


## SEZNAM PŘÍLOH:

- C.2.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA A STATICKÝ VÝPOČET
- C.2.2 VYTYČOVACÍ SCHÉMA
- C.2.3 SITUACE OPĚRNÝCH ZDÍ
- C.2.4 OPĚRNÉ ZDI - POHLEDY A ŘEZY
- C.2.5 OPĚRNÉ ZDI - VZOROVÉ ŘEZY
- C.2.6 BOURÁNÍ
- C.2.7 PRINCIP ZÁPOROVÉHO PAŽENÍ STAVEBNÍ JÁMY
- C.2.8 PRINCIP STATICKÉHO ZAJIŠTĚNÍ STÁVAJÍCÍHO SLOUPU
- C.2.9 STATICKÉ ZAJIŠTĚNÍ STÁVAJÍCÍ STUDNY
- C.2.10 OPĚRNÉ ZDI - VÝZTUŽ OPĚRNÉ ZDI (Z1)
- C.2.11 OPĚRNÉ ZDI - VÝZTUŽ OPĚRNÉ ZDI (Z2)
- C.2.12 VÝKAZ VÝMĚR

***DiK***

**Janák, s.r.o.**

Dopravně inženýrská kancelář  
nábřeží Václava Havla 207  
**TRUTNOV**

		Slepá 308 541 01 Trutnov stiehl@stiehl.cz +420 603 208 763	
zodpovědný projektant:	ING. HYNEK STIEHL	datum:	03. 2020
vypracoval:	ING. HYNEK STIEHL	měřítko:	
investor:	Město Dvůr Králové n.L.	formát:	
		číslo zakázky:	2171/20
DVŮR KRÁLOVÉ N.L. - VERDEK PĚŠÍ KOMUNIKACE - II. ETAPA		SO.201 OPĚRNÉ ZDI	výkres č.
TECHNICKÁ ZPRÁVA A STATICKÝ VÝPOČET		PDPS	C.2.1

**Stavba:** **DVŮR KRÁLOVÉ N.L. - VERDEK**  
**PĚŠÍ KOMUNIKACE – II. ETAPA**

## **SO.201 OPĚRNÉ ZDI**

### **PDPS**

**Místo:** Dvůr Králové nad Labem - Verdek

**Investor:** Město Dvůr Králové nad Labem

**Projektant:** DiK Janák, s.r.o.  
Dopravně inženýrská kancelář  
nábřeží Václava Havla 207, Trutnov

**SKŘ:** Hynek Stiehl  
Slepá 308, Trutnov

Ing. Hynek Stiehl  
autorizace č. 0600810 (pro statiku a dynamiku staveb)

### **ÚVOD:**

Předmětem dokumentace jsou dvě opěrné úhlové konstrukce („Z1“ a „Z2“) navržené v rámci projektové dokumentace „DVŮR KRÁLOVÉ N.L. - VERDEK, PĚŠÍ KOMUNIKACE – II. ETAPA“ v rámci stavebního objektu „SO.201 OPĚRNÉ ZDI“. Délka zdí je 42,8 m („Z1“) a 50,25 m („Z2“).

Opěrné konstrukce zajišťují svah sousedící s chodníkem, maximální výškový rozdíl mezi terény před a za zdí je 2,6 m. V rámci jedné z opěrných zdí je navrženo nové schodiště k pozemku na povrchu svahu nad chodníkem nahrazující schodiště původní. Kamenné stupně původního terénního schodiště budou opatrně odstraněny a uloženy na přepravní palety, s případným vodorovným přemístěním na pozemek původního vlastníka daného schodiště.

Stávající kamenné opěrné zdi budou vybourány, zůstane zachován a opraven pouze úsek stávající opěrné zdi provedený z betonu. Tato stávající zeď bude opravena.

Za zdmi je navrženo odvodnění drenáží DN 200 svedenou do stávajících a upravených kanalizačních šachet.

Na vrcholu zdi je navrženo dřevěné zábradlí výšky 1,2 m. Alternativně je možné zábradlí nahradit oplocením. Stejně zábradlí bude provedeno i na původní zachování betonové opěrné zdi.

V rámci stavby je pro výstavbu opěrné zdi navrženo kotvené záporové pažení. Pažení se předpokládá z ocelových zápor, které budou osazeny do předvrtaných otvorů a pod úroveň dna výkopu budou zabetonovány. Záporů budou umístěny ve vzdálenostech 2,0 m. Mezi záporů se vloží pažiny z dřevěných fošen tloušťky 100 mm. Záporů budou kotveny dočasnými zemními pramencovými kotvami. Finální návrh a posouzení pažení musí detailně zpracovat dodavatel stavby v rámci následujících stupňů dokumentace (RDS, výrobní dodavatelská dokumentace).

V blízkosti železobetonové konstrukce opěrné zdi „Z1“ se nachází stávající sloup. V rámci

provádění stavby bude provedeno statické zajištění tohoto sloupu. V blízkosti sloupu bude provedena obnova části stávající zdi z plotových tvárnic v délce 2,0 m. Detailní konstrukční řešení zajištění stožáru a obnovy stávající zdi bude zpracováno na základě skutečného provedení základové konstrukce sloupu a konstrukčního řešení zdi odhalených v rámci provádění zemních prací.

Za železobetonovou konstrukcí opěrné zdi „Z1“ se nachází také studna. Navrženo je statické zajištění kamenného zdiva této studny a finální ochrana jejího zdiva separační a ochrannou vrstvou mezi studnou a novou opěrnou zdí.

Za zdí „Z2“ se nachází nelegální původní kanalizační vyústění (drenáž nebo kanalizační potrubí). V zářezovém svahu bude toto vyústění zaslepeno (například injektáží). V předstihu investor bude informovat vlastníka nelegálního vyústění drenáže nebo potrubí.

## **TECHNICKÁ ZPRÁVA:**

### **Podklady:**

Projektová dokumentace „DVŮR KRÁLOVÉ N.L. - VERDEK, PĚŠÍ KOMUNIKACE – II. ETAPA“ (DiK Janák, s.r.o., 2017 - 2020)

Geologický průzkum „Dvůr Králové nad Labem – Verdek, Pěší komunikace“ (Ing. Jan Chaloupský, 2018)

### **Použitá literatura:**

- ČSN EN 1990 - Eurokód 1: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
  - Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-3 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
  - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-2 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
  - Část 2: Zatížení mostů dopravou
- ČSN EN 1992-1-1 - Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí
  - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993-1-1 - Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí
  - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1995-1-1 – Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí
  - Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1997-1 – Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí
  - Část 1: Obecná pravidla
- ČSN EN 1997-2 – Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí
  - Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy
- ČSN EN 206-1 - Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

**Použitý software:**

GEO5 – Úhlová zeď	(Fine spol. s r.o.)
GEO5 v9 – Pažení posudek	(Fine spol. s r.o.)

**Mechanická odolnost a stabilita - cíl statického výpočtu:**

Statickým výpočtem je prokázáno, že stavba je navržena tak, aby zatížení na ni působící v průběhu výstavby a užívání nemělo za následek:

- a) zřícení stavby nebo její části
- b) větší stupeň nepřípustného přetvoření
- c) poškození jiných částí stavby nebo technických zařízení nebo instalovaného vybavení v důsledku většího přetvoření nosné konstrukce
- d) poškození v případě, kde je rozsah neúměrný původní příčině

**Užitná a klimatická zatížení:**

Stavba se podle normy “ČSN EN 1991-1-3 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem“ nachází ve IV. sněhové oblasti s charakteristickou hodnotou zatížení sněhem  $2,0 \text{ kN/m}^2$ .

Na povrchu svahu nad opěrnou zdí je uvažováno užitné rovnoměrné zatížení hodnotou  $2,5 \text{ kN/m}^2$ .

**Geologické podmínky:**

Geologické podmínky jsou zhodoceny geologickým průzkumem zpracovaným pro dotčenou stavbu, který je nedílnou součástí dokumentace.

**Popis nových konstrukcí:**

Jedná se o železobetonové úhlové opěrné zdi, založené plošně.

Opěrné konstrukce zajišťují svah sousedící s chodníkem, maximální výškový rozdíl mezi terény před a za zdí je 2,6 m. V rámci jedné z opěrných zdí je navrženo nové schodiště k pozemku na povrchu svahu nad chodníkem nahrazující schodiště původní. Schodiště je vymezeno železobetonovou konstrukcí, vlastní stupně jsou navrženy z betonových prefabrikovaných schodišťových dílců ukládaných prostřednictvím lože na hutněný terén.

Pracovní spáru mezi spodním stupněm (pasem) pasem a horním stupněm (dříkem) opěrné konstrukce je v rámci dokumentace pro provedení stavby nutno řádně nadimenzovat, včetně prokotrovací výztuže. Před betonáží horního stupně je nutno základovou spáru patřičně ošetřit podle předpisu v dokumentaci pro provedení stavby.

Zdi jsou ukončeny železobetonovou římsou. Římsa je opatřena příčnými smršťovacími spárami ve vzdálenostech do 2,0 m. Do římsy je kotveno dřevěné zábradlí výšky 1,2 m. Alternativně je možné zábradlí nahradit oplocením.

Viditelné povrchy zdí budou provedeny v kvalitě pohledového betonu.

Dokumentace předpokládá, že pod opěrnými zdmi se bude vyskytovat zemina s parametry uvedenými v geologickém průzkumu a s únosností jako základové půdy  $R_{dt} = 100 \text{ kPa}$  (v souladu s průzkumem).

Za zdmi je navrženo odvodnění drenáží DN 200 svedenou do stávajících a upravených kanalizačních šachet.

Hutněný zásyp za zdí se provede v těchto parametrech:

Objemová tíha :	$\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	$\phi_{ef} = 35,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
Třecí úhel ke-zemina :	$\delta = 18,00^\circ$
Zemina :	nesoudržná
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Před zahájením provádění zdi je nutné zajistit provizorní převední vodoteče mimo oblast zasaženou zemními pracemi a výstavbou zdi. Při provádění základu je nutno přijmout taková opatření, aby nebyla narušena původní ulehlost základové spáry a podzákladí mechanickými a klimatickými vlivy. Dále je nutno před prováděním základů v případě potřeby provést odvodňovací stružky nebo drenážní žebra. Na povrchu výkopu je nutno provést opatření k odvodu povrchových vod. Nutno je také odstranit případné volné kamenné bloky a balvany.

V rámci provádění výkopových prací je nutné zjistit průběžnou odbornou kontrolu geologických podmínek. Pro porovnání předpokládaných geologických podmínek a skutečnosti bude účelná účast geologa nebo projektanta. V případě odlišností od uvažovaných geologických poměrů, nebo jakýchkoli pochybností budou práce okamžitě přerušeny a bude kontaktován projektant. V případě, že v projektované hloubce výkopu nebude zastižena předpokládaná zemina nebo dojde k odlišnostem proti předpokladům v rámci geologie odřezávaného svahu, bude nutné navrhnout řešení odpovídající dané situaci.

Prostor a zásyp za opěrnou zdí bude odvodněn.

Dostupné podklady neprokázaly agresivitu podzemní vody. Vzhledem k tomu, že se předpokládá, že se podzemní voda bude vyskytovat vždy pod úrovní základové spáry, není dokumentací stanovena nutnost primární a sekundární ochrany betonových konstrukcí založení. Podle normy „ČSN EN 206-1 - Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda“ jsou konstrukce založení zařazeny do prostředí XC2 („koroze vlivem karbonátace“, prostředí „mokré, občas suché“, „většina základů“). Pokud by se v rámci provádění nečekaně objevila podzemní voda chemicky působící na beton, bylo by nutné nové zařazení do agresivního chemického prostředí. Tomuto prostředí by poté bylo nutno přizpůsobit složení a třídu betonu. V rámci návrhu jsou konstrukce založení navíc zařazeny do prostředí XA1 („chemické působení“, prostředí „slabě agresivní chemické“)

#### **Materiály:**

Beton římsy:	C30/37 – XC4, XD1, XF3 – Cl 0,4 – Dmax 16 mm - S4
Beton stěny zdi:	C30/37 – XC4, XD1, XF2 – Cl 0,4 – Dmax 16 mm - S4
Beton základu zdi:	C30/37 – XC2 – Cl 0,4 – Dmax 22 mm – S4
Podkladní beton:	C12/15 – X0
Obsypový beton:	C8/10 - X0
Výztuž:	B500B (10 505 – R, síť KARI)

### **Popis stávajících konstrukcí:**

Stávající kamenné opěrné zdi budou vybourány, zůstane zachován a opraven pouze úsek stávající opěrné zdi provedený z betonu. Tato stávající zeď bude opravena.

Původní schodiště bude vybouráno. Kamenné stupně původního terénního schodiště budou opatrně odstraněny a uloženy na přepravní palety, s případným vodorovným přemístěním na pozemek původního vlastníka daného schodiště - viz výkaz výměr.

V okolí zdi bude odstraněna náletová zeleň, povrch zdi bude očištěn, trhliny budou vyspraveny stále pružným tmelem a na závěr bude povrch ošetřen transparentním hydrofobním nátěrem.

Do koruny stávající zdi bude kotveno nové dřevěné zábradlí výšky 1,2 m. Alternativně je možné zábradlí nahradit oplocením.

### **Pažení:**

V rámci stavby je pro výstavbu opěrné zdi navrženo kotvené záporové pažení. Pažení se předpokládá z ocelových zápor, které budou osazeny do předvrtaných otvorů a pod úroveň dna výkopu budou zabetonovány. Zápory budou umístěny ve vzdálenostech 2,0 m. Mezi zápory se vloží pažiny z dřevěných fošen tloušťky 100 mm. Zápory budou kotveny dočasnými zemními pramencovými kotvami.

Finální návrh a posouzení pažení musí detailně zpracovat dodavatel stavby v rámci následujících stupňů dokumentace (RDS, výrobní dodavatelská dokumentace) na základě jeho technologických možností a zvyklostí a na základě skutečně odhalených zjištění přímo na stavbě a podle doplňkového geologického posouzení skutečného stavu. Doplňkový průzkum, případně použití zkušebních metod, bude zaměřeno i na optimalizaci délky šikmých kotev.

Dále je nutno zohlednit i případný pojezd techniky za pažicí konstrukcí podle dodavatelem navrženého plánu organizace výstavby zpracovaného v rámci následujících stupňů dokumentace.

Finální návrh pažicí konstrukce je nutno doložit podrobným statickým výpočtem a to i se zohledněním nutnosti zajištění stávajících staveb za konstrukcí.

V rámci zpracování následujících stupňů dokumentace vybraným dodavatelem lze navrhnout i jinou konstrukci než je kotvené záporové pažení.

### **Související opatření:**

V blízkosti železobetonové konstrukce opěrné zdi „Z1“ se nachází stávající sloup. V rámci provádění stavby bude provedeno statické zajištění tohoto sloupu. V blízkosti sloupu bude provedena obnova části stávající zdi z plotových tvárnic v délce 2,0 m. Detailní konstrukční řešení zajištění stožáru a obnovy stávající zdi bude zpracováno na základě skutečného provedení základové konstrukce sloupu a konstrukčního řešení zdi odhalených v rámci provádění zemních prací.

Za železobetonovou konstrukcí opěrné zdi „Z1“ se nachází také studna. Navrženo je statické zajištění kamenného zdiva této studny a finální ochrana jejího zdiva separační a ochrannou vrstvou mezi studnou a novou opěrnou zdí.

Za zdí „Z2“ se nachází nelegální původní kanalizační vyústění (drenáž nebo kanalizační

potrubí). V zářezovém svahu bude toto vyústění zaslepeno (například injektáží). V předstihu investor bude informovat vlastníka nelegálního vyústění drenáže nebo potrubí.

### **STATICKÝ VÝPOČET OPĚRNÉ ÚHLOVÉ ZDI:**

Konstrukce je posouzena programem „GEO5 – Úhlová zed“. Protokol výpočtu je uveden v příloze.

#### **Stálá zatížení:**

##### **Zásyp:**

Tíha zásypu je ve výpočtu zahrnuta pro stanovení zemních tlaků na konstrukci podle zatřídění zeminy uvedeného ve výpočtu.

#### **Nahodilá – užitná - proměnná zatížení:**

Na povrchu svahu nad opěrnou zdí je uvažováno užitné rovnoměrné zatížení hodnotou 2,5 kN/m<sup>2</sup>.

### **STATICKÝ VÝPOČET PAŽENÍ:**

Konstrukce je v tomto stupni dokumentace posouzena programem „GEO5 v9 – Pažení posudek“. Protokol výpočtu je uveden v příloze.

Finální návrh a posouzení pažení musí detailně zpracovat dodavatel stavby v rámci následujících stupňů dokumentace (RDS, výrobní dodavatelská dokumentace) na základě jeho technologických možností a zvyklostí a na základě skutečně odhalených zjištění přímo na stavbě a podle doplňkového geologického posouzení skutečného stavu. Doplňkový průzkum, případně použití zkušebních metod, bude zaměřeno i na optimalizaci délky šikmých kotev.

Dále je nutno zohlednit i případný pojezd techniky za pažící konstrukcí.

Finální návrh pažící konstrukce je nutno doložit podrobným statickým výpočtem a to i se zohledněním nutnosti zajištění stávajících staveb za konstrukcí.

V rámci zpracování následujících stupňů dokumentace vybraným dodavatelem lze navrhnout i jinou konstrukci než je kotvené záporové pažení.

Uvedený výpočet je proveden na základě zvolených předpokladů, jedná se o návrh orientační.

### **Stálá zatížení:**

#### **Zásyp:**

Tíha zásypu je ve výpočtu zahrnuta pro stanovení zemních tlaků na konstrukci podle zatřídění zeminy uvedeného ve výpočtu.

### **Nahodilá – užitná - proměnná zatížení:**

Tato zatížení budou určena vybraným dodavatelem stavby na základě jeho plánu organizace výstavby.

### **Výpočet zemní kotvy:**

síla v kotvě: 200,0 kN  
 průměr vrtu: 175 mm  
 délka kořene: 3,0 m  
 kotva: 3x Lp 15,5       $F_{dov} = 360 \text{ kN}$   
 ocel: 1620 MPa  
 injektážní tlak: 2,0 Mpa  
 zemina: soudržná tuhá  
 plášťové tření  $\tau_{ui}$ : 0,06 Mpa

Tab. 8 Jmenovitá únosnost trvalých kotev podle počtu a kvality pramenců  $F_{dov}$  [kN]

Táhlo	1x Ø 15,5	2x Ø 15,5	3x Ø 15,5	4x Ø 15,5	6x Ø 15,5	8x Ø 15,5	9x Ø 15,5	10x Ø 15,5	12x Ø 15,5
ocel 1620 MPa	120	240	360	480	720	960	1080	1200	1440
ocel 1800 MPa	140	280	420	560	840	1120	1260	1400	1680
táhlo	1x Ø 15,7	2x Ø 15,7	3x Ø 15,7	4x Ø 15,7	6x Ø 15,7	8x Ø 15,7	9x Ø 15,7	10x Ø 15,7	12x Ø 15,7
ocel 1770 MPa	142	284	426	568	852	1136	1278	1420	1562



Tab. 10 Hlavní parametry ocelových pramenců

Typ pramence	Pramenec Ø 15,5/1620	Pramenec Ø 15,5/1800	Pramenec Ø 15,7/1770
jmenovitý průměr [mm]	15,5	15,5	15,7
jmenovitý průřez [mm <sup>2</sup> ]	141,5	141,5	150,0
zatížení a napětí			
na mezi pevnosti $F_m$ [kN]	229,2	255	265,5
$f_p$ [MPa]	1 620	1 800	1 770
na mezi 0,2 $F_{p0,2}$ [kN]	194,8	217	235,5
$f_{p0,2}$ [MPa]	1 377	1 532	1 570
na mezi 0,1 $F_{p0,1}$ [kN]	–	178	–
$f_{p0,1}$ [MPa]	–	1 620	–
tažnost [%]	3,0	3,5	3,5
modul pružnosti $E$ [Gpa]	200 ± 10 %	200 ± 10 %	195
jmenovitá hmotnost [kgm <sup>-1</sup> ]	1,12	1,12	1,15

Tab. 12 Charakteristické velikosti plášťového tření kořenů kotev

Druh základové půdy	Typické vlastnosti	Počet injektáží	Konečný injektážní tlak [MPa]	Plášťové tření $\tau_i$ [MPa]
skalní horniny R1 – R4	$\sigma_f > 50$ MPa	0	–	0,6 – 1,0
poloskalní horniny R5, R6	$\sigma_f < 50$ MPa	0 – 1	0,5 – 3,0	0,2 – 0,6
šterky písčité	$35^\circ < \varphi < 45^\circ, c = 0$	1 – 2	1,0 – 2,0	0,15 – 0,20
šterky jílovité	$25^\circ < \varphi < 35^\circ, c = 10$	1 – 2	2,0 – 4,0	0,15
písky	$25^\circ < \varphi < 35^\circ, c = 0$	2 – 3	1,5 – 4,0	0,1 – 0,15
soudržné zeminy tvrdé	$10^\circ < \varphi_u < 30^\circ$ $c_u > 0,1$ MPa	1 – 3	1,5 – 3,0	0,08 – 0,14
soudržné zeminy pevné	$\varphi_u < 100$ $0,05 < c_u < 0,15$ MPa	2 – 3	1,0 – 2,5	0,06 – 0,08
soudržné zeminy tuhé	$\varphi_u = 0$ $0,025 < c_u < 0,05$ MPa	3 – (4)	0,5 – 2,0	0,04 – 0,06

### Únosnost při vytažení:

$$R_{a,d} = \pi \cdot d \cdot L_k \cdot \tau_i = 3,14 \cdot 0,175 \cdot 8,5 \cdot 60 / 1,1 = 254,8 \text{ kN} > 250,0 \text{ kN}$$

### Konstrukční únosnost kotvy:

$$R_{i,d} = 3 \cdot 0,0001415 \cdot 1\,377\,000 / 1,15 / 1,35 = 376,5 \text{ kN} (> 360,0 \text{ kN}) > 250,0 \text{ kN}$$

### **ZÁVĚR:**

Dokumentace je zpracována podle stávajících platných norem. Následující stupně dokumentace (RDS, výrobní a dodavatelská dokumentace) musí být zpracovány a provádění stavby musí probíhat v souladu se všemi souvisejícími normami, vyhláškami a ostatními příslušnými předpisy, zejména upozorňují na vyhlášky týkající se bezpečnosti práce.

Výpočtem byla prokázána reálnost navržených konstrukcí a jejich dimenzí a byl tím splněn cíl části dokumentace pod názvem „Mechanická odolnost a stabilita“ tak, jak bylo vytyčeno na začátku výpočtu.

Všechny práce je nutné provádět s nejvyšší péčí a opatrností, všechny nově odhalené skutečnosti je nutné odborně posuzovat, v případě nejasností je nutné přizvat statika, případně geologa.

V rámci provádění zemních prací bude nutné provést přejímku základové spáry za účelem potvrzení předpokladů projektu podle skutečnosti.

V průběhu stavby je nezbytné kontrolovat stabilitu dočasných výkopů (odřezů). Snahou při provádění bude minimalizace rozsahu zemních prací a odtěžování hornin.

V průběhu stavby je nezbytné provádět průběžně doplňkové průzkumy tak jak je uvedeno v předcházejícím textu.

Pro potřeby provádění stavby je nutné zpracovat všechny následující stupně projektové dokumentace jako je dokumentace výrobní a dodavatelská.

Trutnov  
březen 2020

Hynek Stiehl

**Výpočet úhlové zdi****Vstupní data****Projekt**

Akce : Dvůr Králové n.L. - Verdek - Pěší komunikace - II. etapa - SO.201 Opěrné zdi  
 Část : OPĚRNÁ ZEDĚ 3,6 m  
 Vypracoval : Hynek Stiehl  
 Datum : 12.9.2018

**Nastavení**

Standardní - EN 1997 - DA2

**Materiály a normy**

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)  
 Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

**Výpočet zdi**

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)  
 Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)  
 Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe  
 Tvar zemního klínu : počítat šikmý  
 Výstupek základu : výstupek uvažovat jako šikmou základovou spáru  
 Dovolená excentricita : 0,333  
 Metodika posouzení : výpočet podle EN1997  
 Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na překlopení :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	
Součinitel redukce odporu na posunutí :	$\gamma_{Rh} =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce odporu základové půdy :	$\gamma_{Rv} =$	1,40 [-]	

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel kombinační hodnoty :	$\psi_0 =$	0,70 [-]	
Součinitel časté hodnoty :	$\psi_1 =$	0,50 [-]	
Součinitel kvazistálé hodnoty :	$\psi_2 =$	0,30 [-]	

**Materiál konstrukce**

Objemová tíha  $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$   
 Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 30/37  
 Válcová pevnost v tlaku  $f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$   
 Pevnost v tahu  $f_{ctm} = 2,90 \text{ MPa}$   
 Ocel podélná : B500  
 Mez kluzu  $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

## Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	3,60
3	0,50	3,60
4	0,50	4,00
5	-2,50	4,00
6	-2,50	3,60
7	-0,40	3,60
8	-0,40	0,00

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.  
Plocha řezu zdi = 2,64 m<sup>2</sup>.

## Základní parametry zemín - (efektivní napjatost)

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	ZÁSYP		35,00	0,00	19,00	9,00	18,00
2	DELUVIUM SC		26,00	5,00	18,50	8,50	15,00

## Základní parametry zemín - (totální napjatost)

Číslo	Název	Vzorek	$c_u$ [kPa]	$a$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
3	EOLIT CH		45,00	10,00	20,50

## Parametry zemín pro výpočet tlaku v klidu

Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	$\varphi_{ef}$ [°]	$\nu$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
1	ZÁSYP		nesoudržná	35,00	-	-	-
2	DELUVIUM SC		soudržná	-	0,35	-	-
3	EOLIT CH		soudržná	-	0,42	-	-

## Parametry zemín

## ZÁSYP

Objemová tíha :  $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
 Napjatost : efektivní  
 Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 35,00^\circ$   
 Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$   
 Třecí úhel kce-zemina :  $\delta = 18,00^\circ$   
 Zemina : nesoudržná  
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

## DELUVIUM SC


Objemová tíha :  $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$   
 Napjatost : efektivní

Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 26,00^\circ$   
 Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 5,00 \text{ kPa}$   
 Třecí úhel kce-zemina :  $\delta = 15,00^\circ$   
 Zemina : soudržná  
 Poissonovo číslo :  $\nu = 0,35$   
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 18,50 \text{ kN/m}^3$

**EOLIT CH**

Objemová tíha :  $\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$   
 Napjatost : totální  
 Soudržnost zeminy :  $c_u = 45,00 \text{ kPa}$   
 Přílnavost kce-zemina :  $a = 10,00 \text{ kPa}$   
 Zemina : soudržná  
 Poissonovo číslo :  $\nu = 0,42$

**Geologický profil a přiřazení zemin**

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	-	DELUVIUM SC	

**Založení**

Typ založení : zemina - geologický profil

**Tvar terénu**

Terén za konstrukcí je ve sklonu 1: 2,05 (úhel sklonu je  $26,00^\circ$ ).

**Vliv vody**

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

**Zadaná plošná přitížení**

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	ANO		proměnné	2,50				na terénu
Číslo	Název							
1	ROVNOMĚRNÉ							

**Odpor na líci konstrukce**

Odpor na líci konstrukce: 1/2 pas., 1/2 v klidu

Zemina na líci konstrukce - ZÁSYB

Třecí úhel kce-zemina  $\delta = 10,00^\circ$

Výška zeminy před zdí  $h = 1,70 \text{ m}$

Terén před konstrukcí je rovný.

**Zadané síly působící na konstrukci**

Číslo	Síla		Název	Působ.	$F_x$ [kN/m]	$F_z$ [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	z [m]
	nová	změna							
1	ANO		KORUNA	stálé	0,00	5,00	0,00	-0,20	0,00

**Nastavení výpočtu fáze**

Návrhová situace : trvalá

Zed' se může přemístit, je počítána na zatížení aktivním tlakem.

**Posouzení čís. 1****Spočtené síly působící na konstrukci**

Název	$F_{hor}$ [kN/m]	Působíště z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zed'	0,00	-1,29	66,00	1,94	1,000	1,000	1,350
Odpor na líci	-78,83	-0,57	-12,82	1,23	1,000	1,000	1,000
Tíh.- zemní klín	0,00	-2,26	34,43	2,75	1,000	1,000	1,350
Aktivní tlak	113,43	-1,31	50,56	3,00	1,350	1,350	1,350
ROVNOMĚRNÉ	8,02	-1,99	4,00	3,00	1,500	1,500	1,500
ROVNOMĚRNÉ	0,00	-4,12	1,25	2,75	0,000	0,000	1,500
KORUNA	0,00	-4,00	5,00	2,30	1,000	1,000	1,350

**Posouzení celé zdi****Posouzení na překlpení**Moment vzdorující  $M_{res} = 315,05$  kNm/mMoment klopící  $M_{ovr} = 179,25$  kNm/m**Zeď na překlpení VYHOVUJE****Posouzení na posunutí**Vodor. síla vzdorující  $H_{res} = 87,62$  kN/mVodor. síla posunující  $H_{act} = 86,33$  kN/m**Zeď na posunutí VYHOVUJE****Celkové posouzení - ZEĎ VYHOVUJE**

Maximální napětí v základové spáře : 68,55 kPa

**Únosnost základové půdy****Síly působící ve středu základové spáry**

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [-]	Napětí [kPa]
1	-40,44	205,64	86,33	0,000	68,55
2	-11,52	166,86	86,33	0,000	55,62

**Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)**

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	-43,36	148,42	42,62
2	-41,80	147,17	42,62

**Síly působící ve středu základové spáry**

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [-]	Napětí [kPa]
1	-40,44	205,64	86,33	0,000	68,55
2	-11,52	166,86	86,33	0,000	55,62

**Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)**

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	-43,36	148,42	42,62
2	-41,80	147,17	42,62

**Posouzení únosnosti základové půdy****Posouzení excentricity**

Max. excentricita normálové síly  $e = 0,000$ Maximální dovolená excentricita  $e_{alw} = 0,333$ **Excentricita normálové síly VYHOVUJE****Posouzení únosnosti základové spáry**Návrhová únosnost základové půdy  $R = 100,00 \text{ kPa}$ Součinitel redukce odporu základové půdy  $\gamma_{RV} = 1,40$ Max. napětí v základové spáře  $\sigma = 68,55 \text{ kPa}$ Únosnost základové půdy  $R_d = 71,43 \text{ kPa}$ **Únosnost základové půdy VYHOVUJE****Celkové posouzení - únosnost základové půdy VYHOVUJE****Dimenzace čís. 1****Spočtené síly působící na konstrukci**

Název	$F_{hor}$ [kN/m]	Působíště z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.síla	Koef. pos.síla
Tíh.- zed'	0,00	-1,80	35,99	0,20	1,000	1,350	1,000
Odpor na líci	-46,06	-0,43	-7,52	0,00	1,000	1,000	1,000
Tlak v klidu	103,23	-1,20	0,00	0,40	1,350	1,000	1,350
ROVNOMĚRNÉ	7,75	-1,80	0,00	0,40	1,500	0,000	1,500
KORUNA	0,00	-3,60	5,00	0,20	1,000	1,350	1,000

**Posouzení dříku zdi**

Vyztužení a rozměry průřezu

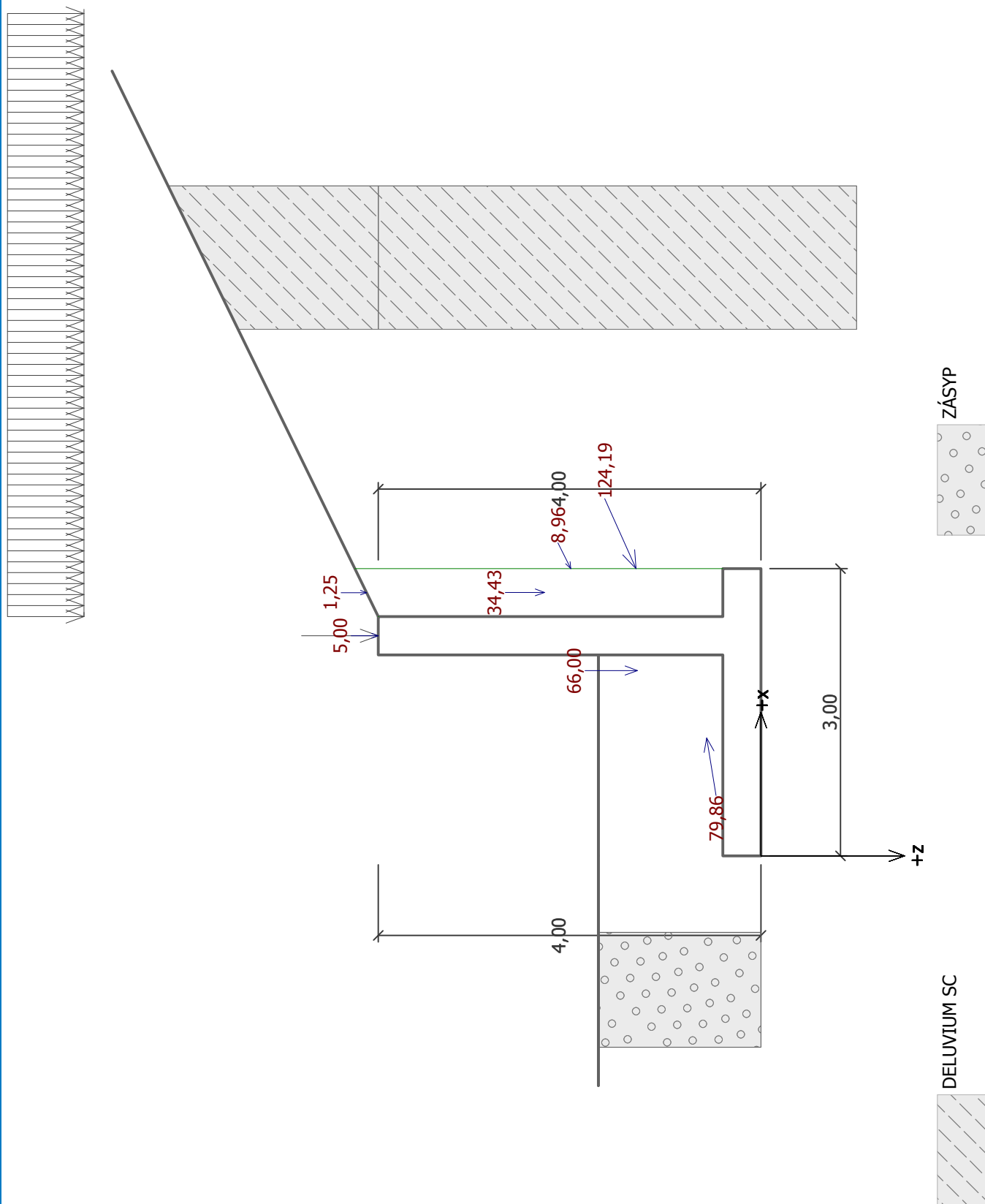
Profil vložky  $= 16,0 \text{ mm}$ Počet vložek  $= 6,67$ Krytí výztuže  $= 50,0 \text{ mm}$ Šířka průřezu  $= 1,00 \text{ m}$ Výška průřezu  $= 0,40 \text{ m}$ Stupeň vyztužení  $\rho = 0,39 \% > 0,15 \% = \rho_{min}$ Poloha neutrálné osy  $x = 0,04 \text{ m} < 0,21 \text{ m} = x_{max}$ Posouvající síla na mezi únosnosti  $V_{Rd} = 164,72 \text{ kN} > 104,93 \text{ kN} = V_{Ed}$ Moment na mezi únosnosti  $M_{Rd} = 190,91 \text{ kNm} > 166,65 \text{ kNm} = M_{Ed}$ **Průřez VYHOVUJE.**





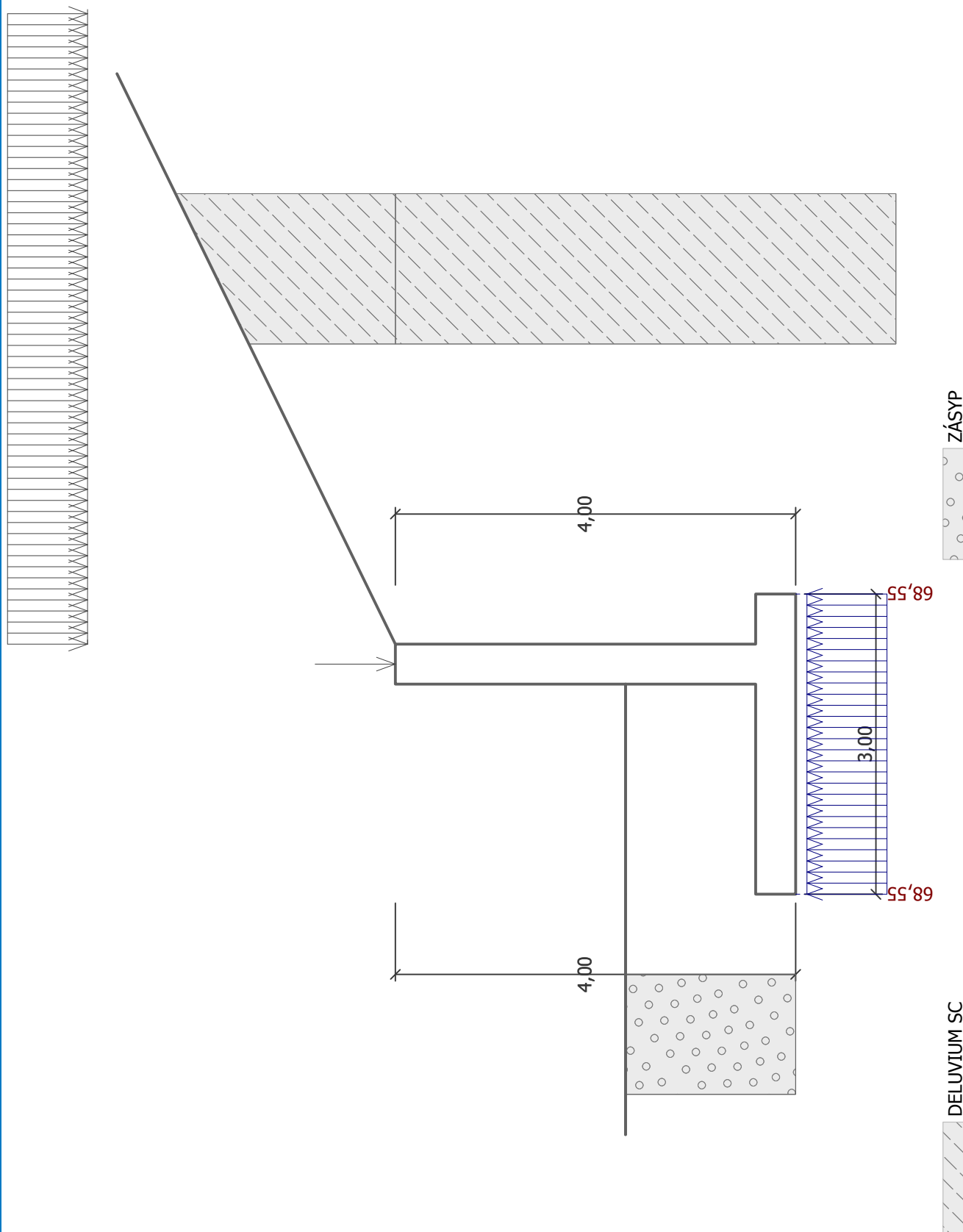
Název :

Fáze - výpočet : 1 - 1



Název :

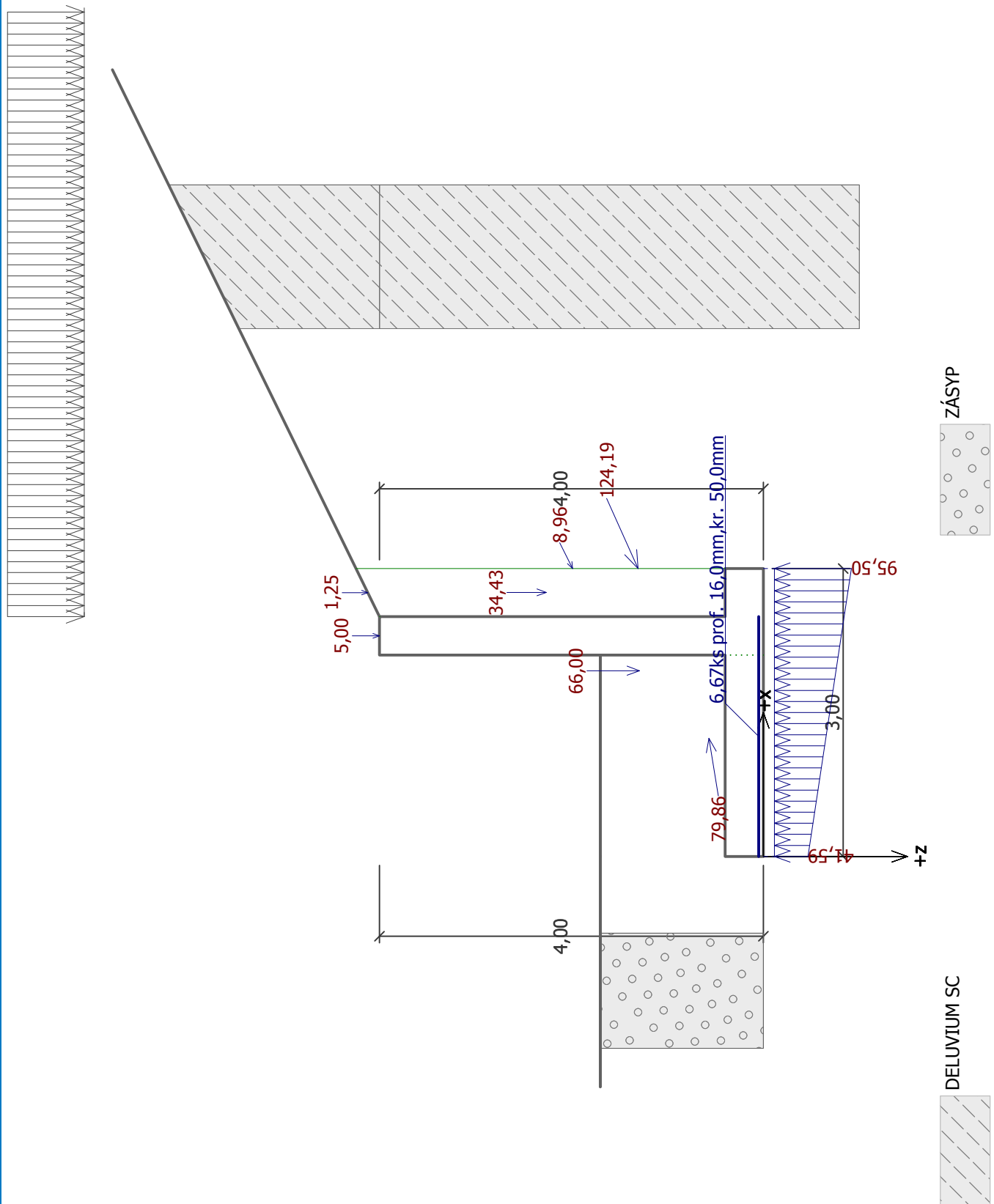
Fáze - výpočet : 1 - -1

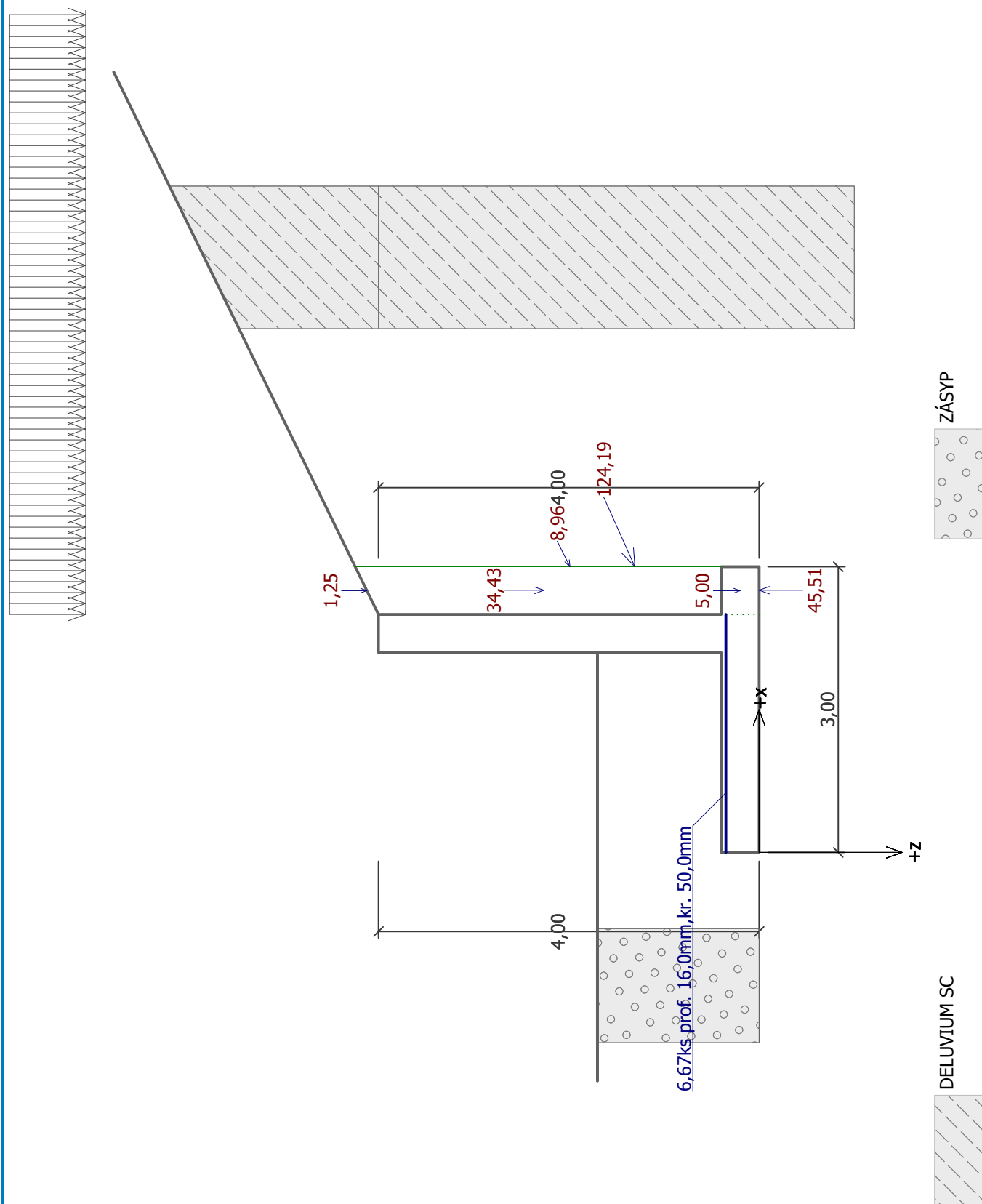




Název :

Fáze - výpočet : 1 - 1



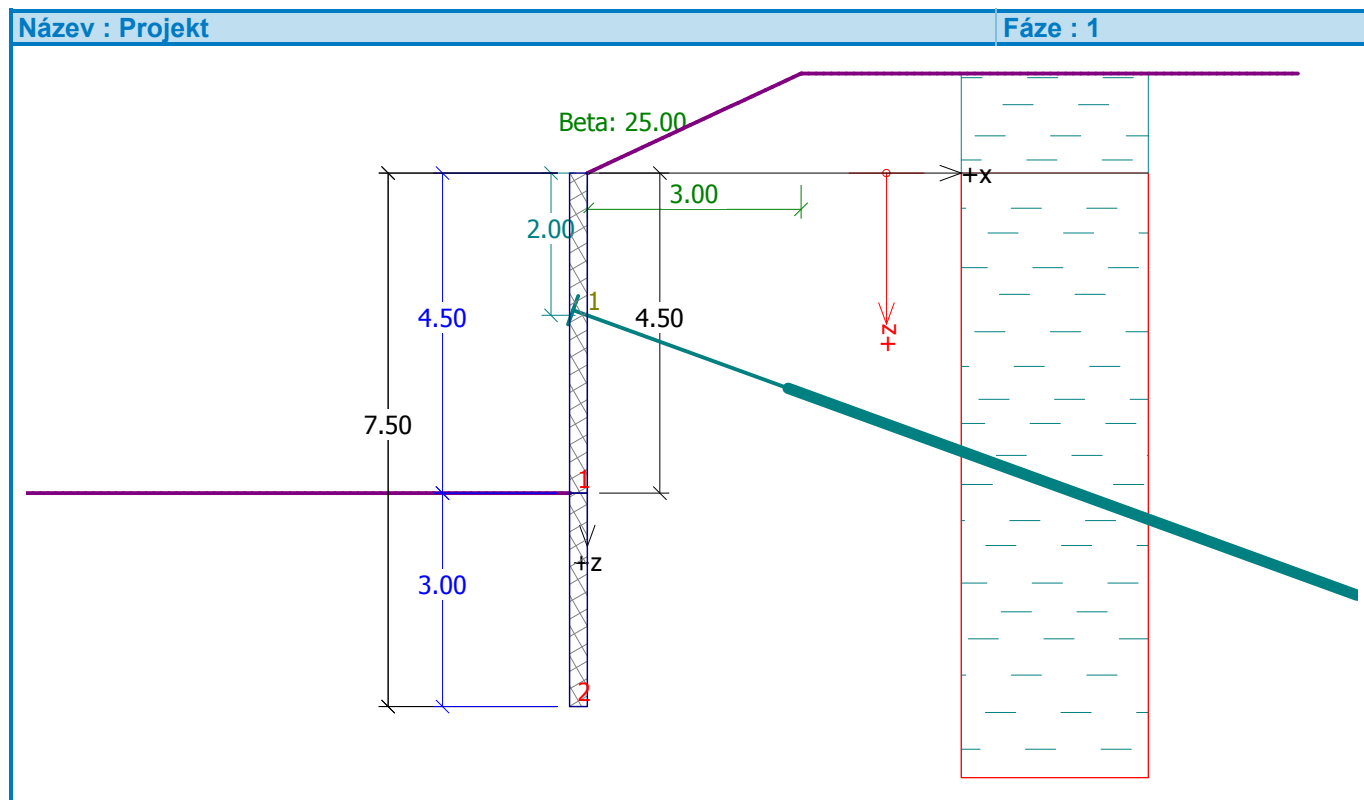


## Posouzení pažící konstrukce

### Vstupní data

#### Projekt

Akce : DVŮR KRÁLOVÉ N.L. - VERDEK  
 Popis : ZÁPOROVÁ PAŽÍCÍ KONSTRUKCE  
 Autor : Hynek Stiehl  
 Datum : 2.3.2020



#### Geometrie konstrukce

Celková délka konstrukce = 7.50 m

##### Úsek konstrukce č. 1 - délka 4.50 m

Typ konstrukce : Ocelový I-průřez  
 Název průřezu : IPE300  
 Průřez : IPE 300  
 Osová vzdálenost průřezů  $a = 2.00$  m  
 Koef.redukce tlaku před stěnou = 1.00

Plocha průřezu	A = 2.690E-03 m <sup>2</sup> /m
Moment setrvačnosti	I = 4.180E-05 m <sup>4</sup> /m
Modul pružnosti	E = 210000.00 MPa
Modul pružnosti ve smyku	G = 81000.00 MPa

##### Úsek konstrukce č. 2 - délka 3.00 m

Typ konstrukce : Pilotová stěna  
 Název průřezu : PILOTA  
 Norma : ČSN 73 1201 R  
 Materiál : B 30

Průměr piloty  $d = 0.62$  m  
 Osová vzdálenost pilot  $a = 2.00$  m


Hynek Stiehl

Koef.redukce tlaku před stěnou = 0.31


Plocha průřezu  $A = 1.510E-01 \text{ m}^2/\text{m}$ Moment setrvačnosti  $I = 3.627E-03 \text{ m}^4/\text{m}$ Modul pružnosti  $E = 32500.00 \text{ MPa}$ Modul pružnosti ve smyku  $G = 13650.00 \text{ MPa}$ 

Modul reakce podloží počítán podle terorie Schmitt.


**Základní parametry zemin**

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{\text{ef}}$ [°]	$c_{\text{ef}}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{\text{su}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta_a$ [°]	$\delta_p$ [°]
1	CH		17.00	7.50	20.50	10.50	10.00	10.00

**Parametry zemin pro výpočet tlaku v klidu**

Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	$\varphi$ [°]	$\nu$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
1	CH		soudržná	-	0.42	-	-

**Parametry zemin pro výpočet modulu reakce podloží (Schmitt)**

Číslo	Název	Vzorek	$\nu$ [-]	$E_{\text{oed}}$ [MPa]	$E_{\text{def}}$ [MPa]
1	CH		0.42	-	3.00


**Parametry zemin****CH**Objemová tíha :  $\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$ 

Napjatost : efektivní

Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{\text{ef}} = 17,00^\circ$ Soudržnost zeminy :  $c_{\text{ef}} = 7,50 \text{ kPa}$ Třecí úhel aktivní :  $\delta_{\text{act}} = 10,00^\circ$ Třecí úhel pasivní :  $\delta_{\text{pas}} = 10,00^\circ$ 

Zemina : soudržná

Poissonovo číslo :  $\nu = 0,42$ Modul přetvárnosti :  $E_{\text{def}} = 3,00 \text{ MPa}$ Poissonovo číslo :  $\nu = 0,42$ Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 20,50 \text{ kN/m}^3$ **Geologický profil a přiřazení zemin**

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	-	CH	

**Hloubení**

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 4.50 m.

**Tvar terénu**

Terén za konstrukcí je ve sklonu 1: 2.14 (úhel sklonu je 25.00 °).

Výška náspu je 1.40 m, délka náspu je 3.00 m.

**Vliv vody**

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

**Zadané kotvy**

Číslo	Nová kotva	Hloubka z [m]	Délka l [m]	Kořen l <sub>k</sub> [m]	Sklon α [°]	Vzd. mezi b [m]
1	ANO	2.00	3.00	8.50	20.00	2.00

Číslo	Průměr d [mm]	Plocha A [mm <sup>2</sup> ]	Modul E [MPa]	Dopnutí	Síla F [kN]
1	175.0		210000.00		250.00

**Nastavení výpočtu**

Výpočet aktivního tlaku - Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasivního tlaku - Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Počet dělení stěny na konečné prvky = 20

Výpočet proveden bez redukce vstupních dat.

Minimální dimenzační tlak je uvažován hodnotou  $\sigma_{z,min} = 0.20\sigma_z$ .

**Výsledky výpočtu****Průběhy tlaků na konstrukci (před a za stěnou)**

Hloubka [m]	T <sub>a,p</sub> [kPa]	T <sub>k,p</sub> [kPa]	T <sub>p,p</sub> [kPa]	T <sub>a,z</sub> [kPa]	T <sub>k,z</sub> [kPa]	T <sub>p,z</sub> [kPa]
0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	23.90
0.40	0.00	0.00	0.00	1.66	12.37	45.25
0.85	0.00	0.00	0.00	12.69	26.01	68.79
0.86	0.00	0.00	0.00	12.93	26.27	69.23
1.32	0.00	0.00	0.00	17.54	40.34	93.51
4.50	-0.00	-0.00	-0.00	49.47	87.58	261.69
4.50	-0.00	-0.00	-6.96	15.33	27.15	81.13
5.47	-0.00	-4.46	-20.96	18.35	31.61	96.99
7.50	-6.32	-13.81	-50.32	24.66	40.96	130.27

**Průběhy modulu reakce podloží a vnitřních sil po konstrukci**

Hloubka [m]	kh,p [MN/m <sup>3</sup> ]	kh,z [MN/m <sup>3</sup> ]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos.síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
0.00	0.00	0.22	1.21	0.26	0.00	-0.00
0.38	0.00	4.35	0.27	12.66	-2.79	0.35
0.75	0.00	4.35	-0.67	20.04	-8.92	2.39
1.13	0.00	4.35	-1.66	27.21	-17.79	7.24
1.50	0.00	4.35	-2.78	30.95	-28.72	15.87
1.88	0.00	4.35	-4.17	30.49	-40.29	28.78
2.00	0.00	4.35	-4.72	29.70	-44.07	34.06
2.00	0.00	4.35	-4.72	29.70	73.39	34.06
2.25	0.00	4.35	-5.99	28.12	66.12	16.62
2.63	0.00	0.00	-8.09	30.66	55.94	-5.80
3.00	0.00	0.00	-10.10	34.42	43.74	-24.54
3.38	0.00	0.00	-11.73	38.18	30.13	-38.43
3.75	0.00	0.00	-12.75	41.94	15.11	-46.96



Hloubka [m]	kh,p [MN/m <sup>3</sup> ]	kh,z [MN/m <sup>3</sup> ]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos.síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
4.13	0.00	0.00	-13.02	45.70	-1.33	-49.59
4.49	0.00	0.00	-12.53	49.36	-18.68	-45.98
4.51	0.00	0.00	-12.49	8.26	-19.46	-45.59
4.88	0.00	0.00	-11.59	4.12	-21.72	-38.03
5.25	0.00	0.00	-10.63	-0.13	-22.47	-29.70
5.63	0.00	0.00	-9.63	-4.39	-21.62	-21.38
6.00	0.00	0.00	-8.60	-8.64	-19.18	-13.68
6.38	0.00	0.00	-7.56	-12.89	-15.14	-7.20
6.75	4.35	0.00	-6.51	-16.34	-9.23	-3.09
7.13	4.35	0.00	-5.45	-12.31	-3.86	-0.68
7.50	4.35	0.00	-4.40	-8.28	-0.00	0.00

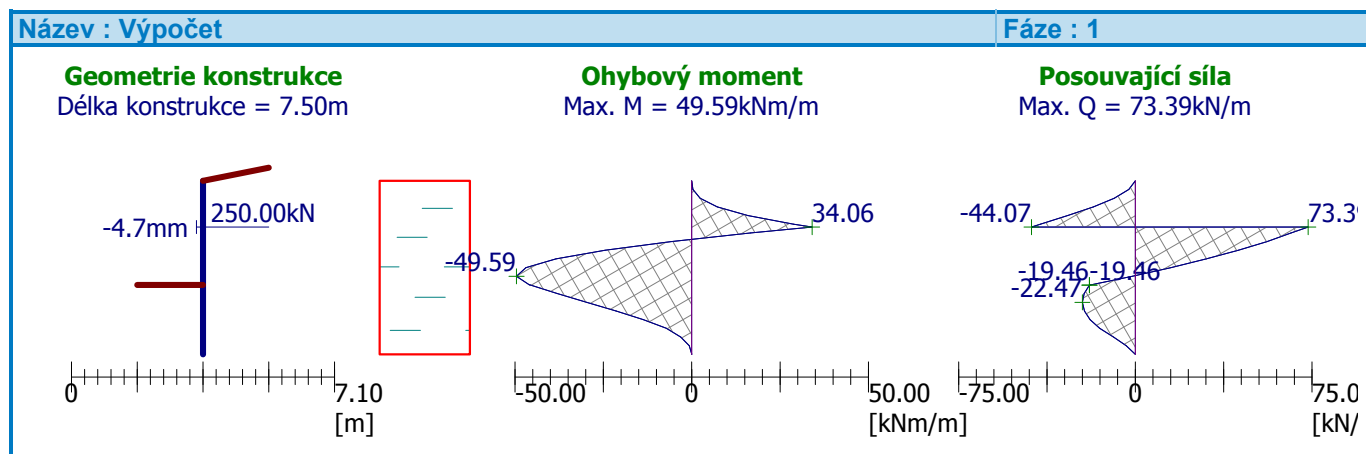
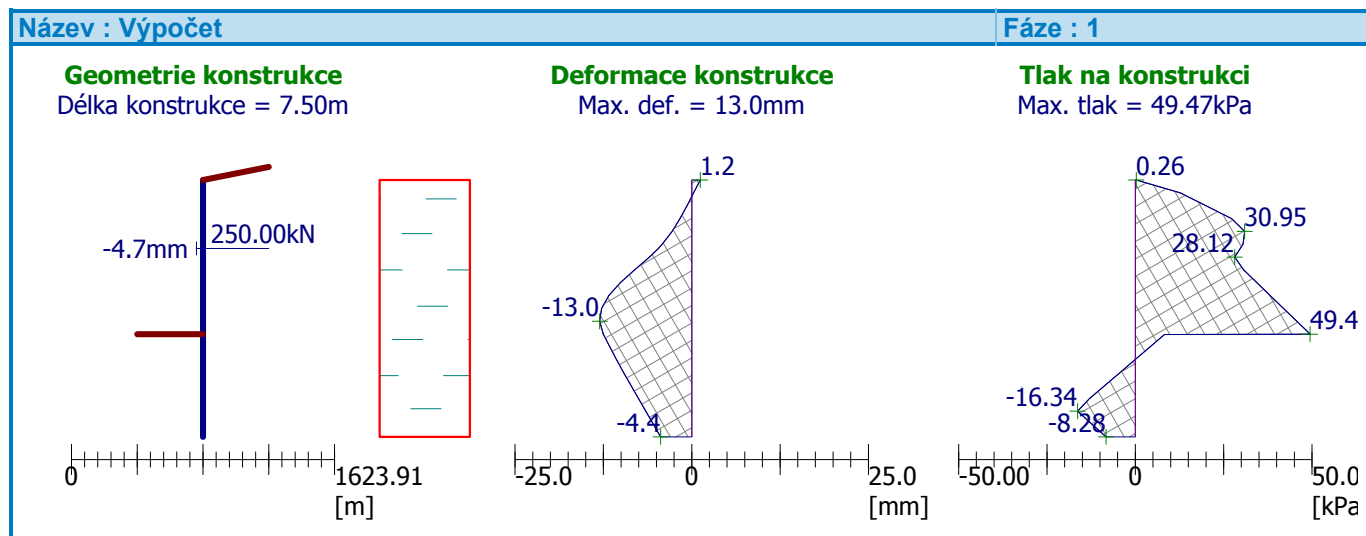
Maximální posouvající síla = 73.39 kN/m

Maximální moment = 49.59 kNm/m

Maximální deformace = 13.0 mm

## Síly v kotvách

Číslo	Hloubka [m]	Deformace [mm]	Síla v kotvě [kN]
1	2.00	-4.7	250.00

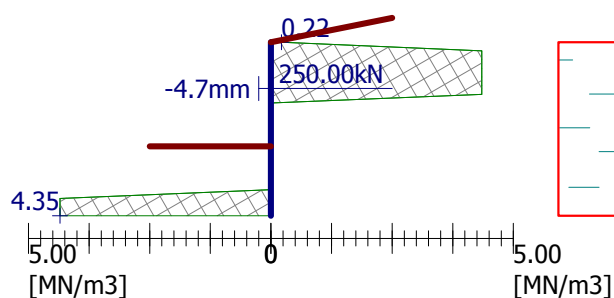


## Název : Výpočet

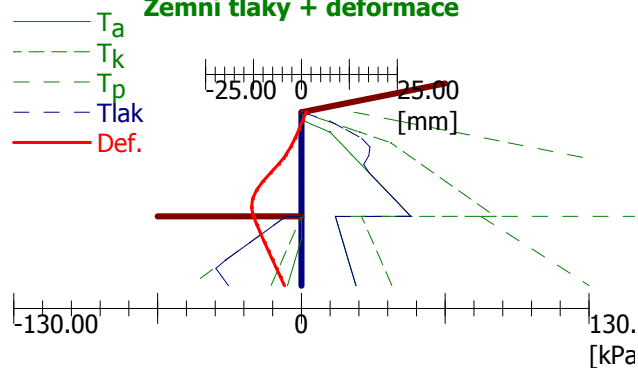
Fáze : 1

## Modul reakce podloží

Délka konstrukce = 7.50m



## Zemní tlaky + deformace



## Vnitřní stabilita kotevního systému - mezivýsledky

 $E_A = 315.58 \text{ kN/m}$      $\delta = 9.98^\circ$ 

Řada kotev	$E_{A1}$ [kN/m]	$\delta_1$ [°]	G [kN/m]	C [kN/m]	$\theta$ [°]	Započítané řady kotev	Q [kN/m]	F [kN/m]	$FK_{MAX}$ [kN]
1	128.09	15.87	989.03	55.89	23.91		481.37	138.02	276.04

## Posouzení vnitřní stability kotevního systému

Číslo	Síla v kotvě [kN]	Max.příp.síla [kN]	Posouzení
1	250.00	276.04	Vyhovuje

Rozhodující řada kotev : 1

Max. dovolená síla  $F_{max} = 276.04 \text{ kN} > 250.00 \text{ kN} = F_{zad}$ **Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE**

## Název : Vnitřní stabilita

Fáze : 1

