

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.

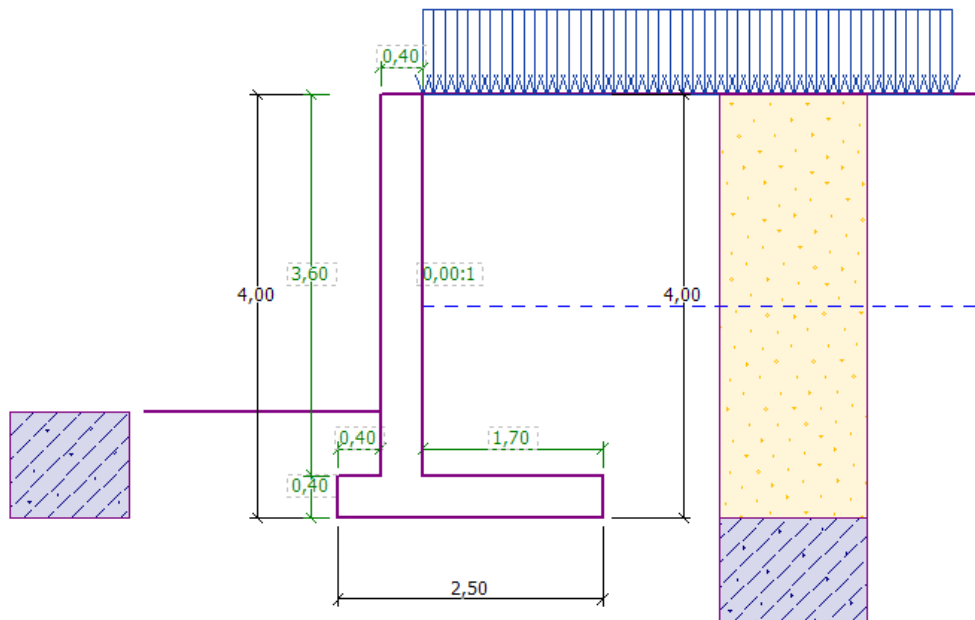


Schéma úhlové zdi – zadání úlohy

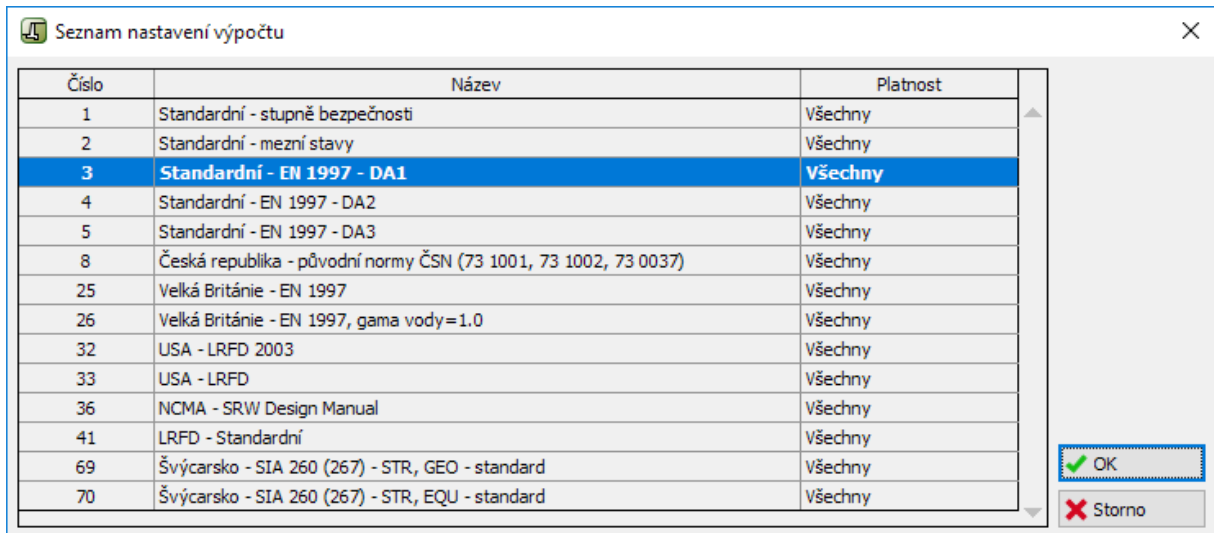
Parametry zemin jsou následující:

Zemina	Profil [m]	Objemová tíha γ [kN/m ³]	Úhel vnitřního tření φ_{ef} [°]	Soudržnost zeminy c_{ef} [kPa]	Třecí úhel kce – zemina $\delta = [°]$	Objemová tíha sat. zeminy γ_{sat} [kN/m ³]
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

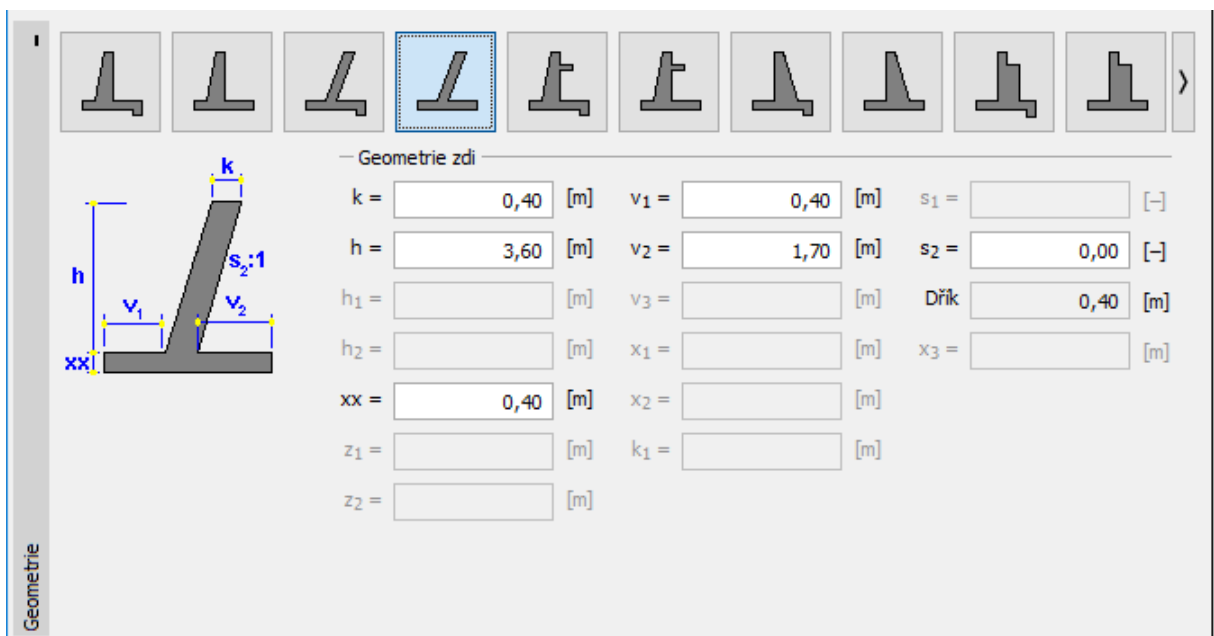
K výpočtu této úlohy použijeme program GEO5 – Úhlová zeď. V následujícím textu postupně popíšeme řešení příkladu po jednotlivých krocích.

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



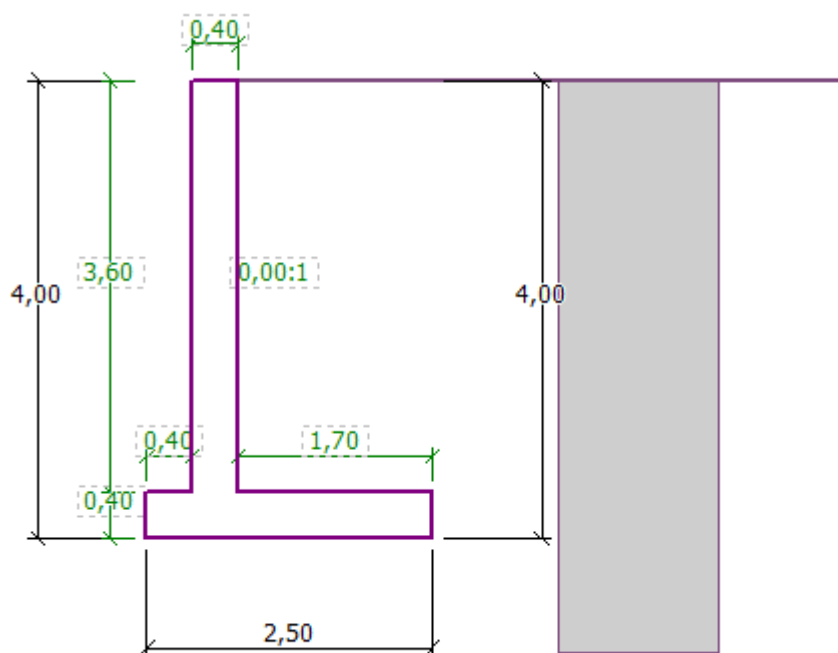
Dialogové okno „Seznam nastavení výpočtu“

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 ³]							
<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">— Beton</td> <td style="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>C 20/25 $f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$ $f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>B500 $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$</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>C 20/25 $f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$ $f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$</p>	<p>B500 $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$</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>C 20/25 $f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$ $f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$</p>	<p>B500 $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$</p>						

Rám „Materiál“ – Zadání materiálových charakteristik konstrukce

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

Č. rozhr.	Hloubka [m]
1	0,00
2	4,00

Rám „Profil“ – zadání rozhraní zemin

Následně přejdeme do rámu „Zeminy“. Zde definujeme příslušné parametry zemin dle následujících obrázků. Dířek 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.

Rám „Zeminy“ – přidání zeminy S3

Přidání nových zemin
✕

Identifikace

Název :

Základní data ?

Objemová tíha : $\gamma =$ [kN/m³]

Napjatost :

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

Soudržnost zeminy : $c_{ef} =$ [kPa]

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

Tlak v klidu ?

Zemina :

Vztlak ?

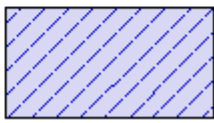
Způsob výp.vztlaku :

Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} =$ [kN/m³]

Zobrazení

Barva

Kategorie vzorků

Vzorek

Hlína

Zatřídění

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.

Vrstva	Tloušťka [m]	Přiřazená zemina
1	4,00	S3
2		F3

Rám „Přiřazení“

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

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. :	$h_1 =$	<input type="text" value="2,00"/>	[m]
Hl. vody před konstr. :	$h_2 =$	<input type="text"/>	[m]
Vztlak v zákl. spáře od rozdílných hladin :		<input type="text" value="neuvažovat"/>	<input type="button" value="vzdolávkou"/>

Tahová trhlina

Hloubka tahové trhliny :	$h_t =$	<input type="text"/>	[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 —

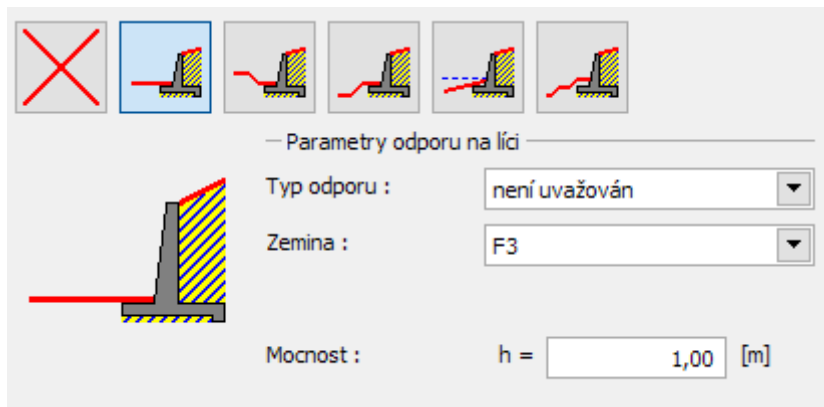
Typ :	<input type="text" value="Pásové"/>	<input type="button" value="vzdolávkou"/>	
Typ působení :	<input type="text" value="stálé"/>	<input type="button" value="vzdolávkou"/>	
Umístění :	<input type="text" value="na povrchu"/>	<input type="button" value="vzdolávkou"/>	
Počátek :	$x =$	<input type="text" value="0,00"/>	[m]
Délka :	$l =$	<input type="text" value="5,00"/>	[m]

— Velikost přetížení —

Velikost :	$q =$	<input type="text" value="10,00"/>	[kN/m ²]
------------	-------	------------------------------------	----------------------

Dialogové okno „Nové přetížení“

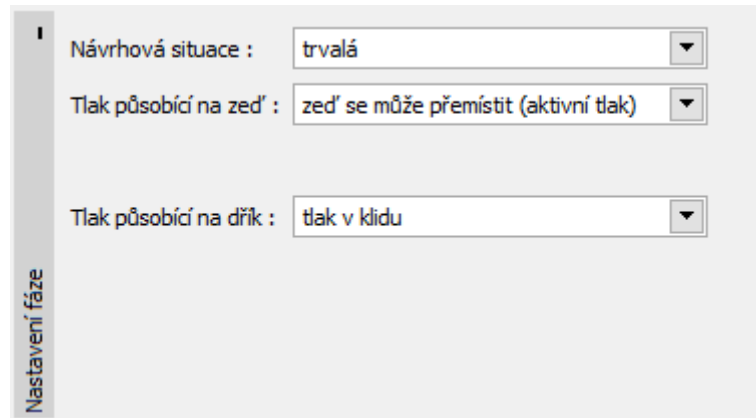
V rámu „Odpor na líci“ zvolíme tvar terénu před zdí a poté definujeme parametry odporu na líci konstrukce.



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).

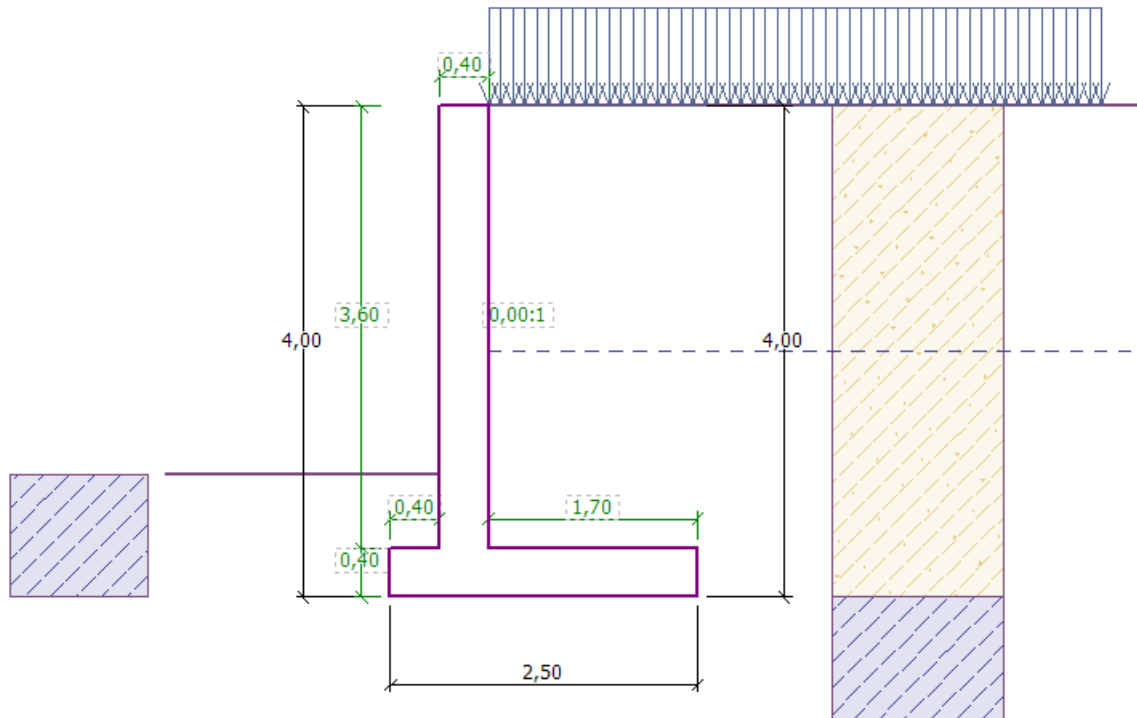
Následně v rámu „Nastavení fáze“ zvolíme typ návrhové situace. V našem případě uvažujeme *trvalou návrhovou situaci* a dále zadáme typ chování zdi. Budeme uvažovat, že se zeď může přemístit, je tedy zatížena aktivním tlakem.



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 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		Vedl. zatiž.
				x [m]	z [m]	
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

PŘEKLOPENÍ: VYHOVUJE (52,7%)

POSUNUTÍ: NEVYHOVUJE (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:

- Překlopení: 52,7 % $M_{res} = 208,17 > M_{ovr} = 109,75$ [kNm/m] **VYHOVUJE**
- Posunutí: 124,5 % $H_{res} = 65,74 < H_{act} = 81,83$ [kN/m] **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

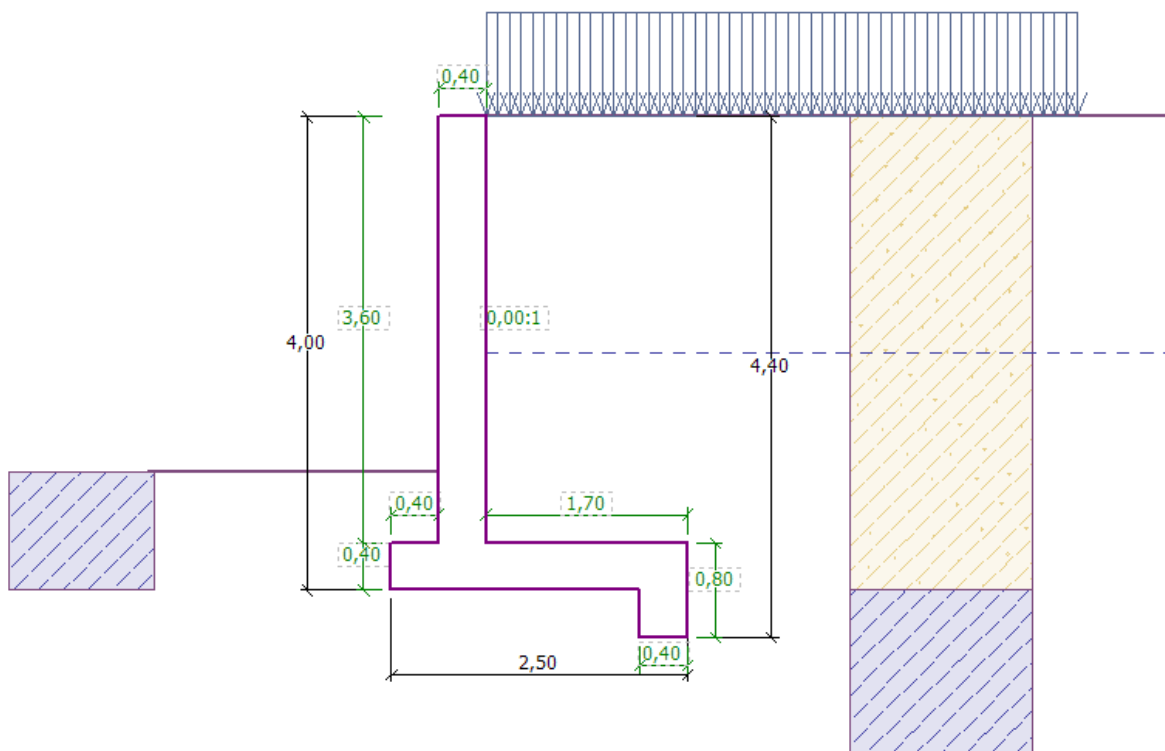
Vrátíme se zpět do rámu „Geometrie“ a změníme tvar úhlové zdi. Pro zvýšení odporu proti posunutí konstrukce navrheme v zadní části základu zdi výstupek. Změníme tvar zdi a hodnotu proměnných x_1 a x_2 dle obrázku.

Geometrie zdi

k =	0,40 [m]	v ₁ =	0,40 [m]	s ₁ =		[-]
h =	3,60 [m]	v ₂ =	1,70 [m]	s ₂ =	0,00	[-]
h ₁ =		v ₃ =		Dřik	0,40	[m]
h ₂ =		x ₁ =	0,80 [m]	x ₃ =	0,00	[m]
xx =	0,40 [m]	x ₂ =	0,40 [m]			
z ₁ =		k ₁ =				[m]
z ₂ =						[m]

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.

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“ – zadání dat pro dimenzaci

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“.

The screenshot shows the 'Výpočet' (Calculation) window in the GEO5 software. It features a toolbar with icons for adding, deleting, and saving, along with a 'Počítej' (Calculate) button. The main area is divided into two sections: 'Parametry výpočtu' (Calculation Parameters) and 'Kruhová smyková plocha' (Circular Failure Surface). The 'Parametry výpočtu' section includes dropdown menus for 'Metoda' (Method) set to 'Bishop' and 'Typ výpočtu' (Calculation Type) set to 'Optimalizace' (Optimization). The 'Kruhová smyková plocha' section includes input fields for 'Střed' (Center) with x = -0,60 [m] and z = 0,76 [m], 'Poloměr' (Radius) with R = 5,66 [m], and 'Úhly' (Angles) with $\alpha_1 = -48,37$ [°] and $\alpha_2 = 82,28$ [°]. A results panel on the right, titled 'Posouzení stability svahu (Bishop)', displays the following values: Sumace aktivních sil: $F_a = 155,02$ kN/m; Sumace pasivních sil: $F_p = 393,36$ kN/m; Moment sesouvající: $M_a = 877,41$ kNm/m; Moment vzdorující: $M_p = 2226,44$ kNm/m; Využití: 39,4 %. The final result is 'Stabilita svahu VYHOVUJE' (Slope Stability SATISFACTORY).

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: 80,2 % $R_d = 175 > \sigma = 140,31$ [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.