

**Zahradnická perspektiva
– profesní vzdělávání členů Svazu zakládání a údržby zeleně
Tento projekt je financovaný z prostředků ESF
prostřednictvím Operačního programu Lidské zdroje a zaměstnanost
a státního rozpočtu ČR**

Učební texty pro vzdělávací program

Kvalifikovaný stavitel koupacích jezírek

Výkopy, pažení - předpisy, bezpečnost práce

Doc. Ing. Vladislav HORÁK, CSc.

Obsah:

	Str.
1. Hlavní předpisy platné příp. použitelné pro zemní práce	3
2. Výkop	3
3. Těžitelnost zemin	3
4. Svahování dočasných výkopů	3
5. Posouzení stability svahu v hrubozrnných (nesoudržných) zeminách (= písky, štěrky)	6
6. Posouzení stability svahu v hrubozrnných (nesoudržných) zvodnělých zeminách (= písky, štěrky)	7
7. Stabilita svahu v jemnozrnných (soudržných) zeminách (hlíny/prach a jíly)	7
8. Ochranná vrstva nad základovou spárou (nad projektovanou úrovní výkopu)	8
9. Stabilita svahů a stěn ve vrstevnatých a rozpukaných skalních a poloskalních horninách	9
10. Zajištění nestabilních svahů/stěn výkopů	10
10.1 Úprava sklonu svahu	10
10.2 Odvodnění zemního/horninového tělesa	10
10.3 Zajištění svahu opěrnými konstrukcemi (zídkami) nebo jeho kotvení, pokrytí svahu ochrannou vrstvou včetně vegetace (meshe a maty, osetí, osázení – ochrana před erozí, zvýšení evapotranspirace...), kombinace opatření	10
11. Nejčastější chyby při provádění a provozu výkopů	12
12. Zabezpečení stěn výkopu roubením (<i>zásady podle již neplatné ČSN 73 3050/1987</i>)	13
13. Typy roubení	13
13.1 Podle konstrukčního uspořádání	13
13.2 Podle materiálu	14
14. Zhutňování zemin	17
14.1 Skupiny zhutnitelnosti zemin	17
14.2 Metody zhutňování	17
15. Vliv podzemní vody na podloží/na konstrukci	18
15.1 Hydrostatický tlak a vztlak na konstrukci	18
15.2 Prolomení dna pažené stavební jámy v písčích vlivem proudového tlaku	19
15.3 Povrchová eroze	19
15.4 Sufóze	19
16. Odvodňování základové půdy	21
17. Vyhláška o bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích 324/90 Sb.	21
18. Zavalení hlubokého výkopu pro kanalizaci, způsobené nevhodným uložením výkopku u horní hrany rýhy a nedostatečným pažením s následkem 2 smrtelných úrazů	28

1. Hlavní předpisy platné příp. použitelné pro zemní práce

- Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon)
- Vyhláška č. 324/1990 Sb. o bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích
- Již neplatná ČSN 73 3050/1987 Zemné práce (+ změna a 5/1991) – zrušena 2010
- Nahrazují ji (velmi nedokonale) 2 normy:
 - ČSN 73 6133/2010 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
 - ČSN EN 1610 (75 6114)/1999 Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení
- Hlavním předpisem pro navrhování geotechnických konstrukcí (v tom i výkopů a násypů) je nyní Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí (73 1000). Obsahuje dva díly:
 - ČSN EN 1997-1/2006 (+ Oprava 1/2009) Část 1: Obecná pravidla
 - ČSN EN 1997-2/2008 (+ Oprava 1/2010) Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy

2. Výkop

- Výkop by měli provádět pracovníci odpovídající odbornosti,
- Hloubí se ve 3 (dříve v 7) třídách těžitelnosti – viz obr. 1,
- Výkop je prováděn podle projektu/návrhu (tzn. podle navržené a schválené geometrie a způsobu hloubení),
- Výkop je zajištěn obvykle svahováním, alternativou jsou kolmé (nepažené či pažené) stěny.

3. Těžitelnost zemin

Těžitelnost zemin (jde v zásadě o kalkulační položku oceňující obtížnost rozpojování) se stanovuje ve třech třídách těžitelnosti podle „Přílohy D ČSN 73 6133/2010 (Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací)“ – obr. 1. Podle již neplatné ČSN 73 3050/1987 Zemné práce (+ změna a 5/1991) – zrušena 2010 – byla těžitelnost stanovována v sedmi třídách.

4. Svahování dočasných výkopů (obr. 2)

- Jedná se o velmi hospodárnou metodu (vůbec nejlacinější) zajištění stability stěn výkopů (rýh, jam). Používá se tam, kde je dostatek místa,
- Sklony svahů by měly být pro dodržení ekonomiky co nejstrmější (= nízká kubatura, malý zábor území). Současně musí být bezpodmínečně i **bezpečné**,
- Sklony svahů vycházejí z fyzikálně-mechanických vlastností horniny a/nebo zeminy (γ , ϕ , c , **voda**) a **doby trvání** (reologie) **výkopu**.

Kde γ ...objemová tíha
 ϕ ...úhel (vnitřního) tření
 c ...soudržnost

} parametry smykové pevnosti zeminy (horniny)

Těžitelnost zemin

Pro stavby pozemních komunikací se stanovují 3 třídy těžitelnosti v závislosti na pevnosti horniny a na průměrné vzdálenosti diskontinuit podle tabulky D.1:

Třída I. Těžba je prováděna běžnými výkopovými mechanizmy (buldozery, rypadla, ručně prováděné výkopy).

Třída II. Pro těžbu a rozpojování horniny je nutné použít speciální rozpojovací mechanizmy (rozrývače, skalní lžíce, kladiva). Lze použít i trhací práce, pokud je to z hlediska výsledné fragmentace a/nebo hospodárnosti výhodné.

Třída III. K rozpojování je nutné použít trhací práce. K rozpojování se mohou použít kladiva, rozrývače nebo jiné technologie, pokud by použití trhacích prací ohrozilo okolní stavby (obydlené oblasti).

Zatřídění hornin musí být uvedeno v dokumentaci stavby na základě výsledků geotechnického průzkumu. Při zatřídění skalních hornin podle těžitelnosti pouze na základě vrtných prací je nutné vzít v úvahu možné větší porušení jádra, a tudíž nižší třídu těžitelnosti, než je ve skutečnosti při těžbě. Proto se stanovení třídy těžitelnosti u skalních hornin doplňuje geofyzikálním měřením (refrakční seismika), případně strojně hloubenými sondami.

U třídy těžitelnosti II. je nutné zohlednit rozměr výkopu (u úzkých rýh pro kanalizaci, podzemní vedení apod.) s ohledem na možnou technologii rozpojování.

U kompaktních skalních hornin, u kterých se předpokládá použití trhacích prací, se technologie provádění stanoví na základě zkušebních odstřelů za současného měření dynamických účinků na okolní objekty. Kmitání od odstřelů nesmí překročit hodnoty uvedené v ČSN 73 0040 pro příslušné kategorie objektů a odpovídající stupeň poškození uvedený v dokumentaci (obvykle 0).

Střídají-li se horniny v příčném řezu tak, že je lze těžit selektivně, zaměří se každá vrstva a určí se objem výkopku příslušné třídy.

Střídají-li se horniny v příčném řezu tak, že selektivní těžba je vyloučena, zaměří se posuzovaný vytěžený profil a zatřídění se provede takto:

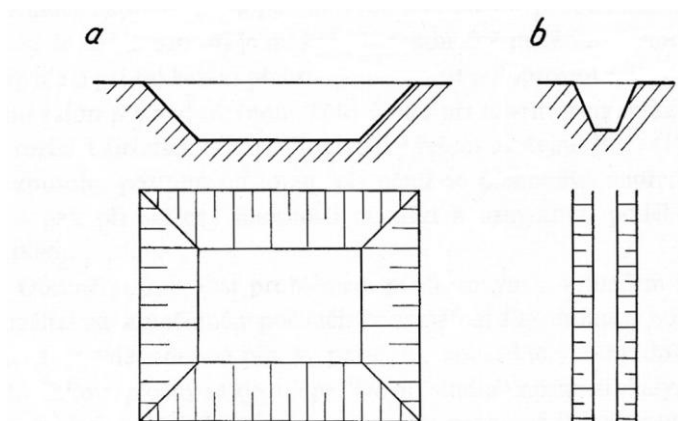
- procentuálně odborným odhadem podle horninových tříd zastoupených v profilu;
- v celém sledovaném profilu ve vyšší třídě, pokud vyšší třída je zastoupena podle odborného odhadu v množství větším než 75 % příslušného posuzovaného profilu.

Zatřídění se provádí v každém profilu podle projektové dokumentace.

Tabulka D.1 – Klasifikace do tříd rozpojitelosti a těžitelnosti

Třída	Pevnost v tlaku	Střední hustota diskontinuit		
		vzdálenost v mm		
ČSN 73 6133	MPa	▼150	150 až 250	▲250
R 1	▲150	II	III	III
R 2	50 až 150	II	III	III
R 3	15 až 50	II	III	III
R 4	5 až 15	I	II	II
R 5	1,5 až 5	I	I	I
R 6	▼1,5	I	I	I
F 1 až F 8				I
S 1 až S 5				I
G 1 až G 5				I
G a S s kameny a balvany 100 mm až 250 mm v objemu nad 50 % anebo s balvany nad 250 mm do 0,1 m ³ v objemu 10 % až 50 % celkového objemu rozvolňované horniny (neplatí pro těžbu z deponie mladší 5 let).				II

Obr. 1 Těžitelnost zemin podle „Přílohy D ČSN 73 6133/2010 (Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací)“



Svahované jámy a rýhy: a — jáma, b — rýha

Obr. 2 Svahování dočasných výkopů

- **Přibližné** sklony šikmých svahů dočasných výkopů jsou uvedeny např. v Tab. 4 (od r. 2010 neplatné) ČSN 73 3050/1987 – obr. 3.

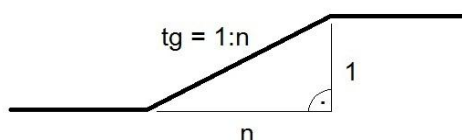
Zemina	Přípustný sklon svahu (poměr výšky k půdorysné délce svahu)
Prachovitá hlína	1:0,25
Jílovitý štěrč	1:0,25
Hlína	1:0,25 až 1:0,5
Jíl	1:0,25 až 1:0,5
Jílovitá hlína	1:0,25 až 1:0,5
Jílovitý písek	1:0,5
Balvanitý písek	1:0,75
Hlinitý písek	1:1
Písčitá hlína	1:1
Písčitý štěrč	1:1

Sklony svahů vyšších než 3 m jsou obvykle prokazovány výpočtem. U výkopů hlubších než 6 m vždy!

Obr. 3 Přibližné sklony šikmých svahů dočasných výkopů (Tab. 4 již neplatné ČSN 73 3050/1987)

Poznámka:

sklon svahu je dán
tangentou



Obr. 4 Určení sklonu svahu tangentou

- **Přibližné** sklony šikmých svahů výkopů lze rychle a orientačně rovněž určit (podle literatury) například i z následujících tabulek či nomogramů – obr. 5 až 7

Sklony svahů v skalních horninách a hrubozrnných zeminách

(P. Turček, 2004)

Hornina	Sklon svahu	
	dočasný	trvalý
Zdravé skalné horniny	5 : 1	
Navetrané horniny	3 : 1	
Balvanitý štěrč	1 : 0,75	
Štěrč s pískem, ostrohranný písek	1 : 1,25	1 : 1,5
Okrúhly hrubozrnný písek	1 : 1,5	1 : 1,75
Okrúhly jemnozrnný písek	1 : 1,75	
Písek v svahu s vyvierajúcou vodou	1 : 2,5 až 1 : 3,5	

Sklony svahů v jemnozrnných zeminách

(P. Turček, 2004)

Zemina	Výška svahu (m)	Trvalý sklon svahu
Ílovitá (silt)	0 až 3	1 : 1,25
	3 až 6	1 : 1,6
	6 až 9	1 : 1,75
Písečitá (silt), prachovitý íl	0 až 3	1 : 1,25
	3 až 6	1 : 1,25
	6 až 9	1 : 1,4
Íl	0 až 3	1 : 1,25
	3 až 6	1 : 1,25
	6 až 9	1 : 1,25
Spraš	0 až 6	2,5 : 1

Obr. 5 a 6 Tabulky pro rychlé orientační určení bezpečného sklonu svahu (např. výkopu) v zeminách a/nebo skalních horninách

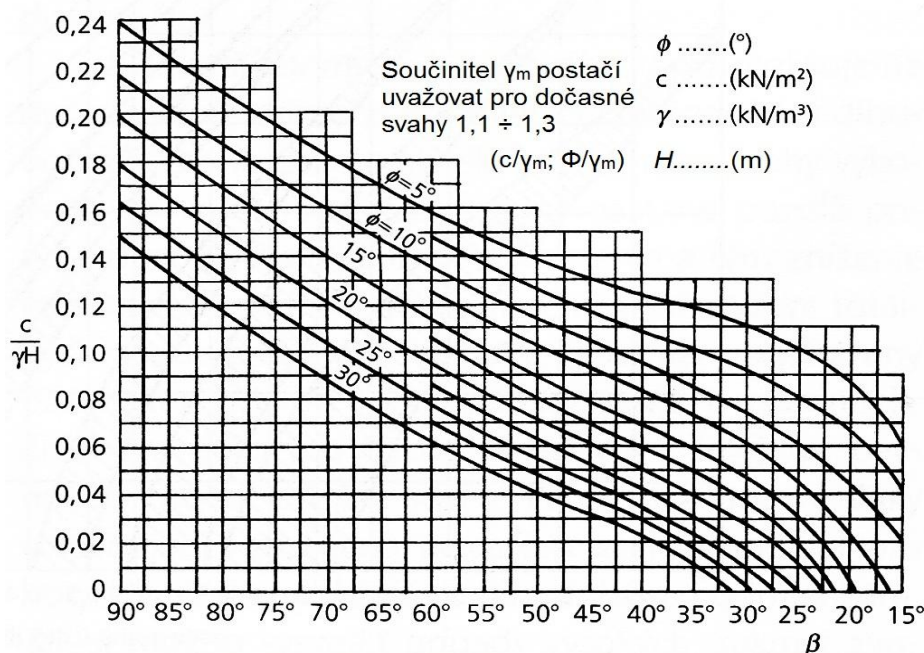
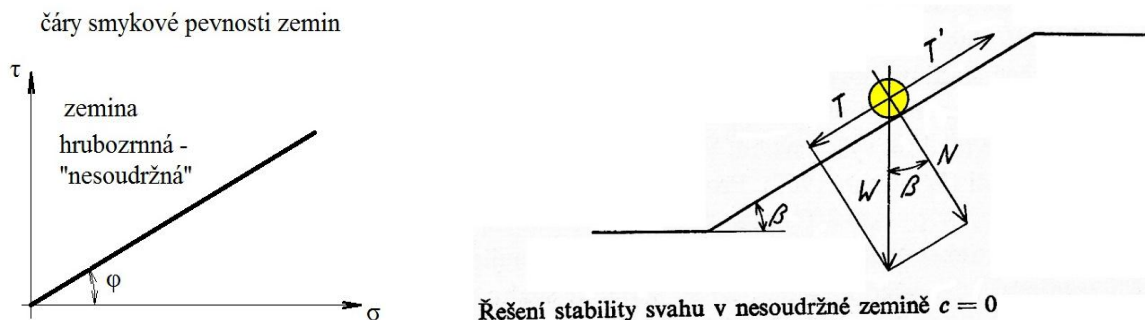


Diagram pro rychlé určení přípustného sklonu svahu (pro součinitel spolehlivosti $\gamma_m = 1$). Tímto součinitelem se upravují parametry c a ϕ .

Obr. 7 Diagram pro rychlé určení přípustného sklonu svahu v zeminách

5. Posouzení stability svahu v hrubozrnných (nesoudržných) zeminách (= písky, šterky)

Poznámka: Čára smykové pevnosti těchto zemin má průběh podle obr. 7. Parametr smykové pevnosti (daný úhlem [vnitřního] tření ϕ) lze velmi přibližně stanovit jako úhel přirozeného sklonu kužele figury zeminy při jejím volném sypání.



Řešení stability svahu v nesoudržné zemině $c = 0$

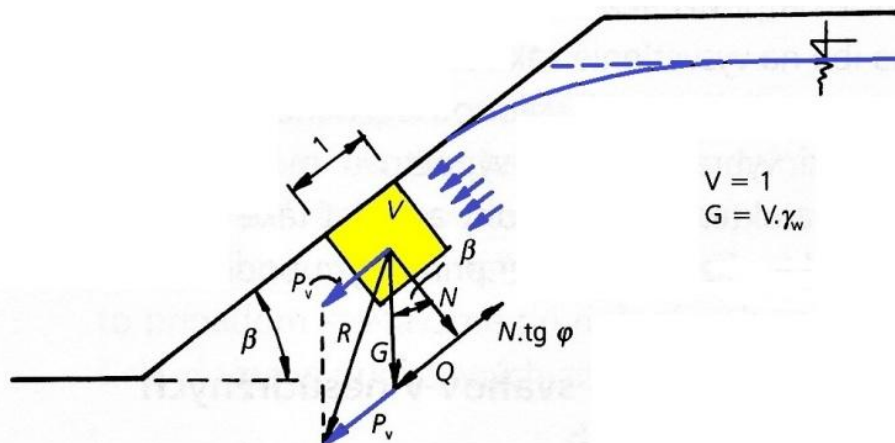
Obr. 7 a 8 Čára smykové pevnosti nesoudržné zemině (písek, šterk). Schéma pro stanovení stability svahu v nesoudržné zemině

Předpoklady pro odvození stability svahu v nesoudržné zemině vychází z podmínek rovnováhy (obr. 8):

- Svah se poruší podle **rovinné smykové plochy**,
- Zrno (jednotkový element) zeminy má tíhu W . Při sklonu svahu β , lze tíhu zrna rozložit na složku normálovou $N = W \cdot \cos \beta$ (kolmou ke smykové ploše/líci svahu) a složku tangenciální $T = W \cdot \sin \beta$ (ležící ve smykové ploše/konformní s lícem svahu),
- Složka N vyvoluje tření $T' = N \cdot \tan \phi$ proti pohybu zrna po svahu,
- Podmínka rovnováhy (nehybnosti zrna): $T' - T \geq 0$,
- $W \cdot \cos \beta \cdot \tan \phi - W \cdot \sin \beta \geq 0 \Rightarrow \tan \phi \geq \sin \beta / \cos \beta \Rightarrow \phi \geq \beta$,

- Stupeň stability svahu $F_s = \frac{\tan \varphi}{\tan \beta} = \text{tangenta úhlu tření (= smyková pevnost) ku sklonu svahu (daného jeho tangentou)}$,
- Má-li tudíž být svah bezpečný musí být jeho sklon β menší než je hodnota úhlu (vnitřního) tření φ zeminy.

6. Posouzení stability svahu v hrubozrnných (nesoudržných) zvodnělých zeminách (= písky, štěrky)

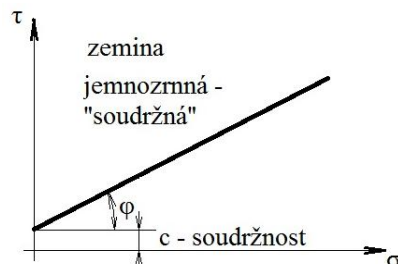


Obr. 9 Schéma pro stanovení stability svahu v nesoudržné zvodnělé zemině (ze svahu vytéká voda)

Stabilita svahu je významně snížena tím, že do podmínek rovnováhy musí být zavedeno působení vody vyjádřené proudovým tlakem (obr. 9):

- Na zrna (jednotkový element) působí vlastní tíha a dále proudový tlak vody. Aktivní síly (Q) se tak zvýší o proudový tlak $P_v = V \cdot i \cdot \gamma_w = V \cdot \sin \beta \cdot \gamma_w$,
- Zemina je pod h. p. v. (hladinou podzemní vody) => že do výpočtu vstupují efektivní parametry její tíhy (redukované o vztlak = γ_{su}). Svah bude v rovnováze za podmínky: $Q + P_v < N \cdot \tan \varphi \cdot \gamma_{su} \cdot \sin \beta + \gamma_w \cdot \sin \beta = \gamma_{su} \cdot \cos \beta \cdot \tan \varphi$,
- Za předpokladu $\gamma_{su} \sim \gamma_w$, pak $\tan \beta \sim \frac{1}{2} \tan \varphi$ (tzn. že $\beta \sim \varphi/2$),
- **Voda** prosakující svahem souběžně se svahem k jeho patě tedy **způsobuje, že sklon svahu musí být jen asi poloviční vzhledem ke stavu bez vody!**

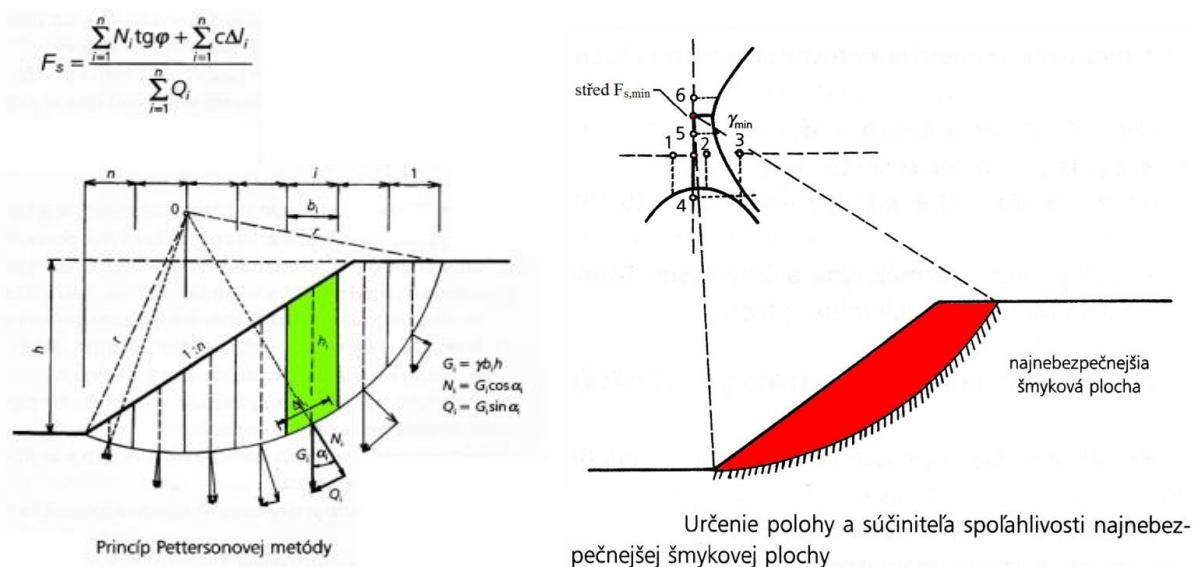
7. Stabilita svahu v jemnozrnných (soudržných) zeminách (hlíny/prach a jíly)



Obr. 10 Čára smykové pevnosti soudržné zeminy (hlíny/prach a jíly)

Soudržnost c jako druhý parametr smykové pevnosti vedle úhlu (vnitřního) tření φ (obr. 10) umožňuje sice provádění výkopů na určitou hloubku (výšku) i se zcela kolmými stěnami (viz dále), nicméně výpočet stability svahu je vlivem soudržnosti výrazně složitější (obr. 11):

- Se zvyšující se soudržností (c) se smyková plocha zakřivuje,
- Stabilita svahu se nejčastěji řeší s uvažováním válcové (rotační) smykové plochy,
- Stupeň stability na smykové ploše se hledá pomocí řady metod. Nejčastěji jsou to **metody „proužkové“** (Pettersson, Bishop etc.), kdy v jednotlivých prouzcích je vlastní tíha zeminy rozkládána na destabilizující tangenciální složku a na normálovou složku, z které se vyčíslí stabilizující tření. K němu dále přistupuje stabilizující vliv soudržnosti na smykové ploše. Stupeň stability svahu F_s je dán podílem pasivních (stabilizujících) sil (= tření + soudržnost) ku aktivním (destabilizujícím) silám (obr. 11),
- Nejnebezpečnější stav ($F_{s,min}$) odpovídající nejnebezpečnější smykové ploše se nachází aproximací,
- Typická algoritmizovaná úloha je dnes řešená nejčastěji s využitím počítačového software (např. program GEO5...).

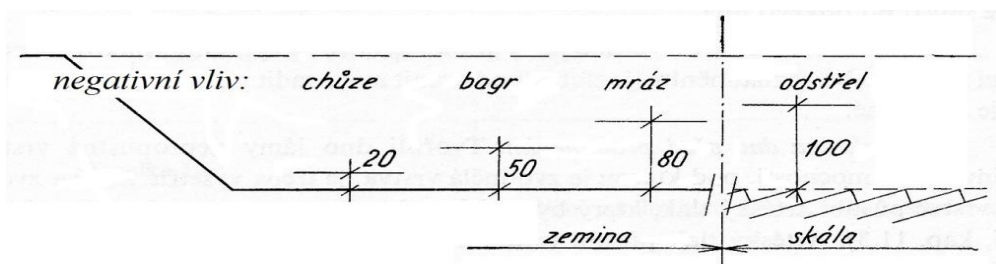


Obr. 11 Schéma pro stanovení stability svahu v soudržné zemině

8. Ochranná vrstva nad základovou spárou (nad projektovanou úrovní výkopu)

Základová spára je jedním z nejchoulostivějších míst budoucího objektu. Počva (dno) výkopu proto musí být chráněno před porušením negativním vlivem povětrnosti (déšť, mráz, vysychání...) i před případnými mechanickým poškozením (od vlastních výkopových prací, pohybem osob a mechanismů). Nemohou-li být po (šetrném) odkrytí dna výkopu položeny podkladní vrstvy, dlažby etc., musí být ponechána tzv. ochranná vrstva. Ta se posléze šetrně odstraňuje až bezprostředně před vlastní stavbou.

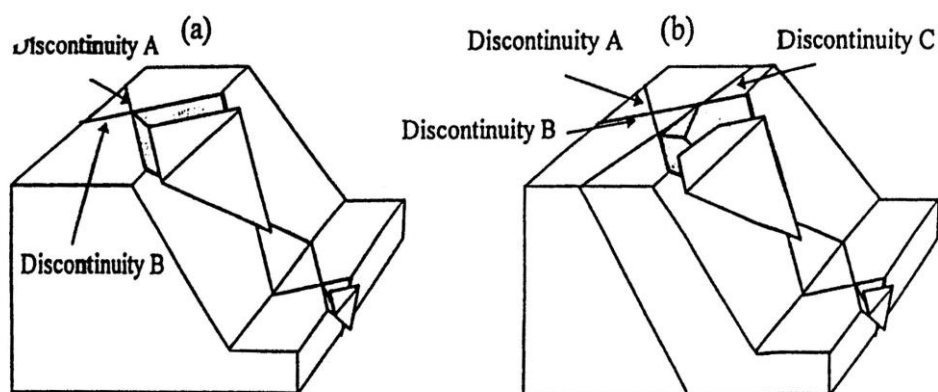
- Nerovnosti dna výkopu by měly být vyrovnány obvykle v toleranci ± 50 mm,
- Ochranná vrstva šetrně odstraňovaná až bezprostředně před betonáží, dlažbou, definitivní úpravou základové spáry by svou tloušťkou měla splňovat podmínky uvedené na obr. 12.



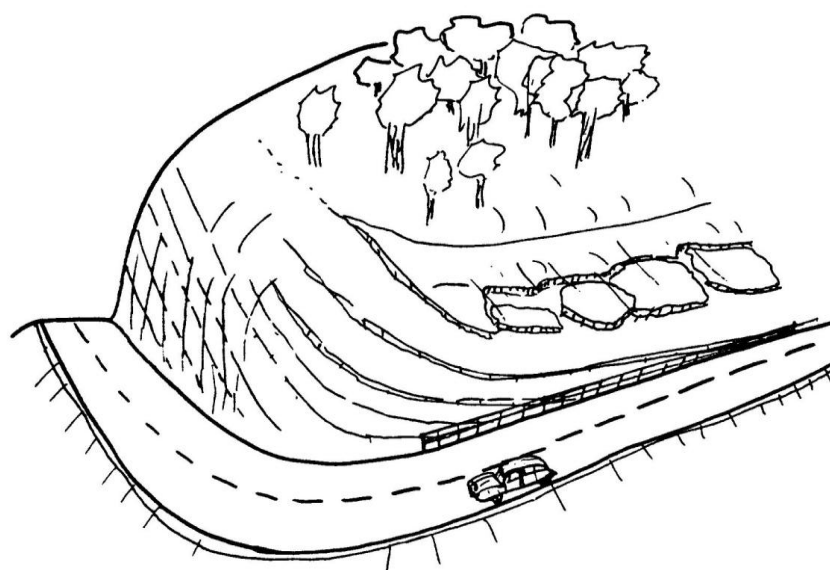
Obr. 12 Tloušťka ochranné vrstvy ponechávané nad základovou spárou, počvou výkopu...

9. Stabilita svahů a stěn ve vrstevnatých a rozpukaných skalních a poloskalních horninách

Stabilita svahů a stěn ve vrstevnatých a rozpukaných skalních a poloskalních horninách výrazně odvisí od struktury horninového masívu dané jeho rozpukáním příp. vrstevnatostí. Rozumí se tím orientace puklin/vrstevnatosti/foliace (jejich směr a sklon) vůči svahu nebo stěně (výkopu). Obecně lze říci, že diskontinuity (pukliny, vrstevnatost...) do stěny/svahu zapadající obvykle nemají negativní vliv, oproti tomu diskontinuity (pukliny, vrstevnatost...) ze stěny/svahu vycházející ovlivňují stabilitu zásadně negativním způsobem – obr. 12 a 13.



Nebezpečné klíny způsobené 2 a 3 systémy diskontinuit



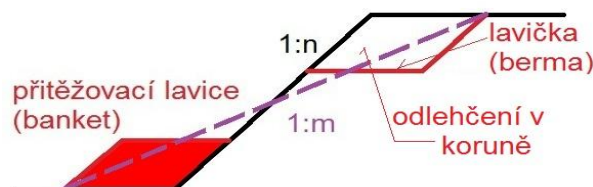
Bloky horniny ohrožující při nepříznivém uklonění komunikaci

Obr. 13 Vliv nepříznivé orientace puklin (vrstevnatosti...) na snížení stability svahu

10. Zajištění nestabilních svahů/stěn výkopů

10.1 Úprava sklonu svahu

Úprava sklonu svahu je nejjednodušším opatřením. Spočívá v odlehčení koruny svahu (výkopu) a přitížení jeho paty lavicí (banketem). Alternativou je vytvořením laviček. Je nutné si uvědomit, že se tak mění sklon svahu β a vznikají tak nároky na další prostor vně výkopu resp., že při použití přitěžovacího banketu se zmenšuje využitelná plocha uvnitř výkopu.

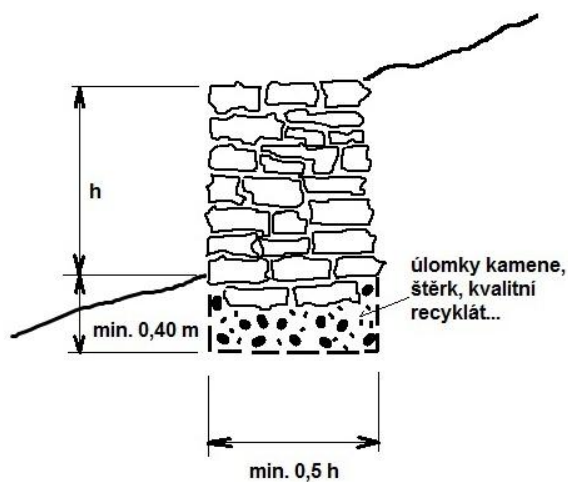


Obr. 13 Úprava sklonu svahu. Odlehčení v koruně, vytvoření přitěžovací/opěrné lavice v patě, vytvoření laviček. Zmenšení sklonu svahu

10.2 Odvodnění zemního/horninového tělesa

Odvodnění snižuje hydrostatický tlak vody v makropórech a snižuje vztlaku. Snižuje rovněž tlak v (mikro)pórech. Jde o účinné a velmi ekonomické opatření, cca 10x a více levnější než opření nebo kotvení – viz dále.

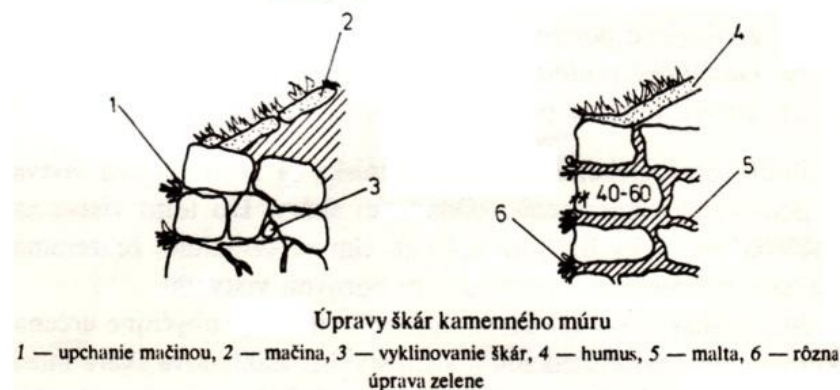
10.3 Zajištění svahu opěrnými konstrukcemi (zídkami) nebo jeho kotvení, pokrytí svahu ochrannou vrstvou včetně vegetace (meshe a maty, osetí, osázení – ochrana před erozí, zvýšení evapotranspirace...), kombinace opatření

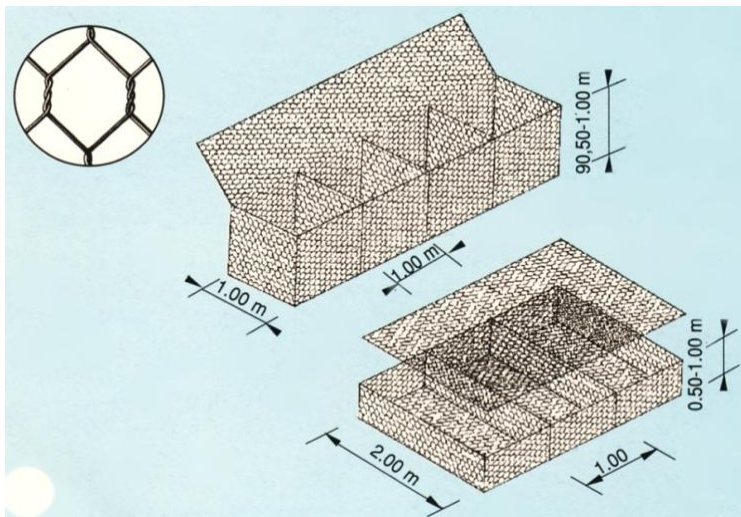


Obr. 14 a 15

Opěrná zídka „nasucho“ resp. na cementovou či vápennou maltu. Pro zvýšení stability lze sklon líce upravit na cca 5:2 až 2:1 a sklon základové spáry až 1:3 do zemního tělesa.

Spáry mezi kameny je třeba důkladně vyklínovat. Kámen by měl být kvalitní. Lícové spáry lze vyplnit směsí hnojiva a zeleně (drnu, semen rostlin...)





Obr. 16 a 17

Opěrné konstrukce z drátokamene – gabiony.

Drátovina hexagonální a ortogonální

www.helifix.cz

DUCKBILL®

Zemní kotevní systémy



Mechanické zemní kotvy Duckbill se používají pro celou řadu aplikací jak pro přechodné tak i pro trvalé práce.

Kotvy Duckbill exklusivně dodávané evropskou částí Anchor Systems Ltd. byly úspěšně použity u velkého množství stabilizačních projektů u stavebních a zemních prací.

- poskytuje rychlou, účinnou a cenově výhodnou stabilizaci
- široká škála kotevních rozměrů a materiálů
- k dodání v kompletních sestavách z nerezavějící oceli
- zvýšená síla, životnost
- akceptuje okamžitá zatížení do 300 kN
- může být zcela skryt žádné vnější plechy
- ideální pro citlivé, historické a chráněné stavby
- spolehlivý prakticky u všech přemístitelných zemních podmínek
- schopný zahrnout vysoké pruty



Nahle - skryté Duckbill kotvy stabilizují asymetrický opěrný nářez

Hlebo - Duckbill kotvy zabírají kamennou ocel z gabionu a geotextilu proti zdi

Dole - ochranné kotvy Duckbill v masivní blokové opěrné zdi



stabilizace svahu použitím kotev Duckbill

Obr. 18 a 19 Zajištění svahu zemními kotvami. Přikotvení opěrných konstrukcí

Macmat® protierózna výstužná rohož / Biomat® protierózna biodegradovateľná rohož

Macmat® R je vystužená georohož s natavenou trojdimenzionálnou polymérovou maticou na dvojzákrutovej ocelevej drôtenej sieti,

ktorá môže byť taktiež potiahnutá plastovým povlakom.



Ochrana svahov a brehov georohožami (typu Macmat®), ktoré sú počas výroby spevnené dvojzákrutovou oceľovou drôtenou sieťou.

MACMAT® GEORHOŽE						
Typ	Typ polyméru	Hrúbka (mm)	Zosilnenie	Ťahová sila v pozdĺžnom smere (kN/m)	Dĺžka rohože (m)	Šírka rohože (m)
RA*	PP	12	Dvojzákrutová drôtená sieť	35	25,00	2,00
RB**		12		43		
RC* *		12		35		
RE** *		12		43		
* s typom siete 6x8 Ø 2,2 mm				* Poplastované dvojzákrutové drôtené siete		
** s typom siete 8x10 Ø 2,7 mm						



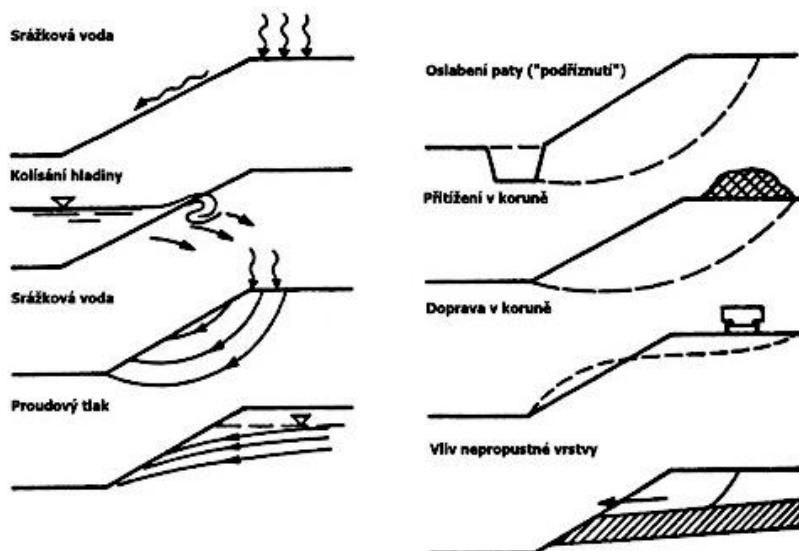
Kladenie protieróznej biorohože Biomat® na svah.

BIOMAC® ROHOŽ		
Typ vlákna	Dĺžka rohože (m)	Šírka rohože (m)
Biomac-S (Slama)	25,00	2,00
Biomac-SC (Slama / kokosové vlákna)		
Biomac-C (Kokosové vlákna)		
Rohože s rôzne zmiešanými plne biodegradovateľnými vláknami z kokosu sú dodávané na požiadanie.		

Obr. 20 Protierozní ochrana překrytím svahu rohožemi a maty. Ohumusování a osetí, travní koberce

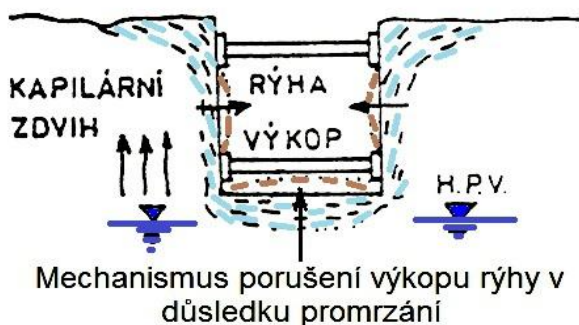
11. Nejčastější chyby při provádění a provozu výkopů

- **Nezapažení** (naprosté příp. nedostatečné),
- **Přetížení koruny** svahu nebo rýhy (výkopem, mechanizací, dynamickými účinky),
- **Podříznutí paty** svahu nebo rýhy výkopem!
- Podzemní a srážková **voda**!
- Podcenění **klimatických faktorů** (nejvhodnější období pro zemní práce = duben až říjen) – obr. 22,
- **Dlouhá doba otevření** výkopu či rýhy (reologie) – obr. 23.



Obr. 21

Nejčastější chyby při provádění a provozu výkopů a svahů



Obr. 22

Porušení výkopu v důsledku jeho promrzání v zimním období

12. Zabezpečení stěn výkopu roubením (zásady podle již neplatné ČSN 73 3050/1987)

- Výkopy rýh, zářezů a jam se strmými stěnami **hlubšími než 1,3 m** (v zastavěném území) **či 1,5 m** (v nezastavěném území) **musí být opatřeny roubením!**
- S ohledem na stav zeminy (nesoudržné půdy) nebo při opakovaných dynamických vlivech se tato **hloubka snižuje jen na 0,7 m!**
- Roubení strmých stěn strojních výkopů má být instalováno s minimálním prodlením (podle typu horniny), nejlépe **bezprostředně** při hloubení,
- Pažení se obvykle dimenzuje na základě **statického výpočtu** na příslušný zemní tlak, hydrostatický tlak (= tlak vody), přetížení terénu v okolí a další vlivy.

Orientační časový údaj na vybudování roubení po strojní vykopávce

(Tab. 6 již neplatné ČSN 73 3050/1987)

Hornina	Dny	Poznámka
Skalní a poloskalní horniny	6 až 14	Podle množství, sklonu a systému puklin a stupně zvětrání horniny a v závislosti na stavu a struktuře horniny
Soudržné zeminy	3 až 6	Při zhoršených klimatických podmínkách platí kratší čas
Částečně soudržné zeminy	1 až 3	Podle konzistence zeminy a rychlosti vysychání
Nesoudržné zeminy	0*	*Nejlépe s použitím pažících boxů, příp. zátažného nebo hnaného pažení (viz dále)

Obr. 23 Tabulka s orientačními údaji doporučeného času pro zabudování roubení výkopu

13. Typy roubení

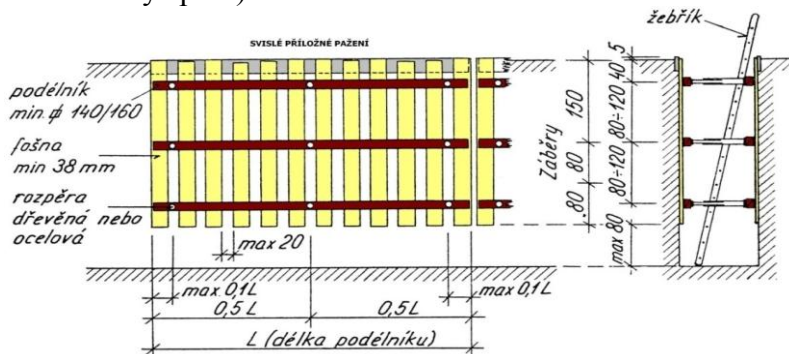
13.1 Podle konstrukčního uspořádání:

- **Příložné** (svislé, vodorovné, pažící boxy) – obr. 24 až 26,
- **Zátažné** – obr. 28,

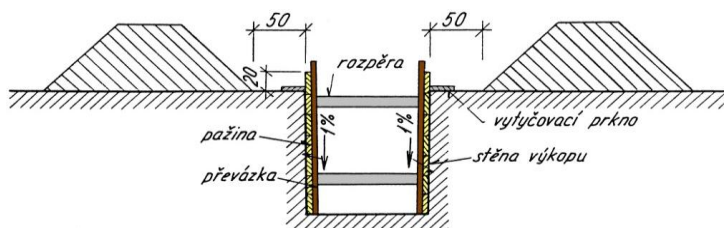
- Hnané – obr. 28,
- Pažící boxy – obr. 27.

13.2 Podle materiálu:

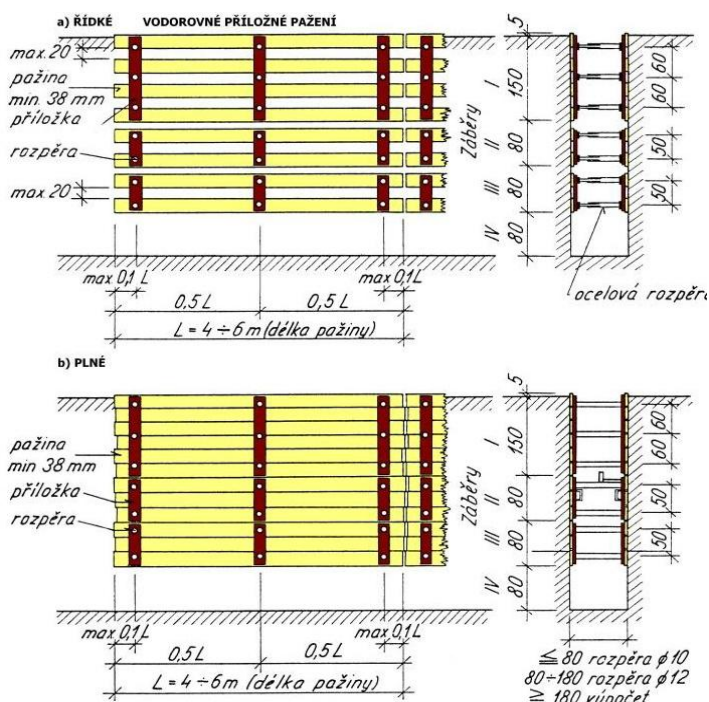
- **Dřevo** (fošny, prkna, trámky, kulatina),
- **Ocel** (Larsen, Union – obr. 29, válcované profily, trubky, pažící boxy – např. „Rollbox, Magnum“ apod.),
- **Kombinované, ocel-dřevo** (záporové/berlínské pažení – obr. 30),
- **Kombinované, ocel-beton** (pilotové stěny, mikropilotové/janovské stěny, podzemní/milánské stěny apod.)



Obr. 24 Svislé příložné pažení

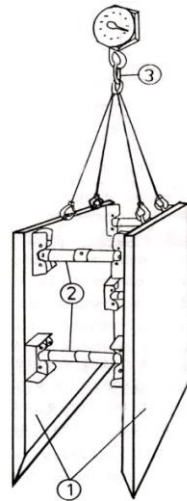


Obr. 25 Ukládání výkopku na terén



Obr. 26

Vodorovné příložné pažení

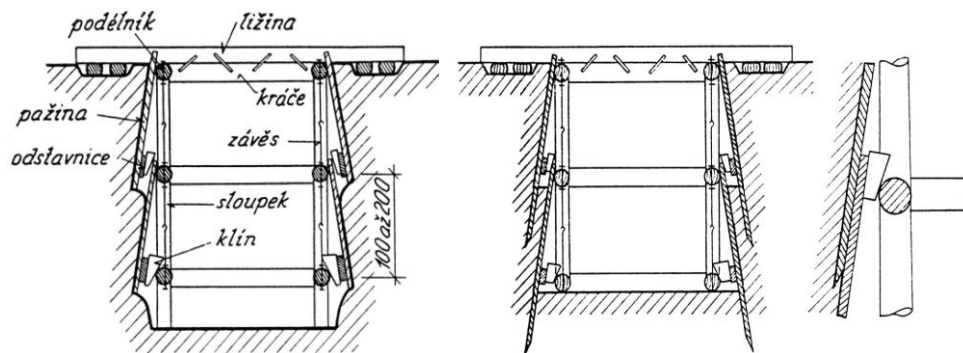


Obr. 27

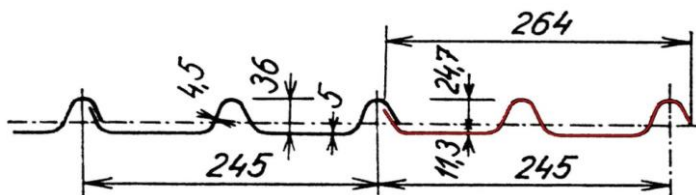
Pažící boxy

Prefabrikované ocelové paženie firmy KRINGS (SRN)

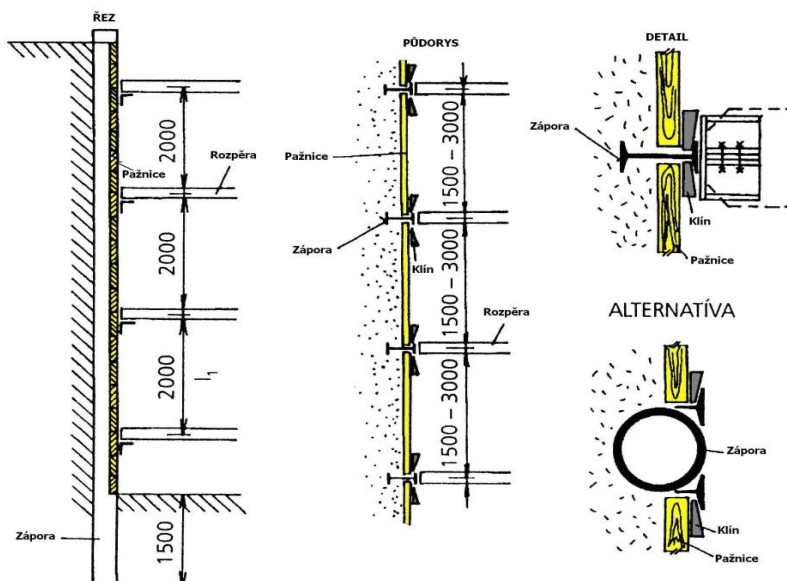
1- zvárané pažiacie dosky, 2 - rozpery - dvojčinnné hydromotory, 3 - závesné oko.



Obr. 28 Zátěžné a hnané pažení

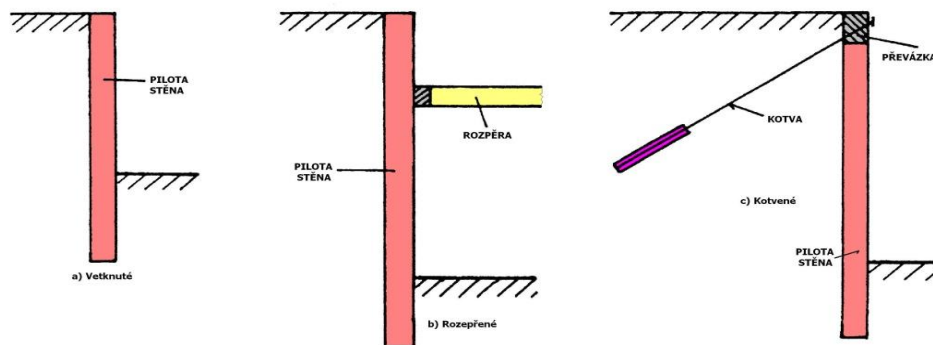


Obr. 29 Pažnice Union

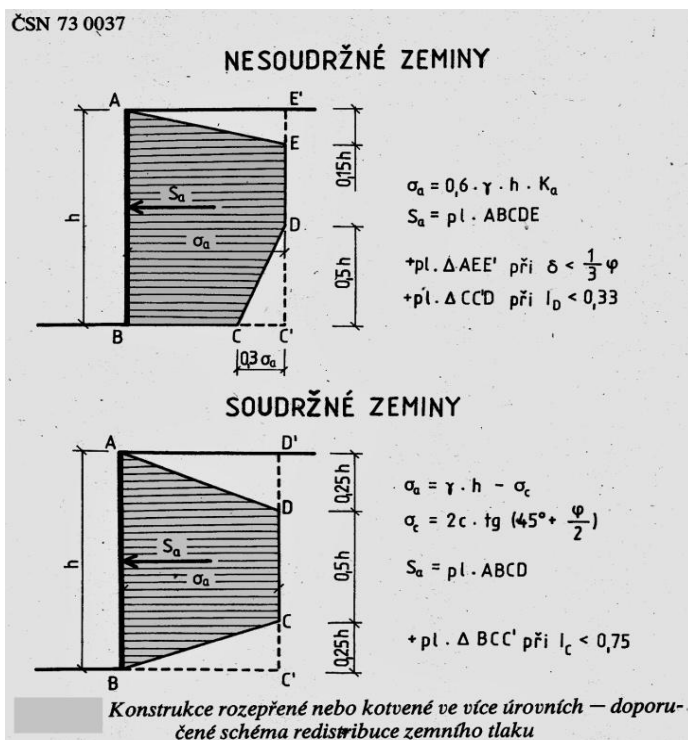


Obr. 30

Pažení záporové (berlínské)



Obr. 31 Statické působení pažení



Obr. 32

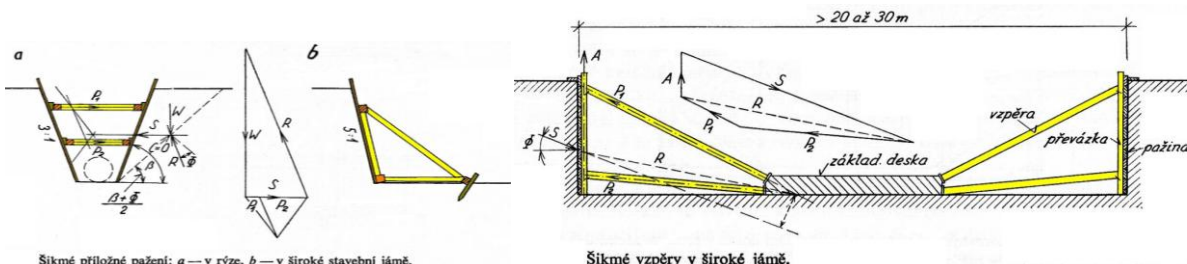
Dimenzování roubení (viz např. již neplatná ČSN 73 0037/1990)

- γ ...objemová tíha zeminy
- δ ...tření mezi zeminou a pažením (roubením)
- φ ...smykový parametr – úhel (vnitřního) tření zeminy
- c ...smykový parametr – soudržnost
- σ_a ...napětí/zatížení rubu pažení (roubení) od aktivního zemního tlaku
- σ_c ...snížení zatížení rubu pažení (roubení) od soudržnosti
- K_a ...koeficient aktivního zemního tlaku
- I_D ...relativní ulehlost nesoudržné zeminy
- I_c ...stupeň konzistence soudržné zeminy
- S_a ...výslednice (zatížení) aktivního zemního tlaku na pažení (roubení)

Výška, na kterou není třeba v „soudržných“ zeminách zajišťovat výkop pažením (výkop se udrží pouze vlivem soudržnosti):

$$h_c = \frac{2c_{ef}}{\gamma \sqrt{K_a}}$$

- kde:
- h_c ... bezpečná výška nezapaženého výkopu
 - c_{ef} ... efektivní soudržnost zeminy
 - γ ... objemová tíha zeminy
 - K_a ... koeficient aktivního zemního tlaku



Šikmé příložné pažení: a – v rýze, b – v širokém stavební jámě.

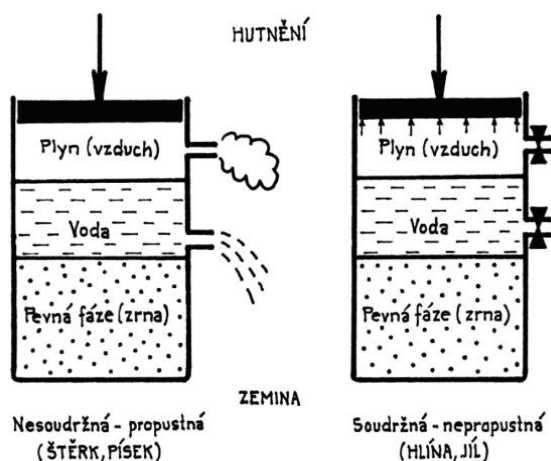
Šikmé vzpěry v širokém jámě.

Obr. 33 Statické zatížení na šikmé příložné pažení. Zajištění širokého výkopu se vzpěrou

14. Zhutňování zemin

Při zřizování násypů, zásypů a podsypů ze zemního materiálu musí být zemina hutněna. Hutnění má následující funkce:

- Snížení obsahu pórů v zemině n (u běžných zemin v přirozeném uložení činí pórovitost: štěrk 35÷45 %, písek cca 30 %, hlína a jíl 40÷60 %),
- Současné zvýšení smykové pevnosti (ϕ , c) a objemové hmotnosti (ρ) resp. snížení stlačitelnost (tzn. zvýšení E_{def}) a snížení propustnosti (k),
- Hutnit násypy, zásypy a podsypy se musí vždy, když je to alespoň trochu možné, a to především pro eliminaci budoucích deformací násypu, zásypu nebo podsypu. Jejich samovolné dohutnění (od vlastní tíhy, od přitížení v nadloží, proudovým tlakem vody či dynamickými účinky) vede pouze k **poruchám v nadloží či v okolí** ustaveného zemního tělesa!
- Nejlépe se zhutňují nesoudržné zeminy (písky a štěrky), nejobtížněji zeminy soudržné (hlína/prach a jíl) – viz odst. 14.1.



Obr. 34

Jednoduchý model znázorňující chování nesoudržných a soudržných zemin při hutnění a objasňující obtížnost hutnění soudržných zemin

14.1 Skupiny zhutnitelnosti zemin podle již neplatné ČSN 72 1002/1993 (Klasifikace zemin pro dopravní stavby) [zrušena 2010]

- **Skupina 1 – výborná zhutnitelnost** (např. štěrky a písky, štěrkopísky – čisté či lehce zahliněné),
- **Skupina 2 – dobrá zhutnitelnost** (např. štěrky a písky, štěrkopísky – silně zahliněné, silně štěrkovité či písčité hlíny),
- **Skupina 3 – vyhovující zhutnitelnost** (např. slabě štěrkovité či písčité hlíny, hlíny nízké plasticity),
- **Skupina 4 – nevyhovující zhutnitelnost** (např. hlíny vysoce plastické, jíly).

14.2 Metody zhutňování

- Statické přitížení povrchu (obvykle násypem),
- Dynamická konsolidace (těžké pádové hutnicí desky),
- Vibroflotace (svislá vibrátorová torpéda),
- Odstřelem,
- Proléváním vodou,
- **Válcováním** (podle funkce máme válce statické, vibrační, oscilační, vibrační desky; podle konstrukce jsou válce hladké, pneumatikové, ježkové, rýhované, příkopové apod.),

- **Vibrační (výbušné) pěchy** (tzv. „žáby“),
- **Ruční pěchování**, ponorné či příložné vibrátory apod.

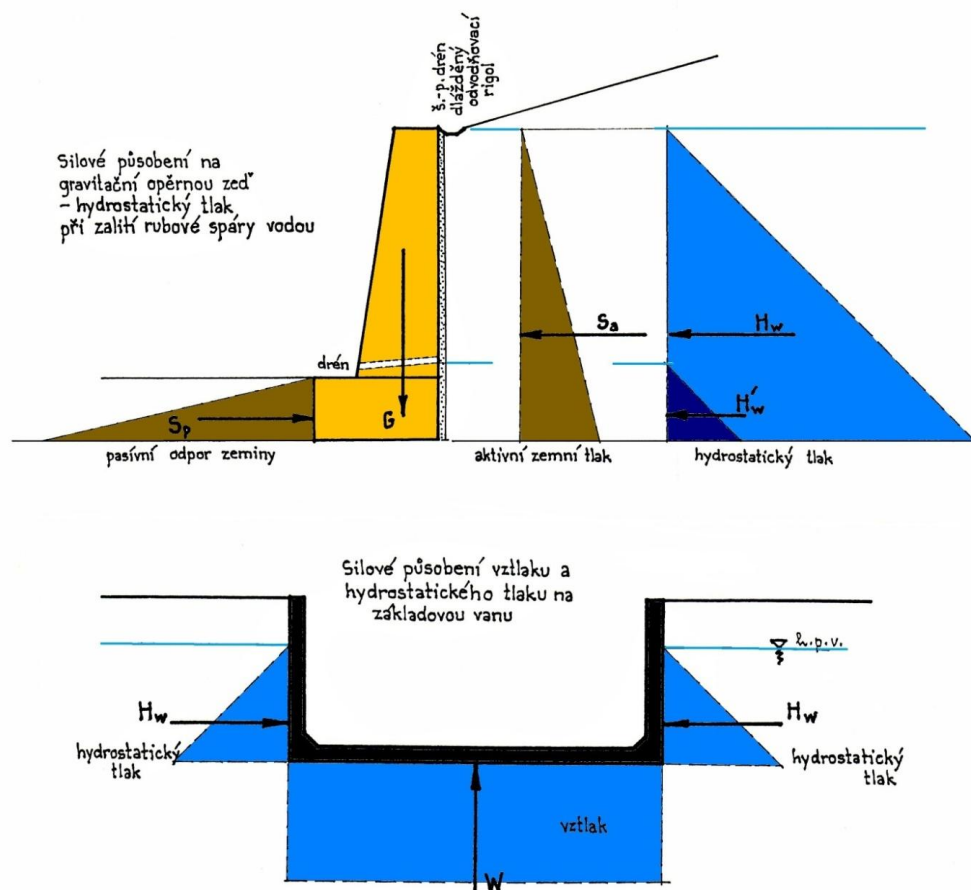
Poznámka: Běžně využitelné metody zhutňování jsou zvýrazněny.

15. Vliv podzemní vody na podloží/na konstrukci

Vliv (podzemní) vody může být zásadní. Bývá běžně důvodem ke změně metody či způsobu založení. Podzemní voda zvyšuje náklady na založení, přičemž se užitkové vlastnosti konstrukce nijak nezlepšují. Voda působí na stavbu následujícími vlivy:

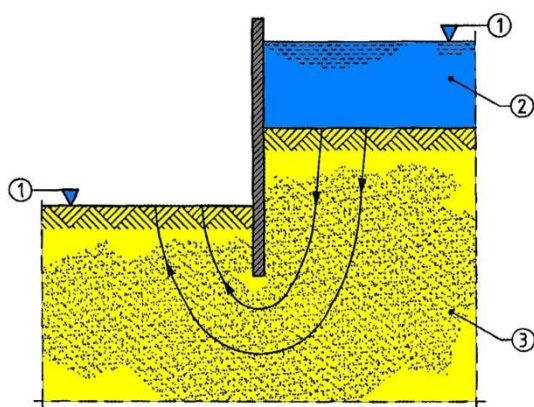
- Hydrostatickým tlakem a vztlakem,
- Proudovým tlakem,
- Kolísáním h. p. v. (= přitížením, odlehčením, vyluhováním),
- Agresivitou p. v.,
- Porušením filtrační stability zemin.

15.1 Hydrostatický tlak a vztlak na konstrukci



Obr. 35 Hydrostatický tlak a vztlak (na obr. modře) zatěžuje nepříznivě konstrukce a zhoršuje jejich stabilitu

15.2 Prolomení dna pažené stavební jámy v píscích vlivem proudového tlaku



1 úroveň výkopu (vlevo); úroveň vody (vpravo); 2 voda; 3 písek

Příklad situace, kde nadzdvížení dna může být kritické

Obr. 36 Proudí-li pod patou pažící konstrukce podzemní voda (zde zprava do leva) může dojít vlivem proudového tlaku k prolomení dna pažené (stavební) jámy

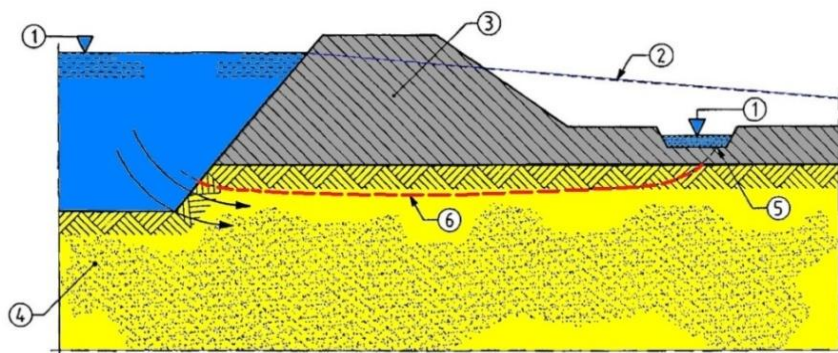
15.3 Povrchová eroze



Obr. 37 Účinky povrchové eroze způsobené volně stékající vodou po spádnicí svahu. Při patě erozní rýhy je patrný charakteristický dejekční kužel erodovaného zemního materiálu. Vhodným opatřením je vegetační ochrana či překrytí svahu ochrannými rohožemi nebo maty (obr. 20). Silnice I/50 – Uherské Hradiště

15.4 Sufóze

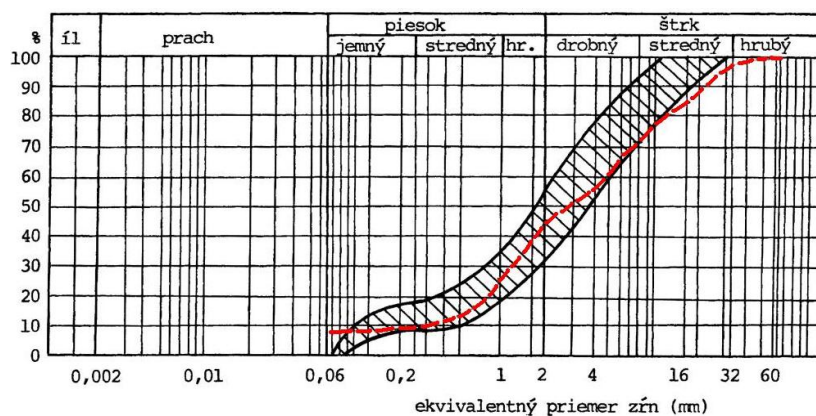
Jde o nejčastější a mimořádně nebezpečnou filtrační poruchu, při které dochází ke ztrátě filtrační stability. Sufóze je typická pro písčité šterky (obr. 39). Dochází zde k vynášení jemnějších částic vyplňujících skelet zeminy. Postupně se tak zvyšuje pórovitost, s ní propustnost, vzrůstá proudový tlak vody, jsou vyplavována stále hrubších a hrubších zrna zeminy, vznikají tak preferované cesty s následkem vývoje deformací a konečného protržení zeminového prostředí – obr. 38.



Obr. 38

Příklad podmínek, při kterých může vzniknout sufóze

- 1 hladina volné vody
- 2 piezometrická hladina v propustném podzákladí
- 3 zemina s nízkou propustností
- 4 propustná zemina
- 5 případná studna; začínající místo sufóze
- 6 možná sufóze



Obr. 39

Rozsah zemin náchylných k sufózi – písčité šterky.

Příklad zeminy sufózi postižené (červená křivka zrnitosti)



Obr. 40

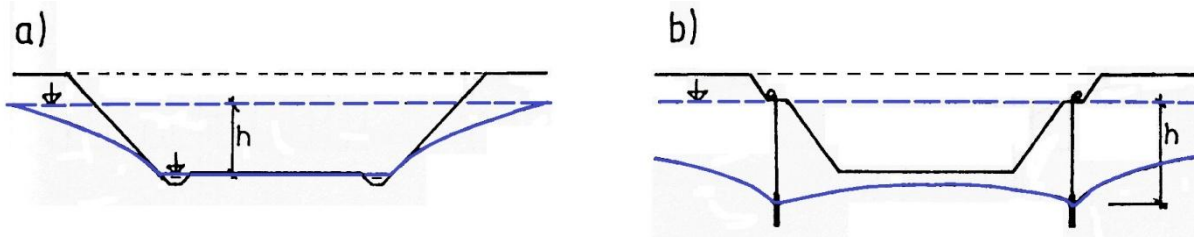
Typický příklad sufózi poruchy.

Poruchy v místní komunikaci.
Brno – Husovice.

16. Odvodňování základové půdy

Základovou půdu odvodňujeme proto, že potřebujeme stavět v suchu. Metody odvodnění lze rozdělit na (obr. 41):

- **Povrchové** – levnější, vyžaduje však dostatek prostoru. Voda se svádí svahovanými příkopy po obvodu do sběrných jímek umístěných obvykle v rozích výkopu a odčerpává se postupně s hloubením. Používá se u nehlubokých svahovaných jam v relativně stabilních zeminách (Š, P, poloskalní a skalní horniny). Vtékající voda snižuje stabilitu svahů!
- **Hlubkové** – systémem čerpacích studní zřízených po obvodu jámy. Čerpání se zahájí v předstihu, takže se hloubí již v suchu.



Obr. 41 Odvodnění stavebních jam: a) povrchové, b) hlubkové

17. Vyhláška o bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích 324/90 Sb.

ČÁST I. Všeobecná ustanovení

Rozsah platnosti §1

Výklad pojmů §2

Základní povinnosti dodavatele stavebních prací §3

Příprava staveb §4

Povinnosti při odevzdání staveniště (pracoviště) §5

Přerušování stavebních prací §6

ČÁST II. Stavební práce v mimořádných podmínkách

Základní ustanovení §7

Stavební práce v nebezpečném prostředí a v nebezpečném prostoru §8

ČÁST III. Způsobilost pracovníků a jejich vybavení

Povinnosti dodavatelů stavebních prací §9

Povinnosti pracovníků §10

ČÁST IV. Staveniště (pracoviště)

Vymezení a příprava staveniště (pracoviště) §11

Vnitrostaveništní komunikace §12

Zajištění otvorů a jam §13

Vertikální komunikace §14

Skladování

Základní ustanovení §15

Způsoby skladování §16

ČÁST V. Zemní práce

Průzkum staveniště §17

Vyznačení inženýrských sítí §18
Zajištění výkopových prací §19
Výkopové práce §20
Zajištění stability stěn výkopů §21
Svahování výkopů §22
Podzemní práce §23
Vrtné práce §24
Protlačování §25
Zemní práce v zimě §26
Ruční doprava zemin §27
Doprava kolejovou (polní) drahou §28

ČÁST VI. Betonářské práce a práce související

Bednění, podpěrné konstrukce a podpěrná lešení §29
Posuvné a speciální bednění §30
Zvedané stropy §31
Předpínání výztuže §32
Doprava a ukládání betonové směsi §33
Prefabrikáty §34
Odbedňování a uvolňování konstrukcí §35
Práce železářské §36

ČÁST VII. Zednické práce

Výroba, zpracování a doprava malt §37
Zdění §38
Stavební práce na vysokých komínech §39

ČÁST VIII. Montážní práce

Příprava montáže §40
Montážní pracoviště §41
Dílce pro montáž §42
Montážní a bezpečnostní přípravky a vázací prostředky §43
Komunikace při montáži §44
Manipulace s břemeny §45
Osazování dílců §46

ČÁST IX. Práce ve výškách a nad volnou hloubkou

Základní ustanovení §47
Zajištění proti pádu §48
Kolektivní zajištění §49
Osobní zajištění §50
Zajištění proti pádu předmětů a materiálu §51
Zajištění pod místem práce ve výšce a jeho okolí §52
Práce na střeše §53
Konstrukce ke zvyšování místa práce §54
Předání a převzetí konstrukcí §55
Výstupy §56
Práce nad sebou §57
Práce na vysokých objektech §58
Shazování předmětů a materiálu §59

Přerušení práce ve výškách §60
Krátkodobé práce ve výškách §61

ČÁST X. Bourací a rekonstrukční práce

Základní ustanovení §62
Průzkum stavu objektů §63
Přípravné práce §64
Zajištění místa bourání §65
Vstupy a vjezdy do bouraného objektu §66
Bourání střešních konstrukcí §67
Bourání svislých konstrukcí §68
Bourání podlah, stropů a jednotlivých vodorovných prvků §69
Práce nad sebou §70

ČÁST XI. Stroje a strojní zařízení

Základní ustanovení §71
Obsluha §72
Provozní podmínky strojů §73
Opravy a údržba §74
Zakázané činnosti §75
Stroje pro zemní práce §76
Lopatová rypadla, nakladače a univerzální dokončovací stroje §77
Skrejpry §78
Stroje a zařízení pro výrobu, dopravu a zpracování směsi §79
Čerpadla směsi a strojní omítačky §80
Přepravníky a zásobníky volně loženého cementu §81
Mechanické lopaty §82
Vibrátory §83
Strojní beranidla §84
Stavební elektrické vrátky §85
Jednoduché kladky pro ruční zvedání břemen §86
Řetězové zvedáky a kladkostroje §87
Stavební výtahy §88
Zabezpečení stroje při přerušení a ukončení práce §89
Výměna a nastavení pracovních nástrojů §90
Přeprava strojů §91

ČÁST XII. Práce související se stavební činností

Manipulace §92
Lepení krytin na podlahy, stěny, stropy a jiné konstrukce §93
Podlahy ze syntetických pryskyřic §94
Práce se živici §95
Natahovací zařízení na propan-butan §96
Sklenářské práce §97
Malířské a natěračské práce §98
Svařování §99
Práce a lasery §100
Potápěčské práce §101

ČÁST XIII. Společná a závěrečná ustanovení §102

ČÁST V. ZEMNÍ PRÁCE

(Pozn.: Nejdůležitější pasáže zdůrazněny autorem tohoto textu)

§17 Průzkum staveniště

- (1) Průzkum staveniště musí být řešen v rámci projektu stavby.
- (2) Na podkladě výsledků geologického průzkumu a průzkumu překážek na stavbě je projektant zemních prací povinen stanovit třídu hornin a ve spolupráci s dodavatelem opatření k zajištění bezpečnosti práce.
- (3) **Průzkum se nevyžaduje pro zemní práce do objemu 100 m³ výkopu a hloubky maximálně 2 m a při opravách podzemních vedení, pokud jsou známy geologické a hydrogeologické poměry a fyzikálně mechanické vlastnosti zemin z předcházejícího provádění zemních prací.**
- (4) Před zahájením zemních prací musí zhotovitel stavebních prací ověřit na staveništi (pracovišti) inženýrské sítě, podzemní prostory, prosakování nebo výron škodlivých látek a ve spolupráci s projektantem stanovit opatření k zajištění bezpečnosti práce.

§18 Vyznačení inženýrských sítí

- (1) Při projektování zemních prací je povinností investora, aby zjistil všechny inženýrské sítě a jiné překážky (stará nebo opuštěná důlní díla, podzemní prostory apod.) z hlediska směrového a hloubkového uložení. Projekt stavby musí obsahovat vyznačení všech inženýrských sítí a jiných překážek pod zemí, na povrchu a nad zemí. Vyznačení všech inženýrských sítí v projektu stavby musí být ověřeno a potvrzeno jejich provozovateli z hlediska směrového i hloubkového uložení.
- (2) **Před odevzdáním staveniště investor písemně odevzdá a dodavatel stavebních prací převezme vyznačení inženýrských sítí a jiných překážek. V případě, že nebyly zjištěny žádné inženýrské sítě nebo jiné překážky, potvrdí toto investor dodavateli stavebních prací.**
- (3) Před započítím zemních prací musí být odpovědným pracovníkem zajištěno na terénu vyznačení tras podzemních vedení inženýrských sítí a jiných překážek. S druhem inženýrských sítí, jejich trasami a hloubkou uložení a s jejich ochrannými pásmy musí být seznámeni pracovníci, kteří budou zemní práce provádět. Toto platí i pro trasy inženýrských sítí v blízkosti staveniště, které by mohly být stavební činností narušeny.
- (4) Při odstraňování poruch, při haváriích, při jednoduchých ručních pracích, u kterých se nezpracovává výkresová část projektové dokumentace, určí způsob zajištění inženýrských sítí a bezpečnost práce odpovědný pracovník dodavatele stavebních prací.

§19 Zajištění výkopových prací

- (1) Výkopy ¹⁵⁾ v obydleném území, na veřejných prostranstvích a v uzavřených objektech, kde se současně provádějí i jiné práce, musí být zakryty nebo u okraje, kde hrozí nebezpečí pádu do výkopu, musí být zajištěny. Je-li zajištění ve větší vzdálenosti než 1,5 m od hrany výkopu, považuje se za vyhovující zábranu jednotyčové zábradlí vysoké 1,1 m, nápadná překážka nejméně 0,6 m vysoká nebo materiál z výkopu uložený v kypřém stavu do výše nejméně 0,9 m.
- (2) Výkopy přiléhající k veřejným komunikacím nebo zasahující do nich, musí být opatřeny výstražnou dopravní značkou. V noci a za snížené viditelnosti musí být označeny červeným

výstražným světlem na začátku a na konci výkopu, případně v jiných nebezpečných místech podle místních podmínek. V mezilehlém prostoru mohou být výstražná světla od sebe vzdálena nejvýše 50 m.

(3) Přes výkopy hlubší než 0,5 m se musí zřídit bezpečné přechody o šířce nejméně 0,75 m, na veřejných prostranstvích bez ohledu na hloubku výkopu musí být přechody široké nejméně 1,5 m. Přechody nad výkopem hlubokým do 1,5 m musí být vybaveny oboustranným jednotyčovým zábradlím o výšce 1,1 m, na veřejných prostranstvích oboustranným dvoutyčovým zábradlím se zárážkou. Přechody nad výkopy o hloubce nad 1,5 m musí být vybaveny oboustranným dvoutyčovým zábradlím se zárážkou.

(4) Pro pracovníky pracující ve výkopech musí být zřízen bezpečný sestup (výstup). Ve výkopech hlubších než 1,5 m musí být zřízeny sestupy (výstupy) od sebe vzdálené nejvýše 30 m.

(5) **Okraje výkopu nesmí být zatěžovány** do vzdálenosti 0,5 m od hrany výkopu. Hranice smykového klínu stanoví projekt. Prostor smykového klínu výkopu se nesmí na povrchu terénu zatěžovat stavebním provozem, objekty zařízení staveniště, stroji, materiálem apod. kromě případů, kdy způsob zabezpečení stability stěny výkopu je řešen projektem na základě výpočtu.

(6) Při přerušení zemních prací nesmí být ohrožena bezpečnost práce. Odpovědný pracovník musí zajistit pravidelnou odbornou kontrolu údržby zábran, pažení, lávek, přechodů, přejezdů, výstražných a osvětlovacích těles apod.

(7) Před započítím zemních prací se musí okolní objekty ohrožené výkopem zabezpečit. Způsob zabezpečení objektů musí být stanoven v projektu stavby.

§20 Výkopové práce

(1) Před prvním vstupem pracovníků do výkopu nebo po přerušení práce delším než 24 hodin, musí odpovědný pracovník provést prohlídku stavu stěn výkopu, pažení a přístupů.

(2) **Výkopové práce na odlehlých pracovištích (§8 odst. 5) nesmí od hloubky 1,3 m provádět pracovník osamoceně.**

(3) O použití strojů nebo pneumatických nástrojů v blízkosti podzemních tras inženýrských sítí rozhodne dodavatel stavebních prací v dohodě s provozovatelem těchto sítí a současně provede nezbytná opatření k zajištění bezpečnosti práce.

(4) Provádět zemní práce v ochranném pásmu elektrických, plynových a jiných nebezpečných vedení, je možné pouze za předpokladu, že budou učiněna opatření zabraňující nebezpečnému přiblížení pracovníků nebo strojů k těmto vedením. Opatření se projedná s jejich provozovatelem.

(5) Při souběžném strojním a ručním provádění zemních prací je zakázáno se zdržovat v nebezpečném dosahu stroje.

(6) Nemá-li obsluha stroje dostatečný výhled na všechna místa ohroženého prostoru, nesmí pokračovat v souběžném strojním a ručním těžení na jednom pracovním záběru.

(7) Při ručním provádění výkopových prací musí být pracovníci při práci rozmístěni tak, aby se vzájemně neohrožovali.

(8) Při dopravě materiálu do výkopu nebo z výkopu se nesmí pracovníci zdržovat v ohroženém prostoru.

(9) Při zjištění nebezpečných předmětů, munice nebo výbušniny, musí být práce zastaveny až do doby odstranění těchto předmětů.

§21 Zajištění stability stěn výkopů

(1) **Stěny výkopů musí být zajištěny proti sesutí.** Zajištění stěn se navrhuje a provádí podle zvláštních předpisů ¹⁵⁾ a **způsob zajištění musí být uveden v projektu stavby.**

(2) **Svislé stěny (boky) ručních výkopů musí být zajištěny pažením od hloubky větší než**

- a) 1,3 m v zastavěném území,
- b) 1,5 m v nezastavěném území.

Vstupují-li do těchto výkopů pracovníci, **musí mít výkopy světlou šířku nejméně 0,8 m**, pokud nestanoví zvláštní předpisy jinak.¹⁵⁾ **V zeminách nesoudržných, podmačených nebo jinak náchylných k sesutí a v místech, kde je nutno počítat s opakovanými otřesy, musí být stěny zabezpečeny i při menších výškách stěn.**

(3) Je zakázáno sestupovat nebo vystupovat z výkopů po konstrukci pažení, vstupovat do strojem vyhloubených výkopů, které nejsou zajištěny podle odstavce 2, bez vhodné ochrany pracovníků (ochranný rám, bezpečnostní klec, rozpěrné konstrukce apod.).

(4) Zjistí-li se ve stěnách výkopů větší balvany, zbytky stavebních konstrukcí a jiných nesoudržných materiálů, které by mohly svým tlakem uvolnit zeminu, musí se tyto zajistit proti uvolnění nebo odstranit. Obnažené potrubní vedení ve stěně výkopu musí být ihned zajištěno proti průhybu, vybočení a rozpojení.

(5) Při ručním odstraňování pažení se musí postupovat zespodu za současného zasypávání odpaženého výkopu tak, aby byla zajištěna bezpečnost práce.

(6) Hrozí-li nebezpečí sesutí stěn výkopu nebo poškození blízko stojících konstrukcí při přepažování a odstraňování pažení, ponechá se pažení v potřebné výšce ve výkopu.

§22 Svahování výkopů

(1) Sklony svahů výkopů¹⁵⁾ určuje projektant.

(2) Při změně geologických a hydrogeologických podmínek oproti projektu je povinen pracovník odpovědný za provádění zemních prací po konzultaci s projektantem upřesnit určený sklon svahu.

(3) **Podkopávání svahů je zakázáno.** Vzniknou-li pochybnosti o stabilitě svahu, musí pracovník odpovědný za provádění zemních prací určit a zajistit opatření k zamezení sesutí svahu a vzniku úrazu.

(4) Při nepříznivých povětrnostních podmínkách, při kterých může dojít k ohrožení stability svahu, se nesmí pracovníci zdržovat na svahu ani pod svahem.

(5) Při práci na svazích se sklonem nad 1 : 1 a výšce větší než 3 m musí být provedena opatření proti sklouznutí pracovníků nebo sesunutí materiálu.

(6) Pracovat současně na více stupních ve svahu nad sebou je dovoleno, pokud jsou vytvořeny bezpečné podmínky pro zajištění pracovníků na nižších stupních.

§23 Podzemní práce

(1) Podzemní práce musí být prováděny v souladu s projektem stavby, s podmínkami stanovenými při povolování prací a s technologickým postupem. Projekt nebo technologický postup musí řešit technologii ražení, výztuž, dopravu hmot a materiálu, větrání, odvodňování, popřípadě osvětlení a ochranu před povrchovými vodami.

(2) Podzemní práce musí být prováděny tak, aby se zabránilo nežádoucímu uvolnění horninového masivu a vypadávání horniny a aby byla zajištěna potřebná ochrana povrchových objektů a veřejných zájmů.

(3) Profil a vyztužení podzemních prostor musí odpovídat životnosti a účelu, kterému bude objekt sloužit.

(4) Velikost záběru a technologie ražení musí odpovídat místním podmínkám, zejména vlastnostem horniny a použitému zařízení.

(5) Vstup z povrchu do vodorovných a úklonných podzemních prostorů musí být zabezpečen proti pádu uvolněných částí horniny, předmětů a proti pádu osob do nich.

(6) Vyústění podzemních prostorů na povrch musí být zajištěno proti pádu osob a předmětů.

(7) Každé pracoviště musí mít bezpečně schůdný a volný východ dosažitelný z kteréhokoli místa práce.

- (8) Pro práce v blízkosti jiných podzemních prostor stanoví dodavatel stavebních prací potřebná bezpečnostní opatření.
- (9) Pro bezpečné zajištění pracovišť v případě mimořádné události (průvaly zvodnělých hornin, ujetí okolních hornin apod.) musí být k dispozici potřebné množství materiálu. Druh, množství a místo jeho uskladnění musí být určeno v technologickém postupu.
- (10) Narušená část horniny se musí včas strhnout nebo jinak řádně zabezpečit. Stržení a odtěžení musí být provedeno z bezpečného místa vhodnými pracovními pomůckami, které musí být k dispozici na pracovišti.
- (11) Při podzemních pracích musí být stále přítomen na povrchu další pracovník.

§24 Vrtné práce

- (1) Pro vrt nebo skupinu obdobných vrtů musí být zpracován technologický postup, který musí obsahovat zejména vlastní technologii práce, bezpečnostní, protipožární, hygienická a další potřebná opatření.
- (2) Při výběru místa vrtu je nutno dbát, aby nebyla narušena povrchová a podpovrchová zařízení, jakož i podzemní prostory a rozvody. Ochrana veřejných zájmů musí být řešena už v projektu stavby.
- (3) Před zahájením vrtných prací musí být pracovníci seznámeni s technologickým postupem, který musí být na pracovišti.
- (4) Ustavení vrtné soupravy a jejího příslušenství musí být provedeno tak, aby zajišťovalo bezpečný provoz.
- (5) Při vrtání musí dodavatel stavebních prací určit bezpečnostní okruh z hlediska pádu věže nebo materiálu. Musí být vyloučen kontakt pracovníků s pohyblivými se nebezpečnými částmi zařízení.
- (6) Po dokončení vrtu o průměru 0,2 m a více musí být jeho ústí až do zahájení betonáže případně jiné navazující činnosti zakryto poklopem nebo jiným vhodným způsobem.
- (7) Při nutném vstupu pracovníka do vrtu musí být vrt zapažen v celé délce a provedeno opatření podle §8 odst. 6. V okolí ústí vrtu se musí provést opatření proti pádu materiálu a předmětů. Pracovník sestupující do vrtu musí být vybaven osobním zajištěním proti pádu. Po celou dobu činnosti ho musí zajišťovat nejméně dva pracovníci.

§25 Protlačování

- (1) Při uvedení protlačovacího zařízení do chodu se smí v blízkosti hydraulických částí stroje zdržovat jen pracovník, který stroj řídí.
- (2) Při posunu protlačované roury se nesmějí ve vstupní jámě vykonávat žádné jiné práce.
- (3) Pokud při protlačování vstupují za účelem odtěžení nebo z jiného důvodu do protlačované roury pracovníci, platí zvláštní předpisy.¹⁶⁾

§26 Zemní práce v zimě

- (1) Způsob těžby, dopravy zmrzlé zeminy a případného rozmrazování musí být stanoven již ve výrobní přípravě a musí zajistit požadavek bezpečnosti práce pracovníků a ochranu dotčených podzemních inženýrských sítí.
- (2) Prostor, v němž je prováděno rozmrazování a kde by mohlo vzniknout nebezpečí (propadnutí, popálení apod.), musí být zřetelným způsobem vymezen.
- (3) Při rozmrazování chemickými látkami nesmí být použity látky, jejichž působením by se zemina stala nebezpečnou zdraví nebo nastala kontaminace povrchových a podzemních vod i dalších složek životního prostředí těmito látkami v nepřipustných a zdraví škodlivých koncentracích.¹⁷⁾

§27 Ruční doprava zemin

- (1) Házečky pro dočasné uskladnění vykopané zeminy musí být připevněny tak, aby neohrožovaly bezpečnost pracovníků a stabilitu pažení nebo výkopu. V případě, že se házečky připevňují na části pažení, musí být pažení k tomuto účelu přizpůsobeno.
- (2) Pro dopravu zeminy kolečkem nebo japonkou musí být zřízena dostatečně široká a pevná dopravní cesta se sklonem nejvýše 1 : 5, bez prudkých přechodů a s neklouzavým povrchem.
- (3) Pro zásyp dopravovaný do výkopu hlubšího než 1,5 m kolečkem musí být zřízena při okraji výkopu pevná zarážka.

18. Zavalení hlubokého výkopu pro kanalizaci, způsobené nevhodným uložením výkopku u horní hrany rýhy a nedostatečným pažením s následkem 2 smrtelných úrazů

