

## 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.

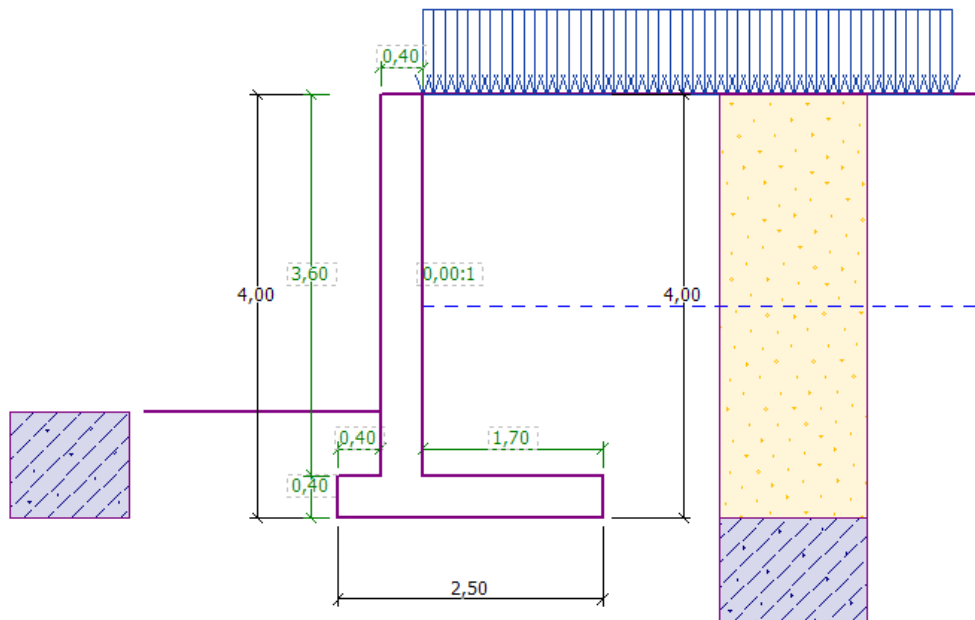


Schéma úhlové zdi – zadání úlohy

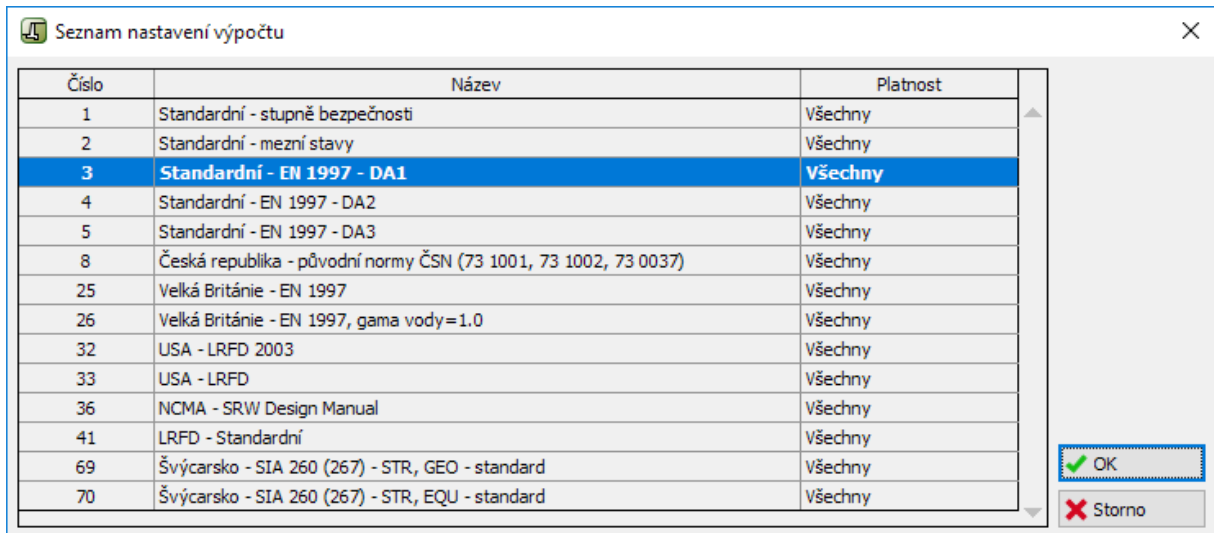
Parametry zemin jsou následující:

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	5,0	17,5	18,5

## Řešení

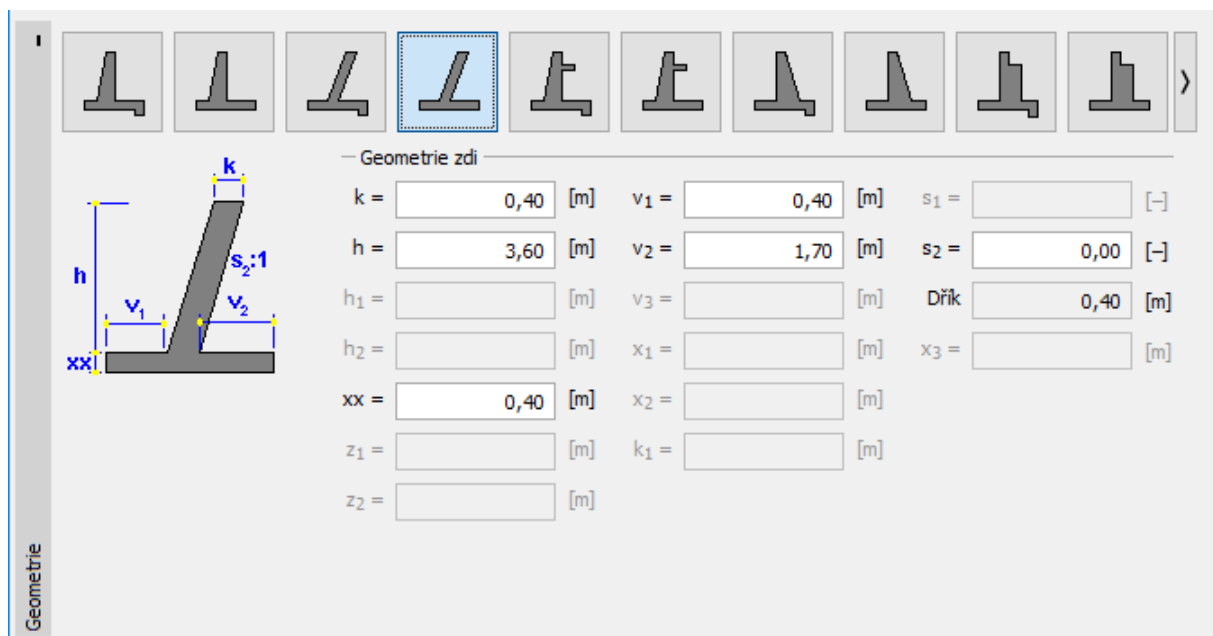
K výpočtu této úlohy použijeme program GEO5 – Úhlová zeď. V následujícím textu postupně popíšeme řešení příkladu po jednotlivých krocích.

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



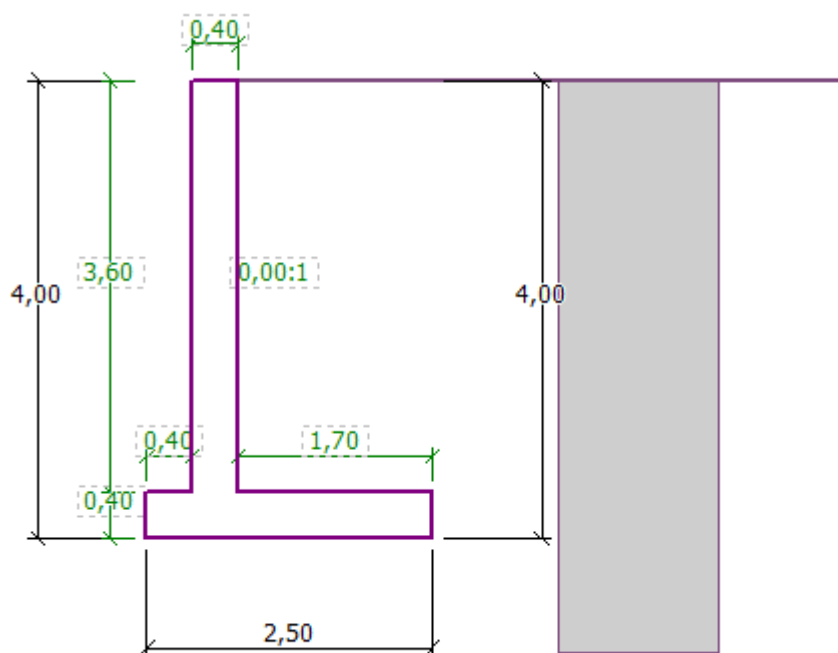
Dialogové okno „Seznam nastavení výpočtu“

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



Rám „Geometrie“

Zadaná konstrukce zdi poté bude vypadat následovně:



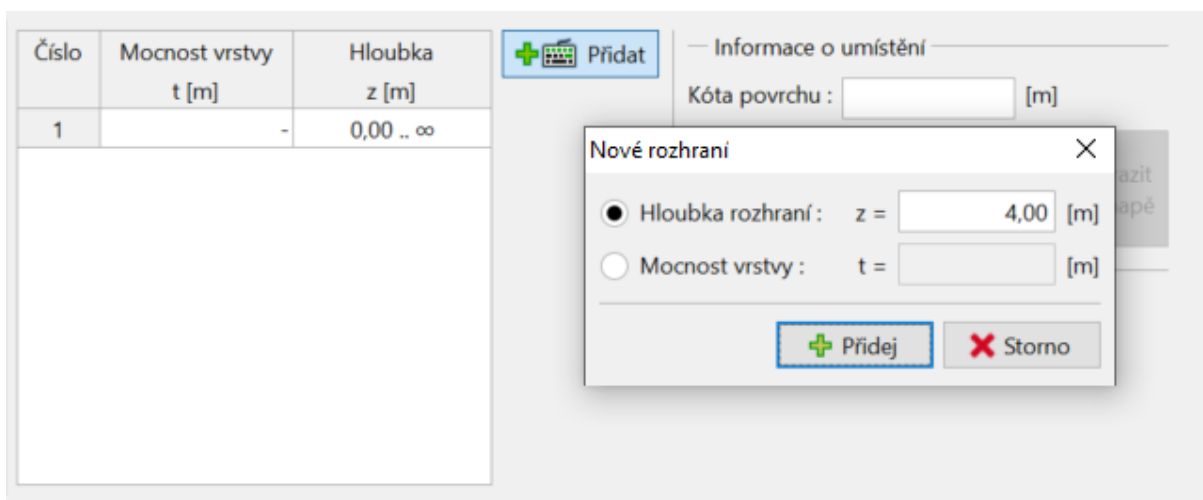
Rám „Geometrie“ – schéma zadané zdi

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> :  [%]

Zatříd
Vymaž

+ Přidej
 ✗ Storno

Rám „Zeminy“ – přidání zeminy S3

Přidání nových zemín
✕

**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:

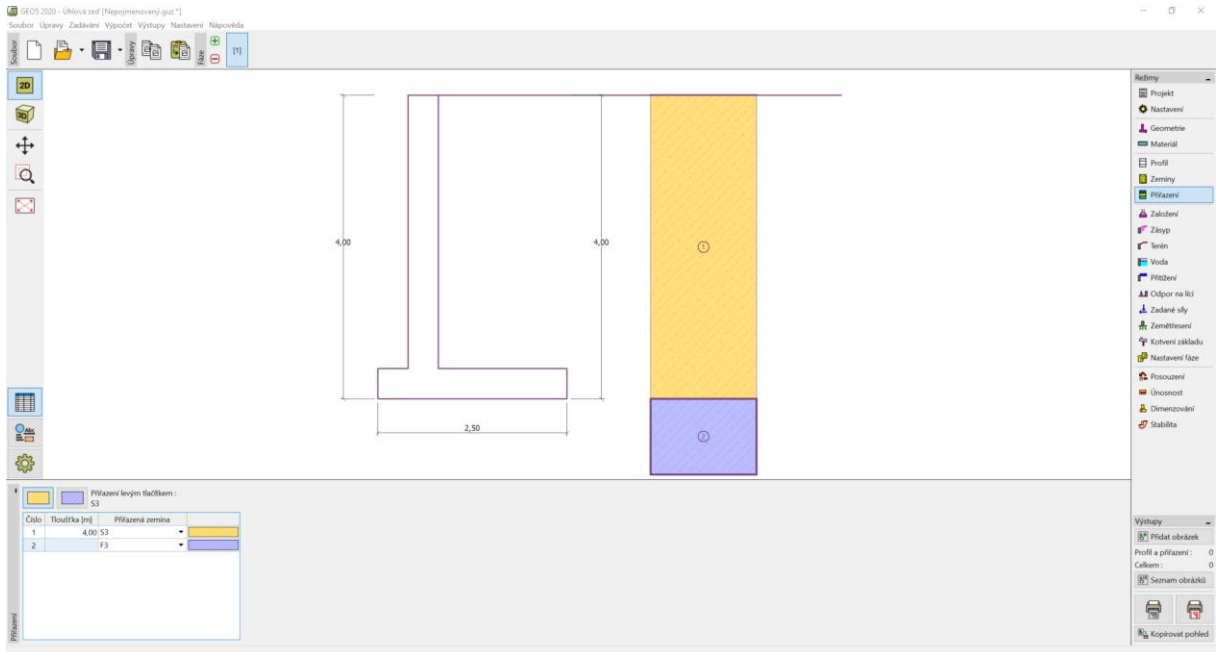
Sytost <10 - 90>:  [%]

Zatříd
Vymaž
Data IFC
+ Přidej
✕ Storno

Rám „Zeminy“ – přidání zeminy F3

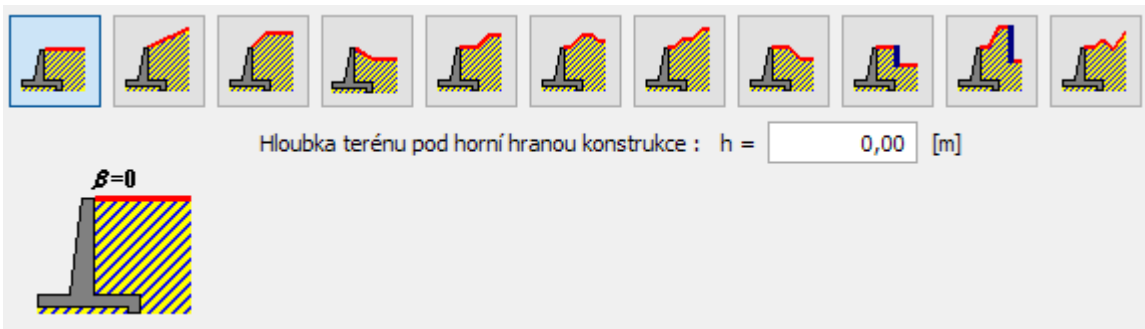
*Poznámka: Velikost aktivního tlaku závisí také na tření mezi zeminou a konstrukcí. Třecí úhel závisí na materiálu konstrukce a úhlu vnitřního tření zeminy – obvykle se zadává v rozmezí  $\delta \approx \left(\frac{1}{3} \div \frac{2}{3}\right) \cdot \varphi_{ef}$ .*

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



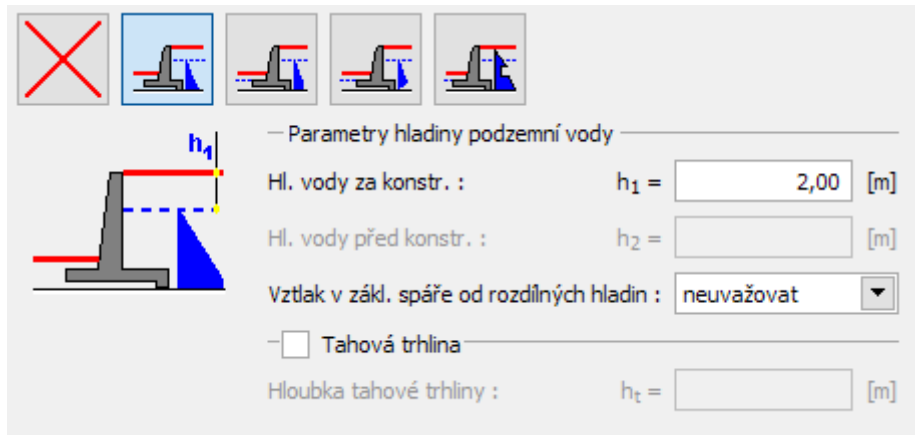
Rám „Přiřazení“

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]

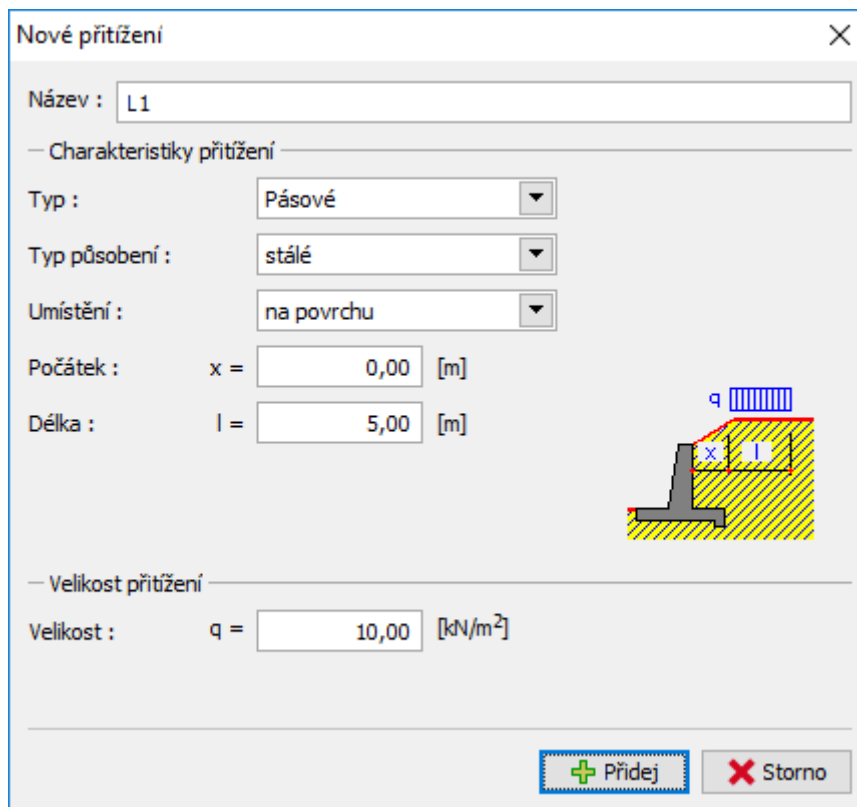
Vztlak v zákl. spáře od rozdílných hladin :  ▼

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  $q = 10 \text{ kPa}$ .



Nové přetížení

Název :

— Charakteristiky přetížení —

Typ :  ▼

Typ působení :  ▼

Umístění :  ▼

Počátek :  $x =$   [m]

Délka :  $l =$   [m]

— Velikost přetížení —

Velikost :  $q =$   [kN/m<sup>2</sup>]

Dialogové okno „Nové přetížení“

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



— Parametry odporu na líci —

Typ odporu :

Zemina :

Mocnost : h =  [m]

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.

Návrhová situace :

Tlak působící na zeď :

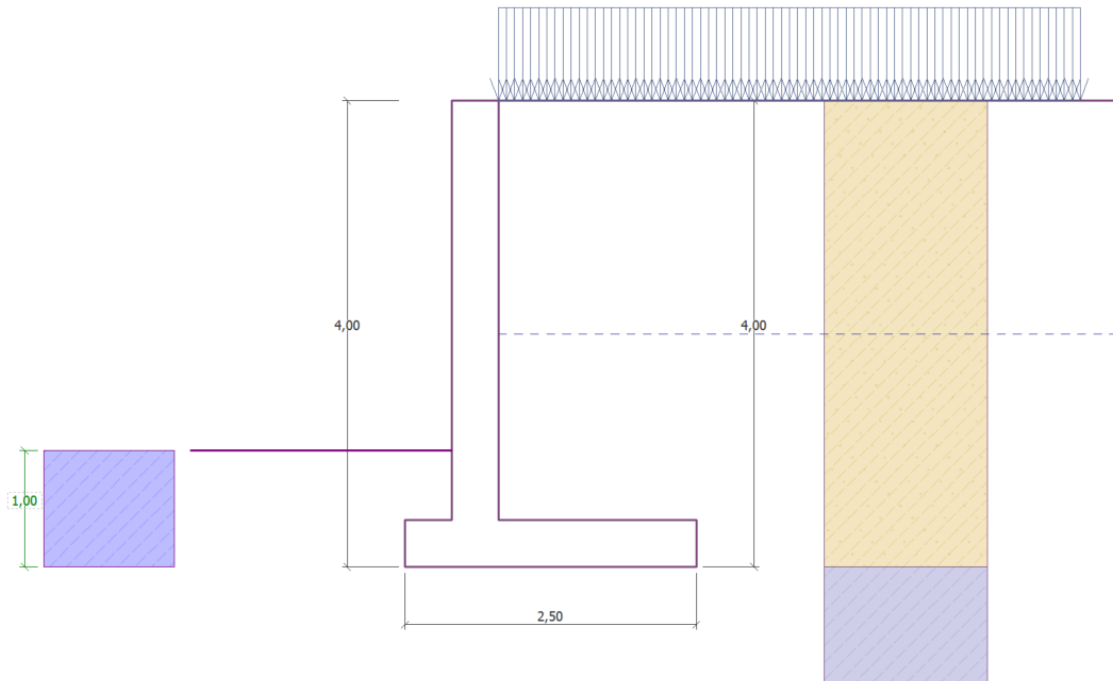
Tlak působící na dřík :

Nastavení fáze

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	Síla	$F_x$ [kN/m]	$F_z$ [kN/m]	Působivé x [m]    z [m]		Vedl. zatiž.	Posouzení
1	Tih.- zed'	0,00	61,00	0,87	-1,38	<input type="checkbox"/>	<b>PŘEKLOPENÍ:</b> <b>VYHOVUJE</b> (52,5%) <b>POSUNUTÍ:</b> <b>NEVYHOVUJE</b> (119,7%)
2	Tih.- zemina	0,00	4,32	0,20	-0,70	<input type="checkbox"/>	
3	Tih.- zemní klín	0,00	23,55	1,31	-1,54	<input type="checkbox"/>	
4	Aktivní tlak	-42,28	60,25	1,80	-1,46	<input type="checkbox"/>	
5	Tlak vody	-20,00	0,00	0,80	-0,67	<input type="checkbox"/>	
6	Vztlak vody	0,00	0,00	0,80	-4,00	<input type="checkbox"/>	
7	L1	-7,99	8,67	1,61	-2,08	<input type="checkbox"/>	

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  $M_{res} = 209,03 \text{ kNm/m}$

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

Zed' na překlopení **VYHOVUJE**

#### Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující  $H_{res} = 68,37 \text{ kN/m}$

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.

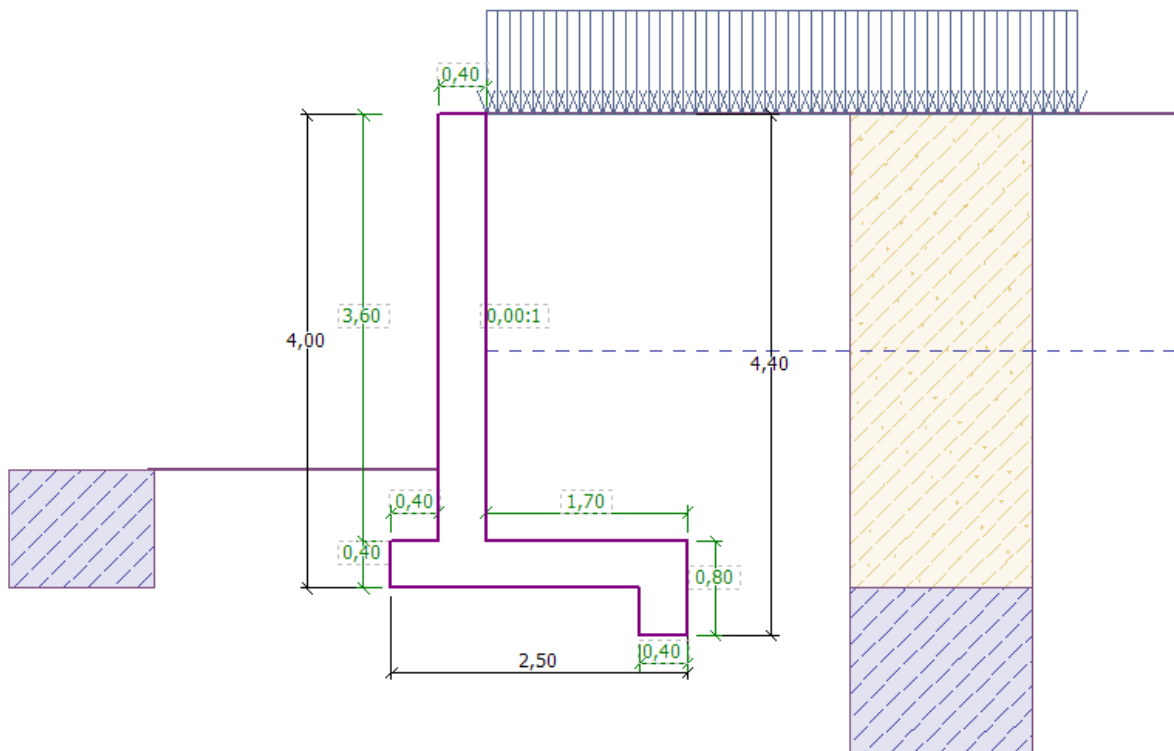
## Úprava návrhu: změna tvaru a geometrie zdi

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

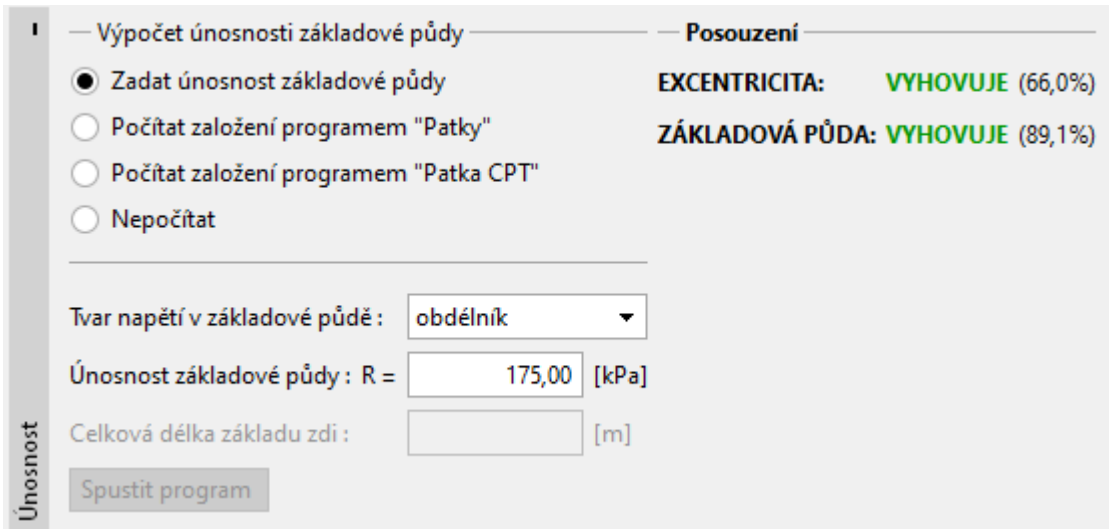
Poté nově navrženou konstrukci s výstupkem posoudíme na překlpení a posunutí.

Číslo	Síla	$F_x$ [kN/m]	$F_z$ [kN/m]	Působíště		Vedl. zatiž.	Posouzení
				x [m]	z [m]		
1	Tíh.- zed	0,00	65,00	0,95	-1,28	<input type="checkbox"/>	<b>PŘEKLOPENÍ: VYHOVUJE</b> (47,6%) <b>POSUNUTÍ: VYHOVUJE</b> (93,5%)
2	Tíh.- zemina	0,00	4,32	0,20	-0,70	<input type="checkbox"/>	
3	Tíh.- zemní klín	0,00	23,55	1,31	-1,54	<input type="checkbox"/>	
4	Aktivní tlak	-47,11	61,78	1,82	-1,29	<input type="checkbox"/>	
5	Tlak vody	-28,80	0,00	0,80	-0,40	<input type="checkbox"/>	
6	Vztlak vody	0,00	0,00	0,80	-4,00	<input type="checkbox"/>	
7	L1	-9,28	9,07	1,65	-1,76	<input type="checkbox"/>	

Rám „Posouzení“

Zed' nyní na překlpení a posunutí vyhovuje s využitím 47,6 %, resp. 93,5 %.

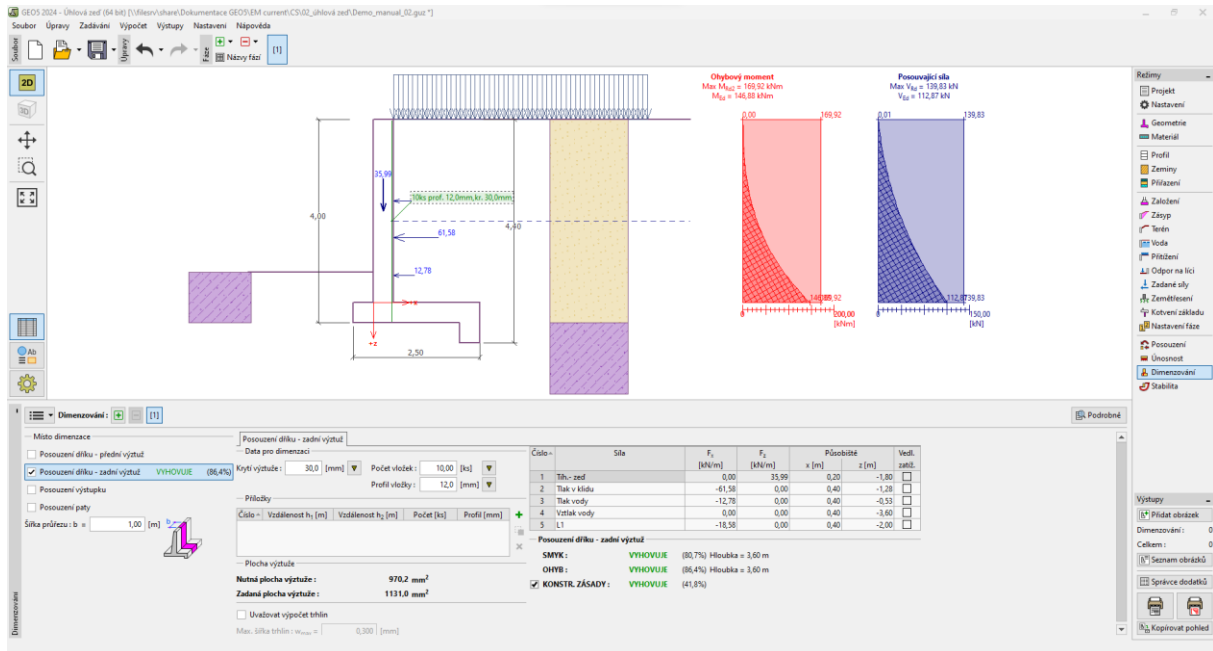
Nyní přejdeme do rámu „Únosnost“, kde provedeme posouzení únosnosti základové půdy na návrhovou únosnost 175 kPa.



Rám „Únosnost“

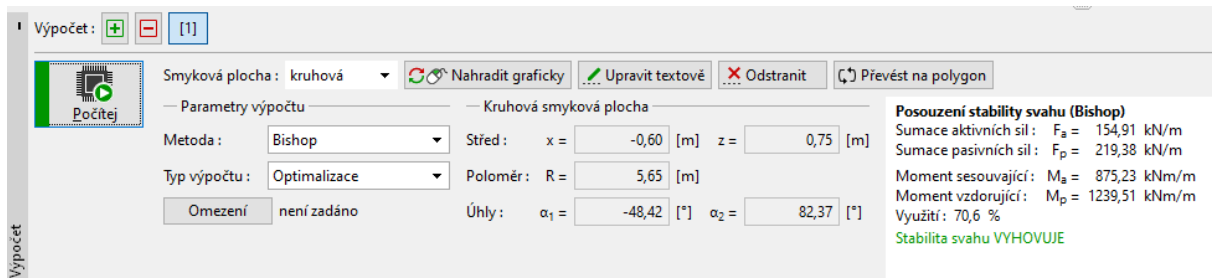
*Poznámka: V tomto případě posuzujeme únosnost základové půdy na zadanou hodnotu, kterou lze získat z geologického průzkumu, resp. z některých norem. Tyto údaje jsou většinou velmi konzervativní, proto je vhodné posoudit únosnost základové půdy programem Patky, který zohledňuje i další vlivy jako šikmost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

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



Rám „Dimenzování“

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“.



Program „Stabilita svahu“ – rám „Výpočet“

## Závěr:

Výsledky výpočtu – využití:

– Překlopení:	47,6 %	VYHOVÍ
– Posunutí:	93,5 %	VYHOVÍ
– Únosnost zákl. půdy:	89,1 %	VYHOVÍ
– Dimenzování dříku:	86,4 %	VYHOVÍ
– Celková stabilita:	70,6 %	VYHOVÍ

Takto navržená úhlová zed' vyhovuje.