

Kurs: „Kvalifikovaný stavitel koupacích jezírek“



Výkopy, pažení, předpisy,
bezpečnost práce



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)
- Místo ní 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**
- Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí (73 1000) - ČSN EN 1997-1/2006 (+ Oprava 1/2009) Část 1: Obecná pravidla a ČSN EN 1997-2/2008 (+ Oprava 1/2010) Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy

Výkop

- Provádějí pracovníci odpovídající odbornosti
- Hloubí se ve 3 (dříve v 7) třídách těžitelnosti
- Je prováděn podle projektu (=> geometrie a způsob hloubení)
- Výkop je svahován, případně s kolmými (nepaženými či paženými) stěnami

Těžitelnost zemin

Příloha D ČSN 73 6133/2010 (Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací)

12.10.2011

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 lžice, 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 geofyzikálními měřeními (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.

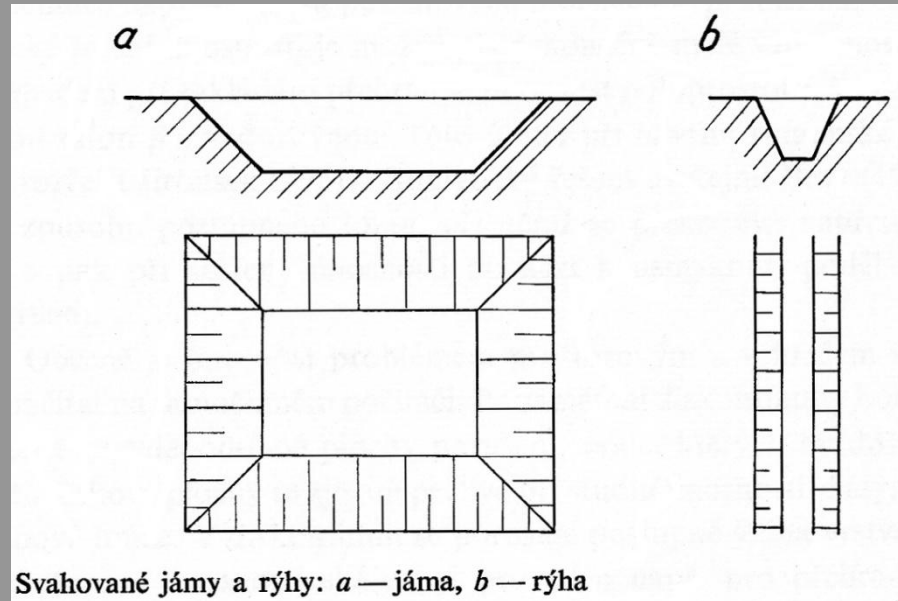
Zatřídění se provádí v každém profilu podle projektové dokumentace.

Tabulka D.1 – Klasifikace do tříd rozpojitelnosti 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

Svahování dočasných výkopů

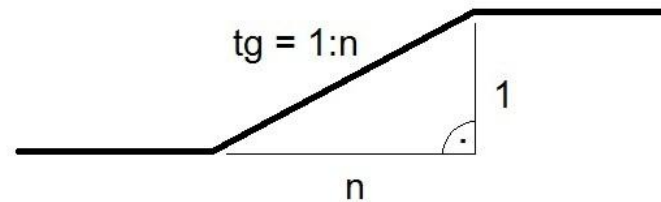
- Velmi hospodárná metoda
- Sklony svahů by měly být co nejstrmější (ekonomika – kubatura, zábor území), současně musí být i **bezpečné**
- Sklony svahů vycházejí z fyzikálně-mechanických vlastností horniny (γ , φ , c , voda) a doby trvání (reologie) **výkopu**



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

Druh horniny	Přípustný sklon svahu (poměr výšky k půdorysné délce svahu)
Prachovitá hlína	1:0,25
Jílovitý štěrk	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 štěrk	1:1

sklon svahu je dán tangentou



Sklony svahů vyšších než 3 m jsou obvykle prokazovány výpočtem (u výkopů hlubších než 6 m vždy!)

Přibližné sklony šikmých svahů výkopů (literatura)

Sklony svahov v skalných horninách a hrubozrnných zeminách

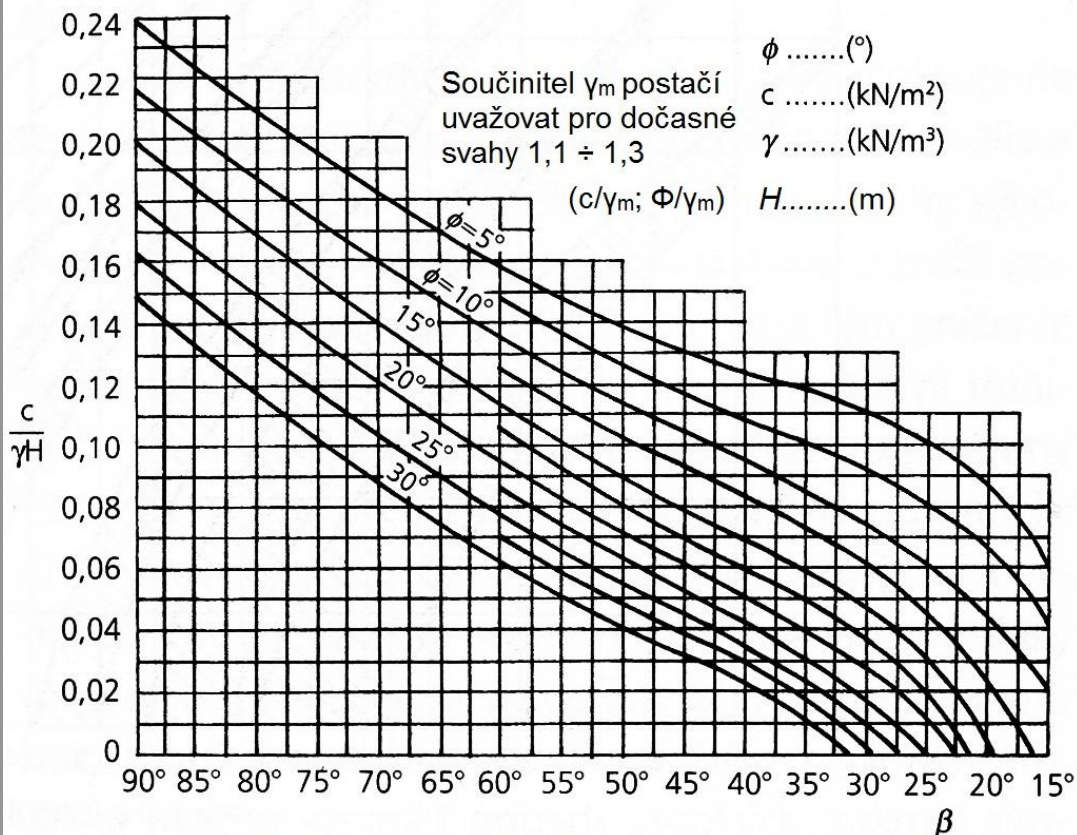
(P. Turček, 2004)

Hornina	Sklon svahu	
	dočasný	trvalý
Zdravé skalné horniny	5 : 1	
Navetrané horniny	3 : 1	
Balvanitý štrk	1 : 0,75	
Štrk s pieskom, ostrohranný piesok	1 : 1,25	1 : 1,5
Okrúhly hrubozrnný piesok	1 : 1,5	1 : 1,75
Okrúhly jemnozrnný piesok	1 : 1,75	
Piesok v svahu s vyvierajúcou vodou	1 : 2,5 až 1 : 3,5	

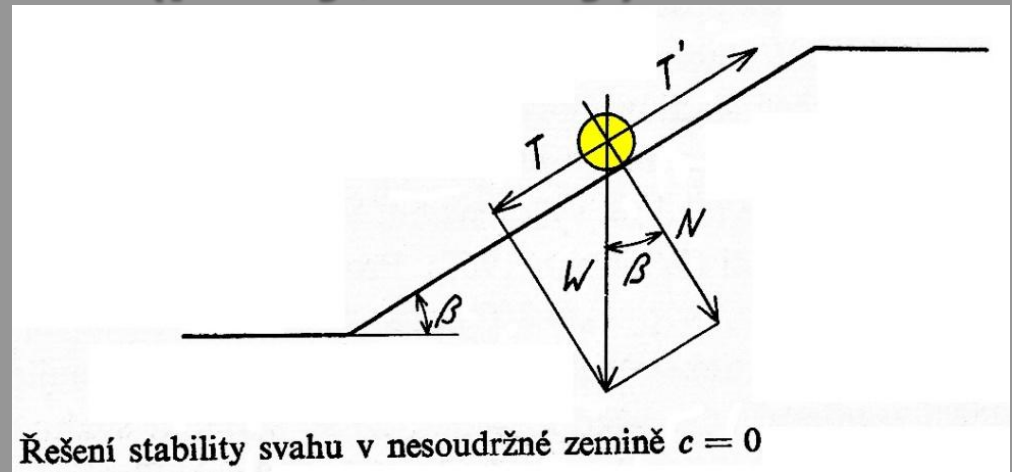
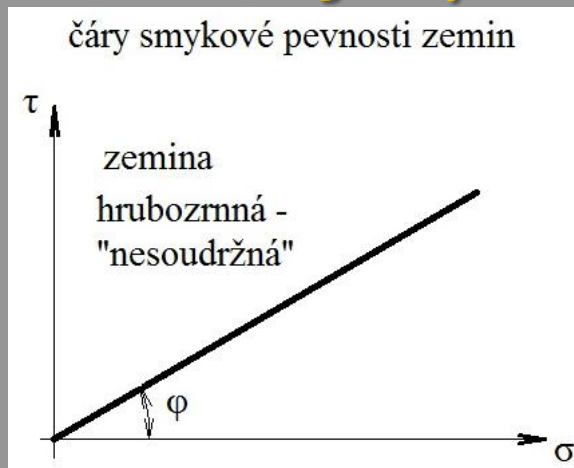
Sklony svahov v jemnozrnných zeminách

(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
Piesčitá (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

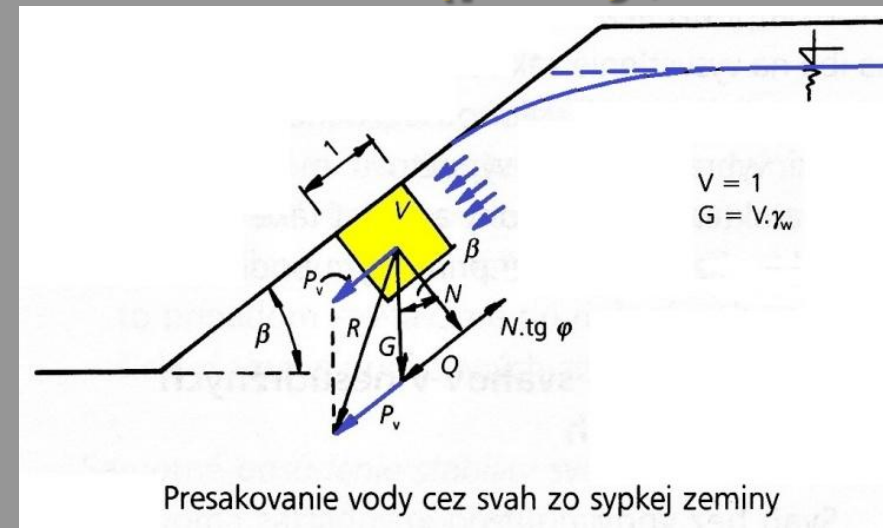
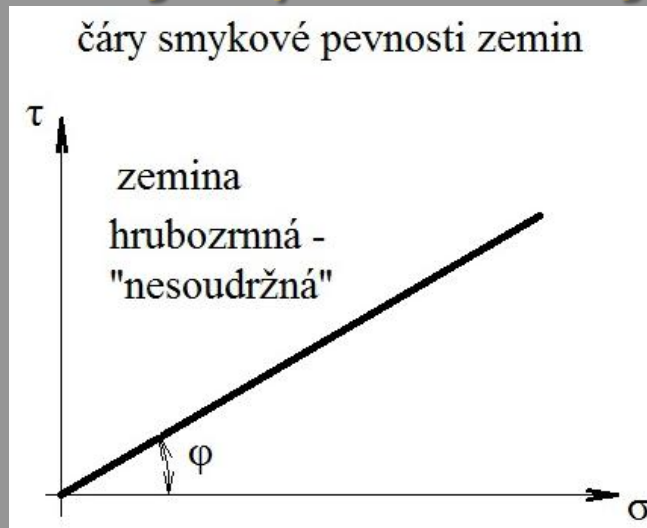


Posouzení stability svahu v hrubozrnných (nesoudržných) zeminách (písky, šterky)



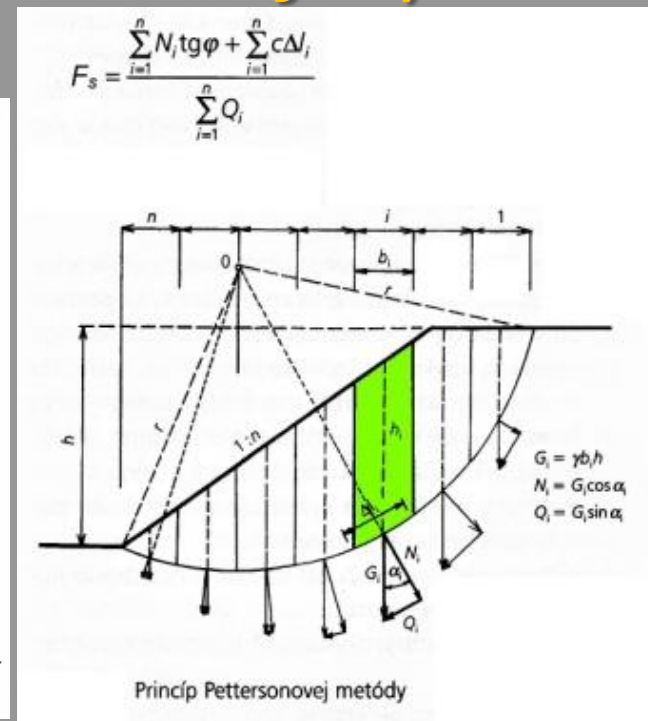
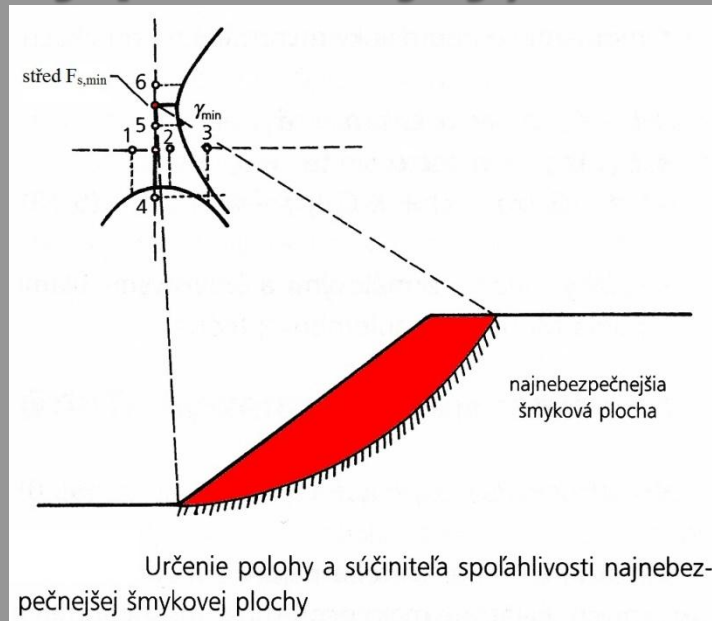
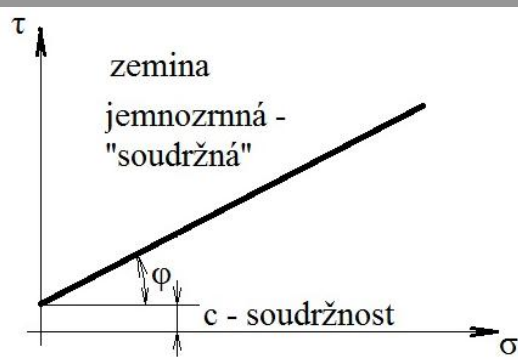
- Svah se poruší podle **rovinné smykové plochy**
- Zrno (jednotkový element) zeminy tíhy W . Při sklonu svahu β , lze tíhu rozložit na normálovou ($N = W \cdot \cos \beta$) a tangenciální ($T = W \cdot \sin \beta$) složku
- Složka N vyvoluje tření $T' = N \cdot \tan \varphi$ proti pohybu zrna po svahu
- Podmínka rovnováhy (nehybnosti zrna): $T' - T \geq 0$
- $W \cdot \cos \beta \cdot \tan \varphi - W \cdot \sin \beta \geq 0 \Rightarrow \tan \varphi \geq \sin \beta / \cos \beta \Rightarrow \varphi \geq \beta$.
- Stupeň stability svahu $F_s = \tan \varphi / \tan \beta = \text{tangentu úhlu tření (= smyková pevnost) ku sklonu svahu (daného jeho tangentou)}$

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



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

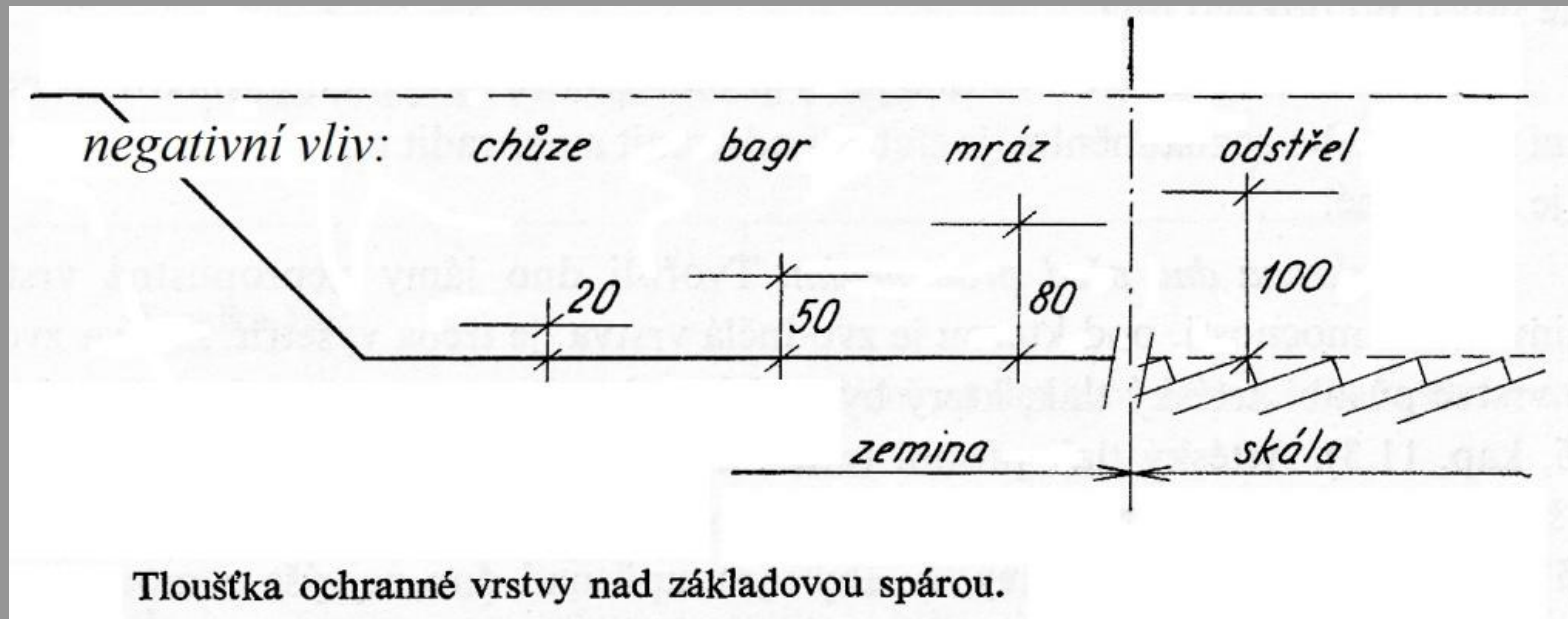
Stabilita svahu v jemnozrnných (soudržných) zeminách (hlíny/prach a jíly)

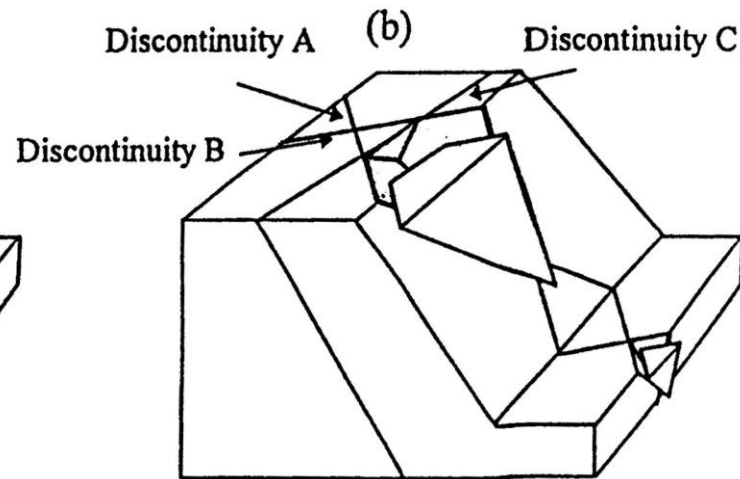
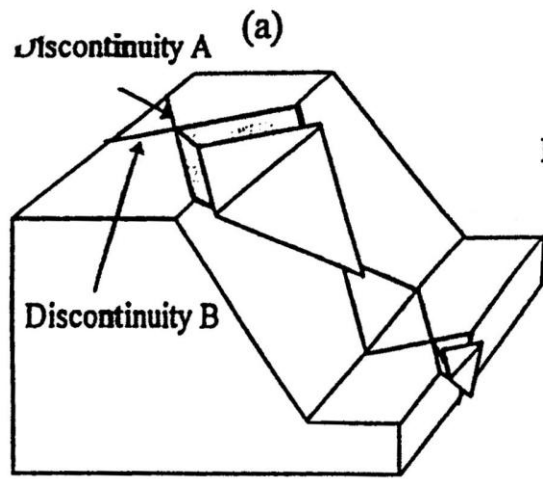


- Se zvyšující se soudržností se smyková plocha zakřivuje
- Stabilita svahu se nejčastěji řeší s použitím válcové (rotační) smykové plochy
- Stupeň stability na smykové ploše se hledá pomocí řady metod. Nejčastěji jsou to **metody „proužkové“** (Pettersen, Bishop ap.)
- Nejnebezpečnější stav ($F_{s,min}$) se nachází aproximací
- Typická algoritmizovaná úloha (GEO5)

Ochranná vrstva nad základovou spárou (nad projektovanou úrovní výkopu)

- Nerovnosti dna výkopu vyrovnány obvykle v toleranci ± 50 mm

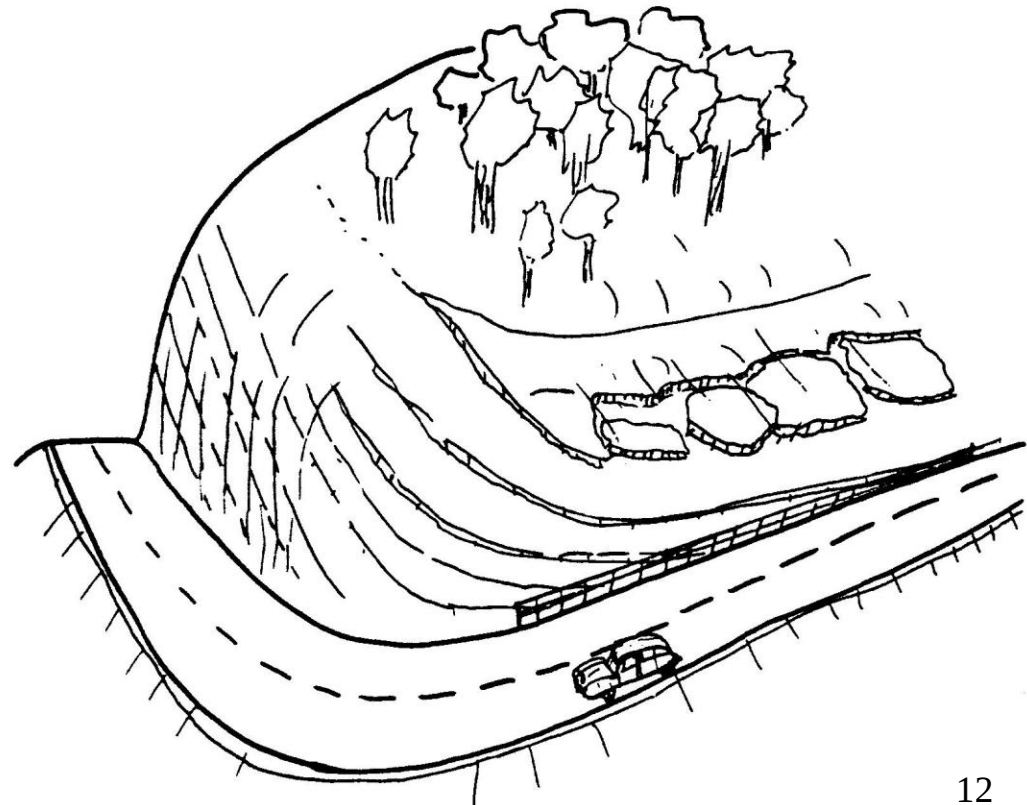




Nebezpečné klíny způsobené 2 a 3 systémy diskontinuit

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

12.10.2011

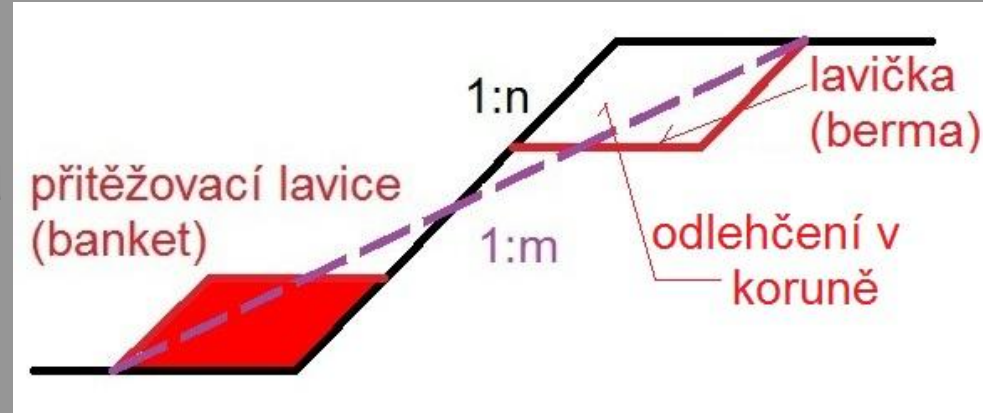


Bloky horniny ohrožující při nepříznivém uklonění komunikaci

Zajištění nestabilních svahů výkopů

❑ Úprava tvaru svahu

- Odlehčení aktivní části sesuvu a přetížení paty lavicí (banketem) - měníme $\emptyset$ a tedy sklon svahu! Náročné na prostor – zabere plochu uvnitř i vně výkopu



❑ Odvodnění tělesa

- Snížení hydrostatického tlaku vody v makropórech a snížení vztlaku
- Účinné a ekonomické opatření (cca 10x a více levnější než opření nebo kotvení)

❑ Opření svahu nebo jeho kotvení, pokrytí svahu ochrannou vrstvou včetně vegetace (meshe a maty, osetí, osázení)

- Stěny (tarasy) [riskantní - podřezáváme svah], pilotové a podzemní stěny, kotvy, kombinace opatření

DUCKBILL®

Zemní kotevní systémy



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

Kotvy Duckbill exkluzivně 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 žádně vnější plechy
- ideální pro citlivé, historické a chráněné stavby
- spolehlivý prakticky u všech přemístitelných zemních podmínek
- schopný zahrnout vysoké pruty



Nahoře - skryté Duckbill kotvy stabilizují amorfni opěrnou zeď

Vlevo - Duckbill kotvy zabezpečují kamennou zeď z gabionu a geotextilie patní zdi

Dole - schované kotvy Duckbill v masivní blokové opěrné zdi



stabilizace svahu použitím kotev Duckbill

Macmat® protierózní výstužná rohož / Biomac® protierózní biodegradovatelná rohož

Macmat® R je vystužená georohož s natavenou trojdimenzionálnou polymérovou maticí na dvojzákrutové ocelové drátěné síti,

ktorá môže byť taktiež potiahnutá plastovým povlakom.



Ochrana svahov a břehov georohožami (typu Macmat®), ktoré sú počas výroby spevnené dvojzákrutovou ocelovou drátěnou sieťou.



Kladenie protieróznej biorohože Biomac® na svah.

MACMAT® GEOROGOŽE						
Typ	Typ polyméru	Hrúbka (mm)	Zosilnenie	Ťahová sila v pozdĺžnom smere (kN/m)	Dĺžka rohože (m)	Šírka rohože (m)
RA*	PP	12	Dvojzákrutová drátěná sieť	35	25,00	2,00
RB**		12		43		
RC*		12		35		
RE**		12		43		

* s typom siete 6x8 Ø 2,2 mm
** s typom siete 8x10 Ø 2,7 mm

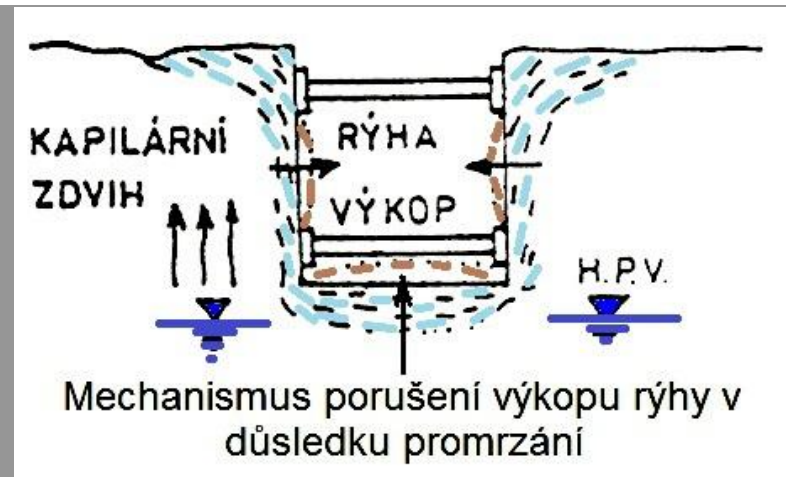
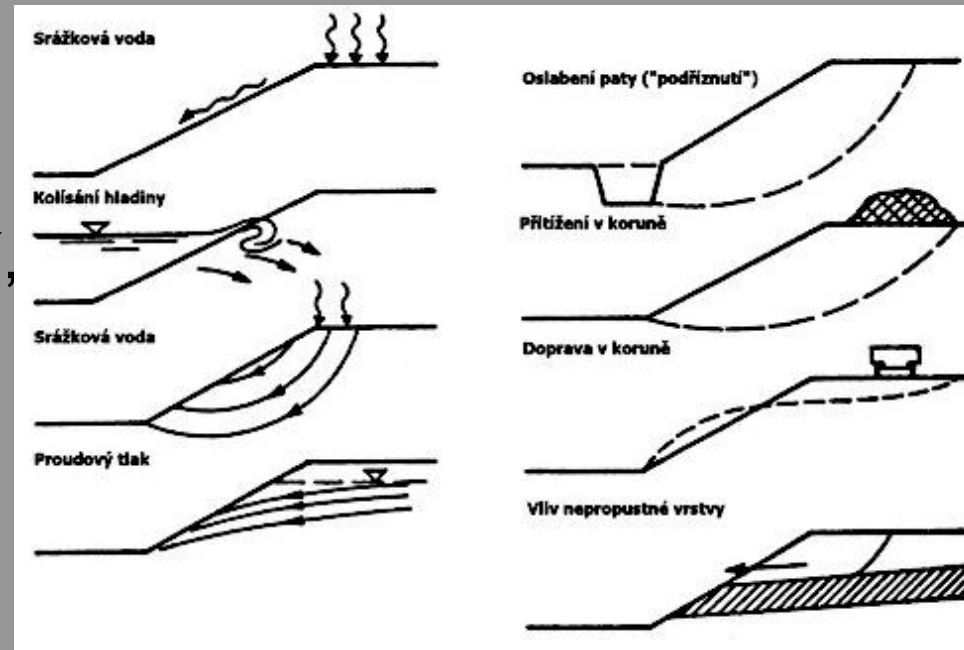
* Poplastované dvojzákrutové drátěné sieť

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 rôznymi zmesami plne biodegradovateľnými vláknami z kokosu sú dodávané na požiadanie.

Nejčastější chyby při provádění výkopů

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



Zabezpečení stěn výkopu roubením

(zásady podle dnes 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 území nezastavěném) **musí být opatřeny roubením!**
- S ohledem na stav zeminy (nesoudržné půdy), případně při opakovaných vlivech dynamických **se tato hloubka snižuje na 0,7 m!**
- Roubení strmých stěn strojních výkopů má být instalováno **bezprostředně**, s minimálním prodlením (podle typu horniny)
- Pažení se **obvykle** dimenzuje na základě **statického výpočtu** (na příslušný zemní tlak, hydrostatický 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	Počet dnů	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**

Typy roubení

■ Podle konstrukčního uspořádání:

- **Příložné** (svislé, vodorovné, pažící boxy)
- **Zátažné**
- **Hnané**

■ Podle materiálu:

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

SVISLÉ PŘÍLOŽNÉ PAŽENÍ

podélník
min. ϕ 140/160

řasna
min 38 mm

rozpěra
dřevěná nebo
ocelová

max 20

max 0,1L

0,5L

0,5L

max 0,1L

L (délka podélníku)

Zaběry

150

80

80

max 80

80 ÷ 120

80 ÷ 120

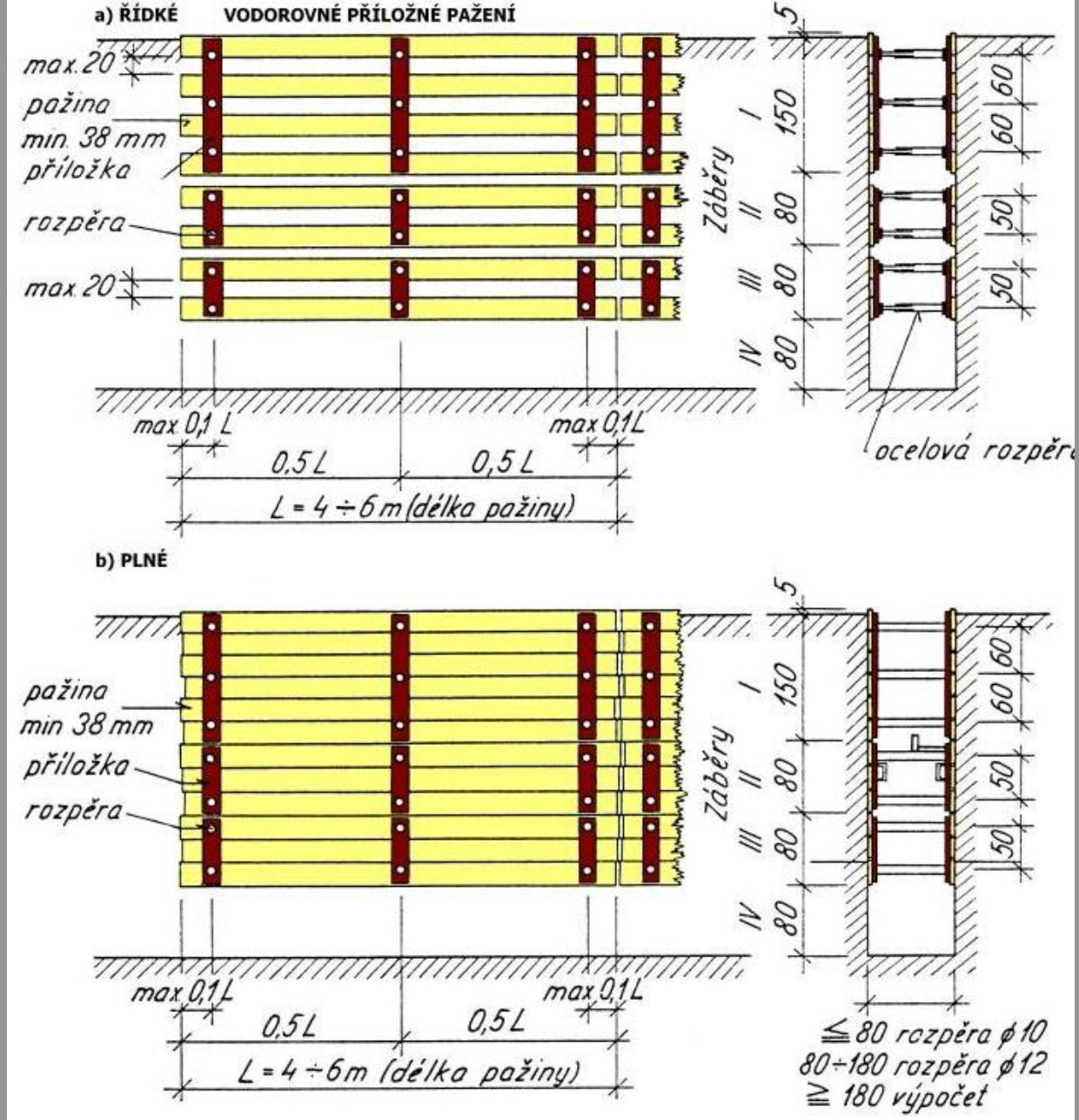
40

5

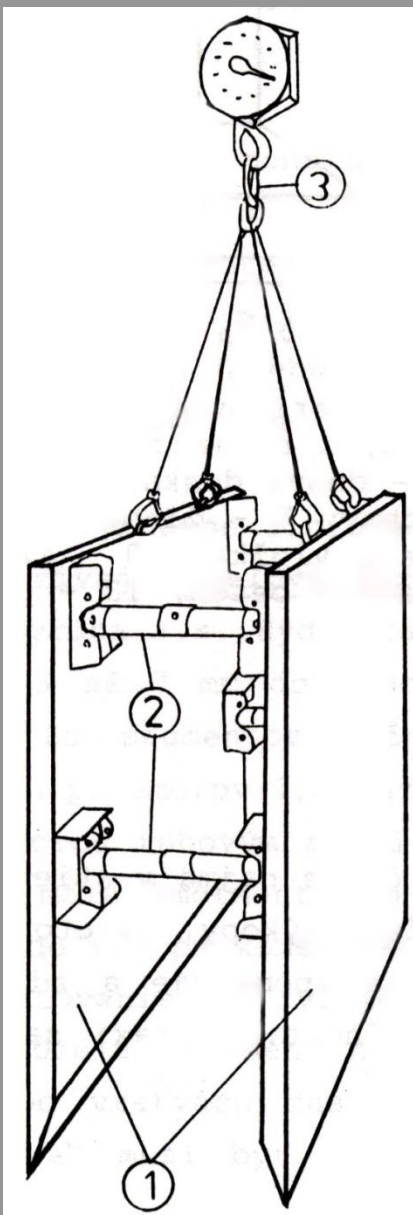
žebřík

[illegible]

Vodorovné příložné pažení



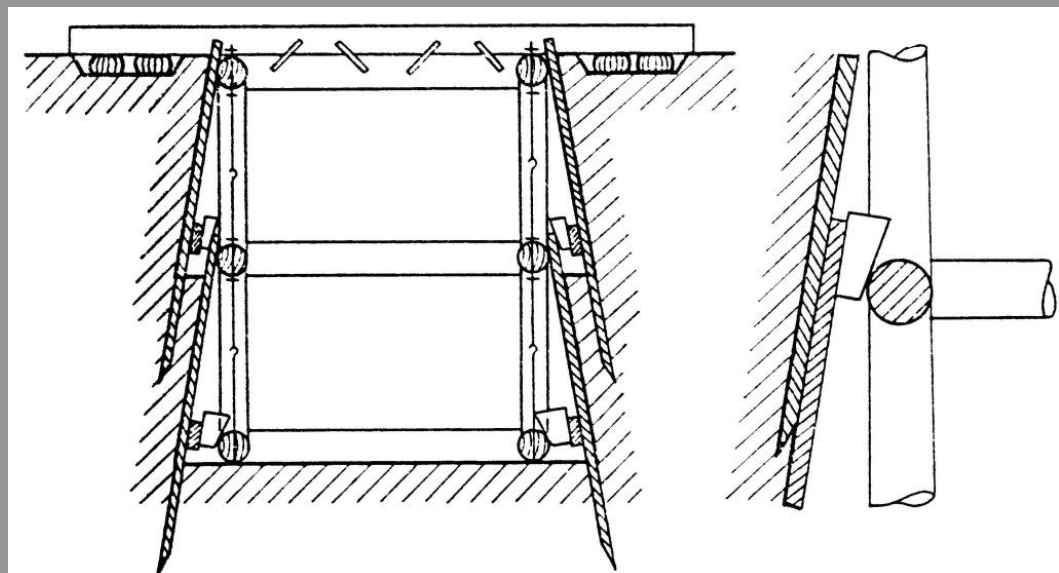
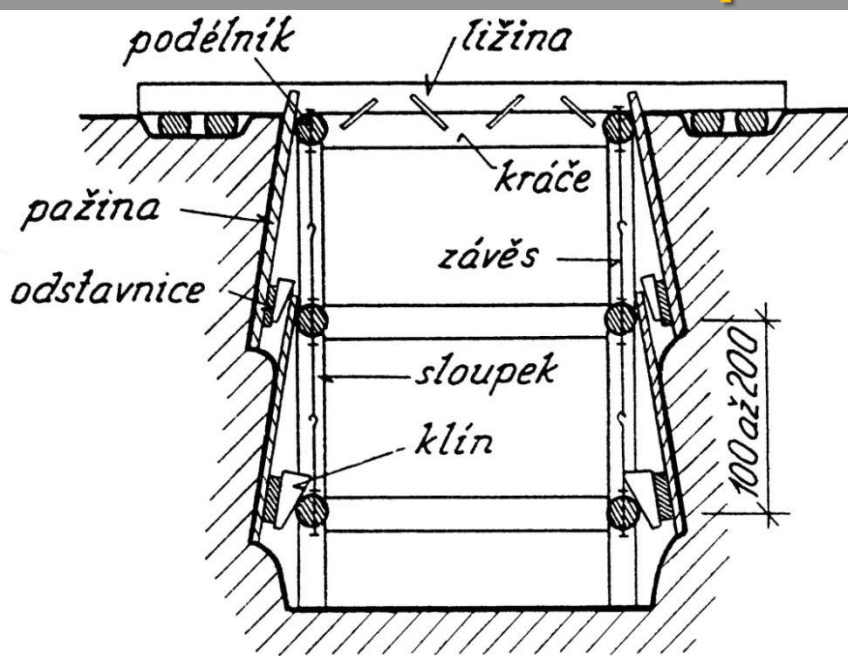
Pažící boxy



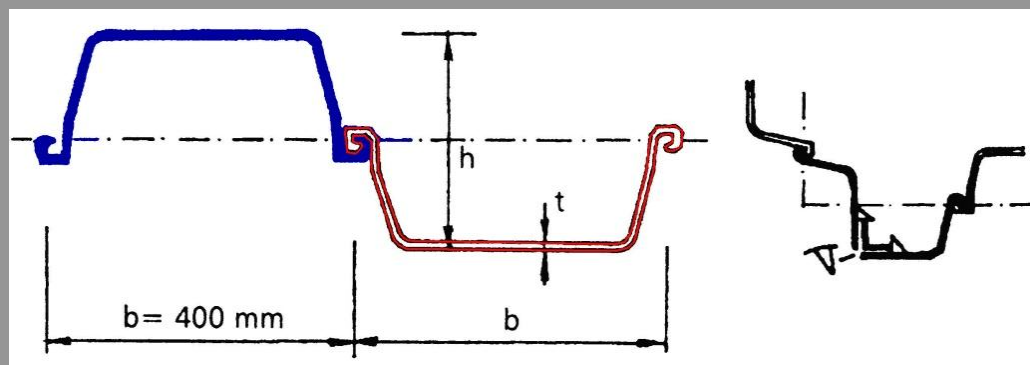
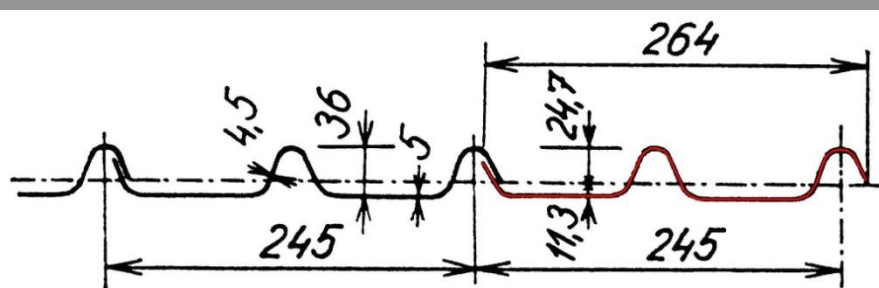
Prefabrikované ocelové paženie firmy KRINGS (SRN)

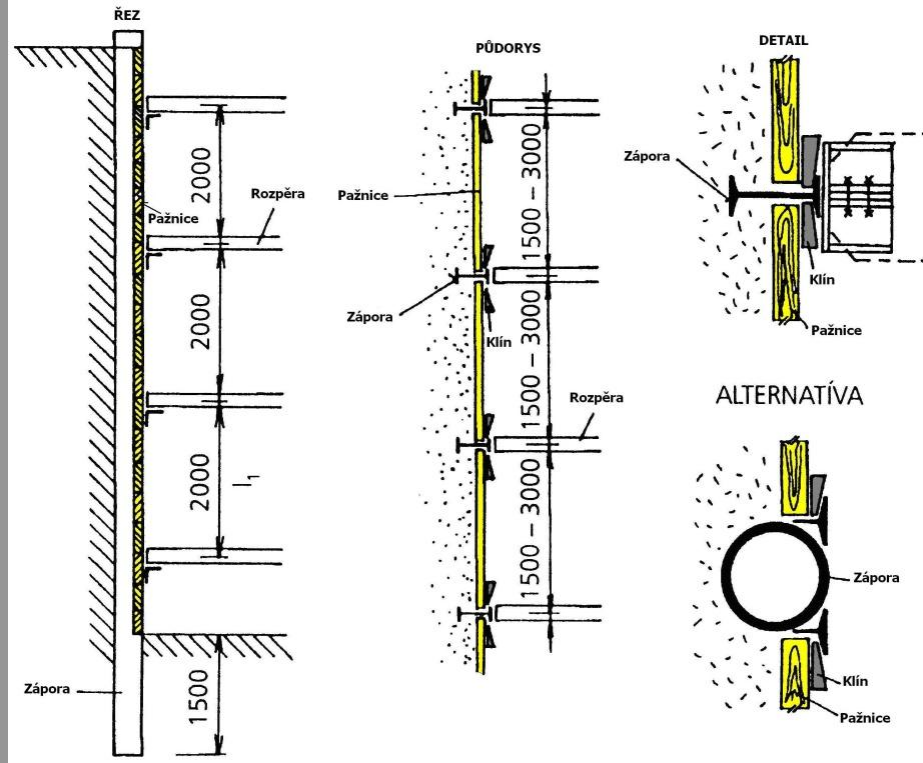
1- zvarané pažiacie dosky, 2 - rozpery - dvojčinné hydromotory, 3 - závesné oko.

Zátažné a hnané pažení

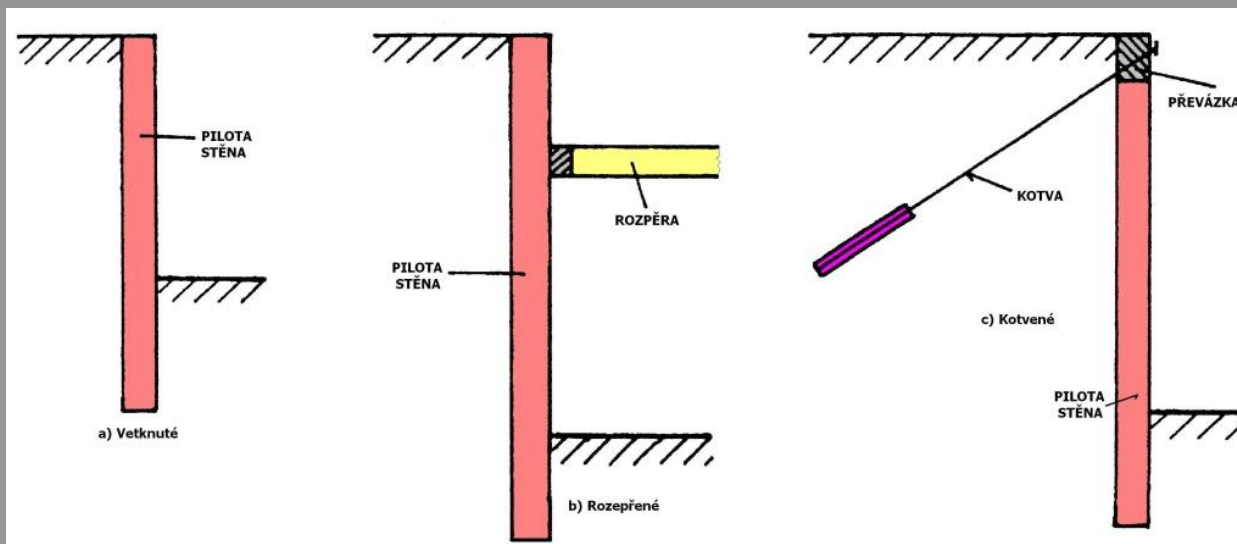


Pažnice Union a štětovnice Larsen





Pažení záporové (berlínské)



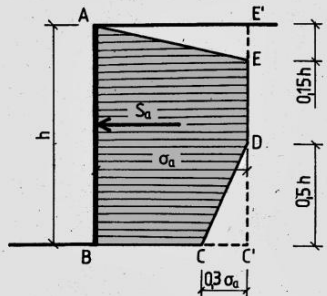
Statické působení pažení

Dimenzování roubení

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

ČSN 73 0037

NESOUDRŽNÉ ZEMINY



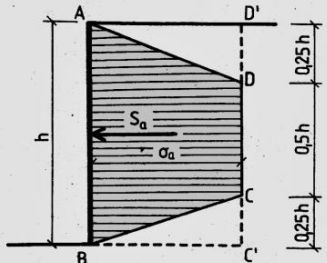
$$\sigma_a = 0,6 \cdot \gamma \cdot h \cdot K_a$$

$$S_a = p_l \cdot ABCDE$$

$$+ p_l \cdot \Delta AEE' \text{ při } \delta < \frac{1}{3} \varphi$$

$$+ p_l \cdot \Delta C'DD' \text{ při } I_0 < 0,33$$

SOUDRŽNÉ ZEMINY



$$\sigma_a = \gamma \cdot h - \sigma_c$$

$$\sigma_c = 2c \cdot \tan(45^\circ + \frac{\varphi}{2})$$

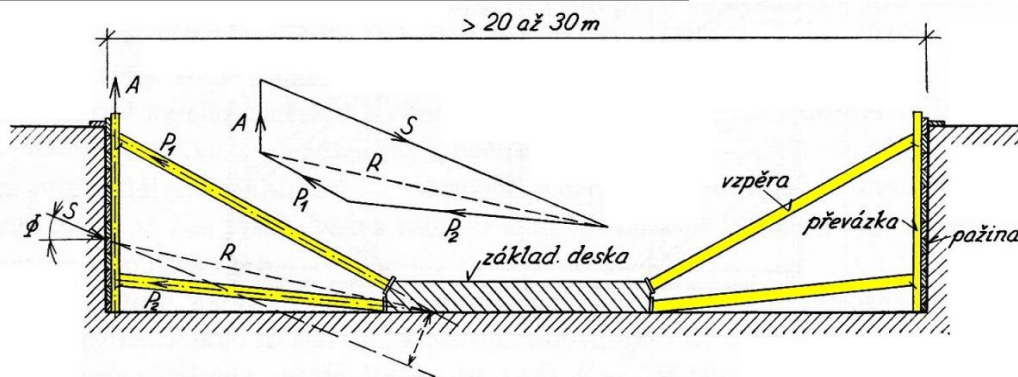
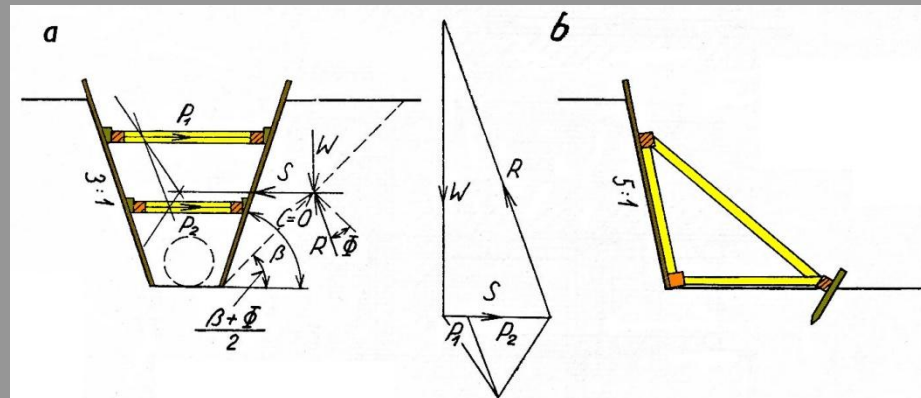
$$S_a = p_l \cdot ABCD$$

$$+ p_l \cdot \Delta BCC' \text{ při } I_c < 0,75$$

Konstrukce rozepřené nebo kotvené ve více úrovních — doporučené schéma redistribuce zemního tlaku

- Výška na kterou není třeba v „soudržných“ zeminách pažit (výkop se udrží vlivem soudržnosti):

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



v rýze, b — v široké stavební jámě.

Šikmé vzpěry v široké jámě.

Vyhláška č. 324/1990 Sb. o bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích

■ ČÁST V. Zemní práce *(aktuální § zdůrazněny)*

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

§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 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 kyprém 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 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. V zeminách nesoudržných, podmáčených 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 výkopů 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.

§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.

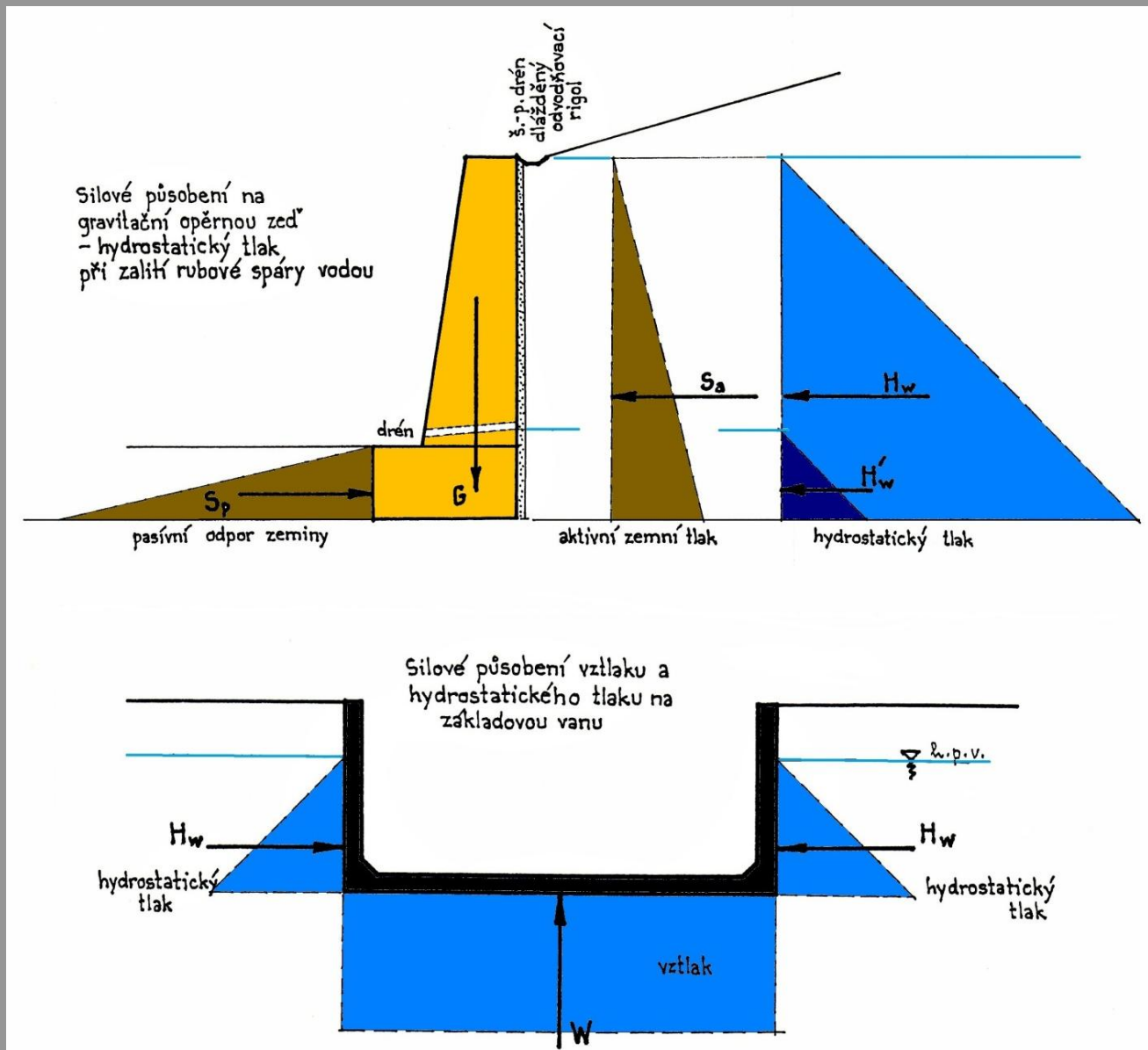
§ 27 – Ruční doprava zemin

- (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.

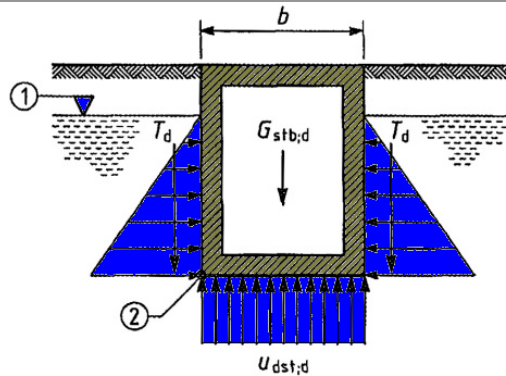
Změny podloží

- **Vliv (podzemní) vody** může být zásadní
- Bývá běžně důvodem ke změně metody či způsobu založení
- Voda zvyšuje náklady na založení, přičemž se užitkové vlastnosti konstrukce nijak nezlepšují
- Voda působí na stavbu:
 - Hydrostatickým tlakem a vztlakem
 - Proudovým tlakem
 - Kolísáním h. p. v. (= přetížením, odlehčením, vyluhováním - viz)
 - Agresivitou p. v.
 - Porušením filtrační stability zemin:
 - Hydraulickým prolomením podloží
 - Ztekucením zemin
 - Hydraulickým potrháním
 - Erozí
 - Kolmatací
 - Sufózí

Hydrostatický tlak a vztlak na konstrukci



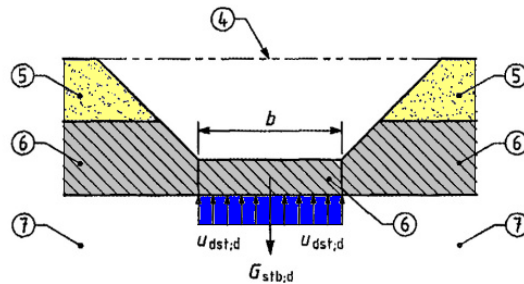
Hydrostatický tlak a vztlak na konstrukci



a) Vztlak na zasypanou konstrukci uzavřeného tvaru

1 hladina podzemní vody

2 nepropustný povrch



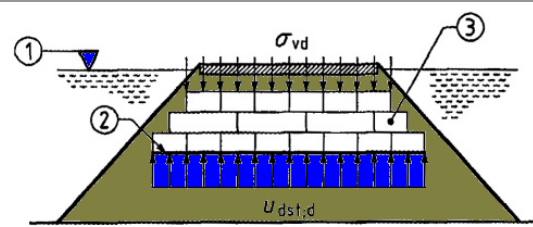
c) Vztlak na dno výkopu

4 původní povrch základové půdy

5 písek

6 jíl

7 štěrky

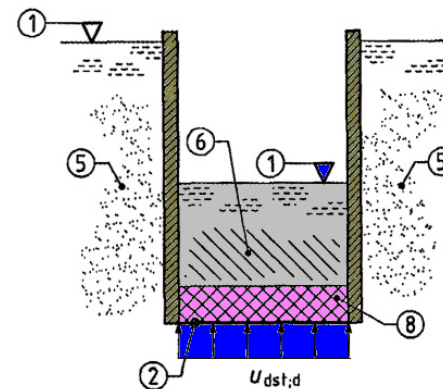


b) Vztlak na lehký násyp během povodně

1 hladina podzemní vody

2 nepropustný povrch

3 lehký násypový materiál



d) Provádění desky pod hladinou vody

1 hladina podzemní vody

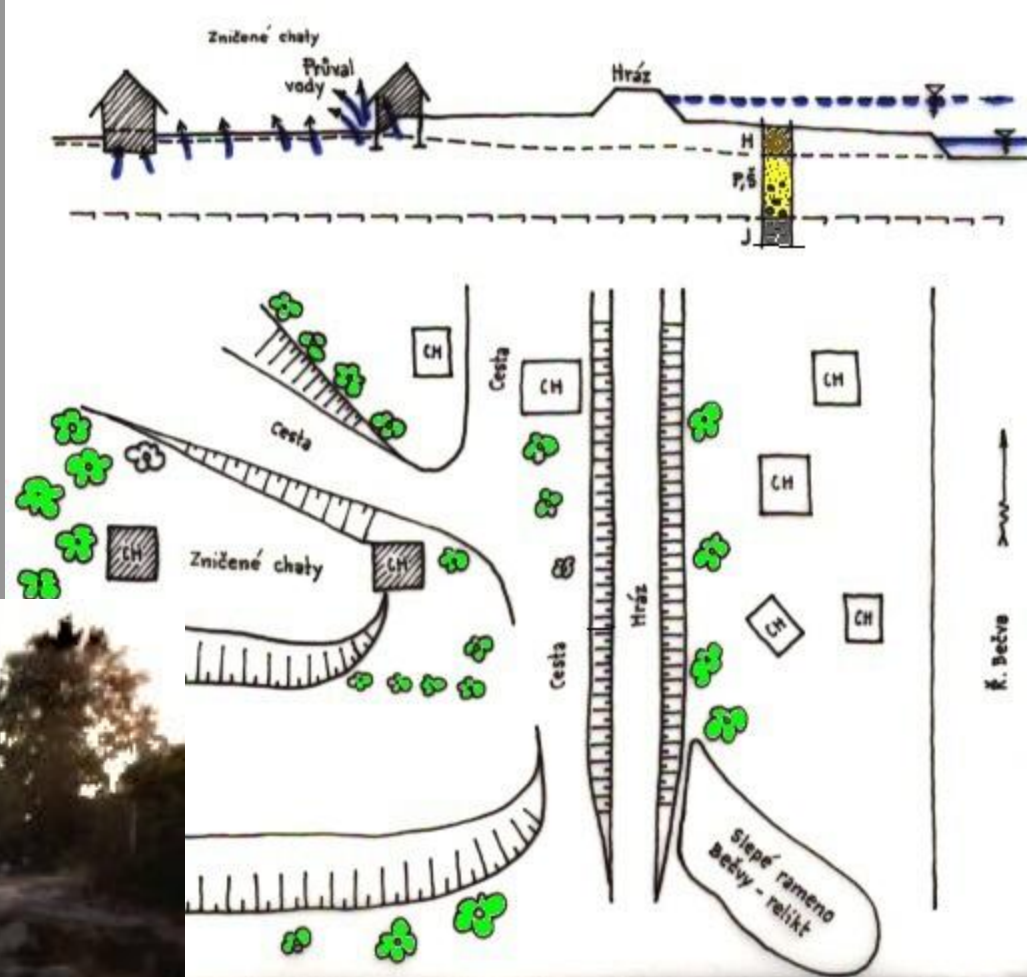
2 nepropustný povrch

5 písek

6 jíl

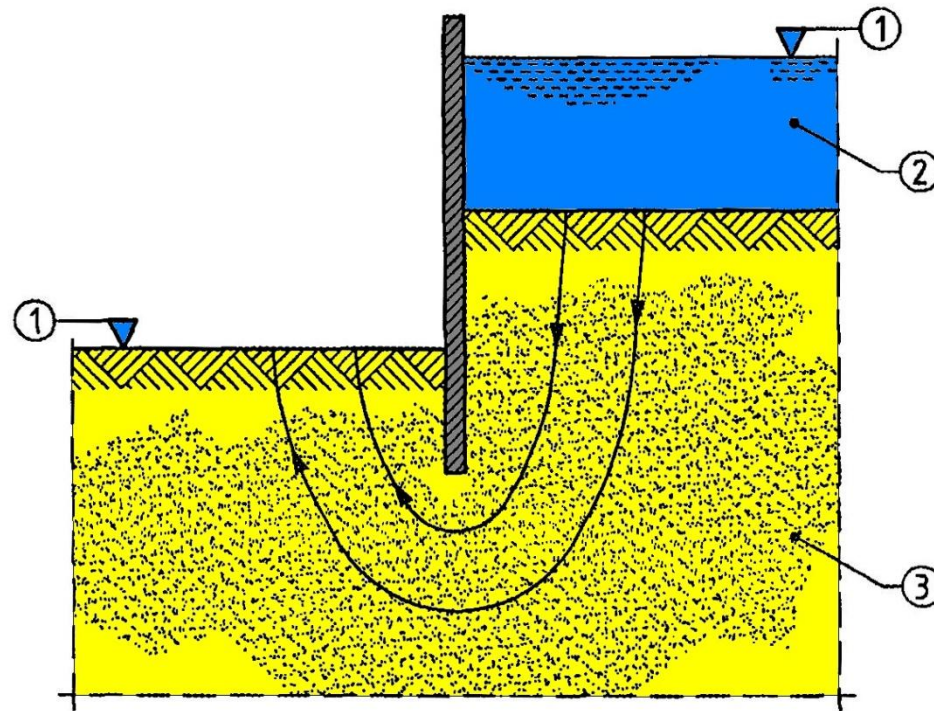
8 injektovaný písek

Vztlkové prolomení podloží



- **Zničení** dvou chat v vztlkovém prolomením podloží v místě bývalého ramene řeky Bečvy – povodně 1997

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

Povrchová eroze



Silnice I/50 –
Uherské Hradiště

Erozní rýhy – Ludvíkov pod Pradědem – povodně 1997



12.10.2011

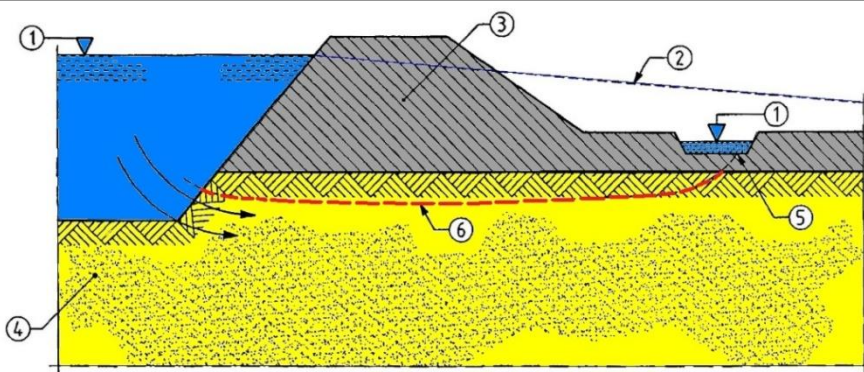
Povrchová eroze



43

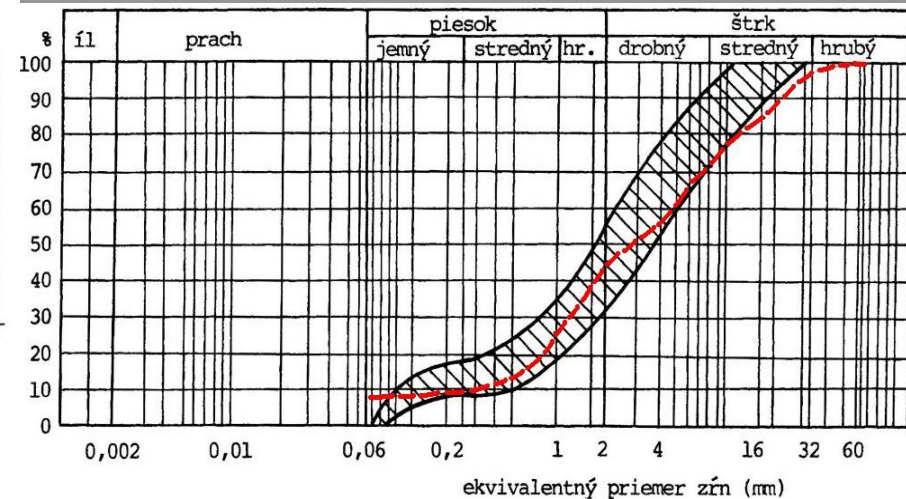
Sufóze

- Nejčastější a mimořádně nebezpečná filtrační porucha – ztráta filtrační stability typická pro písčité štěrky
- Dochází k vynášení jemnějších částic vyplňujících skelet zeminy
- Postupně se zvyšuje pórovitost -> propustnost -> proudový tlak -> vyplavování stále hrubších a hrubších částic -> preferované cesty -> deformace a protržení!



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

Příklad podmínek, které mohou způsobit sufozi





Brno - Husovice

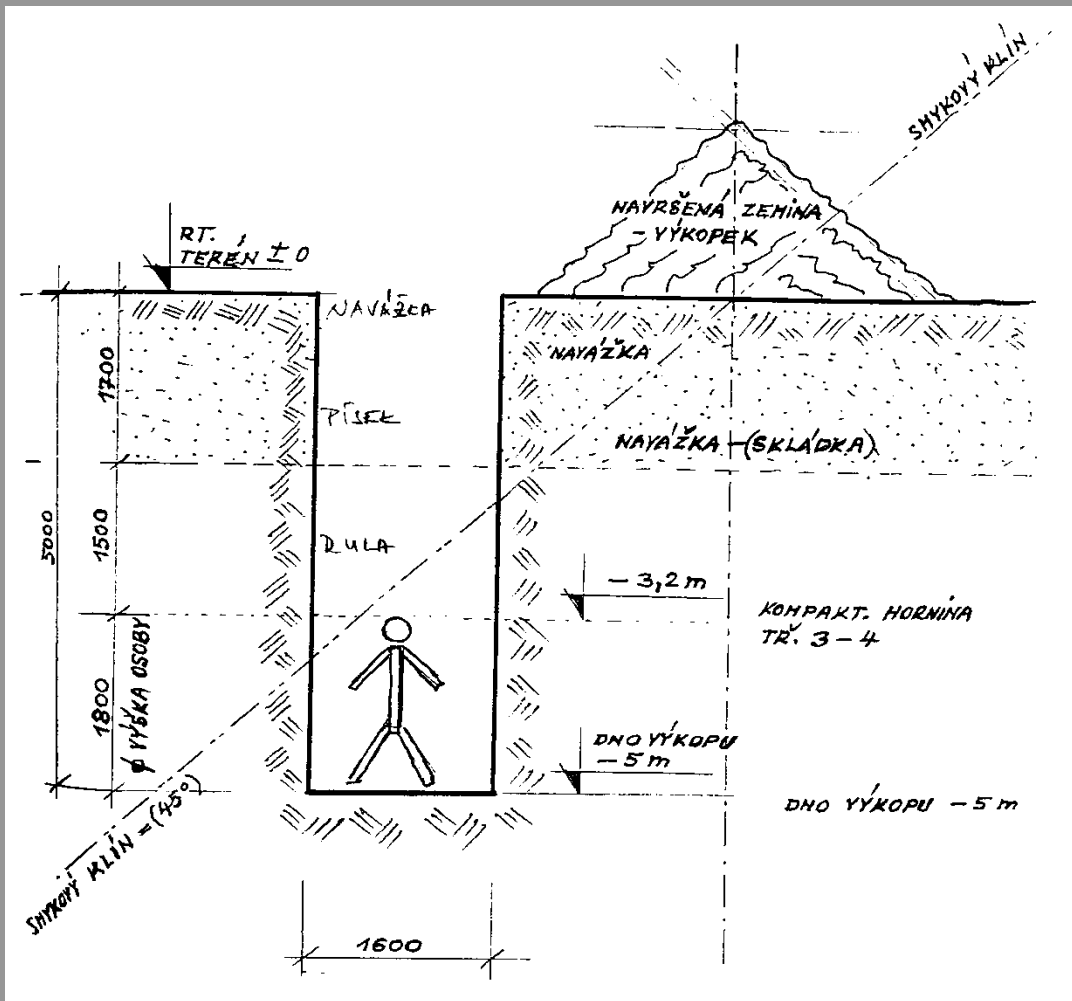


Praha – ul. Vodičkova



Zavalení hlubokého výkopu pro kanalizaci způsobené nevhodným uložením výkopku u horní hrany rýhy a podceněním pažení

2 smrtelné úrazy



Novinky: Muže zav

Oba zasypaní muži na Plzeňsku se udusili

Muže zav



Ilustrační foto

foto: PRAVO/Ivan Langer

Hasičům se podařilo dostat muže z hlíny při výkopu k vzduchové kapse,

13.7. 2006 15:47
TŘINEC - "Muž byl moravskoslezský muž tak, aby se nesunesla okolní zemina.

"Když se podařilo hlavu uvolnit, dostal muž okamžitě kyslíkovou masku, kterou přivezla sanitka. Pak se devět lidí střídalo v odhazování zeminy kolem muže, který byl při vědomí. Náročný zásah trval více než hodinu," vyřídil důstojník Kúdela. Sanitka muže odvezla do nemocnice.



Hasiči prohledávají v Chotěšově na Plzeňsku výkop, ve kterém byli zasypaní dva dělníci

foto: Patrik Biskup, Právo

Hasiči po několikahodinovém pátrání vytáhli za zavaleného výkopu v Chotěšově na Plzeňsku dva muže, které ve středu ve 20:30 zasypala zemina. Oba se pod dvouapůlmetrovou vrstvou zeminy udusili. Před půlnocí, tedy až po čtyřhodinovém pátrání, našli hasiči tělo 35letého dělníka. Tělo jeho kolegy, 44letého podnikatele, vytáhli až po osmi hodinách po závalu.

22. 10. 2008 21:11 - 23. 10. 2008 07:38 Aktualizováno - CHOTĚŠOV

Muž zemřel po zasypání hlínou ve výkopu



Hasiči se snaží vyprostit muže zavaleného ve výkopu.

foto: HZS Zlínského kraje

Dvě hodiny se ve středu snažili záchranáři pomoci muži zavalenému ve výkopu ve Zdouňkách na Kroměřížsku. Jednašedesátiletý muž při převozu do nemocnice zemřel. Zasypan byl v hloubce 2,5 metru.

13. 11. 2008 05:12 - KROMĚŘÍŽ

„Na místo vyjela jednotka profesionálních hasičů i další jednotky dobrovolných hasičů. Po příjezdu na místo bylo zjištěno, že došlo k zasypaní staršího muže ve výkopu u rodinného domu,“ řekl mluvčí Hasičského záchranného sboru Zlínského kraje Ivo Mitáček. O pomoc byli požádáni po páté hodině odpoledne.

Hasiči byli o záchranu požádáni zdravotníky, kteří na místě nemohli sami zasypaného muže dostat ven. Podle zjištěných informací muž kopal kanalizační přípojku před rodinným domem, kterou chtěl napojit na městský rozvod.

Při práci došlo k uvolnění zeminy a k jeho zavalení po pás. Přímým svědkem byl jeho syn, který se mu snažil hned pomoci. Sevržení zeminou bylo nad jeho síly a na pomoc přivolal zdravotníky.

Zemřel při převozu do nemocnice

„Hasiči se po příjezdu okamžitě pustili do záchrany zavaleného muže. V úzkém prostoru nebylo dost místa pro práci více záchranářů, kteří se tak museli postupně střídat,“ řekl Mitáček. Na místo přijel malý bagr, který ale nemohl být použit, protože měl nasazenou příliš širokou lžici. Postupem prací se kolem místa zásahu hromadila vyhrabaná hlína a na pomoc přijel další těžký stroj s radlicí.

Dramatický průběh sledoval po celou dobu záchranných prací lékař, který kontroloval jeho stav poté, co se hasičům podařilo

**KONEC
THE END
LE FIN
КОНЕЦ**

Děkuji za Vaši pozornost