

## Návrh úhlové zdi

Program: Úhlová zeď

Soubor: Demo\_manual\_02.guz

V tomto inženýrském manuálu je popsán návrh a posouzení úhlové zdi.

### Zadání úlohy:

Navrhněte úhlovou zeď o výšce 4,0 m a posuďte ji podle EN 1997-1 (EC 7-1, Návrhový přístup 1). Terén za konstrukcí je vodorovný. Hladina podzemní vody se nachází v úrovni 2,0 m pod povrchem terénu. Za zdí působí pásové přitížení délky 5,0 m o velikosti 10 kPa. Základovou půdu tvoří písčitá hlína (F3), dovolená únosnost 175 kPa. Zásyp za zdí se provede ze středně ulehlého písku (S3). Úhlová zeď bude zhotovena ze železobetonu třídy C 20/25.

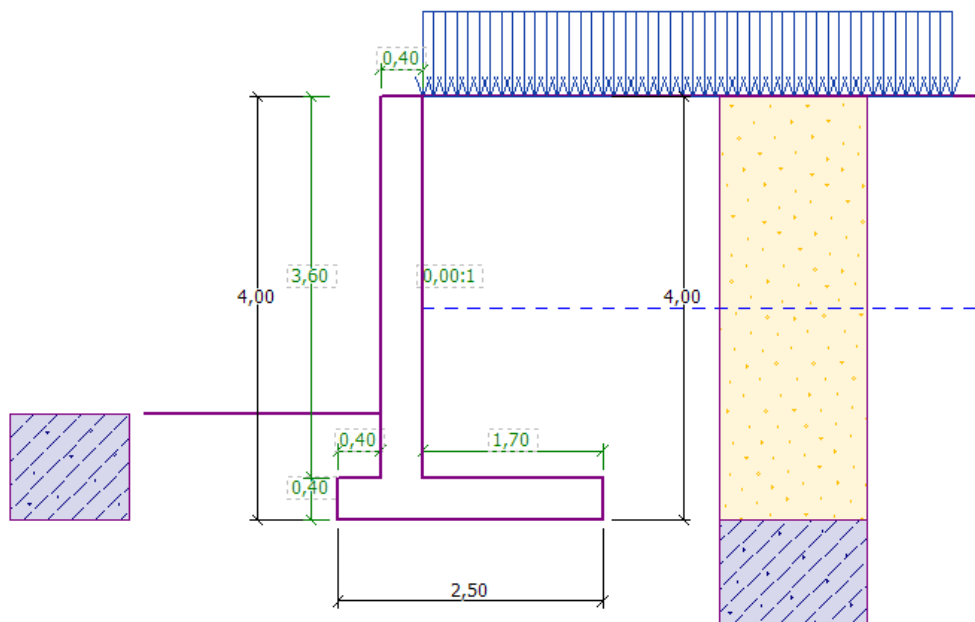


Schéma úhlové zdi – zadání úlohy

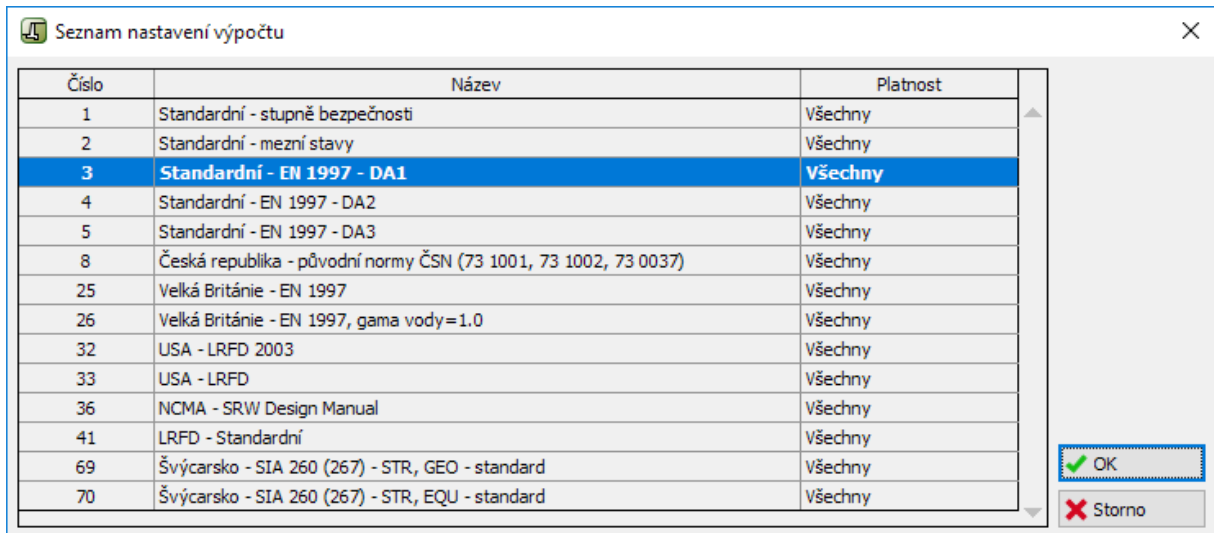
Parametry zemin jsou následující:

Zemina	Profil [m]	Objemová tíha $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Úhel vnitřního tření $\varphi_{ef}$ [°]	Soudržnost zeminy $c_{ef}$ [kPa]	Třecí úhel kce – zemina $\delta = [°]$	Objemová tíha sat. zeminy $\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]
S3	0,0 – 4,0	17,5	28,0	0,0	18,5	18,0
F3	od 4,0	18,0	26,5	30,0	17,5	18,5

## Řešení

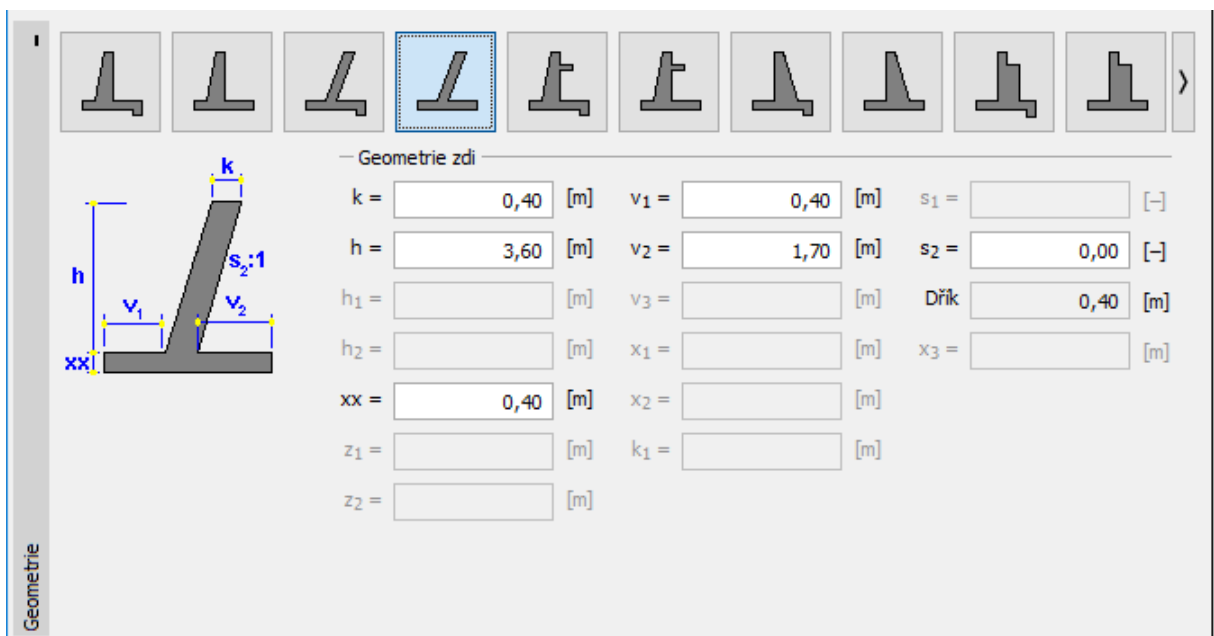
K výpočtu této úlohy použijeme program GEO5 – Úhlová zeď. V následujícím textu postupně popíšeme řešení příkladu po jednotlivých krocích.

Nejprve v rámu „Nastavení“ klikneme na tlačítko „Vybrat nastavení“ a vybereme nastavení výpočtu číslo 3: „Standardní – EN 1997, DA1“.



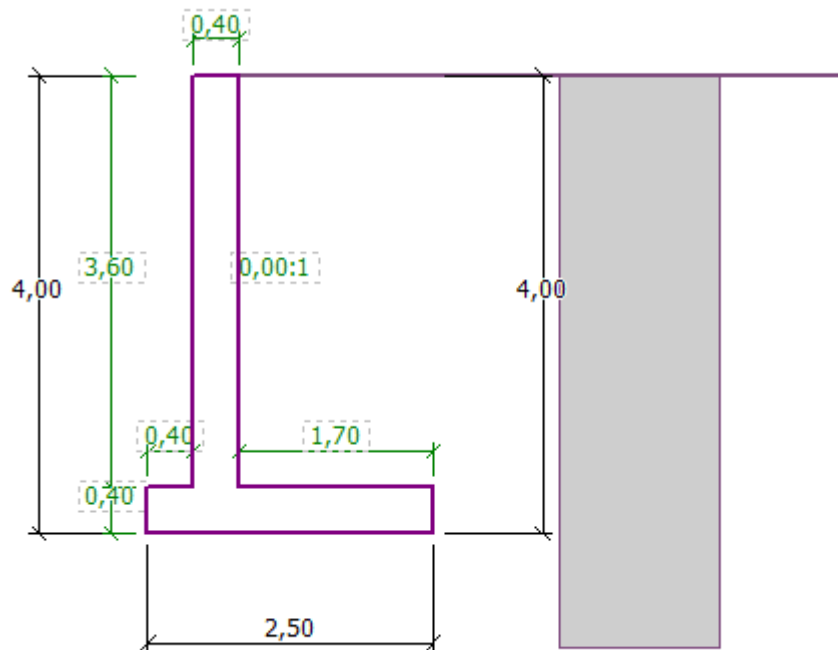
Dialogové okno „Seznam nastavení výpočtu“

V rámu „Geometrie“ vybereme požadovaný tvar zdi a zadáme její rozměry dle obrázku.



Rám „Geometrie“

Zadaná konstrukce zdi poté bude vypadat následovně:



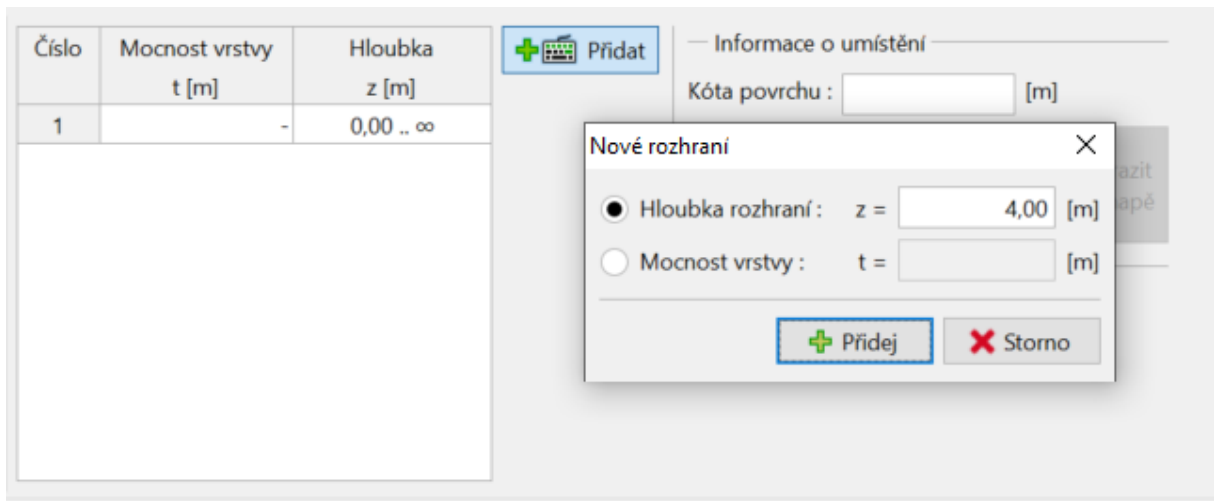
Rám „Geometrie“ – schéma zadané zdi

Nyní přejdeme do rámu „Materiál“, kde zadáme materiálové charakteristiky zdi. Zeď bude mít objemovou tíhu  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$  a bude vytvořena z betonu třídy C 20/25 a oceli B500.

Objemová tíha zdi : $\gamma =$ <input type="text" value="25,00"/> [kN/m <sup>3</sup> ]							
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">— Beton</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">— Výztuž podélná</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> <input type="button" value="Katalog"/>   <input type="button" value="Vlastní"/> </td> <td style="text-align: center;"> <input type="button" value="Katalog"/>   <input type="button" value="Vlastní"/> </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p><b>C 20/25</b>  <math>f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}</math>  <math>f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}</math></p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p><b>B500</b>  <math>f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}</math></p> </td> </tr> </table>		— Beton	— Výztuž podélná	<input type="button" value="Katalog"/> <input type="button" value="Vlastní"/>	<input type="button" value="Katalog"/> <input type="button" value="Vlastní"/>	<p><b>C 20/25</b>  <math>f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}</math>  <math>f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}</math></p>	<p><b>B500</b>  <math>f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}</math></p>
— Beton	— Výztuž podélná						
<input type="button" value="Katalog"/> <input type="button" value="Vlastní"/>	<input type="button" value="Katalog"/> <input type="button" value="Vlastní"/>						
<p><b>C 20/25</b>  <math>f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}</math>  <math>f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}</math></p>	<p><b>B500</b>  <math>f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}</math></p>						

Rám „Materiál“ – Zadání materiálových charakteristik konstrukce

V rámu „Profil“ definujeme rozhraní zemin v hloubce 4 m pomocí tlačítka „Přidat“.



*Rám „Profil“ – zadání rozhraní zemin*

Následně přejdeme do rámu „Zeminy“. Zde definujeme příslušné parametry zemin dle následujících obrázků. Dřík zdi je standardně posuzován na tlak v klidu. Pro výpočet tlaku v klidu za zdí zvolíme nesoudržnou zeminu. Nejprve pomocí tlačítka „Přidat“ přidáme zeminu S3, která bude tvořit zásyp za zdí. Poté přidáme také zeminu F3, která bude tvořit základovou půdu.

**Identifikace**

Název :

---

**Základní data** ?

Objemová tíha :  $\gamma =$   [kN/m<sup>3</sup>]

Napjatost :

Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} =$   [°]

Soudržnost zeminy :  $c_{ef} =$   [kPa]

Třecí úhel kce-zemina :  $\delta =$   [°]

---

**Tlak v klidu** ?

Zemina :

---

**Vztlak** ?

Způsob výp.vztlaku :

Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} =$   [kN/m<sup>3</sup>]

**Zobrazení**

Kategorie vzorků :

Hledat :

Podkategorie :

Vzorek :

Barva :

Pozadí :

Sytost <10 - 90> :  [%]

Rám „Zeminy“ – přidání zeminy S3

**Identifikace**

Název :

**Základní data** ?

Objemová tíha :  $\gamma =$   [kN/m<sup>3</sup>]

Napjatost :

Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} =$   [°]

Soudržnost zeminy :  $c_{ef} =$   [kPa]

Třecí úhel kce-zemina :  $\delta =$   [°]

**Tlak v klidu** ?

Zemina :

**Vztlak** ?

Způsob výp.vztlaku :

Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} =$   [kN/m<sup>3</sup>]

**Zobrazení**

Kategorie vzorků :

Hledat :

Podkategorie :

Vzorek :

Barva :

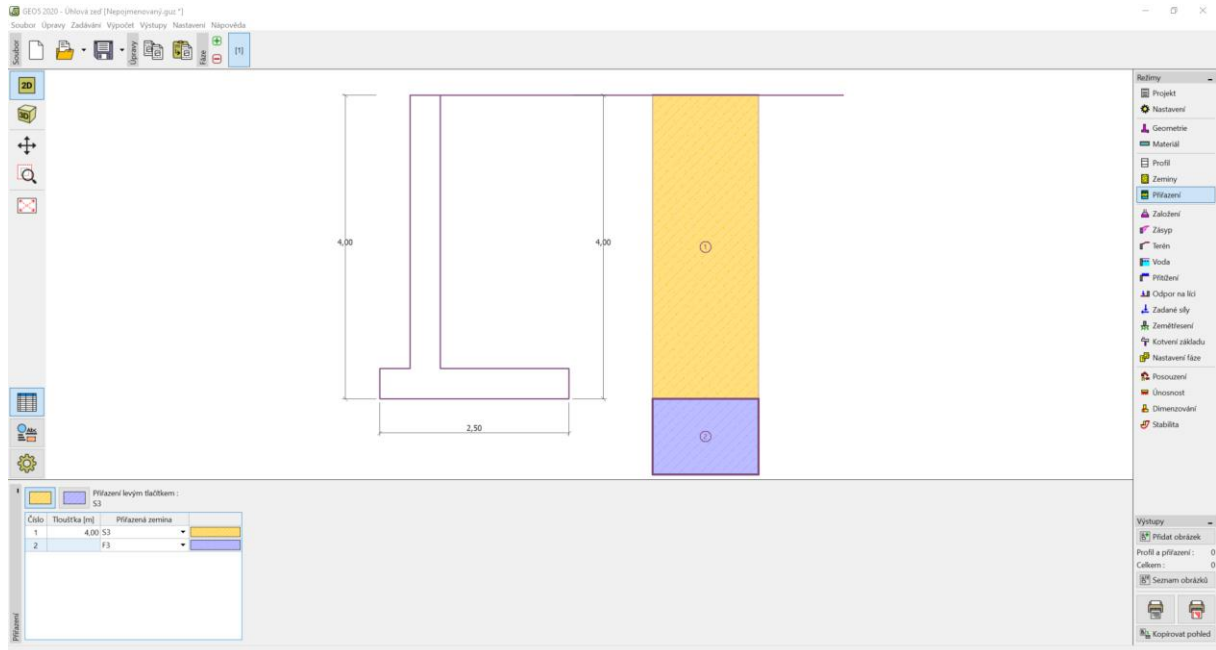
Pozadí :

Sytost <10 - 90> :  [%]

Rám „Zeminy“ – přidání zeminy F3

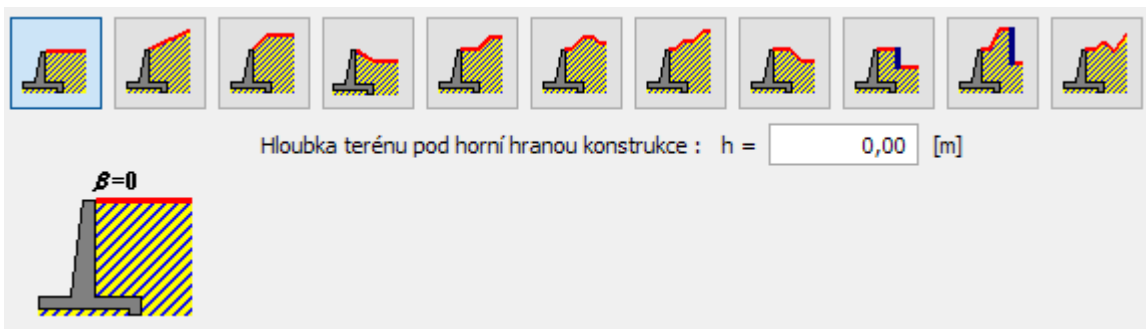
*Poznámka: Velikost aktivního tlaku závisí také na tření mezi zeminou a konstrukcí. Třecí úhel závisí na materiálu konstrukce a úhlu vnitřního tření zeminy – obvykle se zadává v rozmezí  $\delta \approx \left(\frac{1}{3} \div \frac{2}{3}\right) \cdot \varphi_{ef}$ .*

V rámu „Přiřazení“ přiřadíme zeminy do geologického profilu dle zadání.



Rám „Přiřazení“

V rámu „Terén“ ponecháme vodorovný tvar terénu za zdi.



Rám „Terén“

Hladina podzemní vody se nachází v hloubce 2,0 m pod úrovní terénu. Přejdeme tedy do rámu „Voda“, vybereme odpovídající typ zatěžovacího obrazce a zadáme příslušné parametry.

— Parametry hladiny podzemní vody —

Hl. vody za konstr. :  $h_1 =$   [m]

Hl. vody před konstr. :  $h_2 =$   [m]

Vztlak v zákl. spáře od rozdílných hladin :  ▼

Tahová trhlina

Hloubka tahové trhliny :  $h_t =$   [m]

Rám „Voda“

Poté přejdeme do rámu „Přetížení“. Zde budeme uvažovat přetížení stálé, pásové s působením na povrchu terénu o velikosti  $q = 10 \text{ kPa}$ .

Název :

— Charakteristiky přetížení —

Typ :  ▼

Typ působení :  ▼

Umístění :  ▼

Počátek :  $x =$   [m]

Délka :  $l =$   [m]

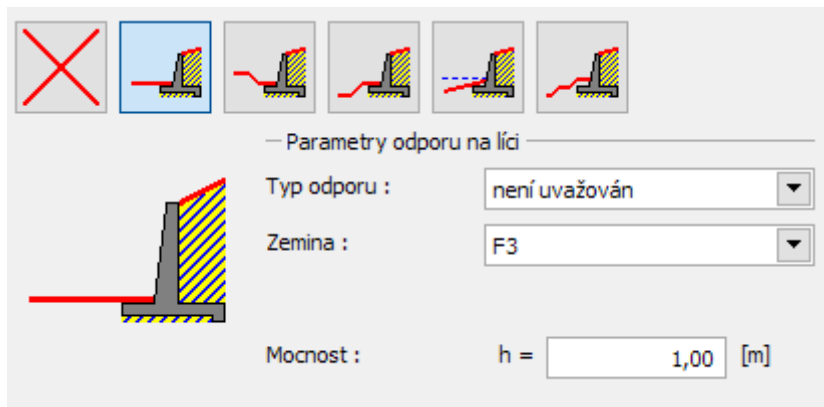
— Velikost přetížení —

Velikost :  $q =$   [ $\text{kN/m}^2$ ]

Dialogové okno „Nové přetížení“

V rámu „Odpor na líci“ zvolíme tvar terénu před zdí

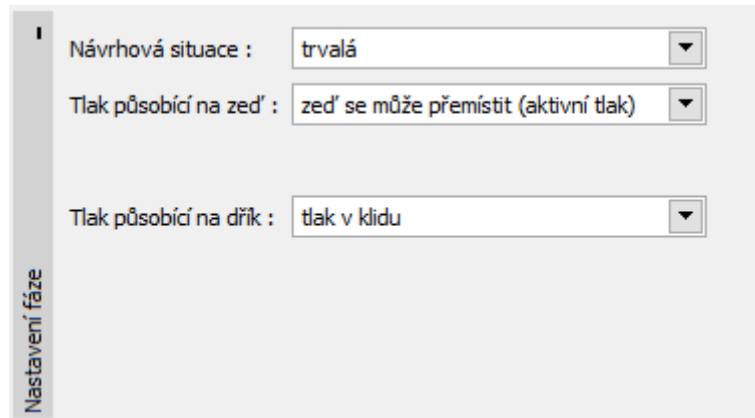




Rám „Odpor na líci“

*Poznámka: V tomto případě typ odporu na líci neuvažujeme, tudíž výsledky budou konzervativní. Odpor na líci se zavádí podle kvality a míry zhutnění zeminy před konstrukcí a také v závislosti na dovolené deformaci konstrukce. Tlak v klidu je uvažován pro původní nebo nově nasypanou dobře zhutněnou zeminu. Pasivní tlak je možné uvažovat pouze v případě, kdy je umožněna příslušná deformace konstrukce (více informací naleznete v nápovědě – F1).*

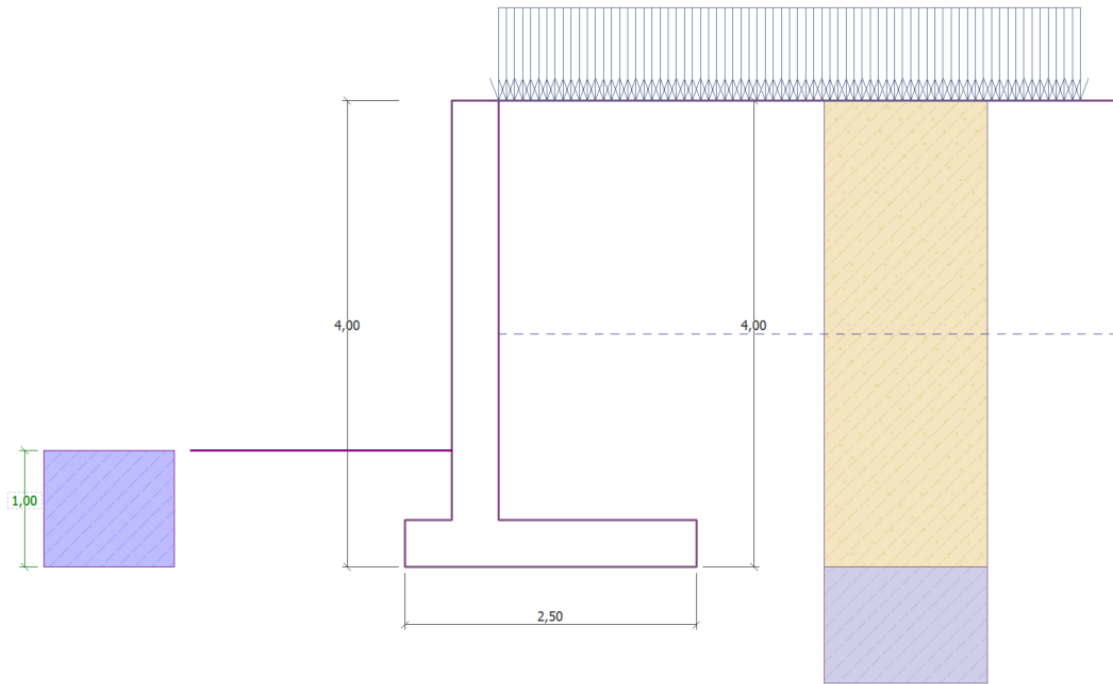
Následně v rámu „Nastavení fáze“ zvolíme typ návrhové situace. V našem případě uvažujeme *trvalou návrhovou situaci* a dále zadáme typ chování zdi. Budeme uvažovat, že se zeď může přemístit, je tedy zatížena aktivním tlakem.



Rám „Nastavení fáze“

*Poznámka: Dřík zdi se dimenzuje většinou na zemní tlak v klidu, tj. zeď se nemůže přemístit. Možnost posouzení dříku i zdi aktivním tlakem se uvažuje pouze ve výjimečných případech, např. při účinku zemětřesení (seismická návrhová situace s dílčími součiniteli rovnými 1,0).*

Zadaná konstrukce nyní vypadá následovně:



Posuzovaná konstrukce

Nyní přejdeme do rámu „Posouzení“, kde spočítáme výsledky pro překlopení a posunutí naší úhlové zdi.

Číslo sily	Síla	$F_x$ [kN/m]	$F_z$ [kN/m]	Působíště x [m]   z [m]		Vedl. zatíž.
1	Tíh. - zed'	0,00	61,00	0,87	-1,38	
2	Tíh. - zemní klín	0,00	23,55	1,31	-1,54	
3	Aktivní tlak	-42,28	60,25	1,80	-1,46	
4	Tlak vody	-20,00	0,00	0,80	-0,67	
5	Vztlak vody	0,00	0,00	0,80	-4,00	
6	L1	-7,99	8,67	1,61	-2,08	

Posouzení		
<b>PŘEKLOPENÍ:</b>	<b>VYHOVUJE</b>	(52,7%)
<b>POSUNUTÍ:</b>	<b>NEVYHOVUJE</b>	(124,5%)

Rám „Posouzení“

Poznámka: Tlačítko „Podrobně“ v pravé části obrazovky otevírá dialogové okno, které obsahuje detailní výpis výsledků posouzení.

### Výsledky výpočtu:

Návrh úhlové zdi podle *NP1 – kombinace 2* je pro posouzení na posunutí v základové spáře nevyhovující. Využití zdi vychází takto:

#### **Posouzení na překlopení**

Moment vzdorující  $M_{res} = 208,17 \text{ kNm/m}$

Moment klopící  $M_{ovr} = 109,75 \text{ kNm/m}$

Zed' na překlopení **VYHOVUJE**

#### **Posouzení na posunutí**

Vodor. síla vzdorující  $H_{res} = 65,74 \text{ kN/m}$

Vodor. síla posunující  $H_{act} = 81,83 \text{ kN/m}$

Zed' na posunutí **NEVYHOVUJE**

**Celkové posouzení - ZED' NEVYHOVUJE**

Pro nevyhovující konstrukci máme několik možností úpravy návrhu, můžeme například:

- provést zásyp za zdí pomocí zeminy s lepšími charakteristikami
- ukotvit základ úhlové zdi
- zvětšit tření ukloněním základové spáry
- ukotvit dřík zdi

Tyto úpravy by byly poměrně ekonomicky i technologicky náročné, proto zvolíme jednodušší alternativu. Jako nejúčinnější řešení ve fázi návrhu je vhodná změna tvaru zdi.

## Úprava návrhu: změna tvaru a geometrie zdi

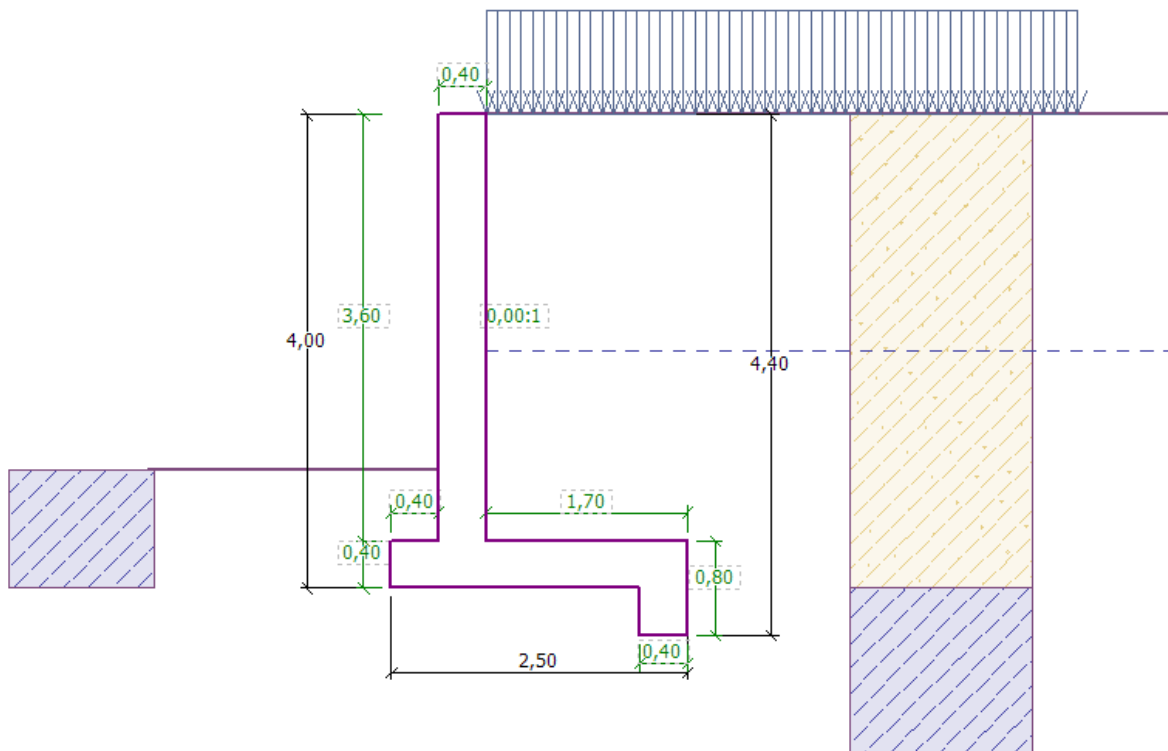
Vrátíme se zpět do rámu „Geometrie“ a změníme tvar úhlové zdi. Pro zvýšení odporu proti posunutí konstrukce navrhne v zadní části základu zdi výstupek. Změníme tvar zdi a hodnotu proměnných  $x_1$  a  $x_2$  dle obrázku.

Geometrie zdi

k =	0,40 [m]	v <sub>1</sub> =	0,40 [m]	s <sub>1</sub> =		[-]
h =	3,60 [m]	v <sub>2</sub> =	1,70 [m]	s <sub>2</sub> =	0,00	[-]
h <sub>1</sub> =		v <sub>3</sub> =		Dřík	0,40	[m]
h <sub>2</sub> =		x <sub>1</sub> =	0,80 [m]	x <sub>3</sub> =	0,00	[m]
xx =	0,40 [m]	x <sub>2</sub> =	0,40 [m]			
z <sub>1</sub> =		k <sub>1</sub> =				
z <sub>2</sub> =						

Rám „Geometrie (úprava rozměrů úhlové zdi)“

*Poznámka: Výstupek je obvykle počítán jako šikmá základová spára. Pokud se uvažuje vliv výstupku jako odpor na líci, pak program počítá s rovnou základovou spárou, ale odpor na líci konstrukce se počítá do hloubky spodní části výstupku (více informací naleznete v nápovědě – F1).*



Nový tvar konstrukce

Poté nově navrženou konstrukci s výstupkem posoudíme na překlpení a posunutí.

Posouzení:   [1]

Číslo síly	Síla	$F_x$ [kN/m]	$F_z$ [kN/m]	Působíště		Vedl. zatíž.
				x [m]	z [m]	
1	Tíh. - zed'	0,00	65,00	0,95	-1,28	
2	Tíh. - zemní klín	0,00	23,55	1,31	-1,54	
3	Aktivní tlak	-42,28	60,25	1,80	-1,46	
4	Tlak vody	-28,80	0,00	0,80	-0,40	
5	Vztlak vody	0,00	0,00	0,80	-4,00	
6	1	-7,99	9,06	1,65	-2,08	

— Posouzení  
**PŘEKLOPENÍ: VYHOVUJE (49,4%)**  
**POSUNUTÍ: VYHOVUJE (64,9%)**

Rám „Posouzení“

Zed' nyní na překlpení a posunutí vyhovuje s využitím 49,4 %, resp. 64,9 %.

Nyní přejdeme do rámu „Únosnost“, kde provedeme posouzení únosnosti základové půdy na návrhovou únosnost 175 kPa.

Výpočet únosnosti základové půdy Podrobně

Zadat únosnost základové půdy  
 Počítat založení programem "Patky"  
 Počítat založení programem "Patka CPT"  
 Nepočítat

---

Tvar napětí v základové půdě :

Únosnost základové půdy : R =  [kPa]

Celková délka základu zdi :  [m]

---

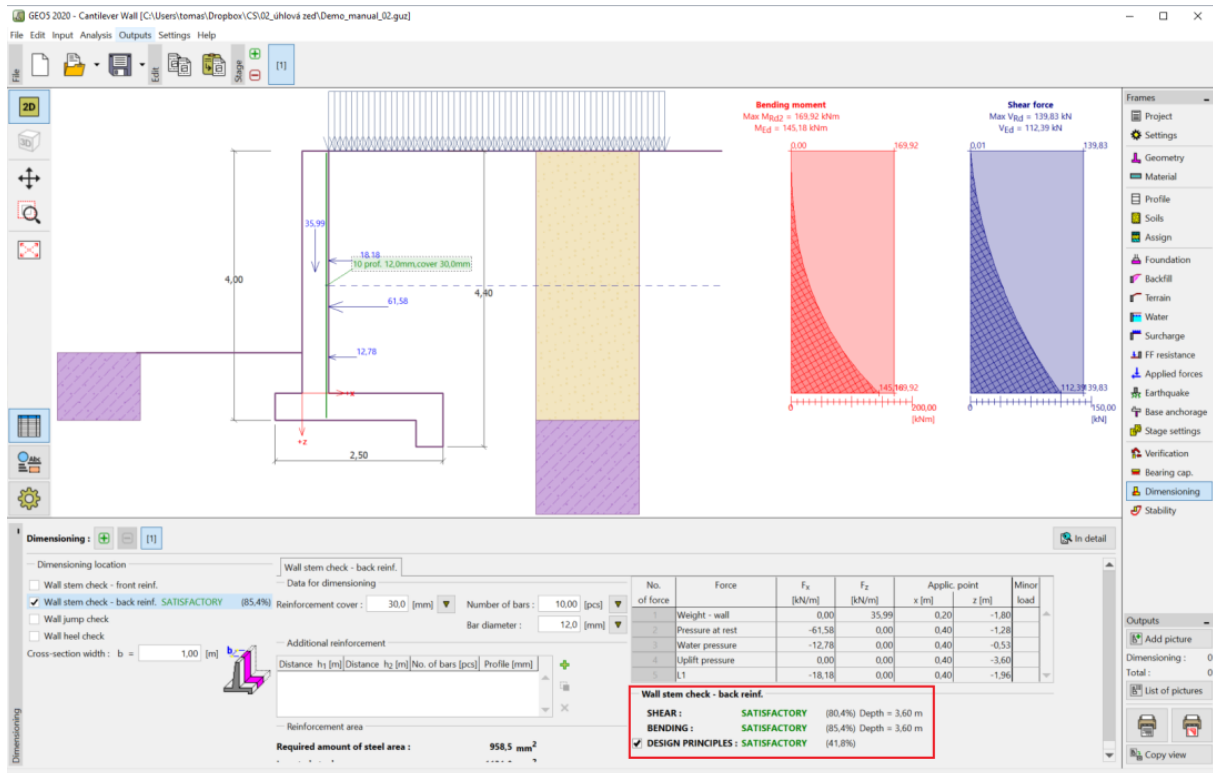
**Posouzení**

**EXCENTRICITA:** **VYHOVUJE** (67,3%)  
**ZÁKLADOVÁ PŮDA:** **VYHOVUJE** (86,2%)

### Rám „Únosnost“

*Poznámka: V tomto případě posuzujeme únosnost základové půdy na zadanou hodnotu, kterou lze získat z geologického průzkumu, resp. z některých norem. Tyto údaje jsou většinou velmi konzervativní, proto je vhodné posoudit únosnost základové půdy programem Patky, který zohledňuje i další vlivy jako šikmost zatížení, hloubu založení aj.*

Dále v rámu „Dimenzování“ provedeme „Posouzení dřívku zdi“. Navrhne hlavní nosnou výztuž – 10 ks  $\varnothing 12$  mm (krytí 30 mm), která vyhoví z hlediska MSÚ a všech konstrukčních zásad.



## Rám „Dimenzování“

Posouzení dřívku - zadní výztuž		
SMYK :	<b>VYHOVUJE</b>	(80,4%) Hloubka = 3,60 m
OHYB :	<b>VYHOVUJE</b>	(85,4%) Hloubka = 3,60 m
<input checked="" type="checkbox"/> KONSTR. ZÁSADY :	<b>VYHOVUJE</b>	(41,8%)

Detailní zobrazení výsledku

Poté přejdeme do rámu „Stabilita“, kde posoudíme celkovou stabilitu zdi. Po kliknutí na rám „Stabilita“ se otevře program „Stabilita svahu“, kde přejdeme do rámu „Výpočet“. V našem případě vybereme nejběžnější metodu výpočtu: „Bishop“. Provedeme výpočet s **optimalizací kruhové smykové plochy**, potvrdíme tlačítkem „Počítej“ a po dokončení výpočtu následně ukončíme program „Stabilita svahu“ tlačítkem „Ukončit a předat“. Výsledky, resp. zadané obrázky se přenesou do protokolu výpočtu v programu „Úhlová zed“.

Výpočet: + - [1]

Smyková plocha: kruhová ↻ Nahradit graficky ✎ Upravit textově ✖ Odstranit ↺ Převést na polygon

— Parametry výpočtu — — Kruhová smyková plocha —

Metoda: Bishop Střed: x = -0,60 [m] z = 0,76 [m]

Typ výpočtu: Optimalizace Poloměr: R = 5,66 [m]

Omezení: není zadáno Úhly: α<sub>1</sub> = -48,37 [°] α<sub>2</sub> = 82,28 [°]

**Posouzení stability svahu (Bishop)**  
 Sumace aktivních sil: F<sub>a</sub> = 155,02 kN/m  
 Sumace pasivních sil: F<sub>p</sub> = 393,36 kN/m  
 Moment sesouvající: M<sub>a</sub> = 877,41 kNm/m  
 Moment vzdorující: M<sub>p</sub> = 2226,44 kNm/m  
 Využití: 39,4 %  
**Stabilita svahu VYHOVUJE**

Program „Stabilita svahu“ – rám „Výpočet“

## Závěr:

Výsledky výpočtu – využití:

– Překlopení: 49,4 %	$M_{res} = 218,35 > M_{ovr} = 107,94$ [kNm/m]	VYHOVÍ
– Posunutí: 64,9 %	$H_{res} = 99,26 > H_{act} = 64,38$ [kN/m]	VYHOVÍ
– Únosnost zákl. půdy: 86,2 %	$R_d = 175 > \sigma = 140,31$ [kPa]	VYHOVÍ
– Dimenzování dříku: 85,4 %	$M_{Rd} = 169,92 > M_{Ed} = 145,18$ [kNm]	VYHOVÍ
– Celková stabilita: 39,4 %	Metoda – Bishop (optimalizace)	VYHOVÍ

Takto navržená úhlová zed' vyhovuje.