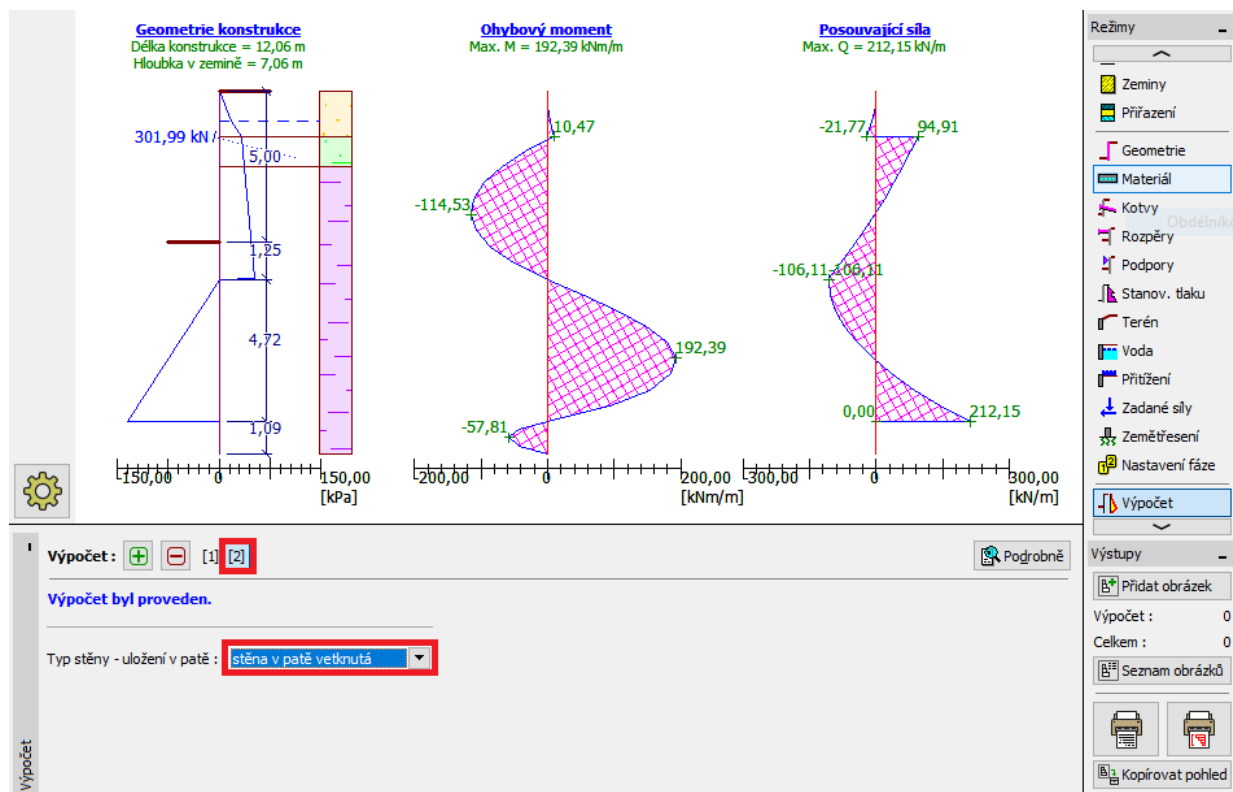
Rám „Výpočet (1)“ – dialogové okno „Podrobné výsledky“

Dále provedeme výpočet pro stěnu v patě vetknutou (výpočet č. 2). Poté na základě porovnání výsledků navrhne příslušnou hloubku vetknutí konstrukce do zeminy.

Výpočet č. 2 – stěna v patě vetknutá

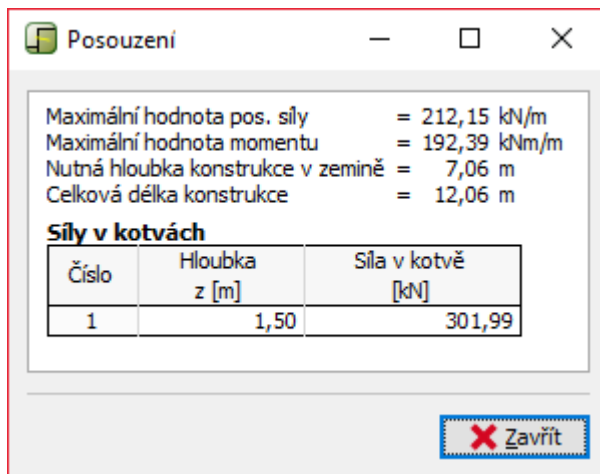
Přejdeme k zadávání dalšího výpočtu pomocí nástrojové lišty v levé dolní části obrazovky.

Zvolíme možnost „**stěna v patě vetknutá**“ a provedeme výpočet.



Rám „Výpočet (2)“ – stěna v patě vetknutá

Pro stěnu v patě vetknutou vycházejí výsledky výpočtu takto:



Rám „Výpočet (2)“ – dialogové okno „Podrobné výsledky“

Posouzení průřezu

Posouzení průřezu se provádí v rámu dimenzování automaticky na nejneprůzračnější stav průběhu vnitřních sil.

The screenshot shows the 'Výpočet' (Calculation) window in the GEO5 software. It includes a sidebar labeled 'Dimenzování' (Designing) and a main control area. The 'Fáze' (Phase) is set to '(obálky ze všech fází)' (envelopes from all phases) with a 'Změnit' (Change) button. The 'Geometrie' (Geometry) is 'Štětovnice : VL 602'. The 'Výpočet' section has a checked 'Posuzovat průřez' (Check section) option, a 'Výpočtový součinitel namáhání průřezu' (Calculation coefficient of section stress) set to 1,00, and a 'Vliv normálové síly' (Effect of normal force) dropdown set to 'normálové síly - neuvažovat' (normal forces - do not consider) with 'N ='. The 'Výsledky' (Results) section shows 'OHYB A TLAK : VYHOVUJE (94,9%)' (BENDING AND PRESSURE : COMPLIES (94,9%)) and 'SMYK : VYHOVUJE (29,9%)' (SLIP : COMPLIES (29,9%)). An 'Informace' (Information) box displays: 'Max. posouvající síla na 1m stěny = 212,15 kN/m' and 'Max. moment na 1m stěny = 192,39 kNm/m'. A 'Podrobně' (Details) button is in the top right.

Rám „Dimenzování“ – posouzení průřezu

Z výsledku je zřejmé, že námi zadaná štětovnice (VL 602) vyhovuje v posouzení na ohyb a smyk.

V případě, že by daný průřez nevyhověl, bylo by třeba provést jeho změnu v rámu „Geometrie“.

Posouzení stability

V rámu „Stabilita“ program vypíše doporučené rozmezí délek konstrukce v zemině. Celková délka pažící konstrukce by měla být v rozmezí „ $H_{\text{vetknutá}}$ až $H_{\text{volně uložená}}$ “. Pro vetknutou patu stěny vychází délka konstrukce větší, ale menší síla v kotvě. Oproti tomu pro volně uloženou patu je patrné, že štětovnicová stěna je kratší, ale síla v kotvě se zvýší.

V našem případě by měla být délka konstrukce v zemině v rozmezí 3,61 m až 7,06 m. Jelikož výsledné síly v kotvách se příliš neliší (cca 370 kN oproti 300 kN), je výhodnější navrhnout konstrukci kratší, u které ušetříme na použitém materiálu štětovnic. Proto zvolíme délku konstrukce v zemině jako 3,7 m. Rozhodnutí o délce konstrukce je vždy na projektantovi.

Číslo	Síla v kotvě [kN]	Rozsah sil [kN]
1	400,00	301,99-370,34

Hĺbka konštrukcie pod dnem jmy : $d = 3,70$ [m]

Spočtená hĺbka konštrukcie v zemině je v rozmezí 3,61 m až 7,06 m.

Stabilita nebyla spuštěna pro aktuální data.

Režimy: Stabilita

Rám „Stabilita“

Dále v tomto rámu na levé straně zadáváme sílu, kterou předpokládáme v jednotlivých kotvách. Předběžně jsme spočetli síly v kotvách na cca 370 kN, budeme tedy předpokládat kotevní síly o velikosti alespoň 400 kN. Tato síla se přenese společně se všemi ostatními daty do programu „Stabilita svahu“ po kliknutí na možnost „Stabilita svahu“. V programu „Stabilita svahu“ poté přejdeme do rámu „Výpočet“.

Výpočet: **Počítej**

Smyková plocha: kruhová

Metoda: Bishop

Typ výpočtu: Optimalizace

Omezení: není zadáno

Kruhová smyková plocha

Střed: $x = -0,59$ [m] $z = 0,05$ [m]

Poloměr: $R = 8,78$ [m]

Úhly: $\alpha_1 = -54,89$ [°] $\alpha_2 = 89,67$ [°]

Posouzení stability svahu (Bishop)

Sumace aktivních sil: $F_a = 457,29$ kN/m

Sumace pasivních sil: $F_p = 524,94$ kN/m

Moment sesouvající: $M_s = 4015,00$ kNm/m

Moment vzdorující: $M_p = 4608,99$ kNm/m

Využití: 87,1 %

Stabilita svahu **VYHOVUJE**

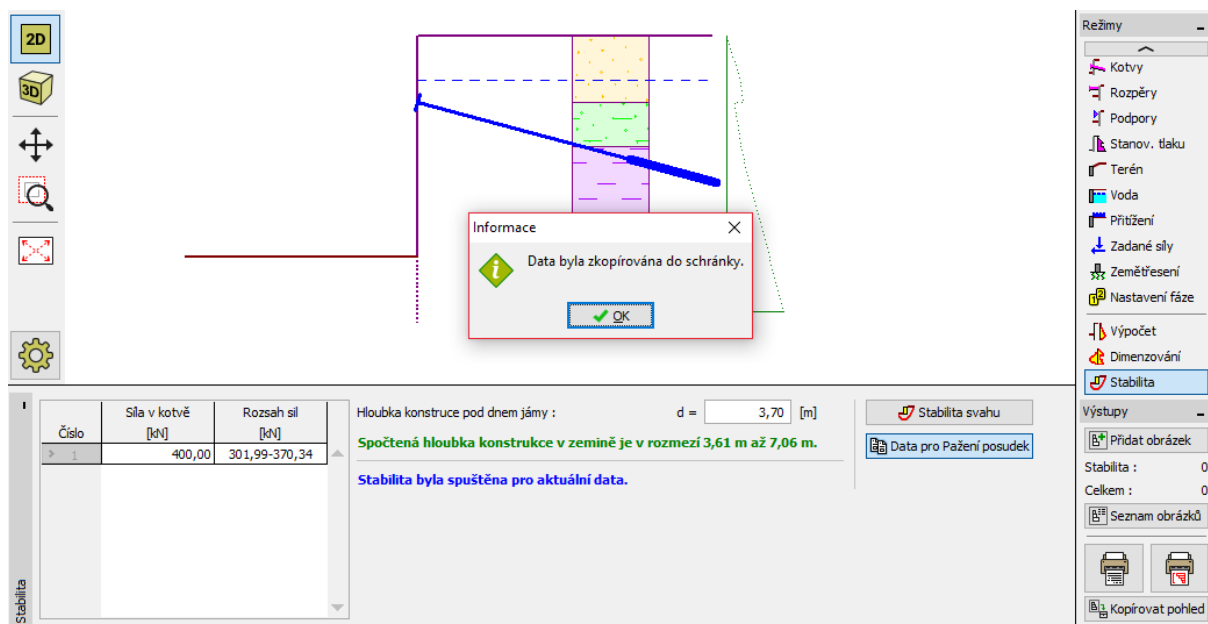
Ovládání: **Ukončit a předat**

Program „Stabilita svahu“ – posouzení stability

Vyhodnocení výsledků a závěr

Navrhne štětovnici VL 602 z oceli S 240 GP o celkové délce 8,7 m a kotvy o velikosti předpínací síly 400 kN s podélným rozestupem 2,5 m. Tento návrh je možné dále ověřit v programu „Pažení posudek“.

Abychom nemuseli celý příklad modelovat v programu „Pažení posudek“ znovu, lze využít zkopírování veškerých dat z programu „Pažení návrh“ tlačítkem „Data pro Pažení posudek“.



Rám „Stabilita“ – kopírování dat pro program Pažení posudek

Poznámka: Kotvenou nebo rozepřenou konstrukci je vhodné posoudit v programu GEO 5 – Pažení posudek, který poskytuje informace o přetvoření konstrukce a posuzuje vnitřní stabilitu kotevního systému i jednotlivé kotvy.