



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební
Ústav technologie, mechanizace a řízení staveb

1

BW051 Technologie stavebních prací 1 2. téma

Ing. Pavel Liška, Ph.D.

Harmonogram přednášek

1. Úvod do vědního oboru technologie staveb.
- 2. Procesy zemních prací.**
3. Procesy zakládání staveb.
4. Bednění betonových konstrukcí.
5. Procesy vyztužování železobetonových konstrukcí.
6. Betonářské procesy.
7. Zdící procesy.
8. Montáž dřevěných konstrukcí a objektů.
9. Zřizování obvodových plášťů budov.
10. Provádění klempířských prací.
11. Provádění skládaných střešních plášťů.
12. Provádění střešních plášťů na plochých střechách.

Zemní práce

Zemní práce – zahrnují soubor činností, které se podílejí na vytváření zemních konstrukcí.



Procesy zemních prací

- ✓ **Přípravné práce:** vytyčení objektů, odstranění porostů a starých objektů, sejmutí ornice, vyznačení inženýrských sítí, památkově chráněných stromů,
- ✓ **vykopávky:** rozpojování, nakládání či odhoz výkopku,
- ✓ **manipulace s výkopkem:** doprava a vyložení, deponie,
- ✓ **realizace zemních těles:** rozprostírání, hutnění výkopku, úprava pláně, svahování, úprava základové spáry,
- ✓ **pomocné a zabezpečovací práce:** odvodnění, čerpání vody, roubení a pažení stěn, komunikace,
- ✓ **dokončovací práce:** humusování, zatravnění, zpevnění.

Realizace zemních prací

- ✓ **Strojně** (dnes asi 95 % objemu prací),
- ✓ **ručně** (ruční začištění v nepřístupných místech, záměrné ruční začištění základové spáry před předáním ZS).



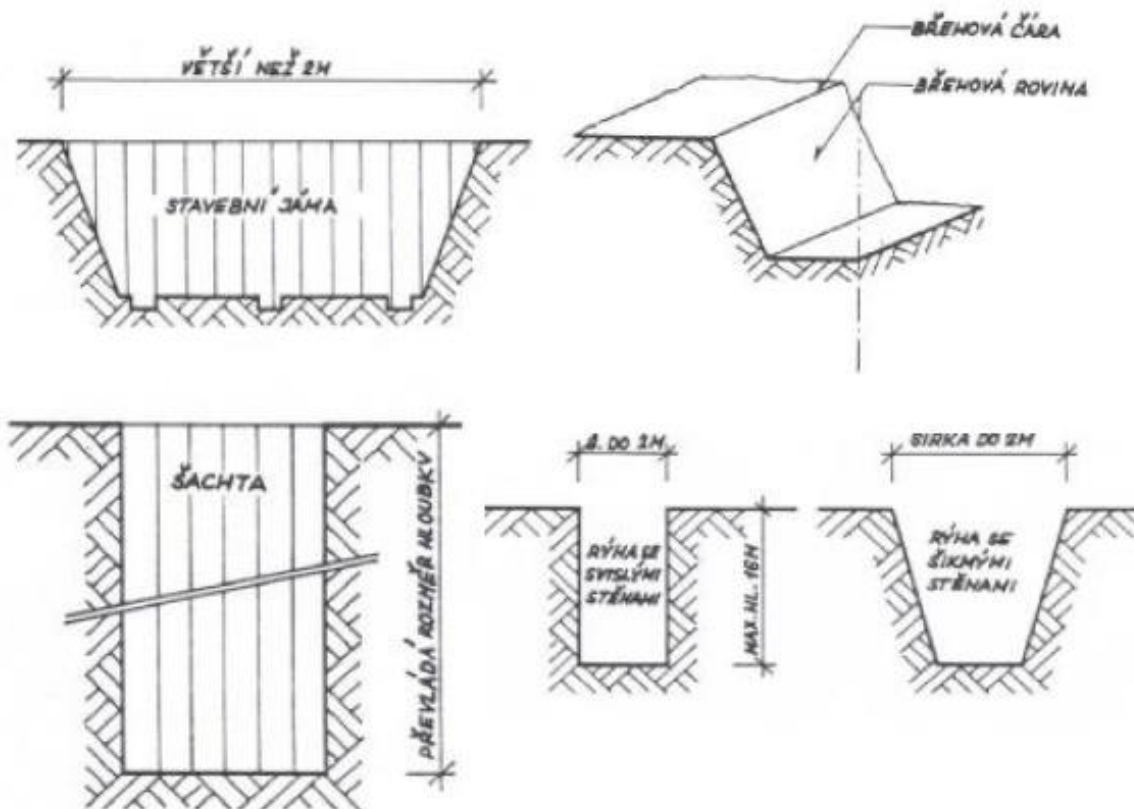
Podle polohy výkopiště se rozlišují

- ✓ **Odkopávky** – zemina se těží v různých vrstvách nad dopravní rovinou, výkopiště je obvykle přístupné ze všech stran,
- ✓ **prokopávky** – představují kopání silničních, drážních a otevřených melioračních příkopů, průplavních a vodních koryt, pracoviště je obvykle přístupné ze 2 stran,
- ✓ **hloubené vykopávky** – hloubení jam, šachet, rýh pro základy, sklepy, trubní řady, přístup k výkopišti je obvykle shora,
- ✓ **ražení štol pro kladení potrubí** – vodní štoly a tunely se razí podle podmínek pro práce tunelářské.



Dle tvaru výkopu se rozlišují

- ✓ **Jámy** – výkopy přesahující rozměr 2 m,
- ✓ **rýhy** – výkopy do šířky 2 m, převažuje délka,
- ✓ **šachty** – do půdorysné plochy 36 m², největší rozměr je hloubka.



Podle uložení výkopku se rozlišují

- ✓ **Násypy a obsypy** (silniční tělesa, zemní svahy),
- ✓ **vodní hráze,**
- ✓ **zasypávky,**
- ✓ **skládky.**



Podle vodních poměrů se zřetelem na těžení rozeznávají

- ✓ **Práce na suchu** – nad volnou nebo sníženou hladinou podzemní vody se zeminami přirozené vlhkosti,
- ✓ **práce v mokru** – se zeminami silně rozmáčenými spodními, povrchovými nebo srážkovými vodami,
- ✓ **práce ve vodě** – pod hladinou vody, vykopávky při hladině vody snížené soustavným čerpáním.



Dělení hornin

- ✓ Horniny zpevněné jsou vyvřelé, sedimentární a nebo metamorfované:
 - skalní,
 - poloskalní – mají nižší soudržnost – příklad uhlí.
- ✓ Horniny nezpevněné neboli **zeminy**, které dále dělí na:
 - soudržné – jíl,
 - nesoudržné – písek, štěrk,
 - organické – rašelina,
 - umělé – skládky, navážky atd.

Vlastnosti hornin ovlivňující zemní práce

- ✓ Objemová hmotnost hornin se udává v kg/m^3 ,
- ✓ pórovitost,
- ✓ úhel přirozeného sklonu,
- ✓ soudržnost,
- ✓ velikost zrn.

U rozpojitelnosti horniny záleží na objemové hmotnosti, soudržnosti a velikosti zrn.

Hodnoty úhlů přirozených sklonů nesoudržných hornin

Druhy hornin	Písky			Štěrk	Sutě skalní			
	Prachové	Jemné s oblémi zrn	Hrubozrnné		Břidlice	Vápence	Rula	Žula
Úhel přirozeného sklonu	26°	28°	32 až 36°	35 až 40°	25 až 29°	30 až 32°	30 až 34°	35 až 40°

Vlastnosti zemin ovlivňující účinnost strojů

- ✓ **Odpor proti rozpojování** (síla, kterou musí pracovní nástroj překonat při rozpojování rostlé zeminy):
 - soudržnost zeminy,
 - tloušťka odřezávané třísky,
 - úhel, který svírá osa břitu se směrem jeho pohybu,
 - úhel ostrosti břitu nebo jeho otupení,
- ✓ **vrstevnatost** (výrazně ovlivňuje vnikání zubů nebo břitu pracovního nástroje do zeminy),
- ✓ **lepivost** (prodlužuje vyprazdňování pracovní nádoby, zbylá zemina zmenšuje její užitečný obsah),
- ✓ **kypřivost zeminy** (vlastnost zvětšovat po rozpojení objem oproti tzv. rostlému stavu),
- ✓ **úhel přirozené sklonitosti zeminy** (úhel mezi vodorovnou rovinou a svahem zeminy, při kterém se zemina ještě nesype nebo nesjíždí),
- ✓ **objemová hmotnost, vlhkost, pevnost ve smyku, propustnost, namrzavost, rozbředavost, stlačitelnost.**

Třída těžitelnosti dle ČSN 73 3050 (neplatná norma)

Pevnost	Třída	Charakteristika	Příkladně	Objemová hmotnost	Nakypření přechodné, trvalé
Sypké	1.	Soudržné měkké konzistence, neulehlé rypné nesoudržné, šterková zrna do 5 cm	Ornice, hlína, písčitá hlína, hlinitý písek, písek, suť	1 610 kg/m ³	10-15 %, 1-2 %
Rypné	2.	Lehce rozpojitelné, soudržné, nesoudržné středně ulehlé do zrn 10 cm	Ornice, hlína, písčitá hlína, hlinitý písek, písek, suť, spraš	1 610 kg/m ³	10-15 %, 2-4 %
Kopné	3.	Středně rozpojitelné soudržné, nesoudržné ulehlé s kameny max. 25 mm	Jílovitá hlína, písčitý štěrk, silně zvětralé břidlice a skalní horniny.	1 770 kg/m ³	15-20 %, 4-6 %
Drobivé	4.	Těžko rozpojitelné soudržné převážně tvrdé konzistence, nesoudržné, silně rozpukané a zvětralé, kašovité konzistence až tekoucí	Tuhý jíl, písčitý jíl, jílovitá hlína, hrubý štěrk, kameny nad 25mm, naplaveniny	1 830 kg/m ³	15-20 %, 4-6 %
Lehko trhatelné	5.	Lehce trhatelné, silně rozpukané a zvětralé, nesoudržné s kameny do objemu 0,1 m ³	Skalní a poloskalní horniny s vrstvami do tloušťky do 15cm, hrubý štěrk s kameny, opuka, zmrzlá zemina	1 950 kg/m ³	20-30 %, 6-10 %
Těžko trhatelné	6.	Dtto 5.třída, mohutné vrstvy, dále horniny ze sedmé třídy popraskané s trhlinami	Dolomit, vápenec, pórovitý čedič, křemitá břidlice, rula s trhlinami	2 250 kg/m ³	30-40 %, 20-30 %
Velmi těžko trhatelné	7.	Horniny velmi těžko trhatelné	Slepence s křemičitým tmelem, křemence, rohovce, žula, čedič, andezit, rula, granulit	2 570 kg/m ³	40-90 %, 20-30 %

Převodní vztah mezi ČSN 73 3050 (neplatná norma) a ČSN 73 6133 (platná norma)

Třída těžitelnosti podle ČSN 73 6133	Popis	Třída těžitelnosti podle ČSN 73 3050 (neplatná)	Pevnost	Popis
I.	Těžba je prováděna běžnými výkopovými mechanismy (buldozery, rypadla), ručně	1	Horniny sypké	Dají se nabírat lopatou, nakladačem
		2	Horniny rypné	Rozpojitelné rýčem, nakladačem
		3	Horniny kopné	Rozpojitelné rýčem, nakladačem
II.	Pro těžbu rozpojování je nutné použít speciální rozpojovací mechanismy - rozrývače, skalní lžíce, kladiva	4	Pevné horniny drobivé	Rozpojitelné klínem, rypadlem
		5	Pevné horniny lehkotratelné	Rozpojitelné rozrývačem, těžkým rypadlem (hmotnost nad 40 t), trhavinami
III.	K rozpojování je nutno použít trhací práce	6	Pevné horniny těžko trhatelné	Rozpojitelné těžkým rozrývačem, trhavinami
		7	Pevné horniny velmi těžko trhatelné	Rozpojitelné trhavinami

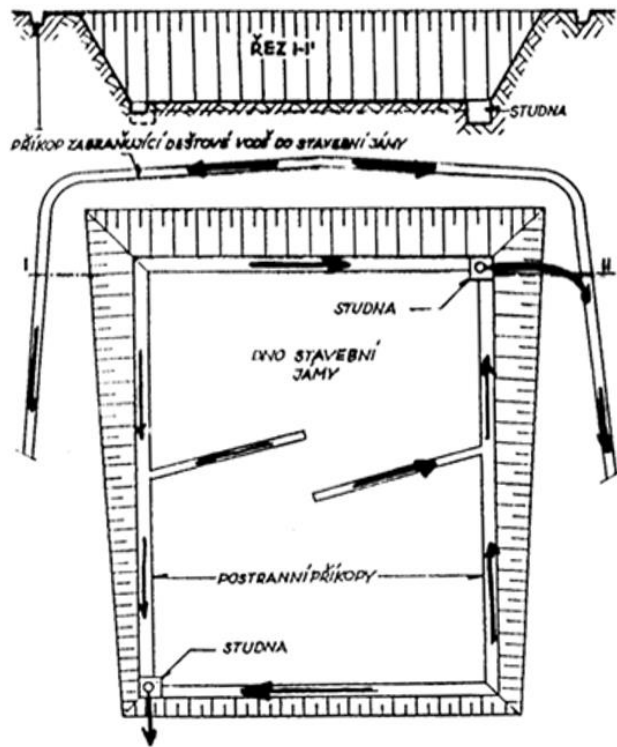


Třída těžitelnosti podle ČSN 73 6133

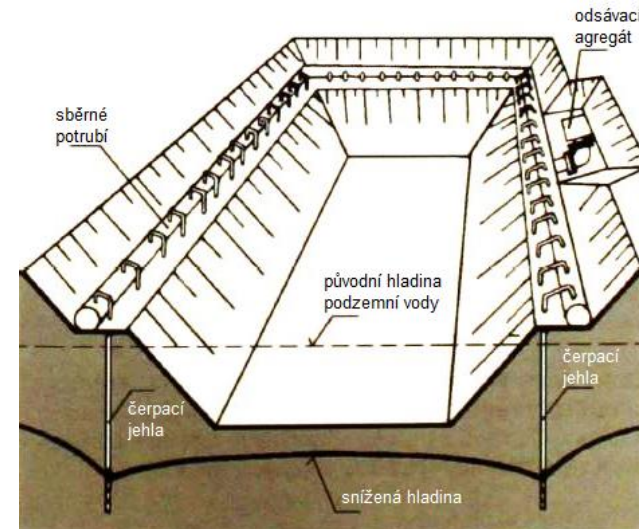


Vliv vody a její odvodnění ze stavební jámy

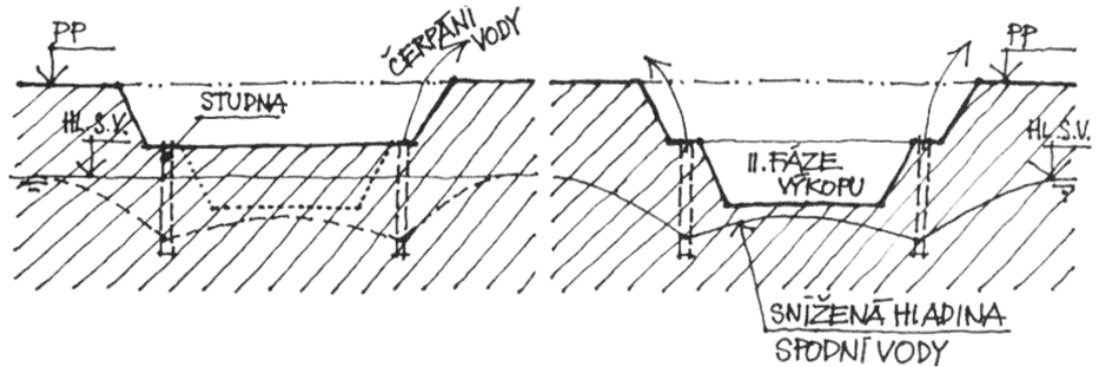
- ✓ Povrchové
- ✓ podzemní, volné či gravitační,
- ✓ vody kapilární, pevné (led).



▲ Povrchové odvodnění vody stavební jámy



▲ Snižování hladiny podzemní vody jehlami



▲ Snižování hladiny podzemní vody studnami

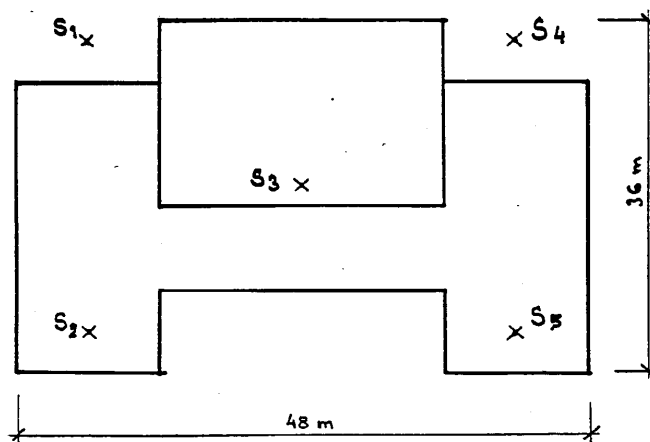
Vliv vody a její odvodnění ze stavební jámy

- ✓ **Povrchové** (veškerá voda, která se objeví na povrchu území jakýmkoliv způsobem, tato voda prosakuje hořejšími půdními vrstvami, až se dostane na vrstvu nepropustnou) – odvedení od stavby a ze stavební jámy příkopy zaústěnými do vsakovacích studní nebo studní s čerpadly, při svažitém terénu se prostor kolem stavby upraví otevřenými příkopy nebo drenážními rýhami,
- ✓ **podzemní, volné či gravitační** – voda se odčerpává z povrchových studní nebo z hloubky. Hladina podzemní vody se snižuje tak, aby se voda odstranila ze stavební jámy a aby přitom nenastalo vyplavování jemnějších částí zemin ze stěn a podloží základů,
- ✓ **vody kapilární, pevné (led)** – v zimě zemina promrzá a v místech, která jsou pod vlivem mrazu a kapilární vzlínavosti se vytvářejí ledové vločky, které zvětšují svůj objem a tím způsobují deformace zemních těles. Při rozmrznutí opět zemina rozbředne a může se stát v důsledku nahromadění vody až tekoucí. Důsledkem mrazu se základová spára poškozuje, zemina pod základovou spárou se mrazem poruší, následně po oteplení změkne a není vhodná pro zakládání.

Inženýrsko-geologický průzkum (IGP)

IGP představuje závazný podklad pro stavební projekt, který předepisuje způsob založení. Průzkumem se zjistí geotechnické poměry na staveništi a vlastnosti základových půd. Na základě těchto informací se stanoví způsob založení budoucího objektu.

- Sestavení na podkladě (většinou) vrtaných sond,
- nemusí dát skutečný obraz pozemku,
- srovnávat se skutečností během realizace stavby,
- IGP staveniště se provádí před zahájením zemních prací (provádí se v rámci projektových prací).



SONDY PODLOŽÍ – půdorys objektu

Inženýrsko-geologický průzkum (IGP)

Průzkum má zjistit zejména:

- ✓ dovolené namáhání základové půdy,
- ✓ úroveň hladiny podzemní vody a její chemické poměry,
- ✓ přítok vody do stavební jámy,
- ✓ chování zeminy ve stěnách stavební jámy,
- ✓ těžitelnost zeminy ve stavební jámě,
- ✓ stabilitu staveniště jako celku,
- ✓ vliv nově zakládané stavby na stavby stávající.

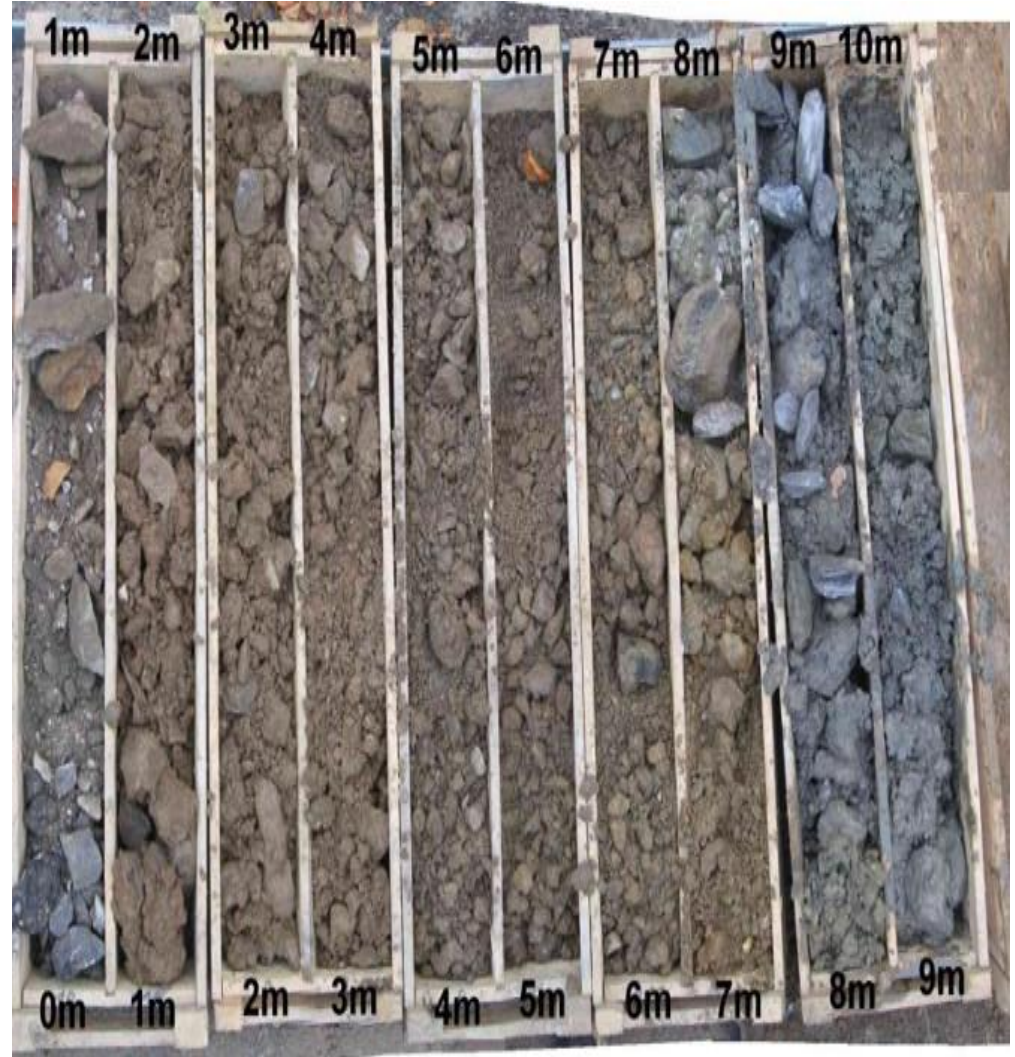
Širší geologické vztahy se posuzují ze stávajících materiálů již realizovaných průzkumů, případně ze zkušenosti okolních objektů.

Tyto informace se doplní o sondy přímo v místě staveniště, buď kopané nebo vrtané (častěji). Výsledkem by měly být alespoň dva geologické profily.

Inženýrsko-geologický průzkum (IGP)



Inženýrsko-geologický průzkum (IGP)



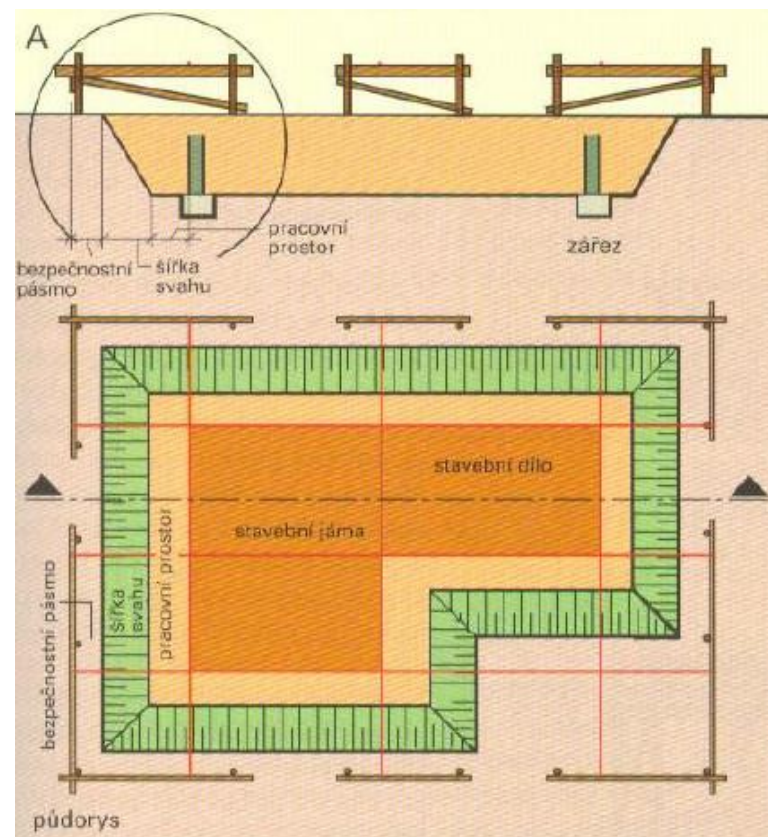
Příprava staveniště

- ✓ Odstranění křovin (ručně nebo strojně),
- ✓ odstranění stromů (stromy, které se neodstraňují je nutné v dobu realizace chránit např. dřevěnými kryty z desek do výšky 2 m),
- ✓ dobývání kořenů a pařezů,
- ✓ sejmutí travních porostů, travních drnů,
- ✓ sejmutí humusu – ornice (tloušťka 150 až 250 mm), skladování maximálně do 3 m, v případě skladování do 1,5 m nepotřebuje další ošetřování),
- ✓ odstranění starých objektů.



Zaměřování a vytyčování

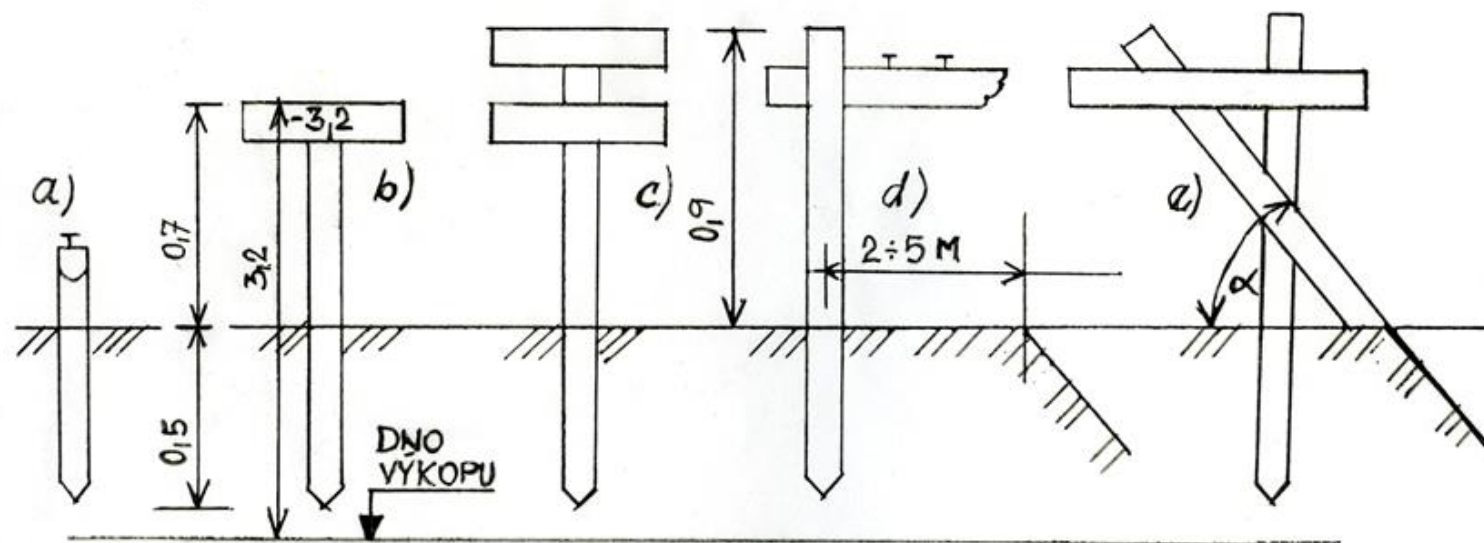
- ✓ Měřičským pracím pro založení stavby předchází hrubé terénní úpravy staveniště,
- ✓ vytýčení probíhá ve dvou fázích:
 - vytýčení prostorové polohy stavebního objektu,
 - podrobné vytýčení.



Vytyčovací značky

Vytýčené rohové body a obrysy výkopů, hran základových konstrukcí, poloh stěn se označují a zabezpečují krátkodobými měřicími značkami – lavičkami. Lavička může být dřevěná konstrukce ze sloupků zaražených do terénu, na kterých je připevněná vodorovná deska. Deska má být umístěna přibližně kolmo na vytyčovací přímky. Doporučuje se, aby horní hrana vodorovné desky byla umístěna ve výšce 0,000 objektu nebo ve výšce, která je násobkem celého metra nad touto úrovní nebo pod ní. Vytyčování realizuje autorizovaný geodet.

Vytyčovací značky



a) kolík

c) dvojitý kříž

e) profilová lavička

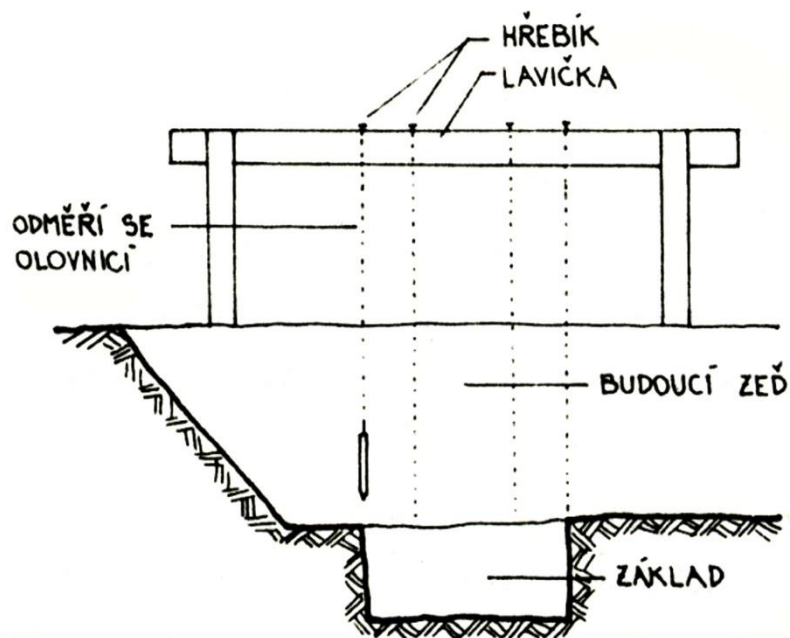
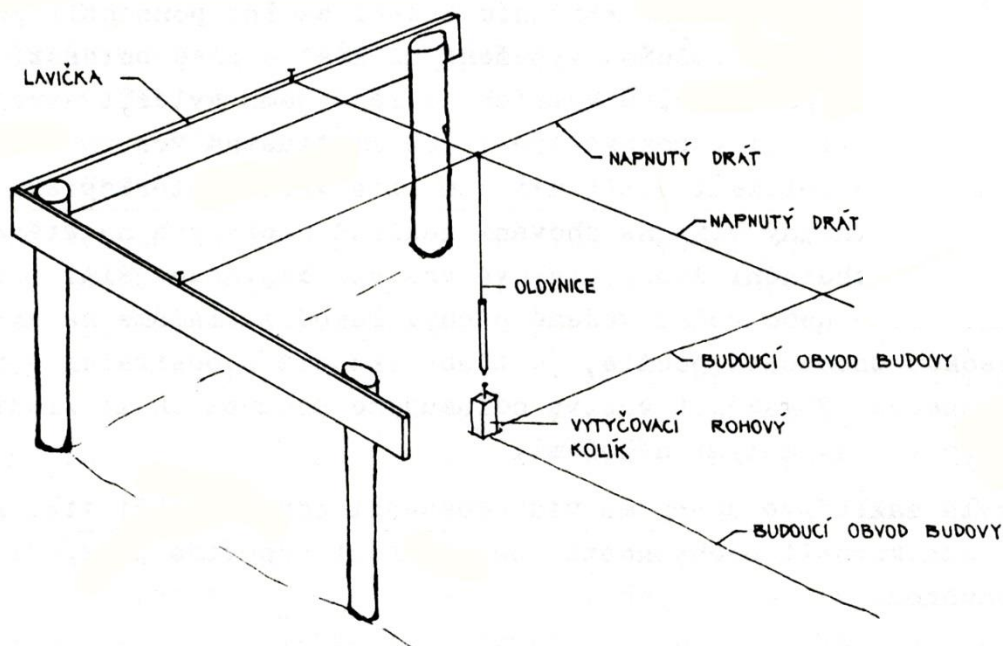
b) laťový kříž

d) rohová lavička



Vytýčení objektu

Vytýčení obvodu budovy pomocí lavičky a vytyčovacího kolíku ▼



Vytýčení základů ▲
přenesením z hřebíků na lavičce

Roh domu přenesený na terén označený hřebíkem, provázek nebo drát vyznačuje vnější strany budoucího zdiva.

Vytyčení a vyznačení výkopu



Hloubení výkopů

✓ Odkopávka:

- **malé odkopávky** – traktorovými rypadly s radlicí, nakládání zeminy nakladači,
- **střední a rozsáhlé odkopávky** (lehčí a střední zeminy) – dopravní vzdálenost zeminy do 3 km – auto-grejdry s elevátorem (přebytečná zemina se nakládá na souběžné jedoucí vozidlo), nad 3 km – skrejpr,
- **střední a rozsáhlé odkopávky** (těžko rozpojitelná zemina) – dozery (kolové i pásové).

✓ Prokopávka:

- **těžení zeminy čelním způsobem** – zpravidla s úrovně nivelety, ovšem pouze tehdy, nepřesahuje-li hloubka zářezu 6 až 8 m, používání rypadla s výškovou lopatou,
- **těžení zeminy bočním způsobem** – těžení postupuje od horního kraje zářezu, ve vhodné vzdálenosti od hrany, aby nebyl porušen svah, používají se rypadla s hloubkovou lopatou. Těžení u velkých a rozsáhlých staveb se provádí pomocí dozeru.



Hloubené vykopávky

✓ Stavební jáma:

- jámy o menším rozsahu se hloubí traktorovými rypadly. V zastavěném území se paží, v okolí staveb nebo tam, kde z provozních důvodů není přípustný nezapažený výkop,
- při výkopech rozsáhlých jam se používají k hloubení dozery, skrejpry,
- hlubší a rozměrné jámy se hloubí rypadly s výškovou lopatou ze dna jámy (+ rampa), nebo hloubkovou lopatou z úrovně staveniště.

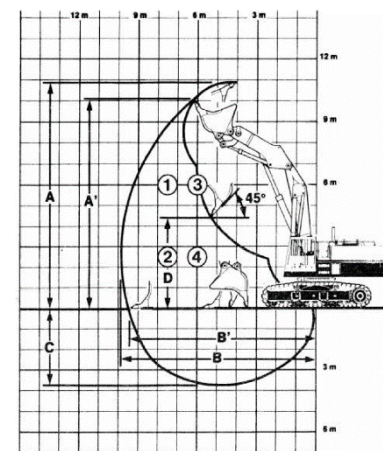
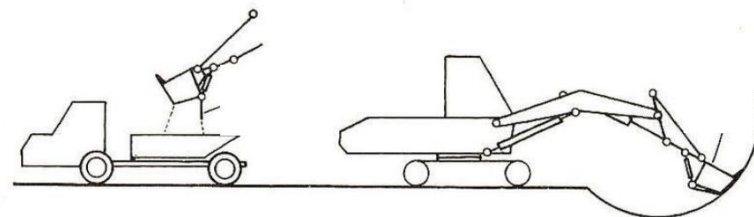
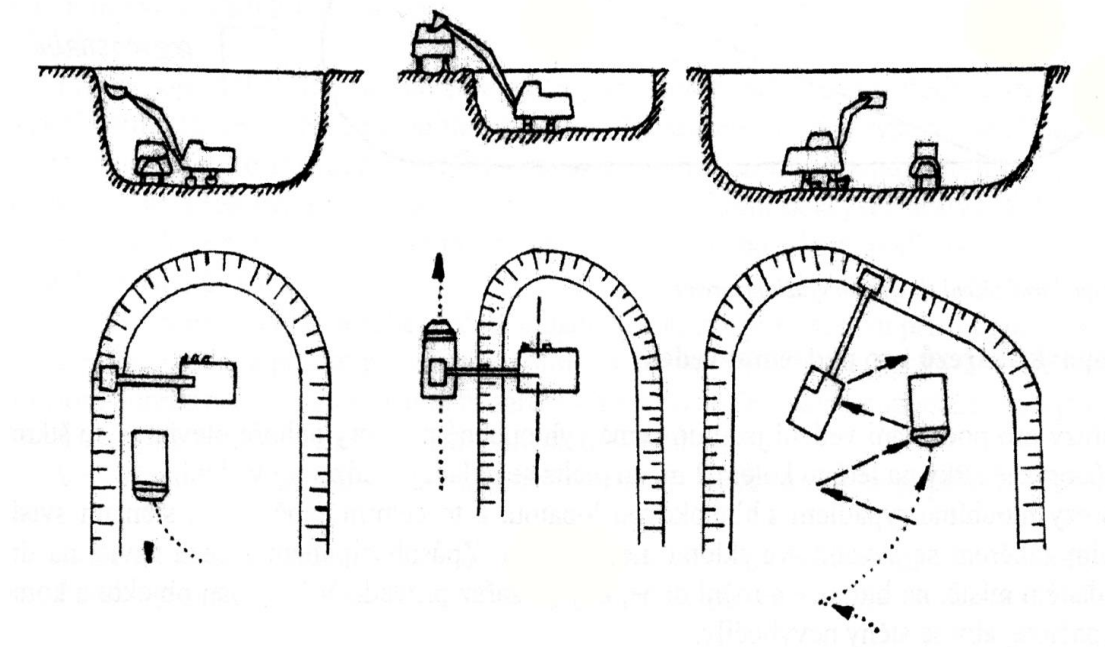
✓ Rýhy:

- výkop se zahajuje v nejhlubším místě, postupuje se proti spádu nivelety,
- využití rypadel + nákladních automobilů,
- u kanalizace, vody a kabeláže se ukládá zemina vedle rýhy 0,75 m od hrany.

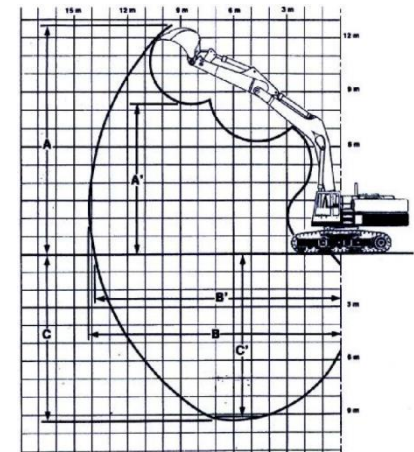
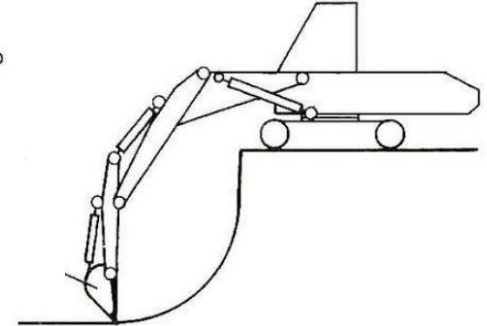
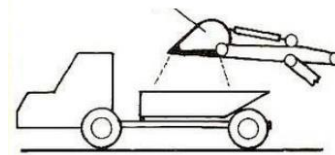
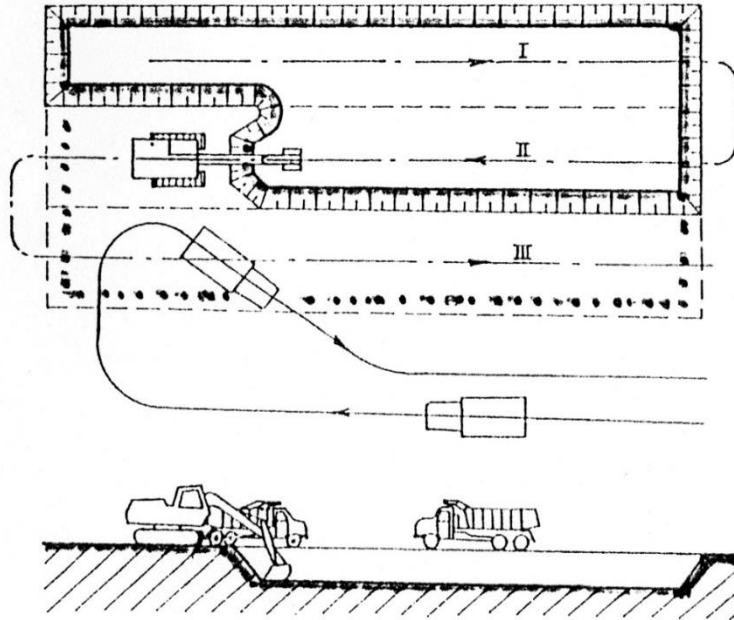
✓ Šachty:

- hloubí se zpravidla pod ochranou pažení rypadlem s drapákem,
- při větším půdorysu se šachty hloubí rypadlem s hloubkovou lopatou.

Hloubení jámy rypadlem s výškovou lopatou



Hloubení jámy rypadlem s hloubkovou lopatou



Hloubení stavebních jam



Rampy

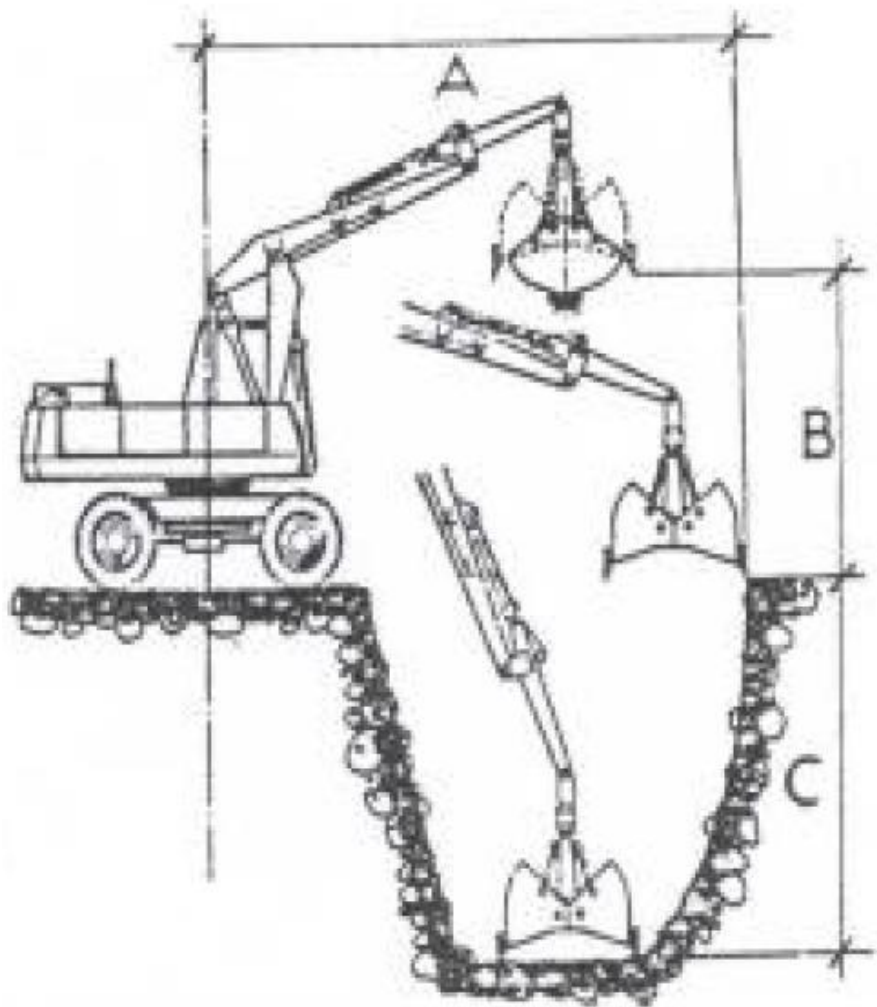
- ✓ **Rampy slouží k zajištění výjezdů z jednotlivých výškových úrovní:**
 - minimální šířka 3 m,
 - sklon maximálně 17 %.



Hloubení rýh

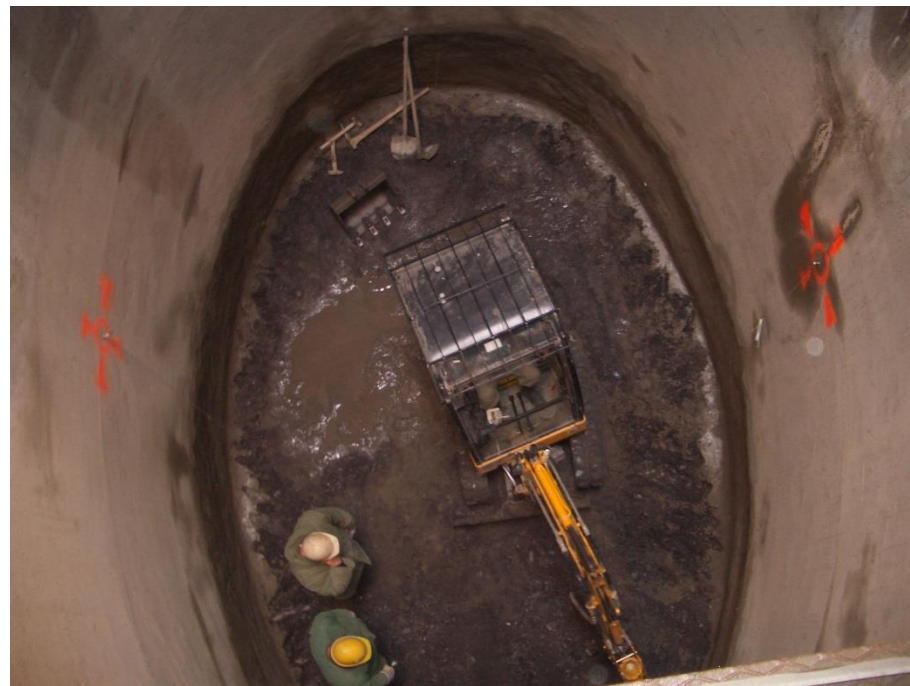


Hloubení šachet



▲ Rypadlo s drapákovou lopatou

▼ Rypadlo s hloubkovou lopatou



Práce dokončovací

✓ Úprava zářezu:

- povrch krátkých svahů se upravuje korečkovým nebo šnekovým stahovačem,
- ostatní svahy se upravují univerzálním dokončovacím strojem s teleskopickým výložníkem,
- pro hrubší práce a větší délky se mohou použít rypadla s vlečným korečkem.

✓ Úprava příkopů:

- traktorovými rypadly s měnitelným nastavením výložníku s korečky.

✓ Úprava pláně:

- používání auto-grejdru.



Násypy a hráze

Násypy a hráze jsou zemní konstrukce, zřízené ze sypanin zcela nebo zčásti na povrchu území. Sypanina je výkopek získaný na téže nebo jiné stavbě z výkopů zemníků, skalních výlomů, tunelové rubaniny a nebo z průmyslových odpadů. Dokončený násyp s upravenými svahy a plání se nazývá hráz.

✓ Úprava podloží:

- dříve než se zahájí ukládání sypaniny do násypu,
- na podloží se naveze před založením násypu asi 150 mm tlustou vrstvu písku, štěrkopísku, škváry nebo kamenité skrývky z lomu (tlakem násypu se voda z podloží vytlačí a naplní mezery a póry v položené vrstvě, takže není ani potřeba podloží odvodňovat).

✓ Objekty v násypu:

- propustky, objekty vodotečí a objekty silniční a železniční, popř. opěrné zdi a rovnaniny u pat násypových svahů.

✓ Sypanina:

- ideálně nesoudržné horniny (písek, štěrk a kamenitý materiál – málo stlačitelné, dobře se zhutňují a jsou objemově stálé),
- jíly jsou zcela nevhodné.

Ukládání sypaniny do násypů

✓ Ukládání výkopku do zhutněných násypů:

- ve stejnoměrně tlustých vodorovných vrstvách,
- začíná se sypat vždy od nejnižšího místa,
- na straně proti svahu se zřídí ihned sběrný příkop odsazený lavičkou od paty násypu, aby dešťová voda přitékající ze svahu násyp nepodmáčela.

✓ Ukládání výkopku do nezhutněných násypů:

- zřizují po vyšších vrstvách, nebo se sypou na celou výšku,
- sypání je možné provádět čelně, z úrovně nulového bodu s postupným sypáním kupředu po niveletě, nebo bočně na plnou výšku násypu, popř. bočně po délce nulové čáry.

✓ Ukládání výkopku na skládku bez předepsaného tvaru:

- zemní skládky se dělí na skládky trvalé a dočasné.

✓ Ukládání výkopků do zásypů s obsypů:

- obsypy potrubí pod úrovní území mají se zhutňovat alespoň ve spodní části, aby se potrubí nepoškodilo sedáním.

Převýšení a rozšíření násypů

Sedání násypů nebo hrází závisí na stlačitelnosti sypaniny, míře zhutnění, kvalitě provedení, výši násypů, jejich zatížení a stlačitelnosti podloží.

Vzhledem k stlačitelnosti a poddajnosti podloží a očekávanému sednutí násypů se provádí převýšení a rozšíření proti teoreticky požadovaným rozměrům jeho konstrukce.

V praxi se u zhutněných násypů nebo hrází dobře osvědčilo volit převýšení 2 až 3 % výšky násypu, měřené v ose a rozšíření 4 % výšky násypu pro celou pláň, tj. 2 % na každou stranu od osy.

Zhutňování sypaniny

Zhutňování je technologický proces, při kterém umělým způsobem zvyšujeme objemovou hmotnost zeminy působením statického nebo dynamického zatížení. Cílem je, aby budovaný násyp nebo provedený zásyp nepodléhal dalšímu sedání. Malé zhutňovací stroje (poháněny elektromotorem nebo malým dvouválcovým motorem) se ovládají a přesouvají ručně. Velké zhutňovací stroje jsou přívěsné nebo samohybné (poháněné vznětovým motorem).

Zhutňování sypaniny

✓ Zhutňování sypaniny pěchováním:

- **pěchy pneumatické** – menší, málo přístupné množství zeminy v objektu, v základech nebo v zásypech a obsypech,
- **pěchy výbušné** – větší množství zeminy (horniny soudržné, nesoudržné nebo kamenité), pěchuje se v rovnoběžných řadách, které se v krajích přesahují o 100 mm, pěchování se opakuje v řadách kolmých tímž způsobem,
- **pěchovací desky** – objemné násypy, pěchování spouštěním desek z výšky 1 až 2 m.

✓ Zhutňování sypaniny válcováním:

- výkopek se ukládá do násypu v tloušťkách 150 až 200 mm a následně se válcuje válci (válec s vlastní silou nebo tažený).

✓ Zhutňování sypaniny vibrováním:

- na zeminu působí tlak válce, ale i účinky vibrace způsobující chvění a setřásání horniny (vhodné pro: hornin sypké, nesoudržné, nevhodné pro: horniny soudržné a zejména vlhké).

Kontrola zhutnění zemin

- ✓ **Přímé metody:** porovnání objemové hmotnosti na stavbě a v laboratoři, používá se membránový objemoměr.
- ✓ **nepřímé metody:**
 - radiometrická metoda,
 - statická zatěžovací zkouška deskou,
 - rázová zatěžovací zkouška lehkou dynamickou deskou,
 - dynamické zatěžovací zkoušky,
 - geometrická kontrola zhutnění (nivelace),
 - kontrola zhutnění kompaktoměrem,
 - penetrační zkoušky (statické, dynamické).



Membránový objemoměr ▲



◀ Rázová zatěžovací zkouška lehkou dynamickou deskou

Statická zatěžovací zkouška deskou ►



Provádění zemních prací v zimě

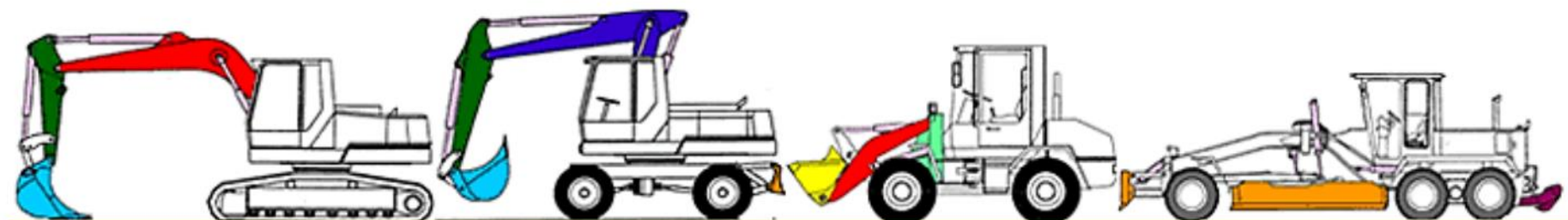
Do násypu smíme vkládat jen sypaninu nezmrzlou, neboť zmrzlé hroudy při jarním tání způsobují sraženiny. Ukládání zmrzlého výkopku na trvalou skládku je přípustné.



Přehled stavebních strojů

- ✓ Stroje pro zemní práce,
- ✓ pro práce betonářské a železobetonářské,
- ✓ pro dopravu a manipulaci s materiálem,
- ✓ pro svislou dopravu,
- ✓ pro inženýrské práce,
- ✓ pro práce dokončovací a speciální,
- ✓ pro přeměnu a přenos energie.

Názvosloví částí strojů pro zemní práce



Pásové rypadlo

Kolové rypadlo

Kolový nakladač

Grejdr (autograder)

Rypadlonakladač
(traktorbagr, JCB)

Dozer (buldozer)

Smykem řízený
nakladač (bobík,
UNC, smykáč)

Teleskopický manipulátor

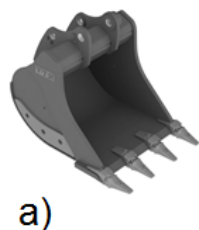
Univerzální dokončovací
stroj (UDS)

- | | | | |
|---|--|--|--|
| ● výložník | ● násada | ● podkopová lžice | ● kozlík (věž) |
| ● dělený výložník | ● teleskopická násada | ● nakládací lopata | ● rozrývač (ripper) |
| ● teleskopický výložník | ● opěrné patky | ● radlice | ● hydraulický válec |

Vybrané pracovní nástroje

PRACOVNÍM NÁSTROJEM se rozumí ta část stroje pro zemní práce která bezprostředně působící na horninu (zuby, nože, radlice, lopaty, korečky, korby).

- a) Těžební lopaty,
- b) drenážní lopaty,
- c) rozrývací zuby,
- d) čistící lopaty,
- e) svahovací lopaty,
- f) profilové lopaty,
- g) nakládací drapáky,
- h) vkládací drapáky.



Rypadla

Pojízdné stroje, které zeminu rozpojují, nabírají a přepravují v rozsahu svého akčního rádiusu.

Dělení:

- ✓ s hloubkovou lopatou,
- ✓ s výškovou lopatou,
- ✓ s drapákovou lopatou,
- ✓ s vlečným korečkem,
- ✓ s kolesovým korečkem,
- ✓ s rozrývacím trnem,
- ✓ s bouracím zařízením,
- ✓ s beranicím zařízením,
- ✓ s pěchovacím zařízením,
- ✓ se shrnovacím štítem,
- ✓ s recyklačním drapákem,
- ✓ s hydraulickými nůžkami.

Rypadla

Kolové rypadlo



Pásové rypadlo



Minirypadlo



Kráčející rypadlo



Konstrukční řešení

- ✓ **Malá rypadla** – do objemu lopaty 1 m³:
 - mikrorypadla (0,02 až 0,06 m³),
 - minirypadla (0,04 až 0,08 m³),
 - malá (0,03 až 1 m³),
- ✓ **střední rypadla** – v rozmezí objemu lopaty 0,75 – 4 m³,
- ✓ **velká rypadla** – objem lopaty nad 4 m³,
- ✓ **velkorypadla** – objem lopaty od 6 do 34 m³.



Speciální rypadla

- ✓ Korečková:
 - řetězová,
 - kolesová,
 - rýhovače kolesové.
- ✓ drapáková,
- ✓ rypadlo sací,
- ✓ rozplavovací rypadlo,
- ✓ demoliční rypadla,
- ✓ frézová rypadla.



Dozery

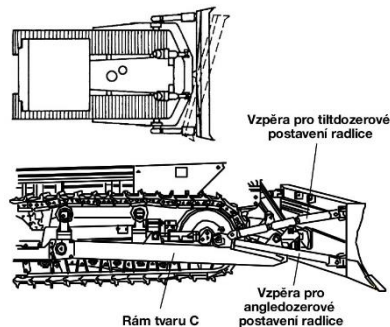
Základním nástrojem je radlice nesená vpředu. Jsou to stroje určené na těžení zeminy ve vrstvách maximálně 0,25 m a na přemístění horniny. Dále slouží k urovnávání ploch terénu.

Základní rozdělení:

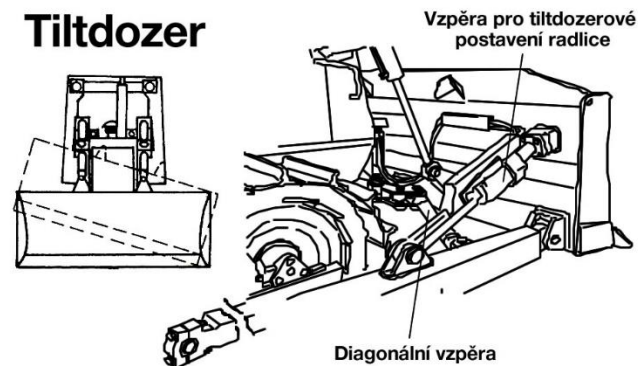
- ✓ **buldozer** – čelní shrnovač, úhel řezu lze měnit (vhodný pro: odstraňování ornice a porostu, urovnávání násypů a plání, zahrnování rýh apod.),
- ✓ **ageldozer** – boční shrnovač, úhel lze měnit vůči podélné ose dozeru ve vodorovné rovině (vhodný pro: zahrnování malých rýh, shrnování rozpojení horniny),
- ✓ **tildozer** – radlice nastavená v rovině kolmé na podélnou osu dozeru (vhodný pro: odřezávání svahů, zřizování a nakypřování zeminy rohem).



Angledozer



Tiltadozer



Skrejpry

Pro velké zemní práce spíše plošného charakteru. Stroje, které svým pohybem (pojezdem) těží horninu, která naplňuje korbu stroje, stroj ji dále převáží a na místě určení ji rozprostírá – plošně.



Grejdry

Stroje určené k rozprostírání hornin (štěrků) a pro přesné urovnání pláně výkopu nebo násypu.

- ✓ Základní pracovní zařízení je radlice, umístěná mezi předními a zadními koly (lze natáčet v rovině vodorovné, svislé, zvedat a vysouvat mimo stroj a kombinovat všechny uvedené pohyby),
- ✓ bez předchozího rozrytí těží zeminy 1. třídy těžitelnosti (platná norma).



Rozrývače

Slouží k rozrytí ulehých a hrubozrnných štěrků, suchých nebo zmrzlých jílovitých hornin.

- ✓ Stroje nebo zařízené opatřené trny,
- ✓ rozpojují nesnadno rozpojitelné horniny, štěrkové, živičné, betonové vozovky, vytrhávají kořeny, uvolňují balvany,
- ✓ nože dlouhé 0,5 – 2 m (čím tvrdší podklad, tím kratší nůž volit),
- ✓ různé tvary – poloohnuté, rovné, ohnuté.



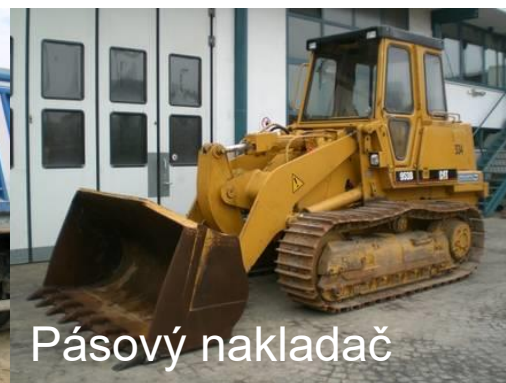
Nakladače

Slouží k manipulaci s materiálem.

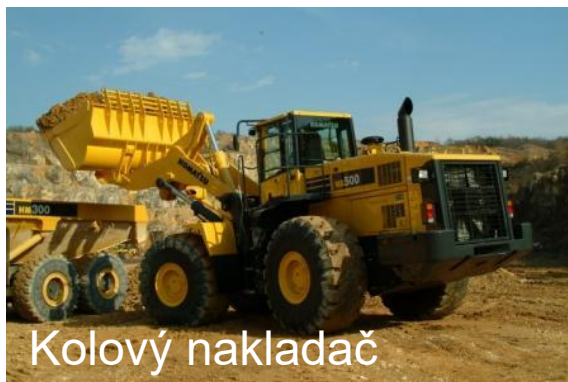
- ✓ Nakládání a vykládání,
- ✓ přemísťování na krátkou vzdálenost,
- ✓ těžba zeminy 1. třídy (platná norma),
- ✓ hrnutí zeminy do zásypů,
- ✓ úprava pláně.



Pásový mininakladač



Pásový nakladač



Kolový nakladač

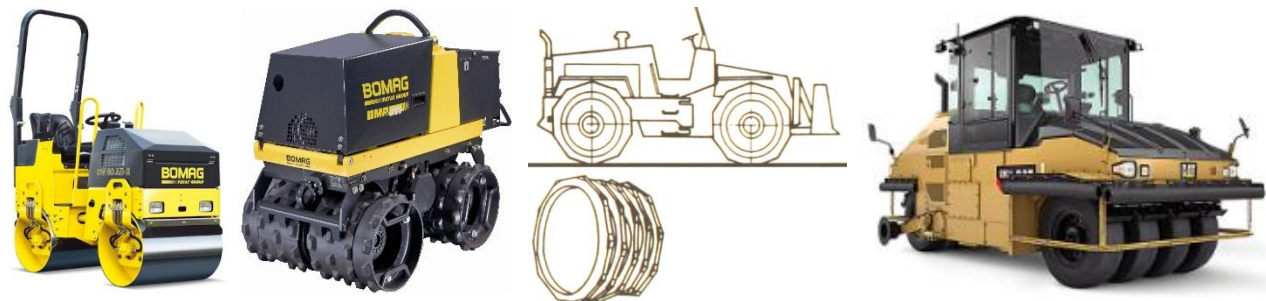


Kolový mininakladač

Válce

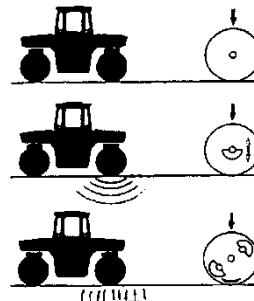
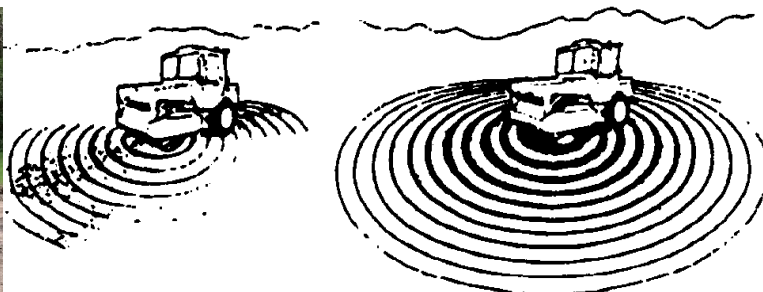
✓ Dělení podle povrchu pracovního nástroje dělíme válce na:

- hladké,
- ježkové,
- segmentové,
- pneumatikové.



✓ Podle způsobu vyvození hutnícího účinku dělíme válce na:

- statické – působí pouze tlakem,
 - vibrační – působí tlakem a vibracemi,
 - oscilační – působí tlakem a posuvným pohybem vpřed a vzad.
- Základem válce jsou výstředníky, které jsou synchronně poháněny ozubenými řemeny. Běhoun tak zůstává ve stálém styku s povrchem zhutňovaného materiálu.



Ostatní zhutňovací stroje

- ✓ **Vibrační pěchy** – zhutňují horninu cyklickým úderem prostřednictvím malé plochy (patky),
- ✓ **vibrační desky** – zhutňují horninu působením vibrace vyvolané prostřednictvím otáčení výstředníku. Pracovním nástrojem je ocelová deska, na kterou působí vibrace.



Stroje a prostředky pro dopravu zemin

K přesunům zemin se používají tyto prostředky:

- ✓ kolejové vozíky,
- ✓ visuté lanové dráhy, svážnice, výtahy,
- ✓ dozery, skrejpry, nakladače,
- ✓ nákladní automobily,
- ✓ terénní vozy,
- ✓ traktorové vleky,
- ✓ pásové dopravníky,
- ✓ pontony,
- ✓ splavování.



Provoz strojů v sestavách

Typy sestav:

- ✓ **sériová** – je taková soustava, v níž přerušení činnosti jednoho prvku znamená přerušení činnosti celé sestavy,
- ✓ **paralelní** – je taková sestava, jejíž činnost se přeruší jen tehdy, zastaví-li se současně činnost všech prvků
- ✓ **kombinované** – soustava je kombinací obou předchozích.

Výkonost strojní sestavy ovlivňují tyto parametry:

- ✓ výkonnost jednotlivých strojů tvořících sestavu,
- ✓ prostoje (časové ztráty), které vznikají pouze u jednotlivých strojů (především vlivem poruch),
- ✓ prostoje vyplývající z nepravidelností v provozu cyklicky pracujících strojů,
- ✓ prostoje, které vznikají při střídání cyklicky pracujících strojů (např. při zajištění aut k rypadlu ve stísněných podmínkách),
- ✓ prostoje, které vznikají vždy u celé soustavy najednou (např. výpadek práce či organizační nedostatky).

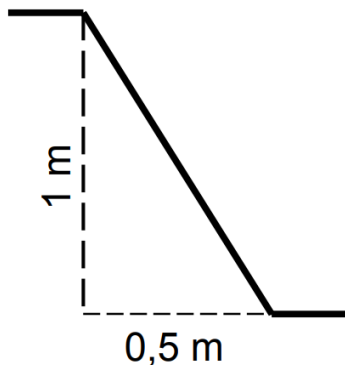


Zpevňování a zajišťování zemních těles

✓ Svahování výkopu:

- svahování vyžaduje postupy, které odpovídají druhu horniny, ulehlosti, soudržnosti a vlhkosti hornin ve kterých výkopy otvíráme. Stabilitu svahu může nepříznivě ovlivňovat mráz a tání, také s provozem v blízkém okolí výkopu je třeba počítat.

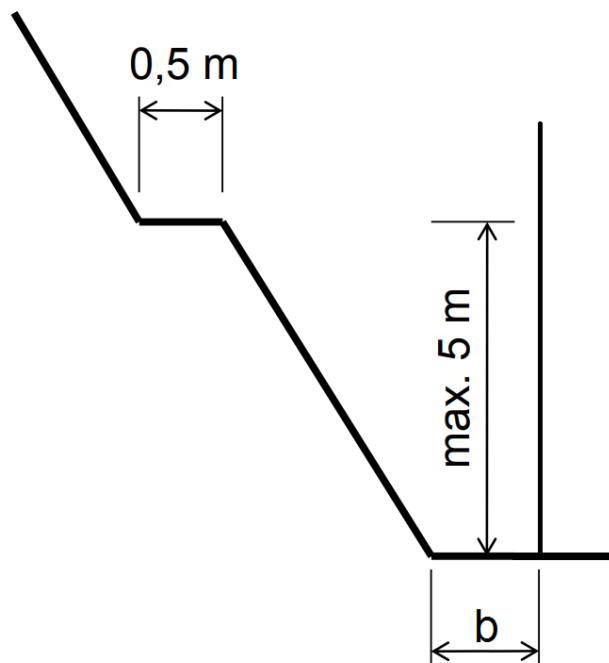
Svah 1:0,5



Druh horniny soudržné a částečně soudržné	Přípustný sklon svahu $tg = \text{hloubka}/\text{šířka}$		
	zářez přechodný hloubka cca 3m	trvalý zářez hloubka cca 3m	násyp vysoký asi 3 m
hlinitý písek	1:1	1:0,25	1:0,25
písčitá hlína	1:1	1:0,25	1:0,25
spraš	1:0,25	1:0,25	1:0,25
hlína	1:0,25 – 0,5	1:0,25	1:0,5
jíl	1:0,25 – 0,5	1:0,5	1:0,5
jílovitá zemina	1:0,25 – 0,5	1:0,5	1:0,5
Druh zeminy nesoudržné	Přípustný sklon svahu $tg = H/B$		
zajílovaný štěrk	1:0,25		
zajílovaný písek	1:0,5		
balvanitý štěrk čistý	1:0,75		
písčitý štěrk	1:1		
ostrohranný písek	1:0,25		
stejnzrnný písek	1:0,75		
písek ve svahu s vyvěrající vodou	1:0,25 – 3,5		

Svahované výkopy

- ✓ U svahů, jejichž výška je > 5 m se běžně zřizuje lavička (berma),
- ✓ při výkopu hlubším než 6 m je nutno stabilitu svahu při daném sklonu posoudit statickým výpočtem,
- ✓ sklon svahu výkopu pro danou hloubku a zeminu je vhodné konzultovat s geotechnikem.



Minimální vzdálenost paty svahu od nového objektu

Hloubka výkopu	Nejmenší šířka b
$h < 1,0$ m	nevyžaduje se (pro bednění $b = \text{min. } 0,6$ m)
$1 \leq h \leq 1,75$ m	0,8 m
$1,75 < h \leq 4$ m	0,9 m
$h > 4$ m	1,0 m

Zpevnňování a zajišťování zemních těles

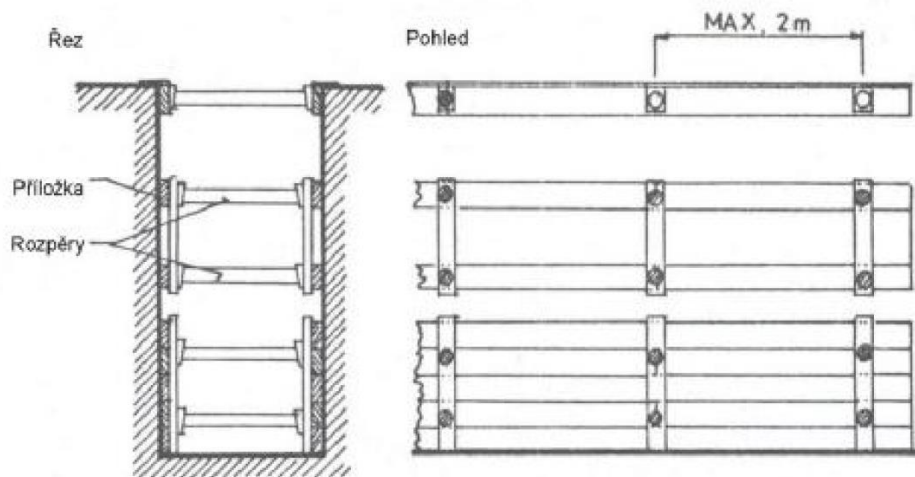
Kde lze použít svahovaný výkop a kde je nutno pažit?

Pažení výkopů bývá většinou finančně náročné, proto se snažíme ho uplatnit jen tam, kde je nezbytně nutné, tj. když není dostatek místa nebo je-li výkop v blízkosti stávajícího objektu, inženýrských sítí či komunikace, dno výkopu je níže než základová spára objektu nebo dno IS. A dále pokud je hladina podzemní vody nad úrovní dna výkopu a nelze ji čerpat.

Zpevňování a zajišťování zemních těles

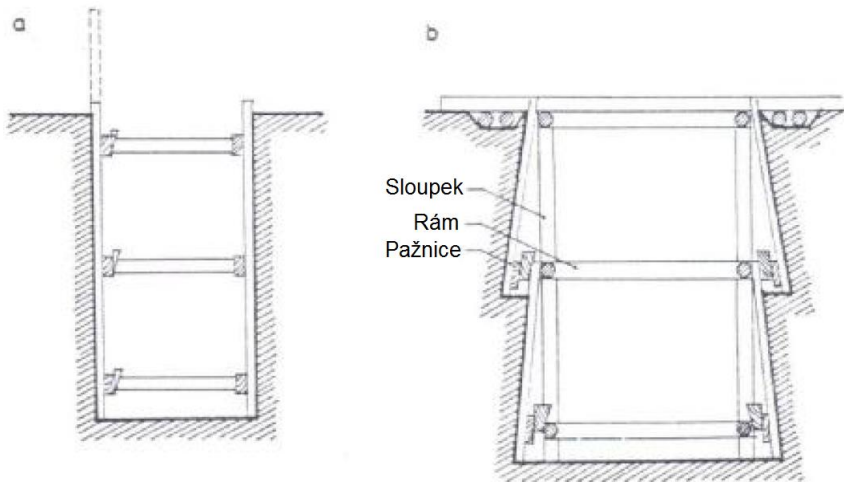
✓ Roubení:

- se skládá ze dvou konstrukčních prvků – pažení (opírá se o stěny výkopu) a rozpěrná konstrukce (přenáší tlak z pažení do opěrných bodů),
- druhy – příložné (vhodné pro suché a soudržné horniny), zatahované (vhodné pro suché a středně stlačitelné a nesoudržné horniny) a hnané (vhodné pro stlačitelné, nesoudržné nebo rozmočené horniny), tabulové roubení, prostorové roubení či roubení s pažením záporovým.

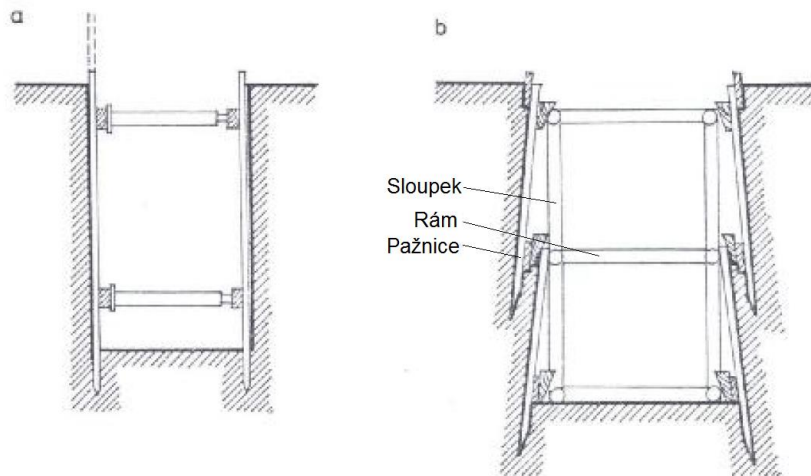


Příložné roubení s vodorovnými pažnicemi

Zpevňování a zajišťování zemních těles



Zatahované roubení a) s pažnicemi po celé délce, b) etážové

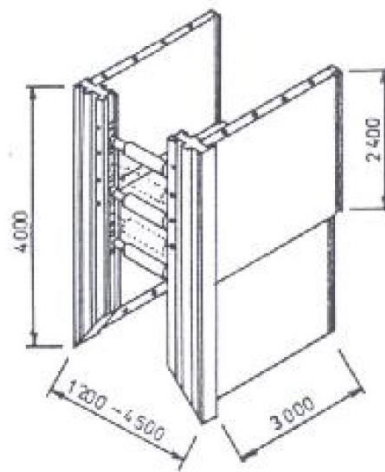
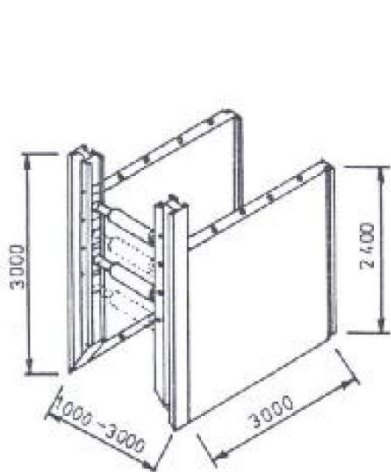


Hnané roubení a) s pažnicemi po celé délce, b) etážové

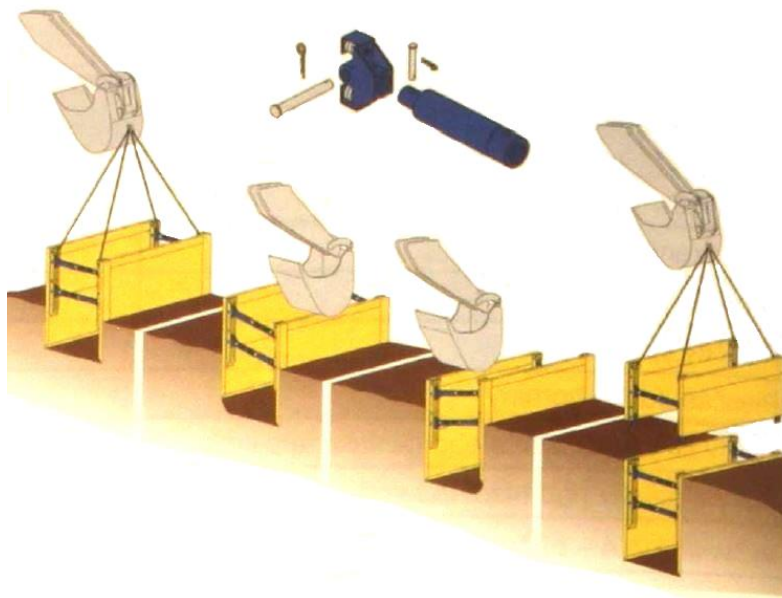
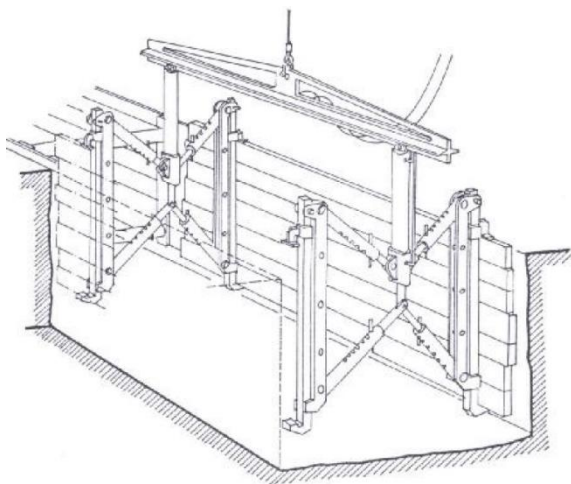
Zpevnění a zajišťování zemních těles

- ✓ **Příložené roubení** (používá se do hloubky 5 až 7 m), zhotovuje se přikládáním pažnic ke stěnám vyhloubeného výkopu. Používá se v suchých soudržných horninách, v kterých jsou stěny výkopu dočasně stabilní. Jednotlivé pažnice se přikládají většinou vodorovně podle druhu horniny s mezerami nebo bez nich. Potom se rozepřou rozpěrnou konstrukcí. Klasická rozpěrná konstrukce sestává z příložky a rozpěry.
- ✓ **Zatahované roubení** je vhodné na pažení výkopu v suchých a středně stlačitelných a nesoudržných horninách. Má svislé pažnice, vodorovné příložky a rozpěry. Příložky jsou navzájem rozepřené sloupky, které zabezpečují jejich výškovou polohu.
- ✓ **Hnané roubení** se používá ve výkopech ve stlačitelných, nesoudržných a nebo rozmočených horninách. Jeho konstrukce se podobá zatahovanému roubení. Může mít pažnice svislé, i šikmé. V obou případech jsou však o 80 až 150 cm delší na dolním konci špičaté. V zavodněných horninách se musí pažnice jednotlivých částí navzájem dotýkat. Hnané roubení se na rozdíl od zatahovaného zhotoví tak, že se pažnice nejprve zabírají a potom se hornina vybírá. Stěna výkopu není v žádném stadiu hloubení obnažená.

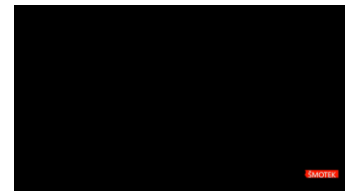
Zpevňování a zajišťování zemních těles



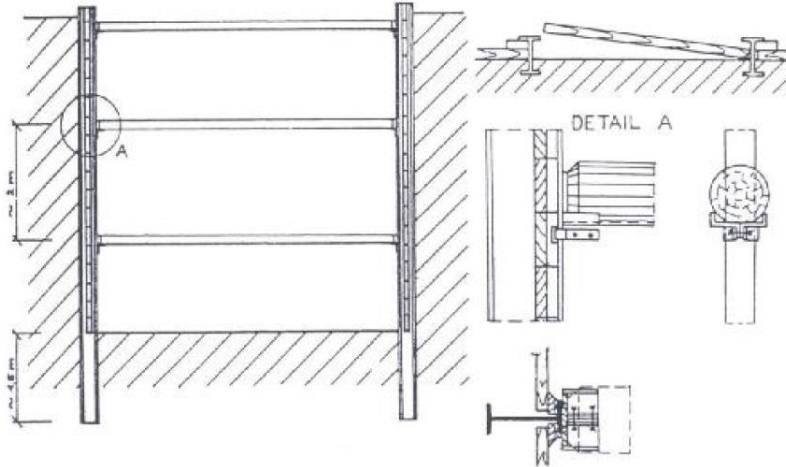
Roubení tabulové



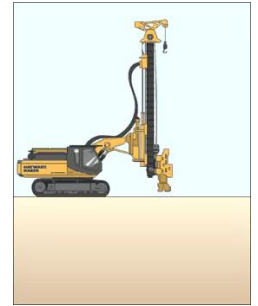
Prostorové roubení



Zpevňování a zajišťování zemních těles



Záporové pažení, detail A) zachycení vodorovné vzpěry



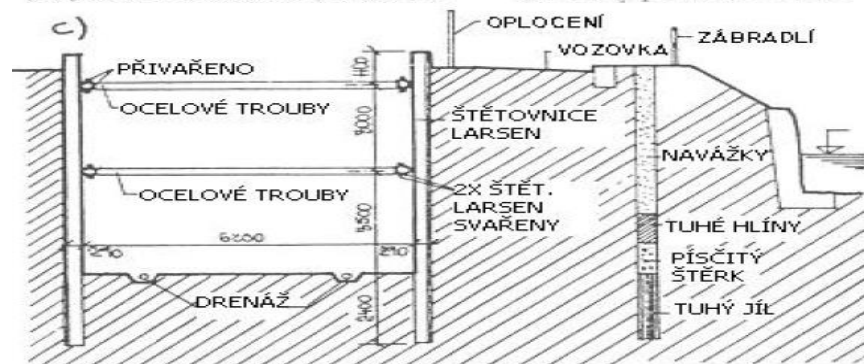
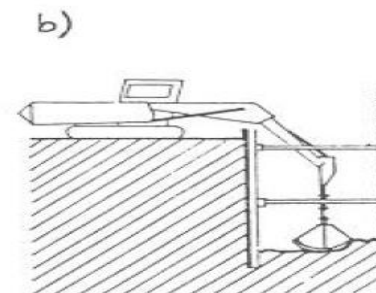
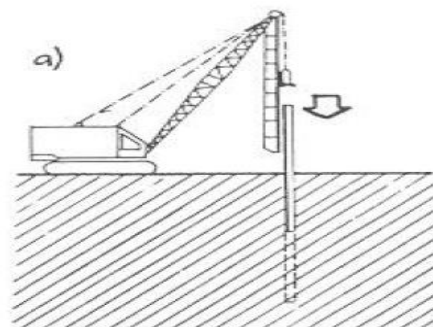
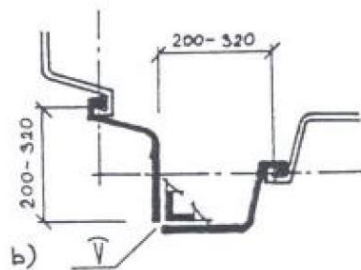
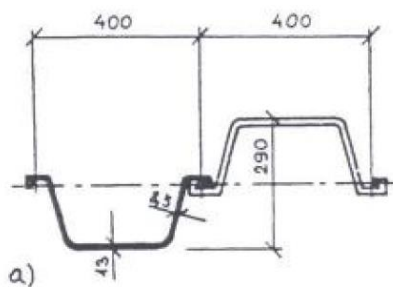
Zpevňování a zajišťování zemních těles

Pro velké a hluboké výkopy lze využít pažení záporové. Skládá se ze svislých zápor a vodorovných pažin. Jako zápory složí válcované nosníky, které se zabírají po obvodu budoucího výkopu ve vzdálenosti asi 2 m. Mohou se rovněž vsadit do předvrtaných otvorů a zabetonovat (v dolní části). Současně s hloubením jámy se potom mezi příruby záporů spouštějí i pažiny. Zápory se rozpínají rozpěrami nebo se kotví do země.

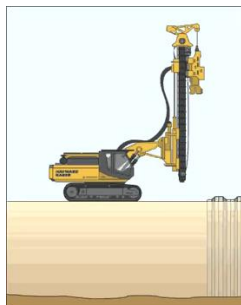
Zpevňování a zajišťování zemních těles

✓ Štětové stěny:

- dokonalé těsnění se provádí pomocí tzv. štětových stěn z válcovaných štětovnic. K zaražení štětovnic a později jejich případnému vytažení je potřeba myslet na nezbytný prostor pro razicí stroj, případně pro vytahovací zařízení. Stabilitu štětových stěn zabezpečujeme rozpěrkami nebo kotvením.



▲ Řez ocelovými štětovnicemi
a) rovný spoj, b) rohový spoj



Zřizování těsněné jámy poblíž řeky ▲

Zpevňování a zajišťování zemních těles

✓ Mikrozáporové pažení:

- mikrozápory jsou štíhlé prvky pažící konstrukce, které se vkládají do cementové zálivky ve vrtu průměru do 300 mm. Mikrozáporové pažení navrhujeme především ve stísněných poměrech (prolukách) pro svislé pažení stěn stavebních jam. Výztuž mikrozápor tvoří buď ocelové trubky menšího průměru nebo válcované profily. Pažení mezi mikrozáporami je tvořeno nejčastěji stříkaným betonem.



Zpevňování a zajišťování zemních těles

✓ Hřebíkování:

- hřebíkování zemin slouží pro zajištění stability strmých svahů soustavou krátkých vrtaných kotevních prvků-hřebíků. Hřebíky z betonářské oceli se fixují cementovou zálivkou do vrtů o průměru 46 až 180 mm. Ty jsou poté v hlavě spřaženy s vrstvou stříkaného betonu vyztuženého sítěmi.

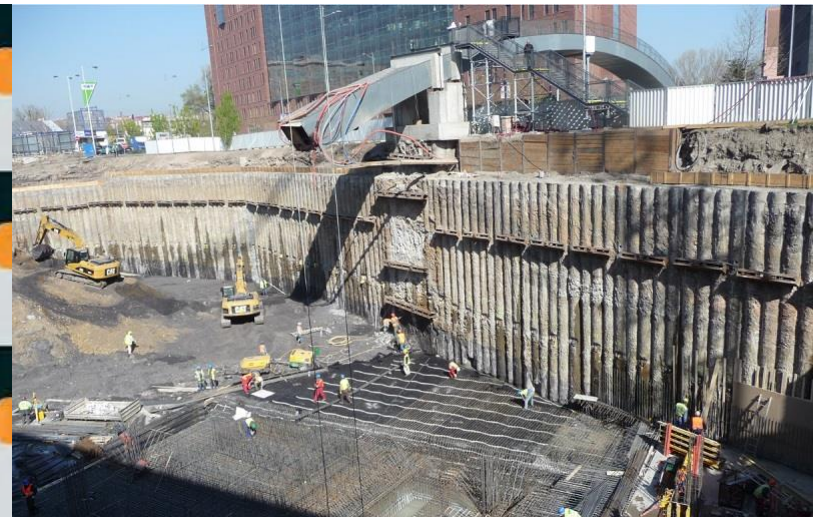
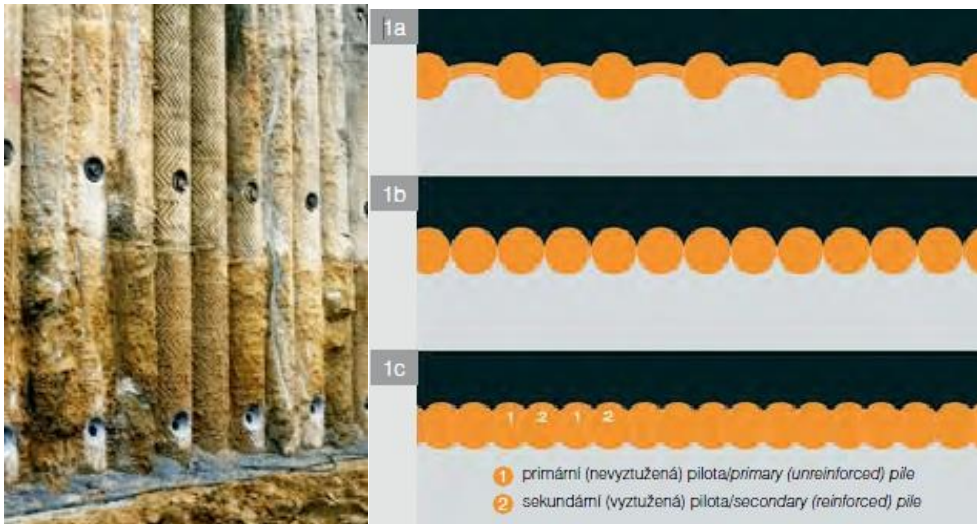
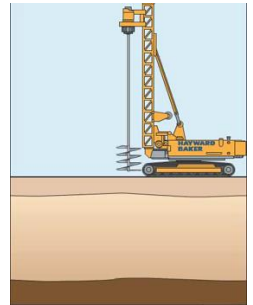


Zpevňování a zajišťování zemních těles

✓ Pilotová stěna:

- Pilotové stěny představují jednu z konstrukcí trvalých pažicích a konstrukčních stěn, prováděných metodami speciálního zakládání staveb. Pilotové stěny se skládají z vrtaných pilot obvykle jednotného průměru (d) prováděných v řadě, přičemž podle osové vzdálenosti pilot (a) se dělí na:

- 1a) pilotové stěny volně stojící, kde $a > d$,
- 1b) pilotové stěny tangenciální, kde $a = d$,
- 1c) pilotové stěny převrtávané, kde $a < d$.

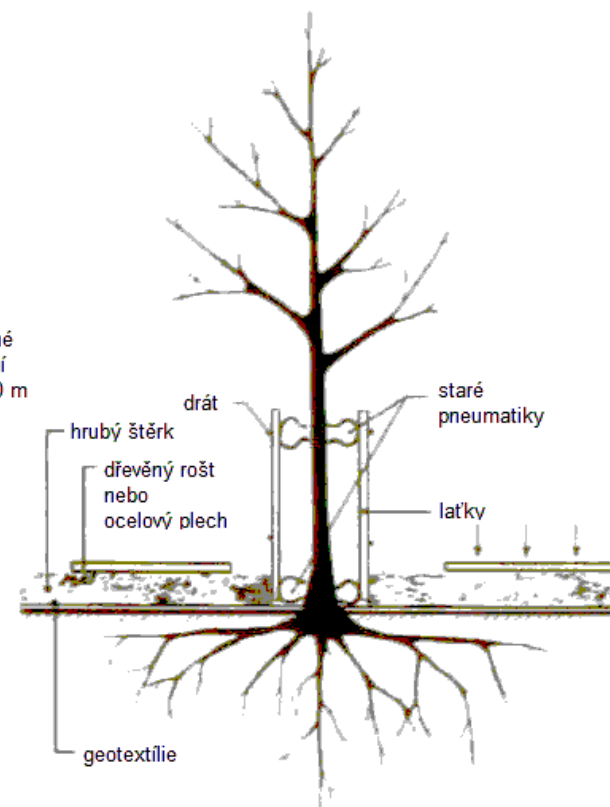
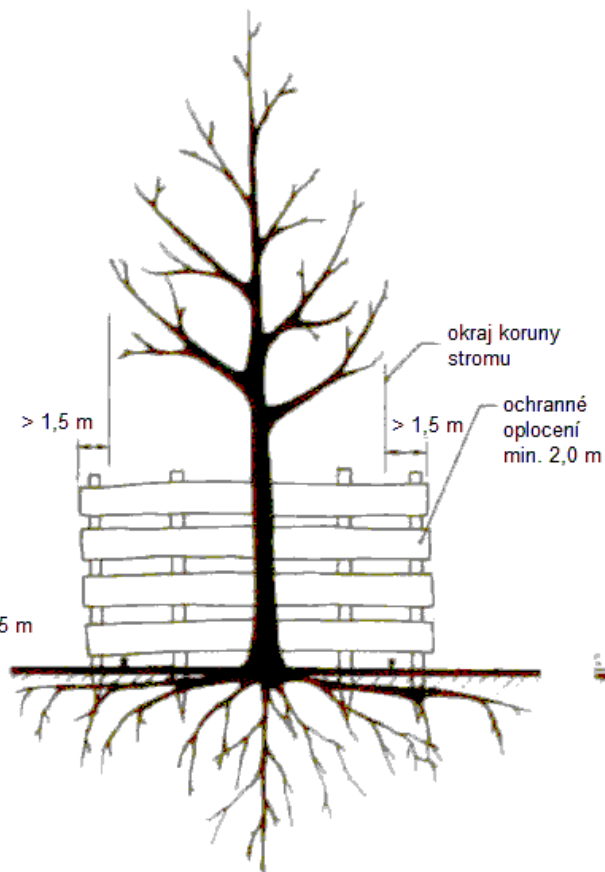
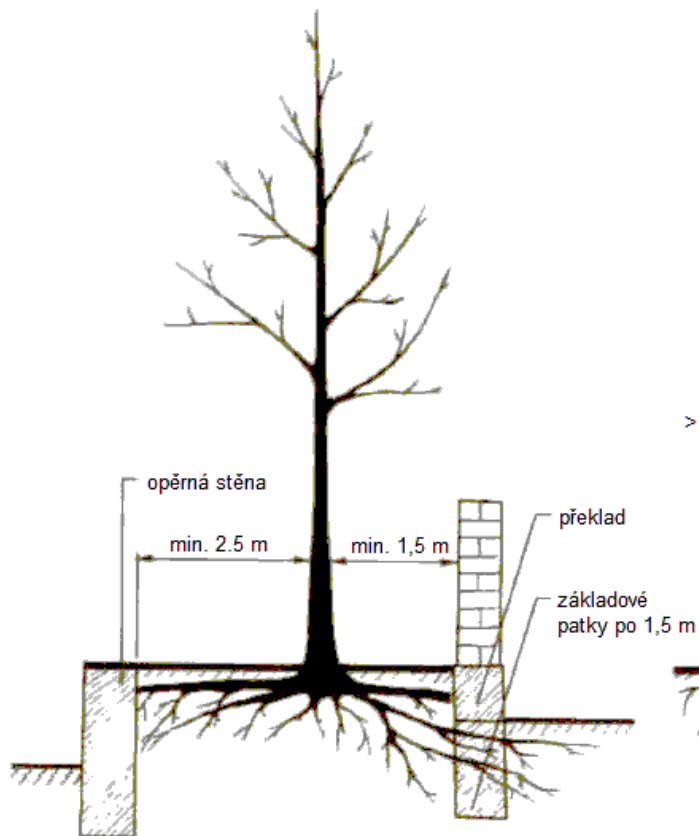


Požadavky na provádění zemních prací

Při provádění zemních prací je zejména třeba, aby:

- ✓ postup vycházel z inženýrsko-geologického průzkumu,
- ✓ značky byly spolehlivě osazeny, pojištěny a udržovány,
- ✓ terén byl zaměřen,
- ✓ ornice byla včas sklizena a umístěna na skládky,
- ✓ byly používány přiměřené stroje v kompletních sestavách,
- ✓ komunikace na stavbě byly čisté, pevné, odvodněné a řádně udržované,
- ✓ výkopy byly vyhloubeny přesně a byly zabezpečeny proti zavalení,
- ✓ dna výkopů byla odvodněna a ochráněna proti poškození,
- ✓ výkopek byl odklizen a uložen na deponiích,
- ✓ bylo hutnění provedeno dle předpisu.

Požadavky na ochranu stromů



Bezpečnostní opatření

- ✓ Zajištění stěn proti sesunutí,
- ✓ u komunikací výstražná značka,
- ✓ v noci červené světlo,
- ✓ u výkopů hloubky nad 500 mm přechody šířky 750 mm nebo 1 500 mm je nutné realizovat zábradlí 1 100 mm,
- ✓ nezatěžovat prostor 500 mm od hrany výkopu,
- ✓ okolní objekty, ohrožené prováděním výkopových prací, musí být zabezpečeny,
- ✓ nejsou-li stěny paženy, musí být vysvahovány,
- ✓ zajistit bezpečné vstupy do výkopu.



Studijní literatura

- ✓ JURÍČEK, Ivan. Technológia stavieb. Hrubá stavba. ISBN 978-80-89228-58-4.
- ✓ LÍZAL, Petr. Technologie staveb I – Modul 2 – Technologie provádění zemních prací. 2005.
- ✓ LADRA, Josef, Pospíchal, Václav. Technologie staveb-Zemní práce, ČVUT Praha, 2002.
- ✓ MARŠÁL, Petr. Stavební stroje, CERM Brno, 2004.

Otázky na zkoušku

6. Vyjmenujte hlavní i dílčí procesy zemních prací.
7. Jaké vlastnosti zemin ovlivňují účinnost strojů při provádění zemních prací?
8. Popište a schematicky zakreslete odvodnění základové spáry.
9. Vysvětlete pojem Inženýrsko-geologický průzkum (IGP), k čemu slouží a jakým způsobem se provádí.
10. Popište a schematicky nakreslete provádění vytyčování objektu/měřičské práce.
11. Popište přípravu staveniště před zahájením zemních prací.
12. Popište hloubené odkopávky a prokopávky.
13. Popište a schematicky nakreslete hloubení jámy rypadlem s výškovou lopatou.
14. Popište a schematicky nakreslete hloubení jámy rypadlem s hloubkovou lopatou.
15. Vyjmenujte a popište dokončovací práce u zemních procesů.

Otázky na zkoušku

16. Popište ukládání sypaniny do násypů.
17. Popište provádění zhutňování sypaniny zemního tělesa.
18. Vyjmenujte a popište rypadla pro provádění zemních prací.
19. Popište stroje pro zemní práce – dozer, skrejpr, grejdr.
20. Vyjmenujte a popište stroje pro hutnění zeminy.
21. Vyjmenujte stroje a prostředky pro dopravu zeminy.
22. Popište provoz strojů v sestavách.
23. Popište a schematicky nakreslete zpevňování a zajišťování zemních těles roubením.
24. Popište a schematicky nakreslete zpevňování a zajišťování zemních těles štětovými stěnami.
25. Popište a schematicky nakreslete provádění zpevňování a zajišťování zemních těles – pilotová stěna.
26. Jaké jsou požadavky na provádění zemních prací.
27. Popište bezpečnostní opatření při provádění zemních prací.



Děkuji za pozornost