

Návrh statické části stavby

Statické posouzení

Návrh opatření na zajištění stability deformované opěrné zdi

Místo stavby: Karlštejn, pozemek za Střediskem prodeje vína

Vlastník pozemku: Výzkumný ústav rostlinné výroby
Praha - Ruzyně, Drnovská 507

Stupeň PD: Technická pomoc

Obsah statické části: Zdůvodnění posudku
Popis deformace opěrné zdi ve dvoře Střediska prodeje vína
Provizorní zajištění konstrukce
Návrh opravy opěrné zdi

Podklady ke zpracování :

Návrh stavební části

Platné normy

ČSN 73 0035

ČSN 73 0037

ČSN 73 1001

ČSN 73 1101

Technický průvodce 51- Statické tabulky

Zatížení stavebních konstrukcí

Zemní a horninový tlak na stav. konstrukce

Základová půda pod plošnými základy

Navrhování zděných konstrukcí

Zpracovala :

Ing. Eva Svobodová
IČO 464 10 058



Zdůvodnění posudku

Na základě objednávky vlastníka nemovitosti a přilehlého pozemku do svahu ve Středisku prodeje vína byla provedena prohlídka deformované opěrné zdi, která ohrazuje dvůr za prodejnou vína.

Opěrné zdi jsou vyzděny z kamene jako sendvičové s vnitřní jílovitou výplní. Opěrné zdi jsou vybudovány kaskádovitě a vytvářejí terasy s plochami pro pěstování vinné révy.

Přírozený sklon terénu dosahuje velikosti kolem 45 st a stabilita tohoto svahu je zajištěna v okolních partiích svahu u posuzovaného objektu Střediska prodeje vína jednak vegetačním krytem a jednak přírodními skalními útvary. Pro pěstování vinné révy byla soustava vodorovných ploch doplněna zpevněnou přístupovou komunikací složenou z přímých úseků a toček, kterou jsou terasovitě obdělávaná polička obsluhována.

Vybudovaný systém opěrných zdí s vloženou zpevněnou komunikací vlastní Výzkumný ústav rostlinné výroby se sídlem v Praze - Ruzyni s hlavním využitím plochy pro výzkum, který je spojen s prodejem vína. Vlastník objektu upozornil na zvětšující se deformace podélné opěrné zdi ohraničující dvorek - deformace zdi se projevuje na přímé zdi, která je k naklonění nejvíce náchylná.

V současnosti je ve vzdálenosti od vyztuženého rohu 1,50 m největší vyboulení a následně další menší vyboulení zdi je vzdáleno od středu deformace 2,50 m.

Pohyb zdi je průběžně sledován a přitom bylo zjištěno, že deformace pokračuje rychleji než dosud.

Vlastník tedy objednal tímto posouzení stability konstrukce z důvodu zabránění svévolného zřícení zdi.

Popis deformace opěrné zdi ve dvoře Střediska prodeje vína

Při místním šetření byla prohlédnuta přímá opěrná zeď i terén, který působí tlakem na opěrnou zeď. Popisovaný úsek zdi je vysoký cca 2,50 m a nad korunou zdi je vysvahován terén ve sklonu cca 45 st a je ohraničen další zdi ve vyšší úrovni v celkové výši 4,35 m nad terénem dvora. Narušení této zdi je největší v úseku blízko plochy dvora.

Zdivo je vybouleno průměrem cca 1,0 m a vnější povrch zdi je otevřen a umožní vnikání další srážkové vody. Vnitřní jádro zdi je částečně vyplaveno a je zřejmé, že pevnost pojiva - hliněné malty - v soudržnost je velmi malá nebo nulová.

Z vyboulené části je možno vyjmout lehce jednotlivé kvádry a otevřená struktura zdi je přístupná vlhkosti a srážkám. Poloha deformace je v úseku zdi, který je z hlediska stability konstrukce nejvíce příznivý.

Zdivo je vzdáleno od vyztuženého rohu pouze 1,50 m, tato vzdálenost je menší než výška zdi.

Z hlediska deformace je možno konstatovat, že zdravý homogenní dobře odvodněný úsek zdi by v tomto bodě nebyl deformován. V rohu se opěrná zeď chová jako prostorová konstrukce a k deformaci přímé zdi může dojít v jejím nejslabším místě, a to středu zdi.

V tomto bodě je zeď, jejíž poměr délky k výšce překračuje hodnotu 2,0, nutno posuzovat na rovinnou stabilitu. V dalším úseku je vidět začínající deformaci ve vzdálenosti 2,50 m a po celém úseku se očekává další pohyby zdi. Kamenná zeď je po celé délce zatížena zhruba stejně vysokým násypem a zemní tlak vyvozený na zdi zeminou stejných mechanicko - fyzikálních vlastností je rovněž zhruba stejný.

Příčina lokálního narušení bude mít s velkou pravděpodobností dva důvody:

- nefunkční odvodňovací systém rubu zdi
- ztrátu pevnosti v soudržnosti hliněné malty

Oba aspekty vyplývají ze stáří zdi, zanášení odvodňovacího systému (pokud byl vůbec vybudován) ztrátou soudržnosti pojiva spolu vzájemně působí, jelikož při velké vlhkosti jemnozrného materiálu je podstatně snížena lepidlost zemin, tedy její soudržnost.

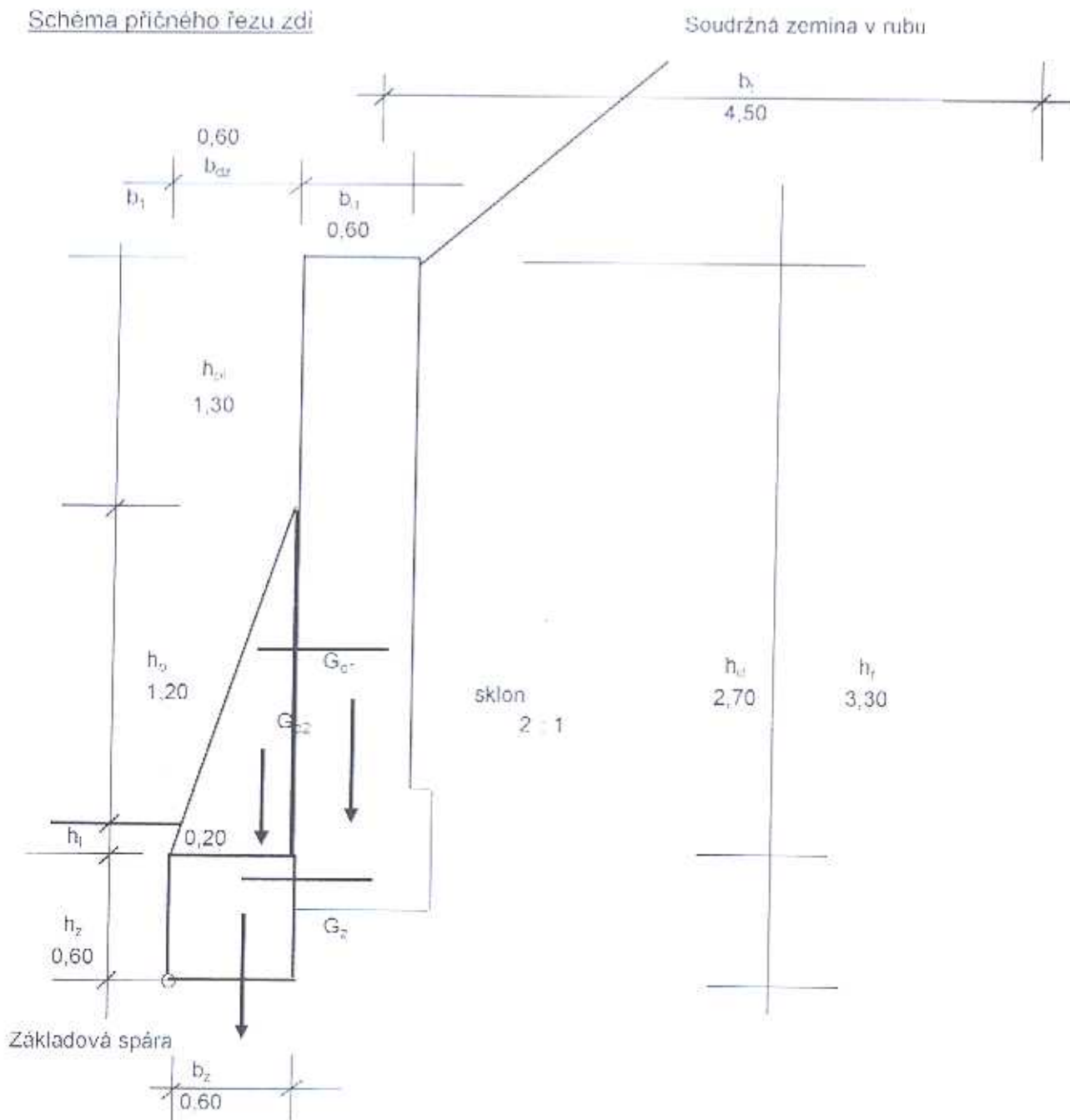
V terénu nebylo možno poznat, kterým směrem se může voda dostat do rubu zdi, vegetační porost ve svahu nebylo možno důkladně prověřit, ale současně není vhodné provádět diagnostiku konstrukce jejím odbouráním, vlastní váha kamenné rovnániny je schopna částečně svah podržet.

Místní šetření bylo provedeno zhruba po roce, kdy bylo nutno opravit havarovaný úsek opěrné zdi podél komunikace v úseku pozemku ve vlastnictví Výzkumného ústavu. Z průběžného sledování opěrných zdí v lokalitě je zřejmé, že je nutno část těchto zdí rekonstruovat. V případě výše zkoumaného úseku zdi bez možnosti přístupu mechanizace bude nutno volit návrh opravy adekvátně k podmínkám terénu a dostupnosti pro stavbu.

Jelikož dvůr jev užít pro manipulační dopravu a umožňuje přístup po vybudovaných zpevněných komunikacích k pěstebním plochám, není možno zmenšit stavebními úpravami zdi průjezdný profil. Zed' bude nadále sledována a v tomto posudku bude proveden návrh dočasného zajištění.

Provizorní zajištění konstrukce

Schéma příčného řezu zdi



Sklon líce zdi

Sklon terénu v rubu zdi

$$\frac{2}{1} \quad 0,000 \quad \text{rad} = \quad 0,000 \quad ^\circ$$

Návrh tvaru opěrné zdi včetně ztužujícího žebra

Geometrický tvar konstrukce

Výška zdi nad terénem	$h_{11} =$	2,50	m
Šířka koruny zdi	$b_{c1} =$	0,60	m
Rozšíření dříku u základu zdi	$b_{d1} =$	0,60	m
Výška základu zdi	$h_z =$	0,60	m
Šířka základu zdi	$b_z =$	0,60	m
Výška dříku zdi	$h_{d1} =$	2,70	m
Výška oplocení	$h_{op} =$	1,30	m
Výška rubu zdi (základ + dřík)	$h_r =$	3,30	m
Vzdálenost koruny svahu od další zdi	$b_1 =$	4,50	m
Výška zásypu před licem zdi	$h_1 =$	0,20	m
Výška teoretického nadnásypu	$h_c =$	0,25	m
Objemová hmotnost dříku zdi	$\gamma_d =$	24,00	kN/m ³
Objemová hmotnost základu zdi	$\gamma_z =$	24,00	kN/m ³
Objemová hmotnost zeminy za rubem zdi	$\gamma_{zem} =$	20,00	kN/m ³
Velikost přetížení terénu za rubem zdi	$p =$	5,00	kN/m ²
Součinitel zatížení stabilizujících sil	$\gamma_{stab} =$	0,90	
Součinitel zatížení klopících sil	$\gamma_{klop} =$	1,10	

Posouzení stability zdi v základové spáře

Zatížení vlastní vahou běžného metru zdi

Základ zdi	rozšíření	$G_z =$	8,640	kN/m
Obdélníková část dříku zdi - původní tvar		$G_{c1} =$	38,880	kN/m
Trojúhelníková část dříku zdi - ztužující žebro		$G_{d1} =$	10,080	kN/m
Ramena sil části běžného metru zdi ke středu otáčení		$r_z =$	0,300	m
		$r_{d1} =$	0,900	m
		$r_{d2} =$	0,400	m

Moment stabilizující provozní hodnota

$M_{stab} = \text{SUMA}(G_i \cdot r_i)$	$M_i =$	2,592	kNm/m
		34,992	kNm/m
		4,032	kNm/m
	$\text{SUMA}(M_i) =$	41,616	kNm/m

Moment klopící provozní hodnota

Výška rubu zdi (základ + dřík)+ teoretický nadnásyp	$h_r + h_c =$	3,550	m
$\alpha = 0^\circ$	Sklon rubu zdi	0,000	
$\beta = 0,000^\circ$	Sklon terénu	0,000	
$\delta = 10^\circ$	Třecí úhel mezi konstrukcí a zemínou	0,175	

Fyzikální vlastnosti zeminy v rubu zdi

$\nu =$	0,400		Poissonovo číslo	
$\beta =$	0,470		součinitel převodu mezi modulem přetv. a oedom. modulem	
$\gamma =$	20,00	kN/m ³	objemová tíha zeminy	
$E_{def} =$	6,00	Mpa	modul přetvárnosti	
$c_u =$	60,00	kPa	totální soudržnost	
$\phi_u =$	0	°	totální úhel vnitřního tření	
$c_{ef} =$	10,00	kPa	efektivní soudržnost	
$\phi_{ef} =$	20	°	efektivní úhel vnitřního tření	0,349

$$K_a = \cos^2(\phi - \alpha) / [\cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha + \delta) \cdot \{1 + \frac{(\sin(\phi - \delta) \cdot \sin(\phi - \beta))}{(\cos(\alpha + \delta) \cdot \cos(\alpha - \beta))} \}^{1/2}]^2$$

$$K_a = 0,533$$

$$K_p = K_r \cdot k =$$

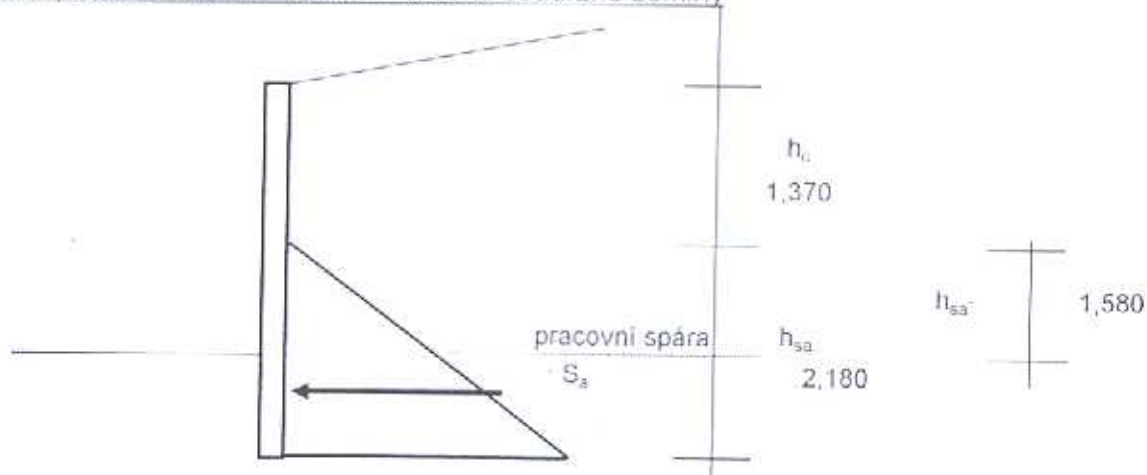
$$k \cdot \nu / (1 - \nu) =$$

$$1,333$$

Určení hloubky, kam nepůsobí tlak

$$h_c = 2 \cdot c_{ef} / (\gamma \cdot K_a^{1/2}) = 1,370 \text{ m}$$

Schéma působení zemního aktivního tlaku soudržné zeminy



$$M_{klop}^r = \gamma_{zem} \cdot (h_{sa})^3 \cdot K_a / 6 = 18,419 \text{ kNm/m}$$

Zjednodušení zemního tlaku soudržné zeminy při zanedbání úhlů α, δ, β

$$K_a = 0,490$$

Hodnota vyčíslená ze skutečných sklonů rozhoduje

Výpočtová hodnota stabilizujícího momentu

$$M_{stab}^{st} =$$

$$M_{stab}^{st} \cdot 0,9 =$$

$$37,454$$

Výpočtová hodnota klopícího momentu

$$M_{klop}^{st} =$$

$$M_{klop}^{st} \cdot 1,1 =$$

$$20,261$$

$$M_{klop}^{st} = 20,261 \text{ kNm/m}$$

<

$$M_{stab}^{st} =$$

$$37,454 \text{ kNm/m}$$

$$n = 1,85$$

Posouzení posunu zdi v základové spáře

Vodorová síla od aktivního zemního tlaku

$$\text{SUMA } S_a = \gamma_{zem} \cdot (h_{a0})^2 \cdot K_a / 2 = \underline{25,343 \text{ kN/m}}$$

Vodorová síla od pasivního zemního tlaku

$$\text{SUMA } S_p = \gamma_{zem} \cdot (h_p)^2 \cdot K_p / 2 = \underline{8,533 \text{ kN/m}}$$

Pro aktivaci pasivního tlaku je zapotřebí velkého vychýlení zdi, je možno uvažovat s velikostí klidového zemního tlaku.

Svislá síla od zatížení vlastní vahou

$$\text{SUMA } G_i = \underline{57,600 \text{ kN/m}}$$

$$\text{SUMA } S_a \rightarrow$$

$$\text{SUMA } S_p \leftarrow$$

$$\text{SUMA } G \cdot \tan \phi = \underline{20,965 \text{ kN/m}}$$

Součinitel tření mezi zeminou a základem je určen velikostí vnitřního tření zeminy v základové spáře

$$\text{SUMA } G_i \cdot \tan \phi + S_p > \text{SUMA } S_a$$

$$\text{SUMA } G_i \cdot \tan \phi + S_p = 29,498 \text{ kN/m} > 25,343 = \text{SUMA } S_a$$

Posouzení únosnosti základové spáry

Svislá síla

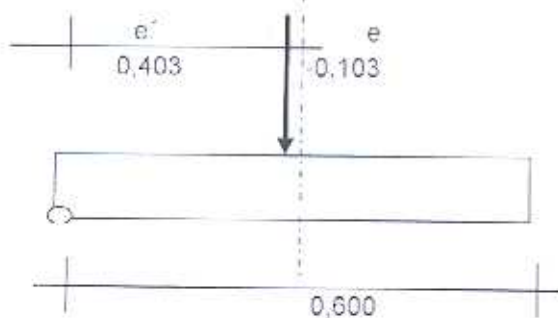
$$\text{SUMA } G = \underline{57,600 \text{ kN/m}}$$

Moment sil k bodu o :

$$\text{SUMA } M_i = M_{\text{obratu}} - M_{\text{klop}} = \underline{23,197 \text{ kNm/m}}$$

Excentricita působící síly

$$e' = M / G = \underline{0,403 \text{ m}}$$



$$\text{Hodnota } R_{d \min} = \underline{100 \text{ kPa}}$$

$$\text{Kontrola polohy těžiště sil na základovou spáru} \quad e / b_2 = \underline{-0,1712} < \underline{0,1667}$$

Výslednice sil působí v jádře průřezu, základová spára není namáhána tahem

$$\text{Napětí v základové spáře} \quad \sigma = \underline{71,512 \text{ kPa}} < \underline{100 \text{ kPa}}$$

Posouzení zvětšení stability zdi

před stavbou

Výpočtová hodnota stabilizujícího momentu

$$M_{\text{stab}}^{\text{II}} = 13,997 \text{ kNm}$$

Výpočtová hodnota klopícího momentu

$$M_{\text{klop}}^{\text{d}} = 20,692 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{klop}}^{\text{d}} = 20,692 \text{ kNm}$$

<

$$M_{\text{stab}}^{\text{II}} = 13,997 \text{ kNm}$$

$$n = 0,68$$

Výpočet je orientační, jelikož není známa geometrie základu

Představením klínu bude jednak uzavřeno místo pro vnik vody a s možností probetonoání vznikne kompaktní a podstatně tužší dík.

Postup zajištění zdi a vybudování přítěžovacího žebra

1. Základ žebra v hloubce 0,80 m v délce úseku 2,50 m
Vyložení základu před líc je 0,60 m. prostý beton B 15
2. Dík zdi ve sklonu proti lici zdi 2 : 1 v úseku nad základem po
do cca poloviny výšky na byboulené místo. prostý beton B 15
3. Provedení povrchových úprav v částech zdi bez zesílení
4. Část před již provedeným žebrem doporučuji přezdít, resp. vybetonovat v plném profilu
nezesíleném včetně odvodnění
5. Při odstraňování částí zdi, které nejsou kompaktní, je nutno zbytek zdi rozepřít a upravovaný
úsek doplnit v původním profilu omítkou, dobetonováním nebo dozděním.
6. Veškeré práce je nutno provádět po částech a průběžně pažit provedený výkop pro založení
ztužujících žebel.

Tento elaborát je orientační a doporučuji provést zkušební žebro v úseku cca 4,0 m od rohu schodiště
na méně deformované části zdi.

Tímto bude možno obnažit základ a výpočet upřesnit pro více narušený úsek blíže schodišti po doplnění
diagnostiky.

Ing. Eva Svobodová