Martin Klempa, Jindřich Šancer,
Jiří Mališ, Václav Zubíček

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA | HORNICKO GEOLOGICKÁ FAKULTA

Technické průzkumné a vrtné práce

Europäische Union. Europäischer Fonds für regionale Entwicklung. Evropská unie. Evropský fond pro regionální rozvoj.

SN CZ
Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014 – 2020

GeoMAP

Geologický průzkum studuje podmínky, metody a způsoby co nejefektivnějšího řešení všech praktických ložiskových, hydrogeologických a inženýrskogeologických úkolů.
Náplní průzkumné geologie, která zahrnuje výzkumnou a průzkumnou činnost, je:

- zkoumání, hodnocení, dokumentování a zobrazování vývoje a složení geologické stavby území a jejich zákonitostí,
- vyhledávání a průzkum ložisek nerostných surovin, ověřování zásob a zpracování podkladů pro jejich využití a ochranu,
- vyhledávání a průzkum zdrojů podzemních vod včetně vod léčivých, minerálních a termálních, ověřování zásob a vypracování podkladů pro jejich využití a ochranu,
- zjišťování a ověřování inženýrskogeologických a hydrogeologických poměrů pro účely územního plánování, projektování, provádění a sanace staveb a stabilizace sesuvů,
- zjišťování a ověřování geologických podmínek pro zřizování, provoz a likvidaci zařízení pro uskladňování plynů a kapalin a ukládání odpadů a pro využívání geotermální energie
- zajišťování likvidace a rekultivace hornických provozů,
- zjišťování a hodnocení geologických činitelů ovlivňujících životní prostředí.

Řešení jakéhokoliv průzkumného úkolu znamená v zásadě nalézt odpověď na tyto základní otázky:

1. **co je cílem průzkumu?**
   (druh průzkumu-požadované informace, potřeba vzorků)
2. **kde budeme provádět průzkum?**
   (členitost terénu, dostupnost)

Ze kterých pak vyplývá:

3. **jak budeme provádět průzkum?**

4. **jaký je praktický význam a cíl provedených prací?**

Obsah těchto otázek je pak mnohdy dosti zásadně odlišný v případě ložiskového, hydrogeologického a inženýrsko geologického průzkumu.

Způsoby vrtání a druhy vrtů

Vrtné práce jsou důležitým zdrojem informací o:

- podzemí (vrtná drť, vrtné jádro, čerpání, karotáž);
- množství fluid (ropa, zemní plyn, voda);
- monitoring (otřesy, napětí, tlaky zvodní, aj.)

Vrt je dlouhé důlní dílo, u něhož poměr (délka/průměr) má maximální velikost. Je hlouben většinou ve svislém směru, ale i ve vodorovném a ukloněném pod různými úhly od tížnice.

Vrty se provádí pro účel:

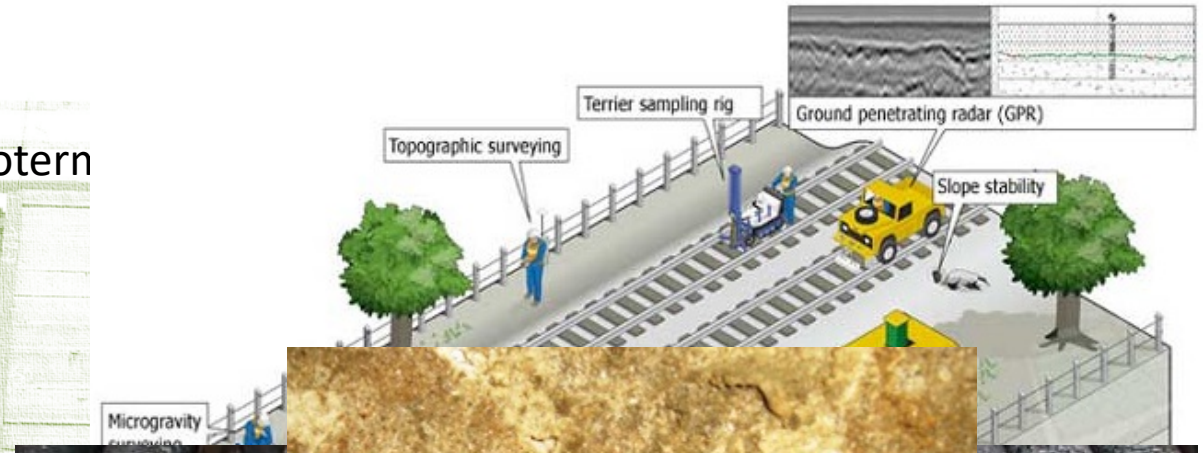
- **průzkumný** – zisk geologických a geotechnických informací;
- **provozní** – vytvoření otvoru pro hornické, geologické, stavební a další technické účely.

Atlas Copco
XRHS 396

Uplatnění vrtných prací

Těžba přírodních zdrojů:

- ropa, zemní plyn, geotern
- výzkum;
- hlubinná těžba;
- lomové dobývání.

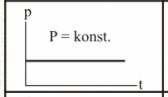
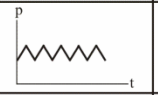
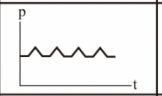
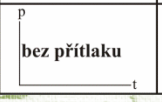


Způsoby provádění vrtů

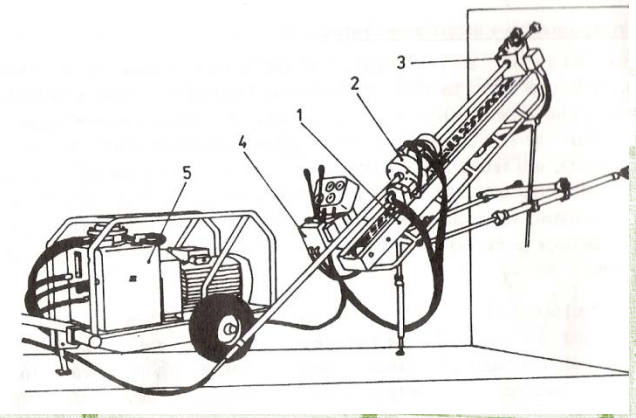
Při rozboru vrtného procesu je nutné mít především o:

- **vrtném nástroji** – druh, tvar, stav;
- **režim vrtání** – je dán přítlakem, otáčkami a proplachem.

přítlak – vyvozován zátěžkami nebo hydraulicky či jiným podávacím zařízením;
proplach – druh cirkulace (přímý x nepřímý), velikost průtoku (l/min),
druh výplachu (kapalný, plynný, pěnový);

přítlak na vrtný nástroj	odnos horninové drti				
	vrtným nástrojem	výplachem			
		bez cirkulace	přímá cirkulace	tlaková nepřímá cirkulace	sací nepřímá cirkulace
	náběrné, šnekové		rotarové, jádrové, ponorné pohony	protiproudové	sací
	vibrační				
			rotačně - příklepné, ponorná vrtací kladiva	rychlorázové	
		lanové, pensylvánské	povrchová vrtací kladiva		
			tryskové		

Způsoby provádění vrtů



1 - lafeta, 2 - rotační hlava, 3 - svěra vrtných trubek, 4 - ovládací a kontrolní panel, 5 - pohonný agregát

Vrtná souprava Diamec 250

Acker MP-8 provedení na podvozku automobilu

Vrtná souprava Acker MP-8 provedení na pásovém podvozku

Vrty hloubené pro hydrogeologické účely

Hydrogeologické vrty jsou nejrozšířenějším prostředkem jímání podzemních vod. Charakteristickým znakem hydrogeologických vrtů je snaha o zastižení a provrtání vodonosné vrstvy (zpravidla v plné její mocnosti) a zajištění stěn vrtu výstrojí, jež má umožnit přítok vody do vrtu bez strhávání jemnozrnných frakcí hornin z okolí výstroje vrtu.

Hlavním účelem hydrogeologických vrtů je zjištění hydrogeologických a hydrologických poměrů horninového souvrství, kolektorských vlastností vrstev, vlastností kapalin, těžebních a jímacích podmínek apod.

Vedle základních měření a pozorování ve vrtech – geologické dokumentace, měření hloubky ustálené statické hladiny, teploty a odběry vzorků hornin a vody pro laboratorní zpracování, je komplex dlouhodobých měření a pozorování prováděn obvykle v síti vrtů a pozorovacích objektů, jehož cílem je zjištění zdrojů napájení, jejich vydatnosti, hydrodynamické spojitosti jednotlivých propustných vrstev, těsnosti tektonických poruch aj. Jedná se v podstatě o ***soubor hydrodynamických metod*** (čerpací zkoušky, testerování) a ***geofyzikálních metod měření ve vrtech*** (karotáž).

Hydrogeologické vrty se rozdělují podle těchto kritérií:

a) podle účelu:

- výzkumné vrty – které slouží ke zjištění hydrogeologických poměrů daného území, počtu zvodnění a jejich geologického a hydrogeologického charakteru,
- průzkumné vrty – které se provádějí při průzkumu ložisek, průzkumu vodních zdrojů, při inženýrskogeologickém průzkumu aj.,
- pozorovací vrty – které slouží k pozorování režimu podzemních vod,
- provozní vrty – které jsou:

1) jímací vrty – vrtané studny – vertikální jímadla pitné a užitkové vody k domovním a vodárenským účelům,
2) odvodňovací vrty – které slouží k:
- odvodnění stavebních objektů a jam,
- odvodnění důlních a povrchových těžebních objektů,
- odvodnění svahového území s nebezpečím sesuvu apod.

b) podle etapovosti průzkumu: pro etapy hydrogeologického výzkumu, vyhledávacího a částečně předběžného průzkumu je nutné rozdělit hydrogeologické vrty v daných podmínkách na dvě kategorie:

- ***orientační vrty***, jejichž účelem je poskytnout tyto informace:

1) litologický profil vrtu,
2) místa přítoku podzemních vod, zjišťovaná nepřímými (karotážními) metodami,
3) orientační hydrogeologické kvantitativní a kvalitativní údaje, limitované kapacitou čerpací techniky instalované do vrtu daného vrtného průměru.

Využívá se často ložiskových jádrových vrtů, hloubených technologií jádrového vrtání.

- ***ověřovací vrty*** – jejichž účelem je poskytnout podrobné hydrogeologické informace o zvodněném horninovém prostředí. Jsou situované na základě předběžných údajů výzkumu nebo orientačních vrtů pro kvantitativní zjištění charakteru zvodnění propustných vrstev, charakteru napájení, vztahu mezi horizonty apod. Používá se technologie bezjádrového vrtání a to s průměry, které po vystrojení umožňují nasazení čerpadel pro odběr maximálního množství vody.

c) podle hloubkového dosahu se hydrogeologické vrty dělí do tří skupin:

- ***hydrogeologické vrty do 500 m*** – zahrnují celou sféru průzkumu a využívání obyčejných podzemních vod, když hloubka 500 m je současně uznávána za hranici převážné sféry ložiskové hydrogeologie. Pro tuto skupinu vrtů se také plně uplatní rozdělení na kategorie orientačních a ověřovacích vrtů, což zohledňuje i možnosti technického zabezpečení,
- ***hydrogeologické vrty do 1 200 m*** – se uplatňují při průzkumu minerálních a termálních vod a zbývající sféry ložiskové hydrogeologie. S ohledem na hloubku nejeví se efektivním rozdělení vrtů do výše uvedených kategorií. Konstrukce vrtu by měla zde zajistit geologické a hydrogeologické informace až do konečné hloubky a umožnit intenzivní snížení dynamické hladiny až do 150 m,
- ***hydrogeologické vrty nad 1 200 m*** – vycházejí přibližně ze stejných kritérií jako předchozí skupina. Konstrukce vrtů má umožňovat provedení čerpacích zkoušek při dynamické hladině až do 200 m. Podle úvahy se zde může uplatnit kozlíkové čerpání nebo svabování. U prací ložiskové hydrogeologie a prací geotermálního programu navíc přistupuje airliftové čerpání a přelivy vody v důsledku působení airliftu a termoliftu.

Uvedené základní druhy a kategorie hydrogeologických vrtů vycházejí převážně z technických možností jejich realizace. Při provádění těchto vrtů se využívá v řadě případů běžné techniky a technologických postupů, typických pro nejrozšířenější způsoby hloubení vrtů, tj. jádrové a bezjádrové rotační vrtání.

Volba ***způsobu vrtání vrtů na vodu*** (hydrovrtů) záleží na řadě faktorů, z nichž nejdůležitější jsou:

- účel hydrovrtu,
- znalost hydrogeologických poměrů oblasti,
- charakter a vlastnosti vodonosného souvrství.

Na těchto faktorech bude záviset především ***konstrukce a výstroj vrtů***. To je další významný činitel, ovlivňující výběr způsobu vrtání. Tzn., že zvolený způsob vrtání a navržená vrtná souprava bude muset zajistit nejen vyhloubení vrtu se zadanými počátečními a konečnými parametry, ale také zabezpečit vystrojení stvolu vrtu příslušnými pažnicovými kolonami a filtry.

Efektivní provedení hydrovrtu ovlivňuje nejen způsob vlastního vyhloubení vrtu, ale i ***technologie otvírky a osvojení vodonosné vrstvy***. Nutno zajistit např. minimální kolmataci vrstvy, vyvinout maximální úsilí pro dosažení maximálního a kvalitního souboru hydrogeologických parametrů v daných geologicko-technických podmínkách apod. Proto dále pod pojmem ***výběr způsobu vrtání*** se rozumí jak výběr vrtné soupravy, tak i technologie otvírky a osvojení vodonosné vrstvy.

Způsoby vrtání vrtů na vodu

Pro hloubení hydrovrtů se používají zejména tyto způsoby rotačního vrtání:

A) s přímým proplachem	1) jádrové vrtání 2) bezjádrové (rotarové) vrtání
B) s nepřímým proplachem	1) protiproudové vrtání 2) sací vrtání 3) airliftové vrtání
C) bez proplachu	1) náběrné vrtání, 2) šnekové vrtání 3) drapákové vrtání 4) vibrační vrtání.

Nejrozšířenějším způsobem vrtání hydrovrtů je rotační vrtání s přímým kapalinovým proplachem.

Konstrukce hydrogeologických vrtů

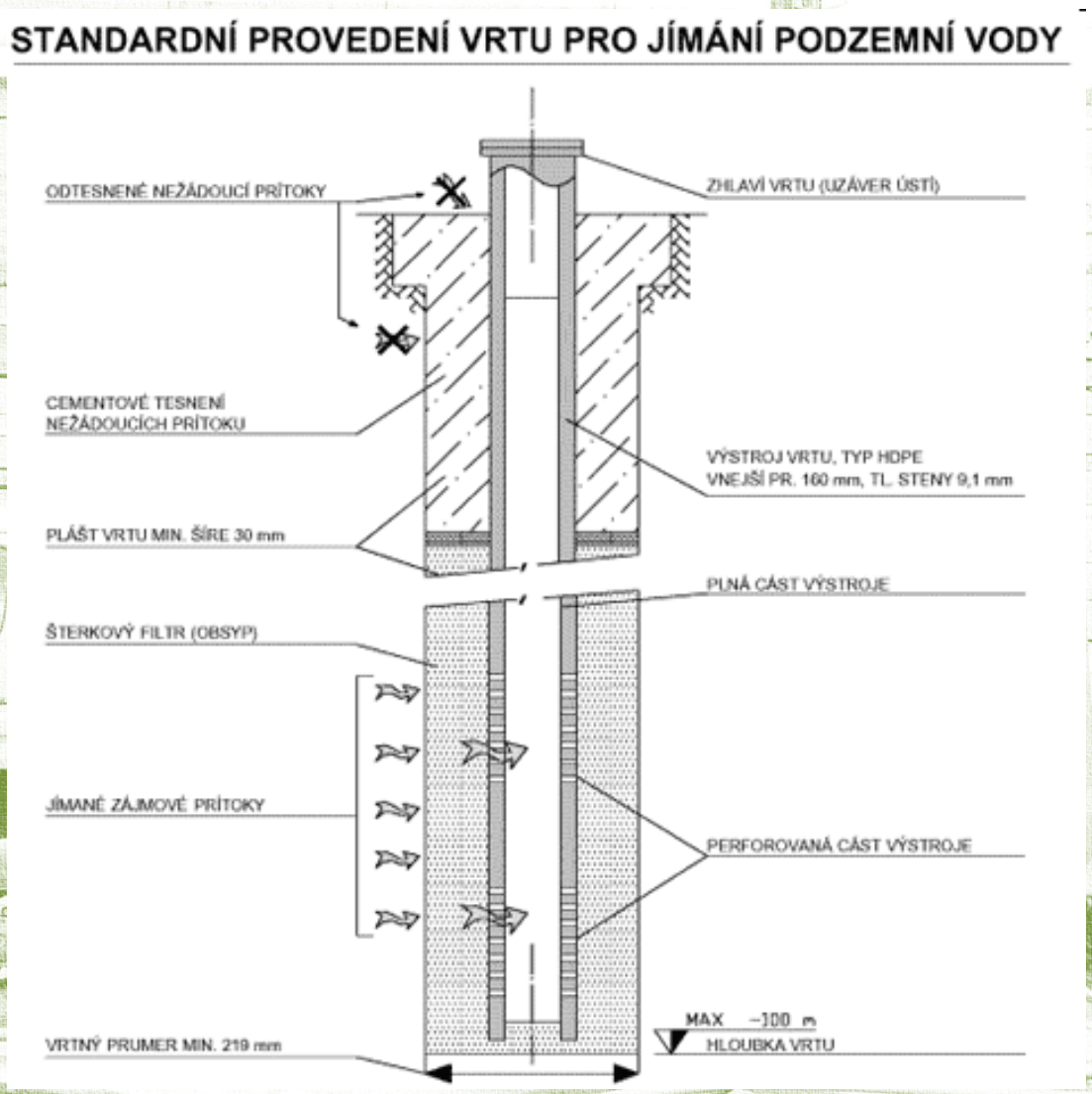
K projektování konstrukce vrtu se zpravidla přistupuje se ***znalostí těchto údajů v místě založení vrtu***:

- geologická stavba a hydrogeologické podmínky,
- předpokládaná těžba z vrtu,
- typ a rozměry těžebních zařízení,
- způsob vyztužování vrtu.

Za předpokladu, že výše uvedené údaje jsou známé, v projektu vrtu se stanoví:

- hloubka vrtu,
- počáteční a konečný průměr vrtu,
- statická hladina vody,
- navrhovaná těžba,
- předpokládaná úroveň dynamické hladiny vody,
- technologie vrtání,
- způsob a technologie cementace pažnicových kolon,
- typ a rozměry filtru,
- metoda zpracování a výzkumu těžené vrstvy.

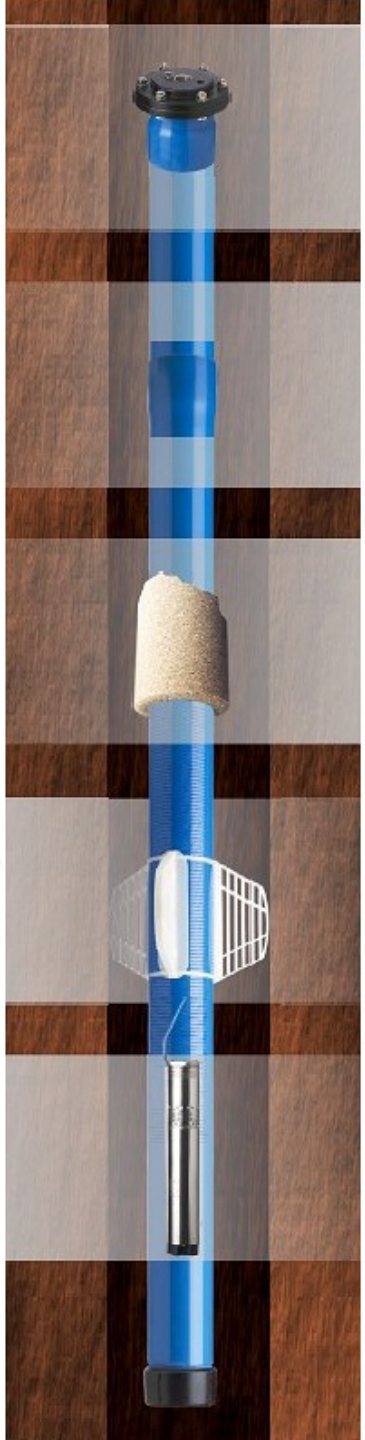
Hloubka vrtu je v podstatě dána úložní hloubkou produktivního horizontu. V případě nevelké mocnosti této vrstvy se obvykle čelba vrtu prohlubuje o 2 – 3 m do podloží vodonosných hornin. Při její značné mocnosti se otvírá v intervalu zajišťujícím požadovanou těžbu.



Příklad vystrojení vrtané studny z materiálu PVC

Spojení
Plné potrubí odděluje vrchní vodní horizonty. Prostor mezi potrubím a stěnou vrtu je vyplněn jílovým těsněním. Spoje jsou provedeny na závit . Zamezují prosaku vody z jiného horizontu (lze doplnit pryžovým těsněním).

Filtr
Část kde je potrubí perforováno pro vsak vody. Perforace 0,5 mm - 3,0 mm. Nejčastěji 1,0 mm. Prostor mezi filtrem a stěnou vrtu je vyplněn štěrkem určité frakce. Filtr vystřeďuje trojice distančních křidélek.

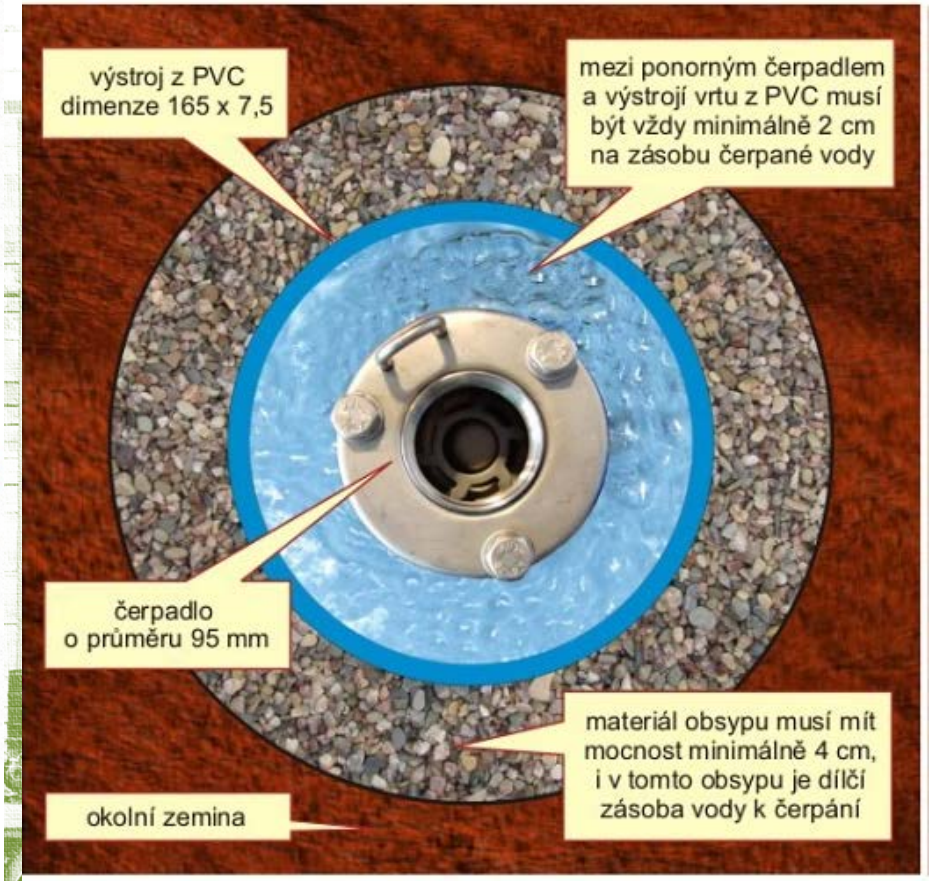


Záhlaví studny
Záhlaví studny umístěné v šachtě. Záhlavím prochází potrubí a kabel napájení přímo k ponornému čerpadlu.

Pískový filtr
Nalepený pískový filtr na filtru z PVC nebo nerezovém provedení, vykazuje vysokou propustnost a životnost. Používá se ve vrtech kde potřebujeme odfiltrovat drobné mechanické nečistoty.

Ponorné čerpadlo
Široká výkonová řada ponorných čerpadel pro čerpání pitné vody, ale i pro systémy závlah. Oblíbené 4" nerezové čerpadlo. Studna je ukončena zátkou na závit.

Řez vrtanou studnou dle norem
minimální požadované vzdálenosti



Jednotlivé dimenze (průměry) se mohou měnit v závislosti na požadovaném odběrném množství nebo místních podmínkách. Minimální požadované vzdálenosti musí být zachovány.

Filtry

Výstroj zájmové části hydrogeologického vrtu – **vodonosné vrstvy** – se skládá zpravidla z kolony trubek (zárubnic), plných ve spodní části, perforovaných přes vodonosnou vrstvu a plných v horní (nástavné) části, ze štěrkového obsypu mezikruží mezi stěnami vrtu a zárubnicemi (nebo tkaninovým obmotem). Zkráceně se tato výstroj nazývá ***filtr***.

Jeho účelem není čistit podzemní vodu nebo ji zbavovat rozpuštěných látek či nečistot, které nese sebou. Studniční filtr, jako element, přes který vstupuje voda, má ***zadržovat písek,*** takže do vrtu vstupuje voda zbavená písku. Současně tvoří sběrný prostor, z něhož se čerpá voda na povrch. Filtr v koloně trubek plní rovněž funkci ***výztuže,*** která má dlouhodobě zabezpečit stabilitu stěn vrtu a zabránit sesutí stěn, kdy čerpání vody by bylo nemožné. Teprve návrh a instalace odpovídajícího typu filtru umožňuje vstup podzemní vody do vrtu po celé ploše stěny vrtu, tzv. v celé mocnosti zvodněné vrstvy.

V současnosti se používají hlavně filtry se štěrkovým obsypem a s tkaninovým obmotem. ***Filtr se štěrkovým obsypem*** (převážně používaný) se skládá z ***kolony zárubnic,*** usazených ve vrtu centricky a z ***dostatečně mocné vrstvy sypaného štěrku*** (výjimečně nalepeného na zárubnicích). Jako základní trubní kolonu zárubnic lze použít libovolný typ ocelových trubek (pažnic) s podélnými vstupními otvory (také s kruhovou perforací). Ocelové trubky je nutno chránit ochrannými povlaky. Z důvodu odolnosti proti agresivnímu prostředí a chemickým vlivům se prosazují materiály z antikorozní oceli, neželezných kovů, kameniny, dřeva, plastů, skla apod.

Požadavky na trubní filtry

Na trubní filtry, používané v hydrovrtech a vrtaných studní, jsou kladeny tyto požadavky:

- vstup vody bez písku,
- malý filtrační vstupní odpor,
- odolnost proti korozi a inkrustaci,
- mechanická pevnost,
- hospodárnost,
- bezpečnost provozu.

Základní částí filtru je jeho ***trubní skelet***, který chrání stěny vrtu před zborcením a umožňuje propouštět vodu prostou pevných částic. Druh filtru, jeho rozměry a materiál, z něhož je proveden se volí v závislosti na granulometrickém složení vodonosné vrstvy a chemickém složení vody.

Na základě ***materiálu a způsobu provedení trubního skeletu***, jeho vybavením dalším volně nebo pevně uloženým materiálem pro jeho účelové použití, dělí se filtry na:

1) filtry z ocelových trub a pažnic
    a) prosté,
    b) se síťkovým nebo tkaninovým obmotem,
2) filtry z lisovaných plechů,
3) filtry z drátěného nebo prutového skeletu,
4) filtry štěrbinové, zhotovené ze syntetických materiálů
    a) polyetylenových, polyvinylchloridových trub a trub ze skelných laminátů,¨
    b) stavebnicové z polypropylenových lamel,
    c) s lepenou polymerovou drtí,
    d) sestavené z kruhových skleněných disků nebo disků z umělých hmot,
    e) z polyesterového drátu,
    f) provedené odlitím,
5) filtry keramické,
6) filtry dřevěné,
7) filtry štěrkové
    a) s lepeným štěrkem,
    b) se štěrkovým obsypem.

U ***materiálů používaných na výrobu trubních filtrů*** jsou důležité tyto vlastnosti:

a) ocel: vysoká pevnost, jednoduché zpracování materiálu, lehká a bezpečná volně visící konstrukce,

b) neželezné kovy: stálost proti korozi, jednoduché zpracování materiálu, lehká a bezpečná konstrukce, vyšší pořizovací náklady,

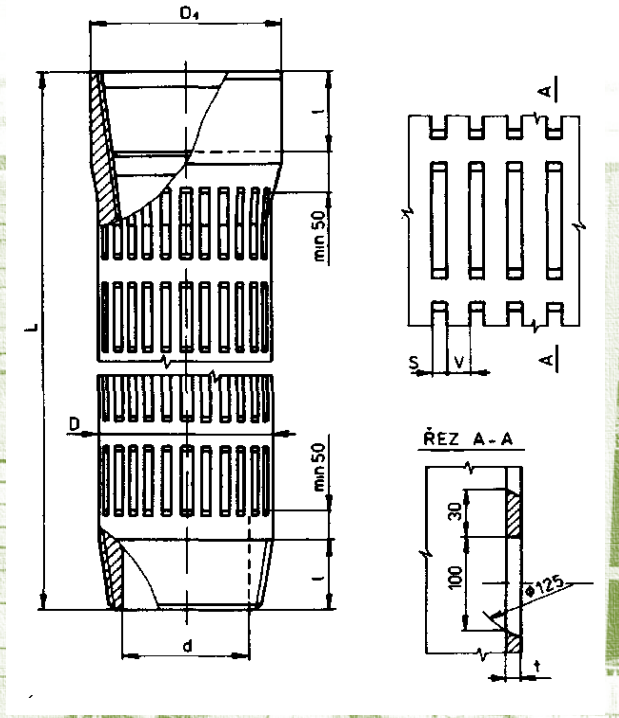
c) keramické materiály: vysoká odolnost proti korozi, vysoká pevnost v tlaku (původně náhradní materiál za neželezné kovy), malá pevnost v tahu,

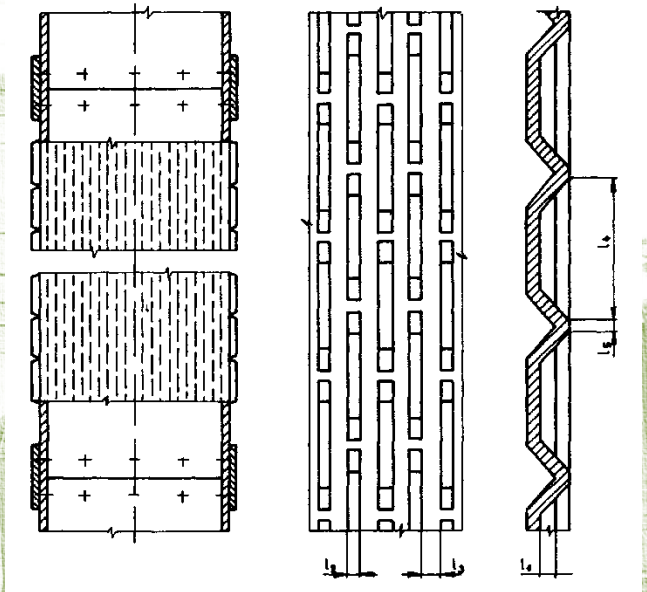
d) dřevo a podobné materiály: odolnost proti korozi, jednoduché zpracování materiálu, lehká konstrukce při dodržení hustoty $\geq 1\,000\ kg \cdot m^{-3}$,

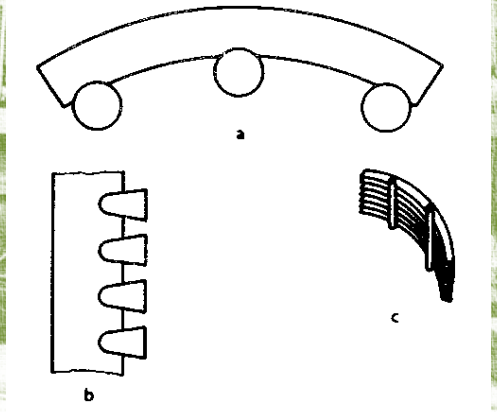
e) syntetické materiály: vysoká odolnost proti korozi, jednoduché opracování materiálu, lehká konstrukce při dodržení hustoty $\geq 1\,000\ kg \cdot m^{-3}$,

f) zvláštní provedení: kombinace různých materiálů, např. ocel s potahem z umělé hmoty, umělé pryskyřice armované skelnými vlákny apod.

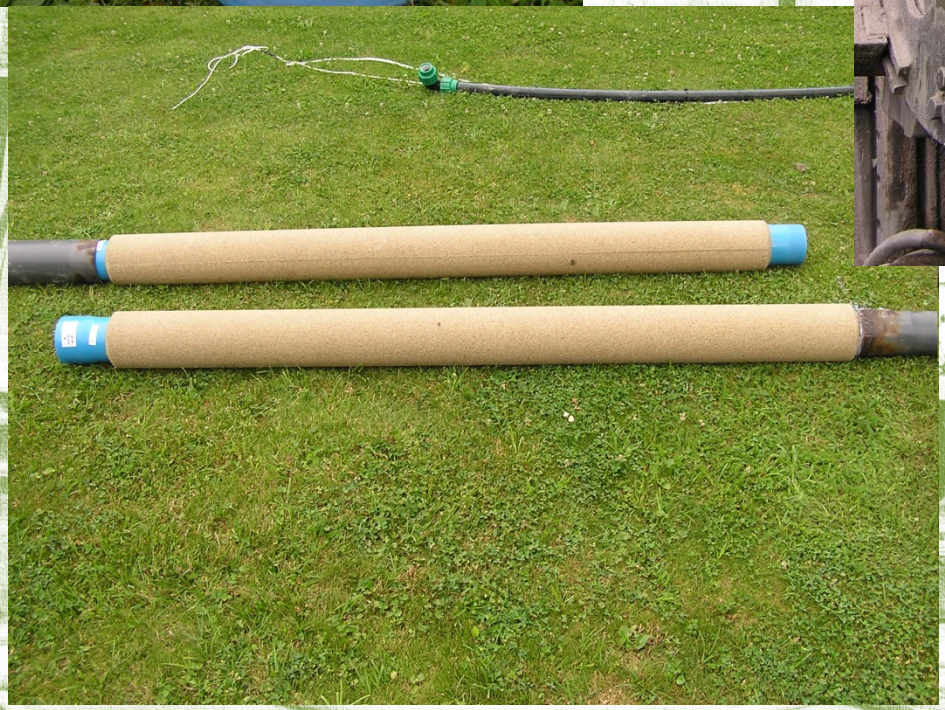
Filtry z ocelových trub a pažnic







Filtry s lepeným štěrkem



Filtry štěrkové

Štěrkový obsyp je dán pískem volené zrnitosti. Tím je zajištěna jejich vysoká pracovní způsobilost při nízkém hydraulickém odporu a dlouhodobé pracovní spolehlivosti. Tento druh filtru se vyznačuje nízkým stupněm chemické a mechanické kolmatace.
Efektivnost práce těžebních vrtů na vodu se štěrkovými filtry závisí na:

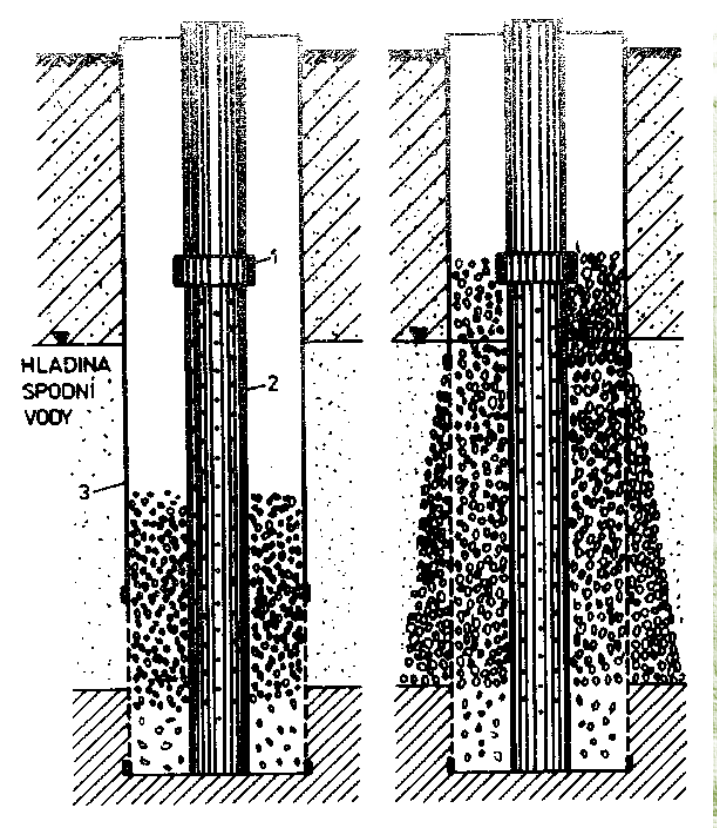
- délce filtru,
- síle obsypu,
- druhu a zrnitosti obsypu.

Tyto základní konstrukční prvky mají zásadní vliv na vstupní rychlost filtračního toku a vydatnost vrtu. V podstatě platí, že propustnost štěrkových obsypových filtrů musí být mnohem vyšší než propustnost těžené vrstvy. Propustnost filtru však nesmí způsobit vyplavování (erozi) písků vodonosné vrstvy s následným zanášením filtrů. Je zřejmé, že v této souvislosti je nutné řešit ***granulometrické složení obsypového materiálu,*** které se musí pohybovat v takových mezích, kdy je zajištěna minimalizace hydraulických odporů, ale ještě nedojde k vyplavování písků vodonosné vrstvy.

Filtry štěrkové

Po zapuštění filtru na počvu vrtu se přistoupí ***k provedení obsypu***. V případě malé hloubky se obvykle provádí ***prostým násypem do mezikruží*** s následnou kontrolou stavu tyčemi. Běžnější je však postup, kdy do mezikruží mezi filtrem a pažnicovou kolonu se zapouští ***trubky průměru 50 – 38 mm, kterými se v malých dávkách zaplňuje mezikruží tříděným štěrkem***.

Podle postupu zásypu se v krátkých intervalech povytahuje manipulační pažnicová kolona tak, aby byl zásyp po celou dobu práce vždy v mezikruží pažnicová kolona – filtr. V průběhu zasypávání se doporučuje protáčení manipulační pažnicovou kolonou. Zásyp mezikruží se provádí o 5 – 10 m výše než je aktivní část filtru, to proto, že část zásypu se dostává přes filtr a je vynášena.



Měření v hydrogeologických vrtech

Čerpání kapaliny, snížení hladiny, její měření nebo měření tlaku na vrtu po zastavení čerpání patří mezi základní metody moderní hydrogeologie pro určení filtračních parametrů zvodněných vrstev.

Využití ***způsobu testerování v hydrogeologických vrtech*** je velmi různorodé. Závisí na mechanických vlastnostech provrtávaných hornin, na vhodné výstroji vrtu a v neposlední řadě na přístrojovém vybavení testeru. Je to především:

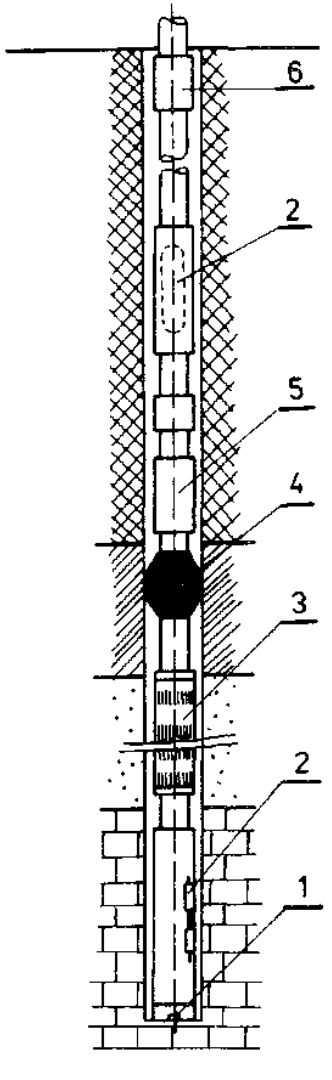
- měření hydromechanických vlastností hornin,
- určování fyzikálně-chemických vlastností vody v jednotlivých úsecích vrtu buď - přímým měřením nebo odběrem vzorků (např. teploty, pH atd.),
- kombinace uvedených druhů měření.

Sestava testerovacího zařízení - příklad

Tester vychází z konstrukčních principů testerů používaných v ropné praxi. Je určen pro intervalové čerpací zkoušky v průběhu hloubení vrtu s jílovým výplachem ve zpevněných horninách a nezapažených vrtech.

Tester se skládá z šesti základních částí:

- opěrka (1) s filtrem (3),
- hlubinný manometr (2) s vnitřní registrací (je umístěn ve zkoušené části vrtu izolované pakrem),
- pakr (4) (vlivem hmotnosti nářadí se roztahuje a odděluje zkoušenou část vrtu),
- sdružený ventilový systém (5),
- druhý hlubinný manometr, umístěný uvnitř zapouštěcích trubek nad hlavním ventilem,
- uzavírací plovákový ventil (6).



Odvodňovací horizontální vrty

Provádění horizontálních odvodňovacích vrtů souvisí s činnostmi ve stavebnictví a případně v geotechnice. Mohou najít uplatnění při zakládání soustředěné výstavby a uplatnění nacházejí zejména při ***stabilizaci sesuvných oblastí,*** které ohrožují dopravní a jiné stavby.

Vrtné a průzkumné práce v inženýrské geologii a geotechnice

Vrtné práce v **inženýrsko-geologickém průzkumu** jsou prováděny v zásadě pro dva účely:

- ***odběr vzorků zemin a hornin*** pro následné laboratorní zkoušky a geotechnické posouzení jejich fyzikálně mechanických vlastností,
- provedení hlubokých otvorů do horninového masivu pro uložení snímačů a čidel, prostřednictvím nichž jsou ***průběžně sledovány jeho geomechanické projevy***, zejména svahové posuny.

Samostatnou skupinu technické činnosti v inženýrské geologii tvoří ***sondážní práce.***

Pro tento účel jsou používány běžné typy rotačních vrtných souprav jako pro účely ložiskové geologie nebo hydrogeologie, s aplikací technologie ***rotačního jádrového vrtání s přímým proplachem*** (u hornin) nebo ***bez proplachu*** (u zemin). U zvodněných zemin lze použít ***náběrné hloubení*** drapákovými soupravami.

Vrtné práce pro sledování stability svahů

V současné době slouží vrty také jako velmi důležitý prostředek pro ***umístění snímacích zařízení pro sledování a hodnocení deformací v horninovém prostředí.*** Samozřejmě, že na tyto vrty jsou kladeny speciální požadavky. Následně je uveden komplex metod, které využívají vrtného prostředí a používají se pro ***měření svahových deformací a pohybů***:

- přesná inklinometrie,
- měření pórového tlaku,
- extenzometry (pro vodorovné vrty i svislé vrty),
- křehké páskové vodiče,
- geoakustické měření ve vrtech,
- měření podélných posuvů na svazích.

Vrty, využívané pro ***sledování stability skalních stěn a svahů***, jsou vrtány ***běžnými jádrovými rotačními soupravami***, vřetenovými i lafetovými, technologií rotačního jádrového vrtání s přímým proplachem, včetně technologie lanového jádrování.

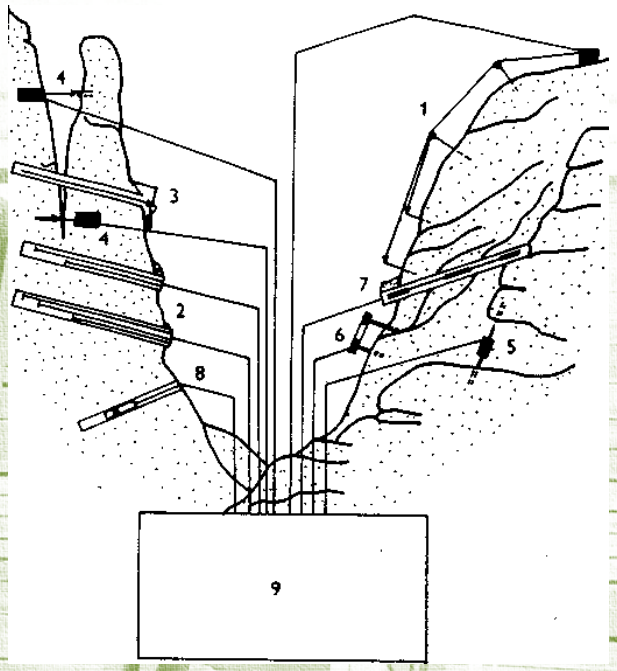
Inklinometrie

Na ***inklinometrický vrt*** nejsou z hlediska vrtání kladeny nijak mimořádné nároky. Jedná se o vrty průměru 112 mm, resp. vrty průměru 93 mm. U těchto vrtů je především nutno zajistit dobrou průchodnost, resp. přímost z hlediska následného propažování polyetylénovými pažnicemi (PE).

U inklinometrických vrtů je největší důraz kladen na správnost vystrojování a osazování vrtu PE pažnicemi. Především je nutno zajistit:

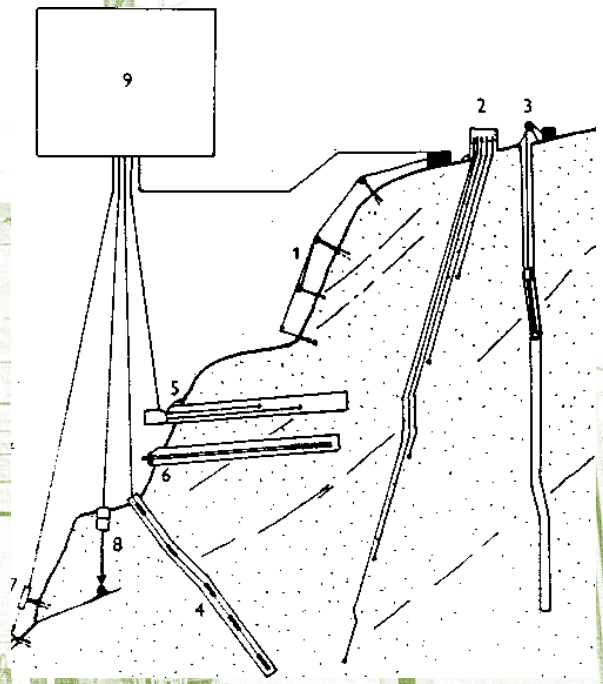
- dokonalé slícování drážek jednotlivých PE trubek (zároveň musí být respektována zásada, že myšlená rovina proložená dvěma protějšími drážkami bude totožná s předpokládaným směrem pohybu svahu),
- u svislých vrtů zajistit maximální svislost osazení pažnic (interpretace výsledků u dokonale svislých vrtů není na rozdíl od šikmých vrtů zatížena chybami),
- vyvarovat se znečištění vnitřku PE pažnic,
- dbát na vodotěsnost spojů PE trubek.

Výsledným stadiem inklinometrického vrtu by měl být vystrojený vrt s upraveným zhlavím, připravený k provádění vlastního měření.



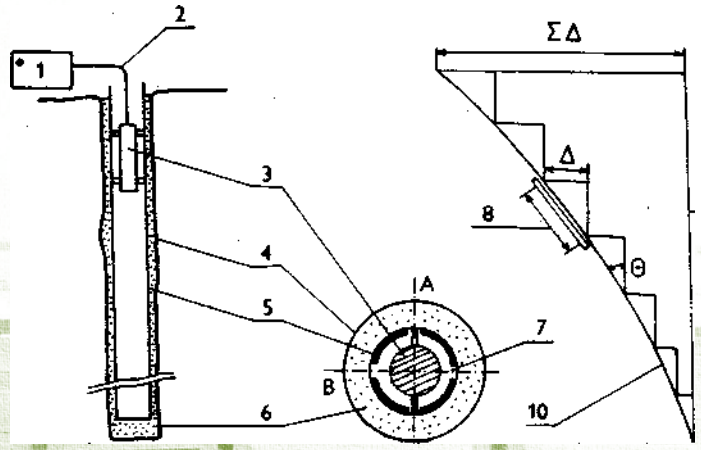
Metody pro sledování deformací skalních stěn a převisů.

1 – povrchový drátový extenzometr, 2 – víceúrovňový tyčový extenzometr, 3 – mechanický indikátor pohybu, 4 – elektrický indikátor pohybu se signalizací na dálku, 5 – skalní deformetr pro určení mezní hodnoty stavu posunu skalních bloků, 6 – puklinometr pro třírozměrné měření posunu po smykové ploše, 7 – řetězový deflektometr, 8 – geofon – senzor hluků a šumů vznikajících v hornině, 9 – vyhodnocovací jednotka



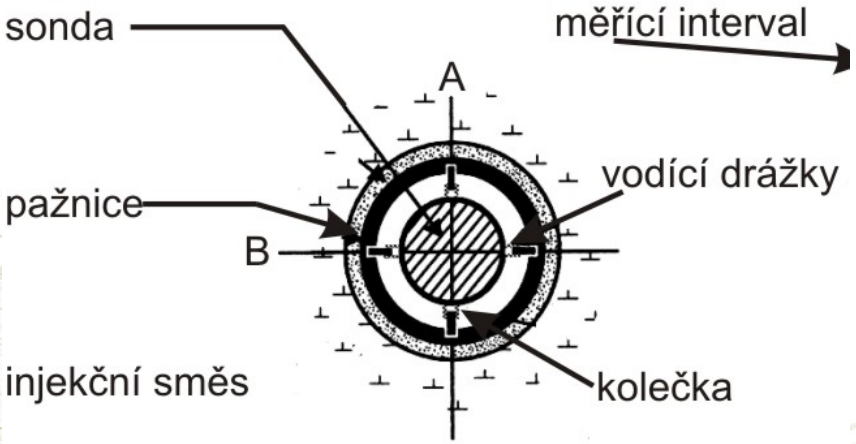
Metody pro sledování deformací svahů a sesuvů.

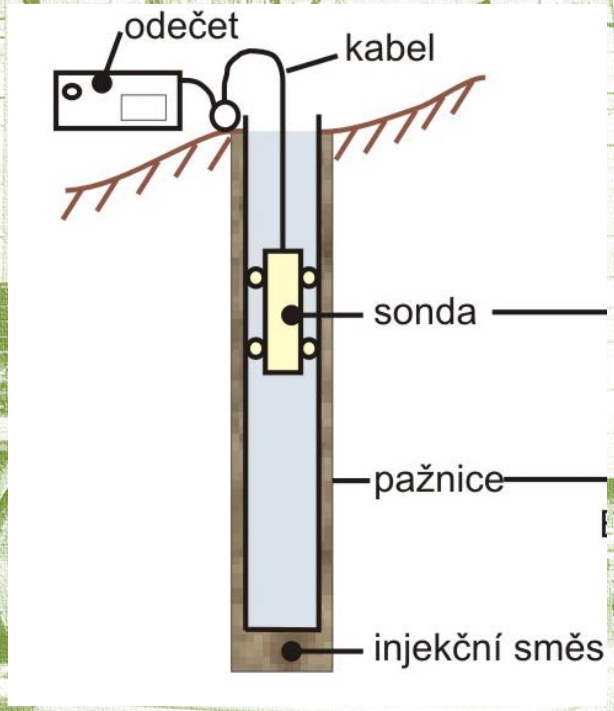
1 – povrchový drátový extenzometr, 2 – drátový extenzometr pro lokalizaci smykových zón, 3 – přesná inklinometrie, 4 – řetězový deflektometr pro měření příčného sedání, 5 – víceúrovňový tyčový extenzometr s mechanickým záznamem, 6 – deformetr (měření pohybu po kluzných plochách), 7 – dynamometr (měření předpětí kotev), 8 – hadicová vodováha na měření horizontálních pohybů, 9 – vyhodnocovací jednotka



Princip metody přesné inklinometrie.

1 – vyhodnocovací zařízení, 2 – kabel, 3 – sonda, 4 – vrt, 5 – pažnice, 6 – injekční směs, 7 – vodicí drážky, 8 – měřicí interval, 9 – referenční profil, 10 – měřený profil

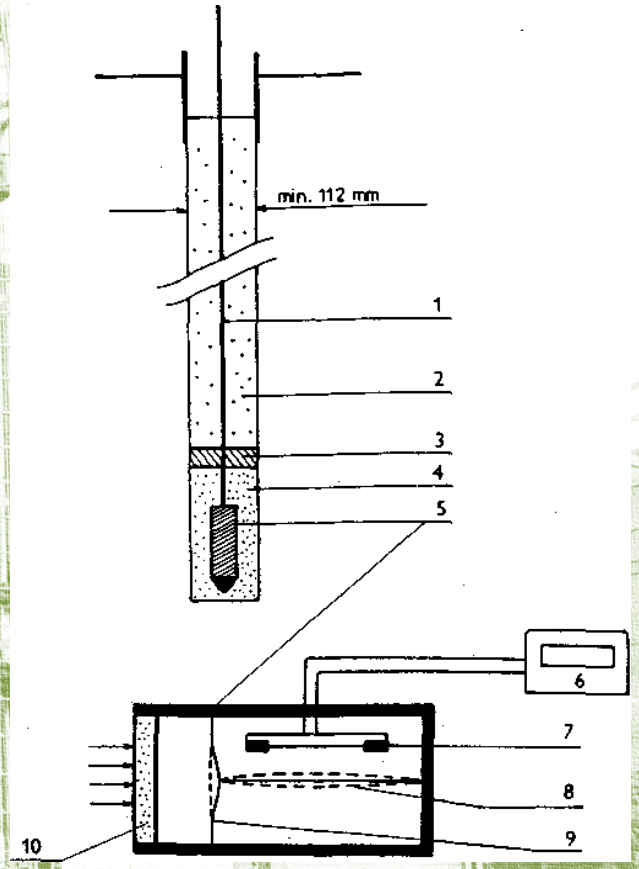




Měření pórových tlaků

Účelem měření je ***kontrola průběhu pórových tlaků*** např. v podloží násypů hrází během jejich výstavby a provozu, ověření prognóz napětí uvnitř zemních konstrukcí, zjišťování změn tlaků s časem v předpolí těžebních svahů povrchových velkolomů a sledování stability svahů.

Zařízení je složeno ze snímače, kabelu a vyhodnocovacího přístroje. Princip snímání je založen na ***závislosti kmitočtu struny na velikosti jejího napětí***. Jeden konec struny je připevněn na membráně, druhý na krytu snímače. Tlak vody se přenáší na membránu, jejíž průhyb způsobuje změnu napětí struny a tedy změnu její rezonanční frekvence (ta je buzena elektromagnetickým budičem kmitů). Změny pórového tlaku jsou úměrné druhé mocnině vibrační frekvence. Vzhledem k tomu, že sonda s čidlem má průměr 6 cm a pro její instalaci ve vrtu je nutný pískový obsyp, je ***minimální požadovaný průměr vrtu 112 mm.***



Měření pórových tlaků

1 – kabel, 2 – vodotěsná zálivka vrtu, 3 – utěsnění bentonitem, 4 – pískový obsyp, 5 – snímač pórových tlaků, 6 – vyhodnocovací zařízení, 7 – elektromagnet, 8 – vibrační struna, 9 – membrána, 10 - filtr

Extenzometrie

Drátový extenzometr.

Přístroj se používá pro stanovení ***velikosti deformací a poruchových zón v tělese svahu, v podzemních stavbách, v násypech apod.***

Vlastní těleso ***víceúrovňového extenzometru*** sestává:
- z úvodní kotvy (umožňuje fixaci systému kotev před jejich cementací),
- ze základní kotvy, připevněné na trubce, jež přejímá tlak zaváděcího soutyčí,
- z normálních kotev (počet bývá podle potřeby měření). Jsou rozmístěny mezi základní kotvou a měřicím zhlavím. Jsou průchozí pro nižší kotevní stupně. Každá kotevní úroveň je spojena se zhlavím extenzometru.

Vlastní měřicí zhlaví se skládá z příslušného počtu vnitřních kladek, které jsou spojeny s kotevními úrovněmi; z vnějších kladek, přes které jsou jednotlivé struny napínány pomocí zátěží, a z měřidel a snímačů velikosti posunu.

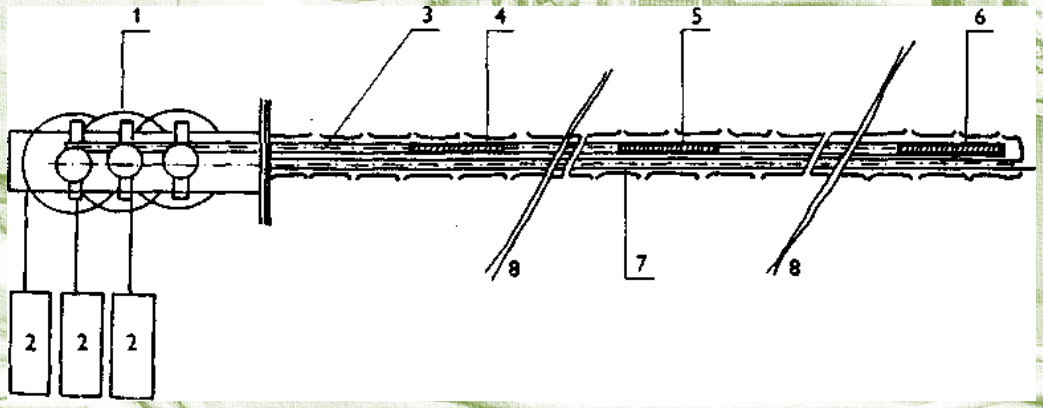
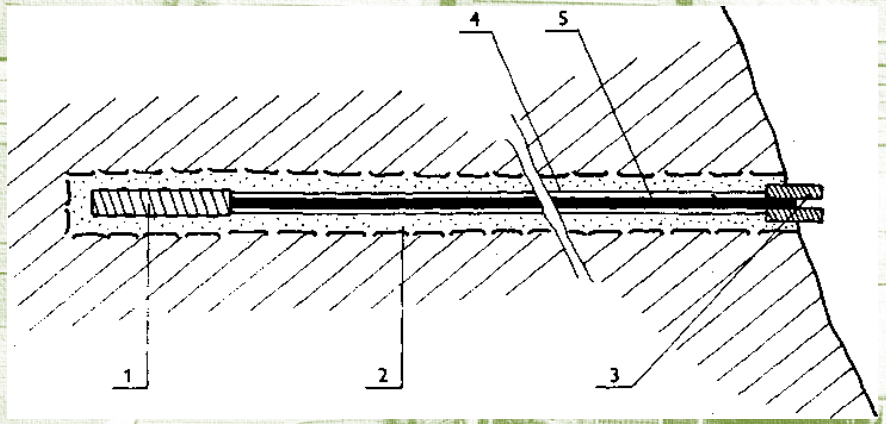


Schéma víceúrovňového extenzometru

1 – zhlaví s kladkami, 2 – zátěže, 3 – spojovací struna, 4 – normální kotva, 5 – základní kotva, 6 – úvodní kotva, 7 – injektážní trubka, 8 – poruchové zóny

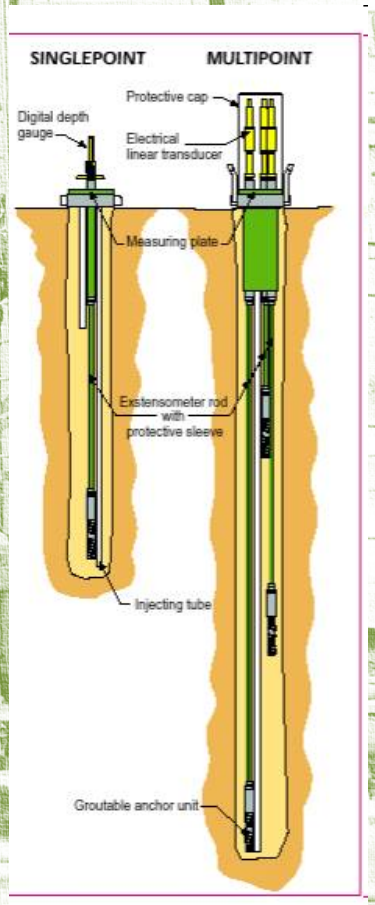
Tyčový extenzometr

U této konstrukce extenzometru jsou struny nahrazeny ***sklolaminátovou tyčí***. Toto řešení vylučuje problémy s korozí strun u drátového extenzometru. Zároveň není nutno předepínat kotvy, neboť se měří posuv tyče extenzometru přímo, mechanickým měřidlem. Celá sestava tyčového extenzometru je v jednom celku a umožňuje velmi jednoduchou manipulaci, zejména u osazování do vrtu není třeba používat vrtné nářadí.



Tyčový extenzometr

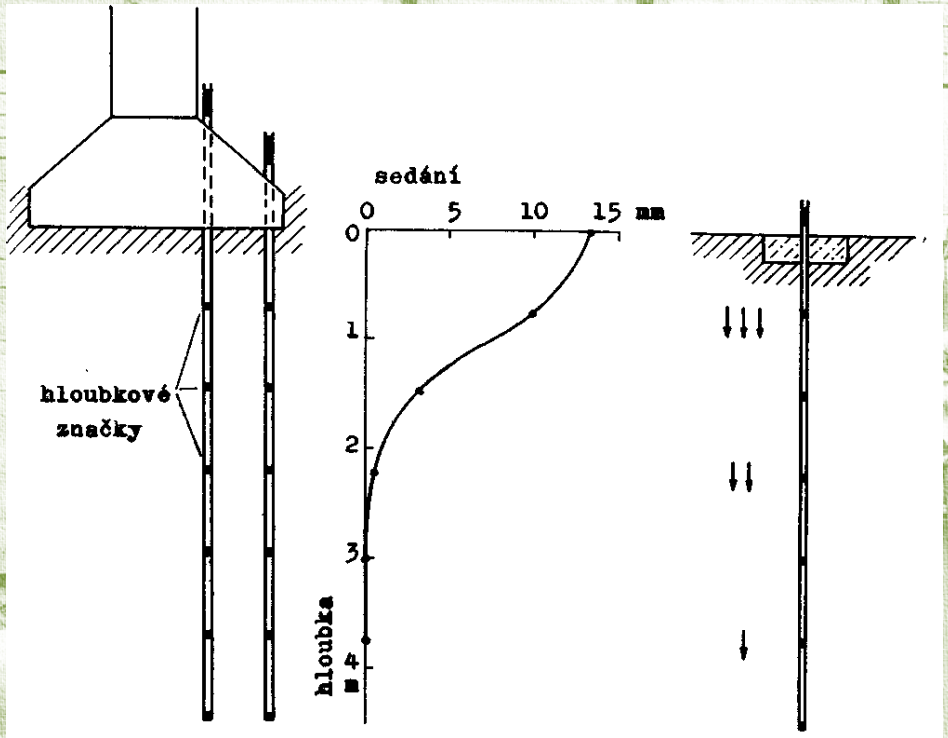
1 – kotva, 2 – cementace, 3 – zhlaví (mechanický odečet pohybu tyče), 4 – plastový krycí kabel, 5 – laminátová tyč



Svislý extenzometr do malých hloubek

Účel měření:

Měření sedání základové půdy v různých hloubkových úrovních a ***určení hloubky deformační zóny pod základy.***
Měření ***svislých deformací základové půdy*** vlivem smršťování vysycháním, bobtnání a kolísání hladiny podzemní vody.



Technické parametry systému:

maximální hloubka vrtu: 4 m
maximální počet hloubkových značek: 7
přesnost měření: ± 0,2 mm
rychlost odečtu 1 vrtu cca 5 minut

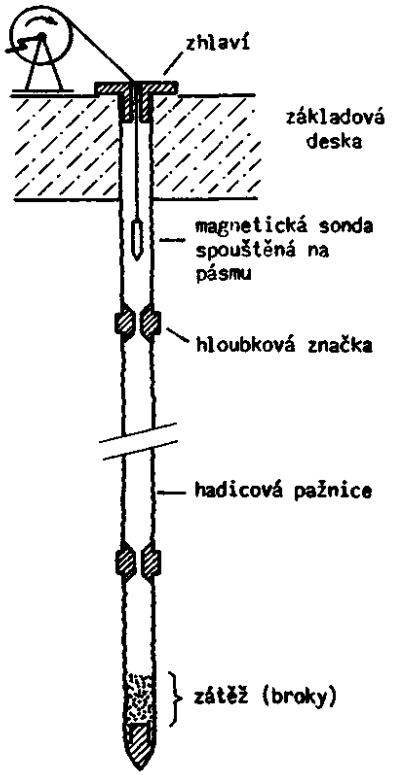
Svislý extenzometr do velkých hloubek

Účel měření: zjištění průběhu stlačování základové půdy do hloubky a ***zjištění hloubky deformační zóny pod základem.*** Používá se pod základovými deskami, pod násypy, případně v násypech a důlních výsypkách.

Technické parametry:

- maximální hloubka vrtu: 100 m
- průměr vrtu: 90 – 100 mm
- počet hloubkových značek: libovolný
- přesnost odečtu je dána přesností měřického pásma.

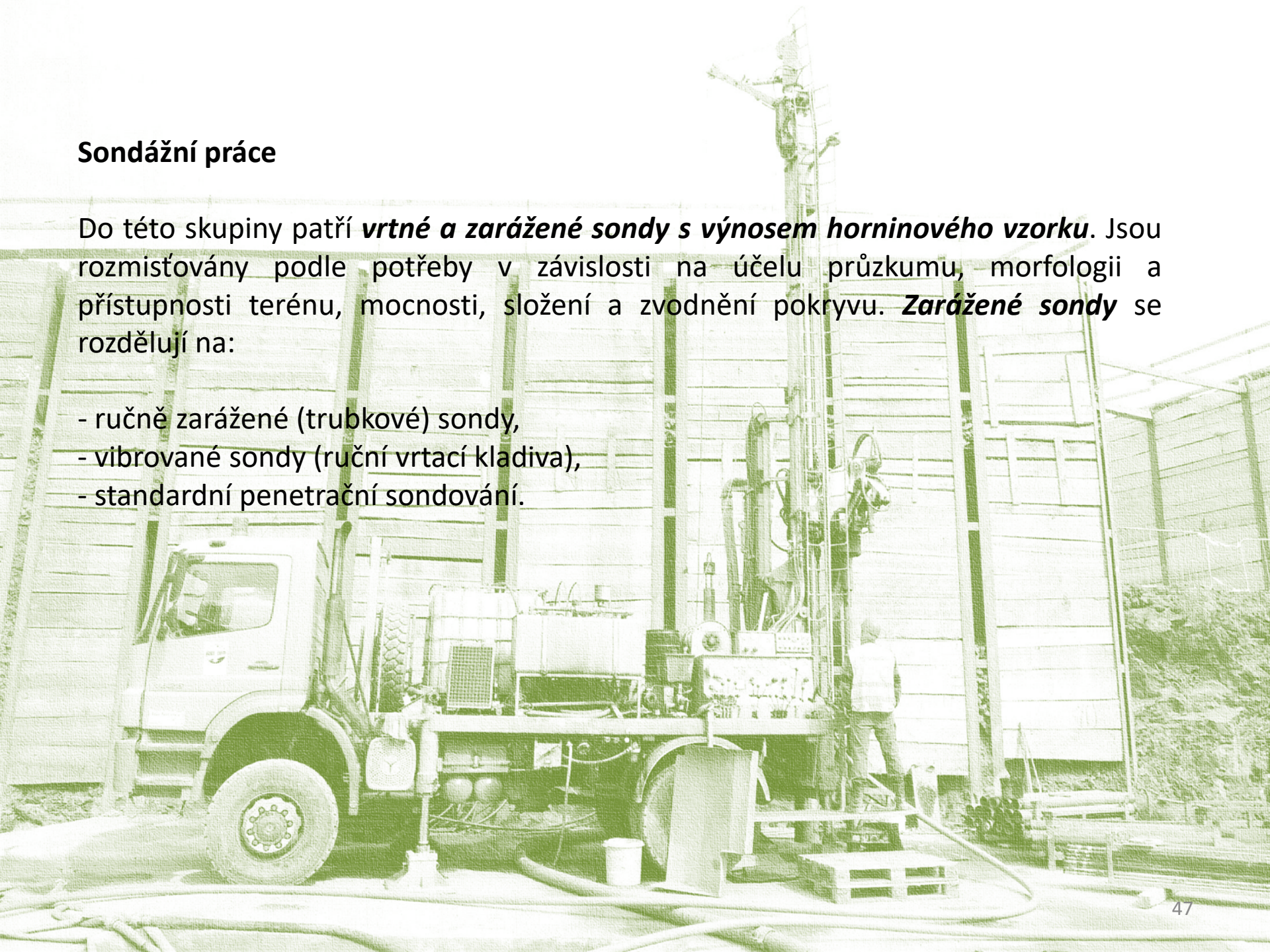
Obr. 6.1.2.3.5 Princip fungování tyčového extenzometru (upraveno podle Rozsypala, 2001)



Sondážní práce

Do této skupiny patří ***vrtné a zarážené sondy s výnosem horninového vzorku***. Jsou rozmisťovány podle potřeby v závislosti na účelu průzkumu, morfologii a přístupnosti terénu, mocnosti, složení a zvodnění pokryvu. ***Zarážené sondy*** se rozdělují na:

- ručně zarážené (trubkové) sondy,
- vibrované sondy (ruční vrtací kladiva),
- standardní penetrační sondování.



Povrchová odkryvná díla

Jsou to díla ražená ručně nebo strojně z povrchu, zpravidla netypových rozměrů. Patří sem kopané sondy, průzkumné rýhy a výkopy, šachtice , které se používají pro ověřování výsledků geofyzikálních a geochemických prací, pro sledování výchozů ložiskových těles, poruchových struktur a horninových kontaktů. Jsou rozmisťovány podle potřeby v závislosti na účelu průzkumu, morfologii a přístupnosti terénu, mocnosti, složení a zvodnění pokryvu.

Kopané sondy - zhruba obdélníkový tvar dle způsobu hloubení (ručně, strojně) při větších hloubkách nutnost pažení přímá geologická dokumentace, odběr vzorků, polní zkoušky aj.

Výhody:

- ***Rychlost***
- ***Poměrně nízká cena***
- ***Velký posuzovaný objem***
- ***Prostorový pohled***

Nevýhody:

- ***Značná poškození povrchu***
- ***Omezený hloubkový dosah***
- ***Mnohdy obtížná dokumentace***

Využití:

- ***Nadstavby a přístavby budov***
- ***Mělké zakládání, malé stavby***
- ***Vsakovací jímky***
- ***Železnice***
- ***Ložisková geologie***

- **Průzkumné rýhy a výkopy** - hloubí se převážně strojně, v šířce cca 0,5 až 1,5 m; šikmé stěny se nemusí pažit; dno je skloněno pro odtok vody, souvislá geologická dokumentace profilu ve složitějších podmínkách, ověřování hloubky skalního podkladu, odběr vzorků, polní zkoušky, pozor - nebezpečí ohrožení stability svahu

Výhody a Nevýhody – obdobné jako v předchozím případě

Využití:

- *Ložisková geologie*
- *Ověření povrchu a kvality skalního podloží*
- *Ověření těžitelnosti*

- **Šachtice** obdobné jako kopané sondy, ale dosahují do podstatně větších hloubek (až 30 m); hloubené jsou většinou strojně - drapáky, frézováním i širokoprůměrovým vrtáním ve vertikálním směru; používají se u náročných staveb v kombinaci např. se štolami

Výhody:

- ***Velký posuzovaný objem***
- ***Prostorový pohled***

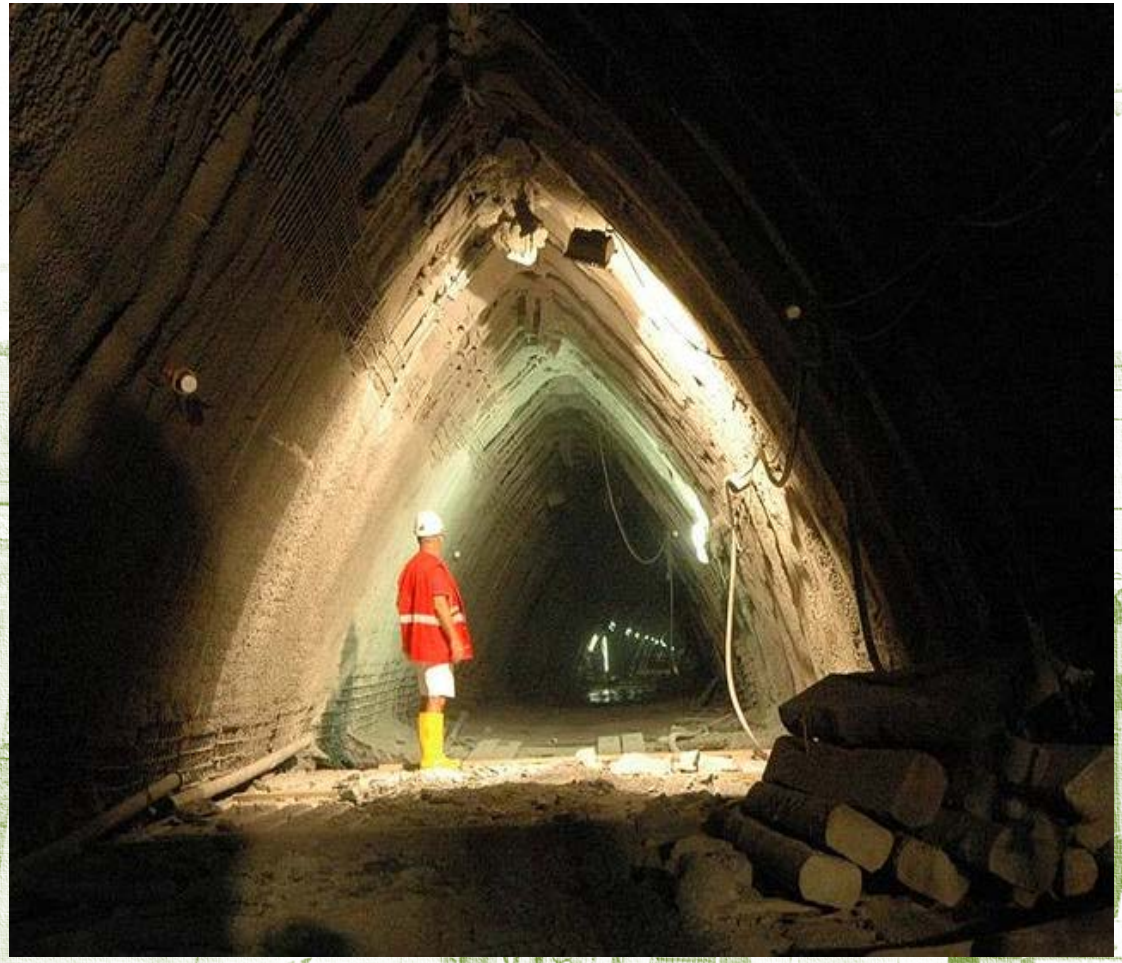
Nevýhody:

- ***Velmi vysoká cena***
- ***Náročnost a složitost díla***
- ***Bezpečnost práce***

Podvrchová odkryvná díla

Jsou to díla ražená ručně nebo strojně pod povrchem v podrobnějších průzkumných etapách zejména ložiskového průzkumu, při akumulaci složitějších morfologických a kvalitativních typů, sledování výchozů ložiskových těles, poruchových struktur a horninových kontaktů. nebo pro odběr velkoobjemových technologických vzorků. Poskytují podrobné a objektivní informace, avšak při značných finančních a časových nárocích. V rámci geologického průzkumu se používají průzkumné šachtice, jámy, štoly, překopy, chodby, díla úpadní a dovrchní, ražená v úsporných typových profilech.

Možnost jejich využití závisí mimo vlastních geologických a ložiskových charakteristik na morfologii terénu, mocnosti pokryvu, přístupnosti a v neposlední řadě na hodnotě nerostné suroviny, resp. náročnosti posuzovaného díla.



Využití:

- ***Ložisková geologie***
- ***Tunelové a podzemní stavby***
- ***Ověření kvality skalního podloží, poruch, těžitelnosti***

Výhody:

- ***Podrobné a objektivní informace***
- ***Velký posuzovaný objem***
- ***Prostorový pohled***

Nevýhody:

- ***Velmi vysoká cena***
- ***Náročnost a složitost díla***
- ***Časová náročnost***
- ***Bezpečnost práce***

Sondování z povrchu

Ve všech etapách geologického průzkumu se široce využívají sondážní práce. Patří sem především práce vrtné, zarážené sondy a to s výnosem, či bez výnosu (penetrace) horninového vzorku, zatěžovací zkoušky a speciální polní zkoušky (presiometrie, dilatometrie, vrtulková zk., zk. plochým lisem apod. Jsou rozmisťovány podle potřeby v závislosti na účelu průzkumu, morfologii a přístupnosti terénu, mocnosti, složení a zvodnění pokryvu.

Zarážené sondy - k nim můžeme zařadit:

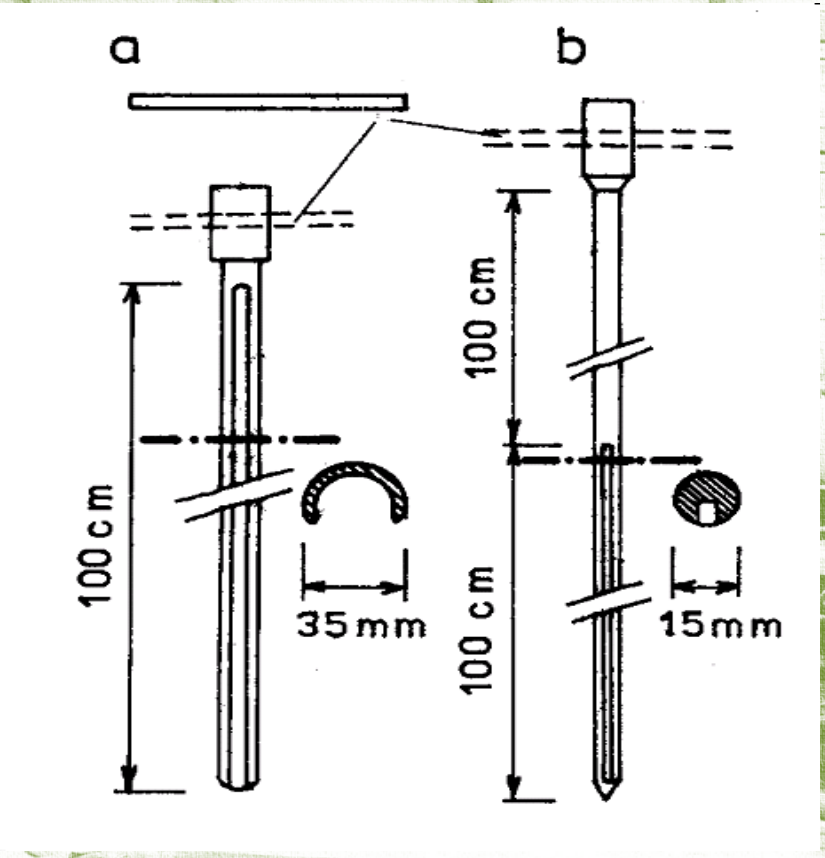
S výnosem horninového vzorku

- Ručně zarážené (trubkové) sondy
- Vibrované sondy (ruční vrtací kladiva)
- Standartní penetrační sondování (SPT)

Bez výnosu horninového vzorku

- Dynamické penetrační sondování (DP)
- Tíhové penetrační sondy (WST)
- Statické penetrační sondy (CPT, CPTU)

- **Ručně zarážené (trubkové) sondy** - hloubky 1 až 2 m, s průměrem 2 až 4 cm, v nezpevněných sedimentech bez větších zrn (úlomků) lze získat orientační petrografický profil, posoudit granulometrii, vlhkost aj. Jde o metodu nestandartní, pokud nelze informace o zeminách získat jinak.



Výhody:

- ***Levné***
- ***V nedostupném terénu***

Nevýhody:

- ***Nízká vypovídací schopnost***
- ***Omezení geologií***
- ***Mělký dosah***

Využití:

- ***Enviromentální geologie***
- ***Mělké a jednoduché stavby***
- ***Nepřístupný terén - sesuvy***

- **Vibrované sondy (ruční vrtací kladiva)** - vibrační zarážení jádrovnice dlouhé 0,2 až 1 m, průměru 35 až 146 mm, s podélnými výřezy či zcela uzavřené, upevněné na soutyčí; vhodná do hloubek 1 až 6 m; pro menší hloubky použitelné v zeminách mimo tvrdých jílů a hrubých štěrků; vhodné pro stanovení litologických rozhraní a jejich korelaci (doplňují jádrové vrty); vzorky mohou být vibrací zhutněny

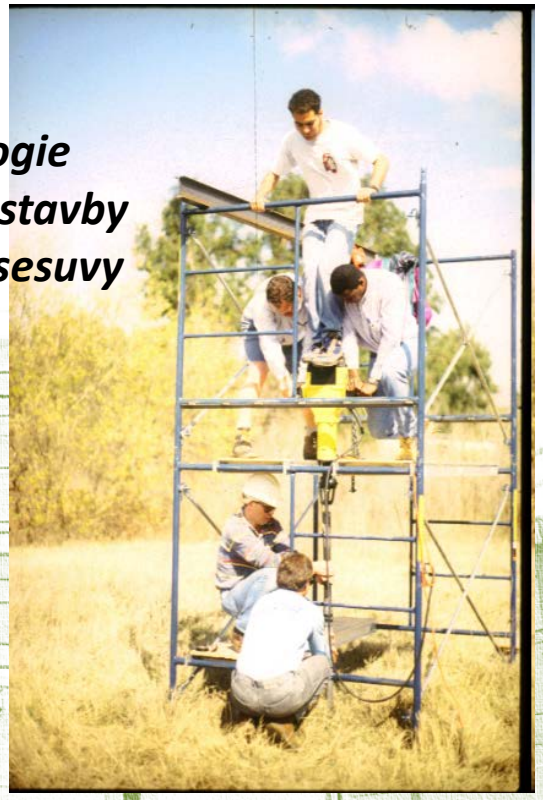
Využití:

- Enviromentální geologie

- Mělké a jednoduché stavby

- Nepřístupný terén – sesuvy

- Železnice



Výhody:

- ***Levné***
- ***V nedostupném terénu***
- ***Možnost odběru rel. neporušených vzorků***

Nevýhody:

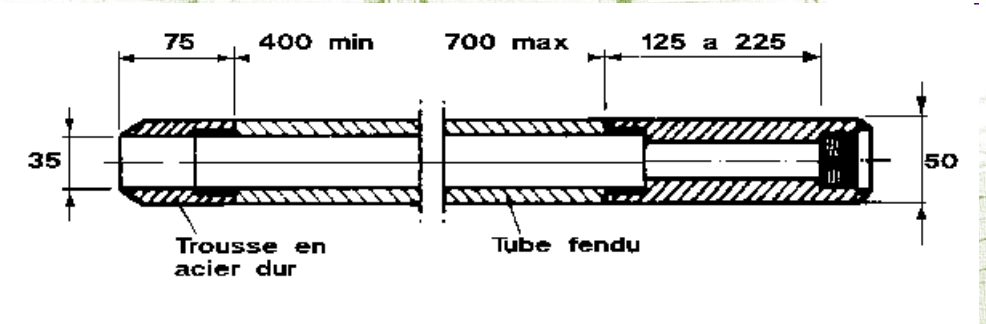
- ***Nízká vypovídací schopnost***
- ***Omezení geologií***
- ***Mělký dosah***

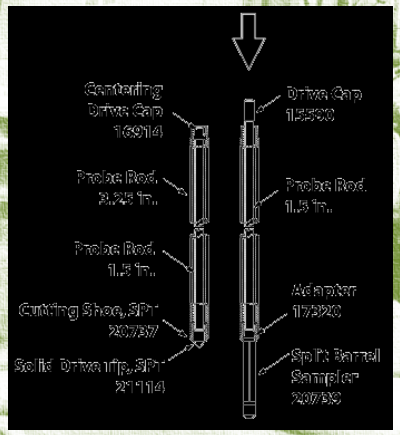
- **Standartní penetrační sondování (SPT)** - vibrační zarážení jádrovnice dlouhé 0,2 až 1 m, průměru 35 až 146 mm, s podélnými výřezy či zcela uzavřené, upevněné na soutyčí; vhodná do hloubek až mnoho m; pro menší hloubky použitelné v zeminách mimo tvrdých jílů a hrubých štěrků; vhodné pro stanovení litologických rozhraní a jejich korelaci (doplňují jádrové vrty); vzorky mohou být vibrací zhutněny (Výrobci: Geoprobe, Pagano, MBZR, Simco)

Standartní penetrační sondování (SPT) – princip metody

Účelem je určení charakteristického odporu zeminy na čelbě vůči dynamické penetraci děleného odběrného přístroje (vyjímečně i plného kuželu) a získání vzorků zeminy

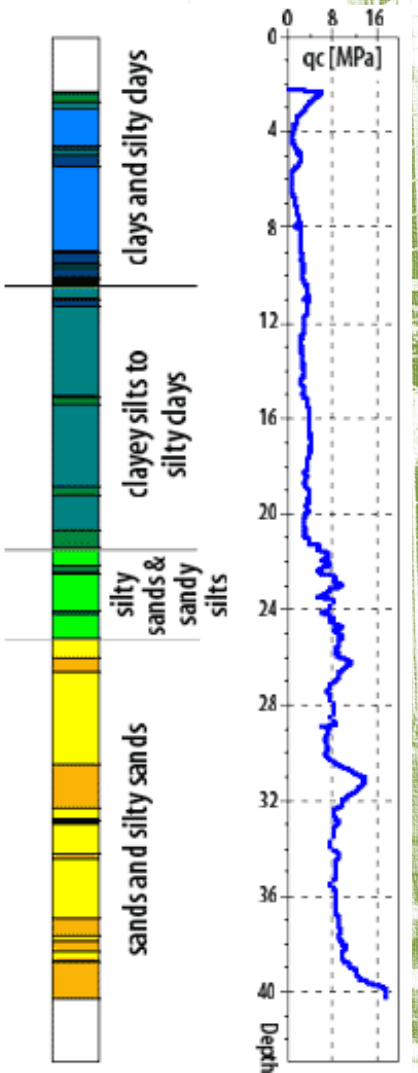
Hmotnost beranu 63,5 kg, výška pádu beranu na kovadlinku na horním konci soutyčí 760 mm. Penetrační odpor N potřebný pro zaražení odběrného přístroje o 300 mm.





- **Standartní penetrační sondování (SPT) – výsledky**

- **Dlouhodobě odvozované a ověřované, dobře korelovatelné vztahy**
- **Na rozdíl od jiných penetračních metod možná vizuální kontrola vzorků zemin**



Využití:

- *Jemnozrnné sedimenty*
- *Hůře přístupný terén, sesuvy*
- *Zjištění deformačních parametrů*

Výhody:

- *Dobrá korelace*
- *Výnos vzorků*
- *Rychlost provedení*

Nevýhody:

- *Malá dostupnost v ČR*
- *Omezení geologií*
- *Především pro písky*
- *Empirické odvození parametrů*
- *Vyšší cena*

Vrtné práce v geotechnice

Geotechnika je obor, který aplikuje metody mechaniky zemin, mechaniky hornin, inženýrské geologie a dalších příbuzných disciplín na ***inženýrské stavby, těžbu nerostných surovin a ochranu životního prostředí.*** Je charakterizovaná následujícími činnostmi:

a) zjišťování fyzikálních parametrů zemin a hornin prostřednictvím zkoušek a měření včetně navrhování vhodné metodiky zkušebních procesů a jejich vyhodnocování a to s ohledem na povahu příslušného inženýrského problému a konkrétní geologické situace,

b) řešení stability přirozených i umělých svahů v zeminách a horninách, včetně návrhu sanace sesuvů. Jde například o stanovení stabilních sklonů svahů u silnic, železnic, lomů, svahů, povrchových dolů atp. Při zabezpečení skalních svahů lze využít i kotvení,

c) řešení problematiky podzemních staveb (tunelů, šachet) s uvážením i ekologických aspektů v případech, jako jsou úložiště radioaktivních odpadů, složiště popílků, uložení výsypek atd,

d) posouzení dynamických účinků, jež působí na zemní i stavební konstrukce a navrhovat opatření na jejich snížení,

e) stanovení mezních stavů v podzákladí staveb, včetně návrhů vhodných způsobů uložení a příslušných výpočtů únosnosti a sedání.

Geotechnické polní zkoušky

Moderní způsoby zakládání staveb požadují získání co nejvíce číselných ***údajů o pevnosti a stlačitelnosti základové půdy, o její propustnosti a o pravděpodobných mezích, v nichž se budou pohybovat posuvy, zejména sedání navrhovaných objektů.*** Pro moderní geotechnický průzkum nestačí většinou stanovení tzv. ***indexových (popisných) vlastností zemin***, které se většinou stanovují laboratorně na porušených, částečně i neporušených vzorcích. Základním požadavkem u složitějších staveb je stanovení mechanických vlastností zemin, jejichž znalost umožňuje ***předvídat vztah napětí, přetvoření a času daného zemního tělesa – základové půdy***. Pro zakládání má prvořadou důležitost ***stlačitelnost a smyková pevnost základové půdy***. Pro stanovení základních mechanických vlastností půdy se uplatňují ***geotechnice zkoušky***, tj. polní zkoušky in situ, vykonané buď ***ve vrtech v průběhu sondování***, nebo přímo ***na zeminách v základovém tělese.***

Jedná se o následující metody:

- presiometrické zkoušky stlačitelnosti zemin a hornin,
- dilatometrické zkoušky,
- zatěžovací zkoušky lisem,
- měření napjatosti horninového masívu,
- statické a dynamické penetrační sondování,
- zatěžovací zkoušky deskou,
- vrtulkové smykové zkoušky,
- vodní tlakové zkoušky.

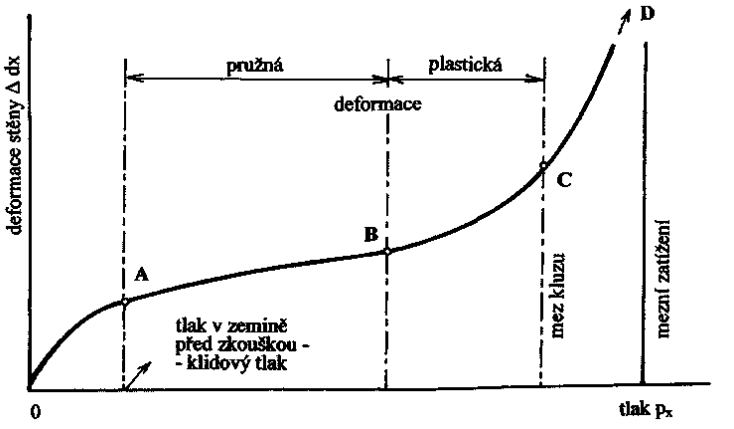
Ve vrtech se používají především ***metody deformační*** (presiometrie, zatěžovací zkoušky lisem, dilatometrie) a ***metody napjatostních zkoušek*** (měření triaxiální buňkou). Především první tři jmenované metody kladou velmi náročné požadavky na ***kvalitu provedení vrtu a na dodržení tolerance v jeho průměru.*** Sondy presiometru, dilatometru i lisu jsou velmi náchylné na některé nehomogenity ve vrtu (např. změna charakteru horniny, poruchové zóny, kaverny), které zapříčiňují jejich poškození a havárie. Proto základním požadavkem je vyloučení těchto vlivů. Před každým měřením zájmových úseků vrtu je nezbytné stanovit optimální místa pro měření geologických charakteristik, kde toto nebezpečí nehrozí.

Presiometrie

Účelem presiometrické zkoušky je ***měření deformace zemin a měkkých skalních hornin*** vyvolané roztažením válcové ohebné membrány tlakem. Jedná se v podstatě o ***zatěžovací zkoušku ve vrtu prováděnou kolmo k jeho podélné ose pomocí presiometrické sondy.***

Zkouška spočívá ve ***vložení sondy, vybavené válcovou ohebnou membránou, do podloží*** a to buď do předem vytvořeného vrtu nebo samozavrtáváním sondy či jejím zatlačováním. Jakmile sonda dosáhne požadované hloubky, membrána se rozpíná aplikovaným tlakem při ***současném zaznamenání tlaku a roztažení*** až po dosažení nejvyššího roztažení, které je dané pro příslušný přístroj. Roztažení je měřeno jako radiální posun nebo je vypočteno ze změny objemu válcové membrány.

Zkouška je použita pro ***odvození pevnosti a nebo deformačních parametrů základové půdy*** nebo specifických ***presiometrických parametrů***. Výsledky lze použít pro ***odvození křivek napětí – přetvoření*** (obr.) v jemnozrnných zeminách nebo měkkých skalních horninách.

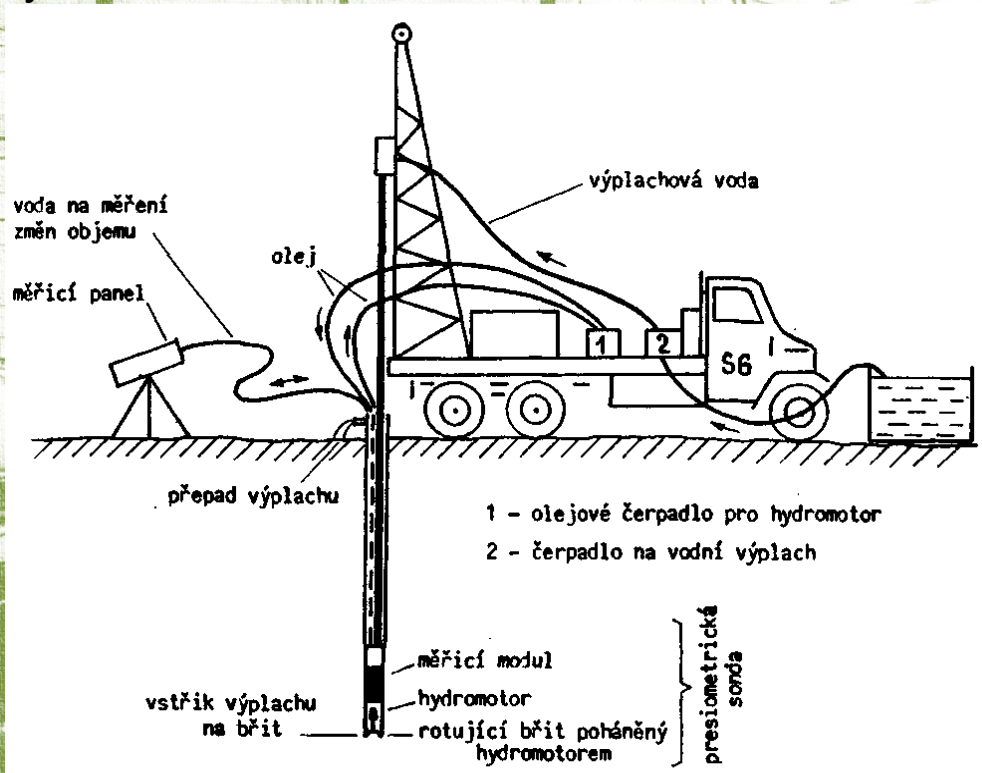


Základní technické parametry zařízení:

- průměr vrtu (průměr měřící sondy): 132 mm
- maximální hloubka vrtu: 40 m
- maximální tlak presiometru: 3 MPa
- maximální přítlak vrtné kolony: 50 kN

Výhodou použití presiometrické metody jsou kvalitní, z povrchu terénu jinak prakticky nezměřitelné a dobře korelovatelné výsledky. ***Nevýhodami*** jsou nároky na přesné provedení vrtu, vysoká cena a náročnost na čas, techniku a organizaci průzkumu.

Použití metody je směřováno ke zjištění deformačních parametrů zeminy, resp. horniny in situ ve velkých hloubkách, resp. s nárůstem hloubky.



Dilatometrické zkoušky

V zásadě podobné presiometrickým zkouškám jsou ***dilatometrické zkoušky***. Účelem ***zkoušky pružným dilatometrem je měření přetvárnosti skalních hornin*** (dilatometrická zkouška skalních hornin, RDT) a ***zemin*** (dilatometrická zkouška zemin, SDT) na základě radiálního roztažení úseku vrtu pod rovnoměrným radiálním zatížením aplikovaným pomocí válcové dilatometrické sondy.

Zkouška se skládá z vložení sondy do vrtu a ***měření radiálního rozšíření vrtu*** ve zvolených časových intervalech nebo semi-spojitým způsobem při aplikaci známého radiálního tlaku v sondě. Sonda dilatometru je vybavena poddajnou membránou. Jejím prostřednictvím se vlivem tlakového oleje nebo stlačeného plynu ze sondy přenáší zatížení na stěny vrtu. ***Deformace stěny vrtu se snímají třemi elektrickými čidly***, rozmístěnými v různých výškových úrovních ve vzdálenosti 75 mm od sebe a o 120^{o} vzájemně pootočených. Změny dráhy každého čidla, které je unášeno pláštěm zatěžovací sondy, jsou odečítány samostatně. Přesnost odečtu je 0,025 mm. Např. dilatometrem typu Socossor je možno vyvodit tlak do 30 MPa, hloubkový dosah sondy je 50 m.

Ze získaných hodnot deformací a zatížení se vyhotoví pracovní diagramy. Z jejich zatěžovacích, resp. odlehčovacích větví se určí ***moduly přetvárnosti a moduly pružnosti*** v jednotlivých směrech.

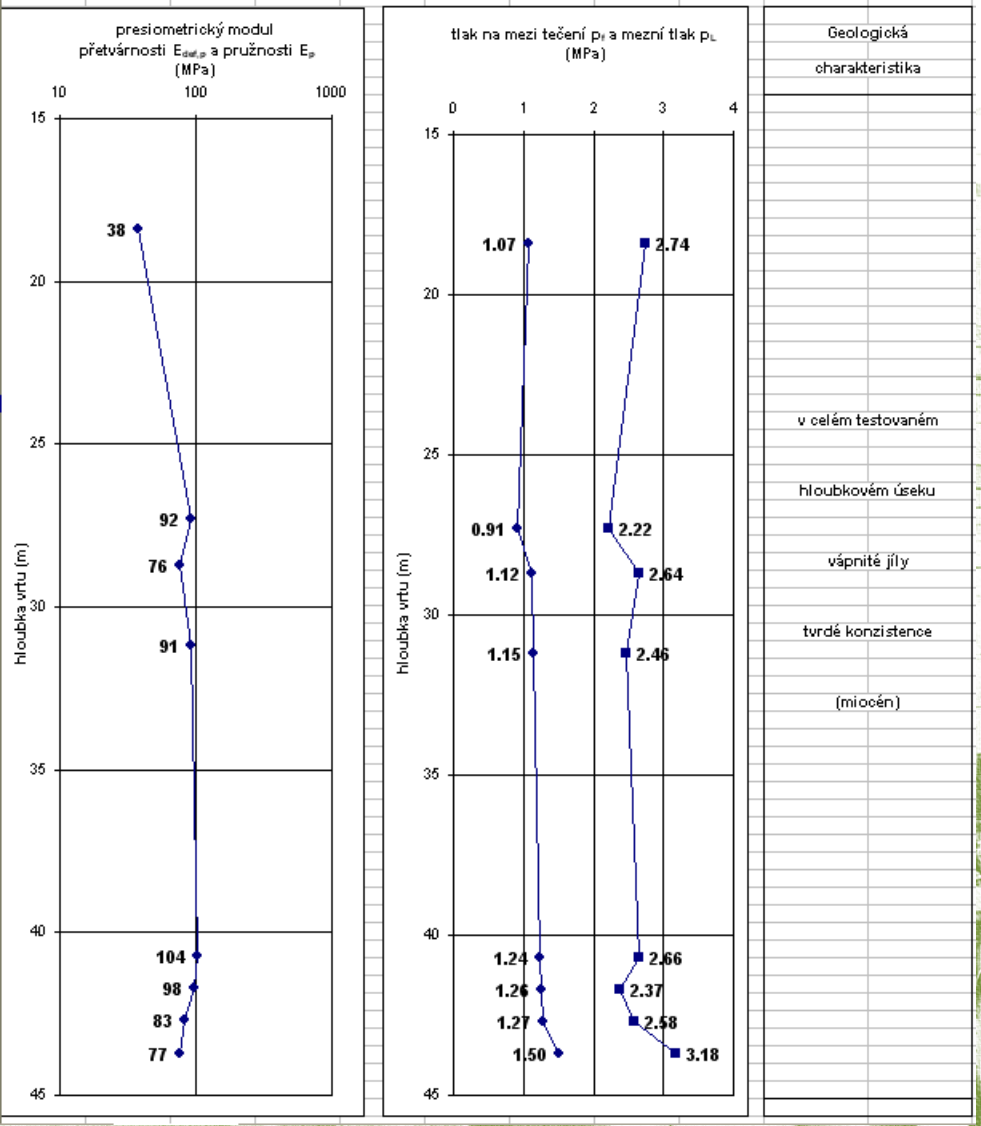
Nejdůležitějším výsledkem zkoušky je **presiometrický modul přetvárnosti Edef, p**, který je stanoven vždy z lineární pseudoelastické fáze přetvárného diagramu (a je tedy maximální hodnotou modulů přetvárnosti v závislosti na napjatostních oborech). Tento je vypočítán ze vztahu :

$$E_{def,p} = 2\,(1+n)\,(v_o + v_m)\,.\,\Delta p\,/\,\Delta v$$

kde značí :

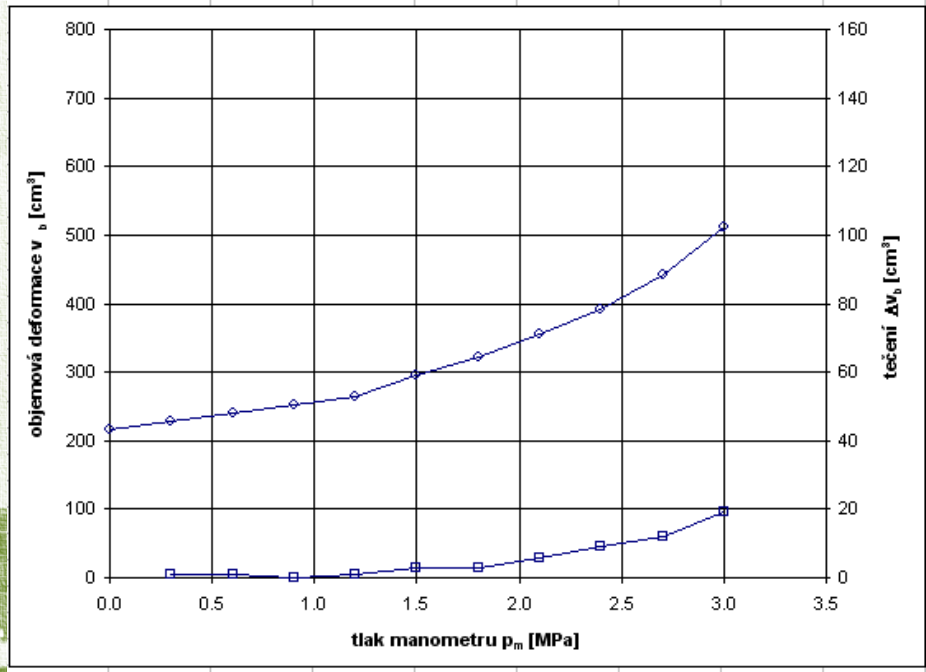
- v_o základní objem středního článku prázdné sondy (nulové čtení)
- v_m objem vody natlačené do měřící buňky středním tlakem p_m
- $\Delta p / \Delta v$ směrnice přetvárného diagramu v lineární fázi
- n Poissonovo číslo

Obr. 1 PRŮBĚH PRESIOMETRICKÝCH CHARAKTERISTIK VE VRTU Press-1



PRESIOMETRICKÁ ZKOUŠKA č. 8

akce:	**OSTRAVA - JINDŘICH PLAZA**
vrt č.:	**Press-1**
hloubka (m):	**43.7**
zkoušený materiál :	**vápnitý jíl, tvrdé konzistence (miocén)**
úroveň vody (m):	-
typ a průměr sondy:	Ménard NX, 74 mm, pryž tl. 3 mm vyztužená tkaninou
zkoušky řídil:	K. Michalec
dne:	20.XII.2007
vyhodnotil:	Ing. J. Hudek



Meze kvazilineárního úseku	p_{1m} =	**0.60**	p_{2m} =	**1.20**	[MPa]
	V_1 =	**240**	V_2 =	**265**	[cm³]
Presiometrický modul přetvárnosti	$E_{def,p}$ =		**77.0**		[MPa]
Presiometrický modul pružnosti	E_p =		*		[MPa]
Tlak v klidu	p_0 =		**0.62**		[MPa]
Tlak na mezi tečení	p_f =		**1.50**		[MPa]
Mezní tlak	p_L =		**3.18**		[MPa]

Příkladem měřicího zařízení pro dilatometrické zkoušky je dilatometr typu Socossor. Pro tuto zkoušku je optimálním vrtem jádrový vrt ∅ 101 mm. Sonda o průměru 95 mm má snímače deformací s rozsahem 25 mm, tzn., že maximální roztlačení je až na průměr 120 mm. Přesto je použití dilatometru velice omezené právě z hlediska průměru vrtu, neboť vrtné nářadí ∅ 101 mm není v ČR běžné a ∅ 112 mm v méně kvalitním horninovém prostředí již nevyhovuje (vzhledem k vysokým zatěžovacím tlakům až 30 MPa).

Výhody metody lze spatřovat v získání kvalitních údajů o deformačních parametrech hornin a zemin a rychlost provedení zkoušky (oproti laboratorním podmínkám). Jako ***nevýhody*** lze uvést náročnost na čas, techniku a organizaci průzkumu (je-li prováděno při vrtání) a relativně vysoká cena. Metodu lze s výhodou ***použít pro zjištění přetvárných parametrů hornin a zemin in situ*** a to i ve větších hloubkách

Zatěžovací zkoušky lisem

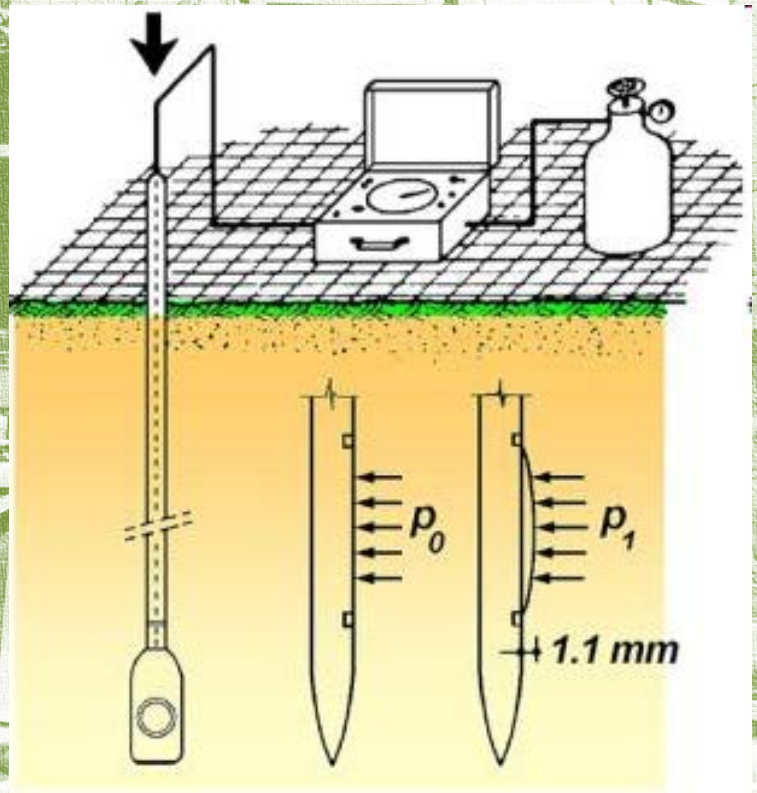
Základní ***zatěžovací zkouška lisem je prováděna ve vrtu*** a zkušební zařízení je složeno ze sondy, hydraulického a elektrického vedení, čerpadla s manometrem a digitálního signalizačního přístroje. ***Sonda lisu je v podstatě hydraulický lis.*** Dvě zatěžovací desky mají tvar válcových segmentů délky 205 mm a šířky 54 mm. Tyto desky jsou rozpínány třemi hydraulickými válci. ***Vzájemný posuv těchto desek*** (tj. dráha jejich zatlačení do stěny vrtu) ***je snímán dvěma indukčními snímači.*** Snímače jsou instalovány na obou koncích desek. Ruční vysokotlaké čerpadlo vyvozuje tlak, jímž se tyto zatěžovací desky roztlačují. Tento tlak je při zkoušce odečítán přesným manometrem. Sonda s čerpadlem je spojena dvěma tlakovými hadicemi, které slouží jednak pro rozpínání sondy a jednak pro její stlačení na původní průměr. Elektrickým kabelem je veden signál udávající posun obou snímačů dráhy. Z pracovních diagramů lze určit hodnoty ***modulu deformace ze zatěžovací větve a hodnoty modulu pružnosti z odlehčovací větve.***

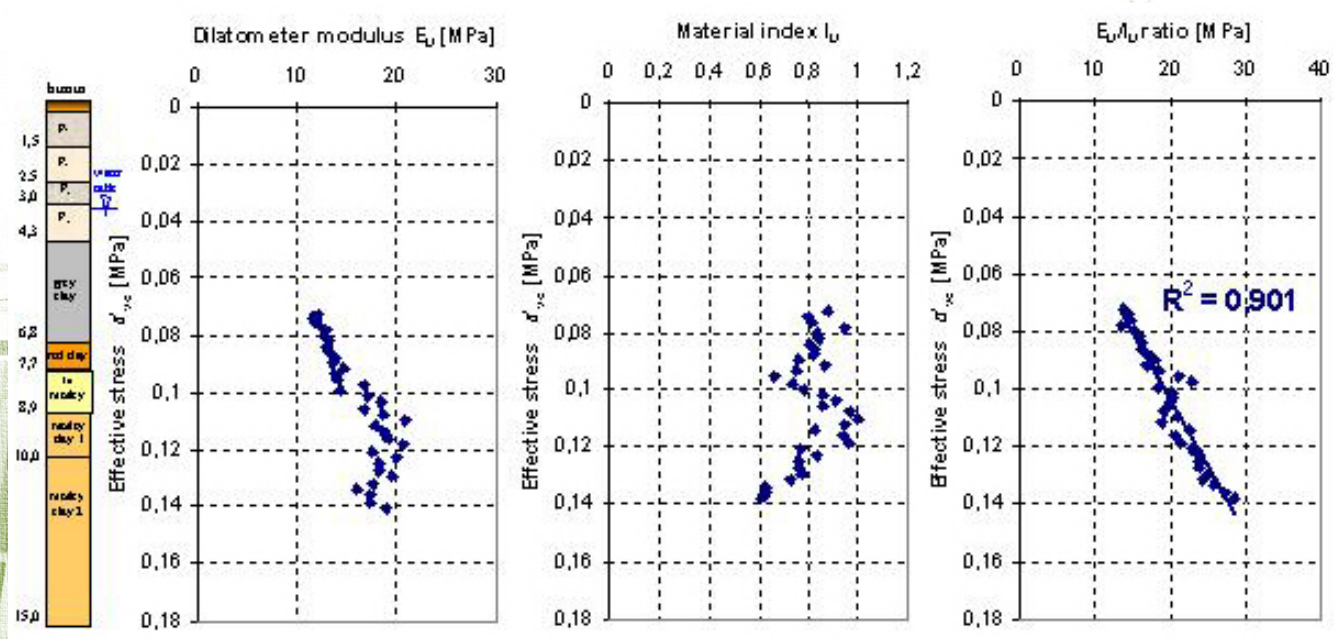
Komplet zařízení pro provedení zkoušky (1 – sonda, 2 – přenosný kabel, 3 – měřicí přístroj)

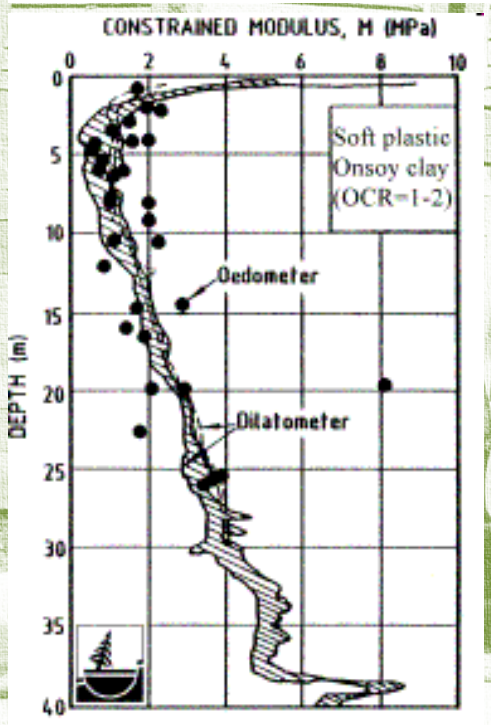
Ocelová sonda s membránou

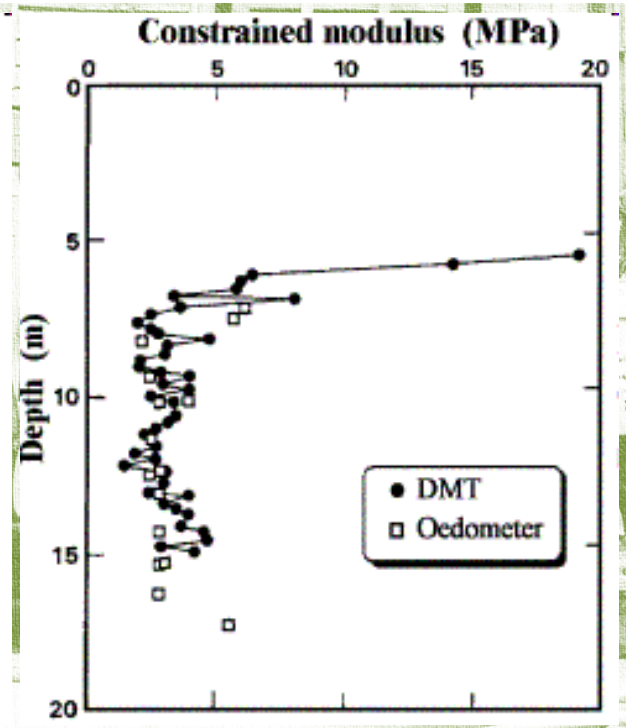
Zkouška se skládá z měření tlaku, když membrána je v rovině ostří a právě se začíná pohybovat a dále když posun do zeminy ve středu membrány dosáhne 1,10 mm. Zkouška musí být provedena ve zvolených hloubkách nebo semi-spojitým způsobem. Výsledky zkoušek lze použít pro získání informací o ***úložních poměrech zemin, stavu napjatosti in situ, přetvárných vlastnostech a smykové pevnosti.*** Zkouška má být především použita v ***jílech, prachových zeminách a píscích***, jejichž zrna jsou malá ve srovnání s rozměry membrány.

Předností zkoušek je získání kvalitních údajů o deformačních a smykových parametrech zemin. ***Nevýhodou*** je náročnost na čas, techniku a organizaci zkoušek a poměrně vysoká cena.




Dilatometer modulus E_D [MPa]
Material index I_D
E_D/I_D ratio [MPa]
Effective stress σ'_{vo} [MPa]
R^2 = 0,901

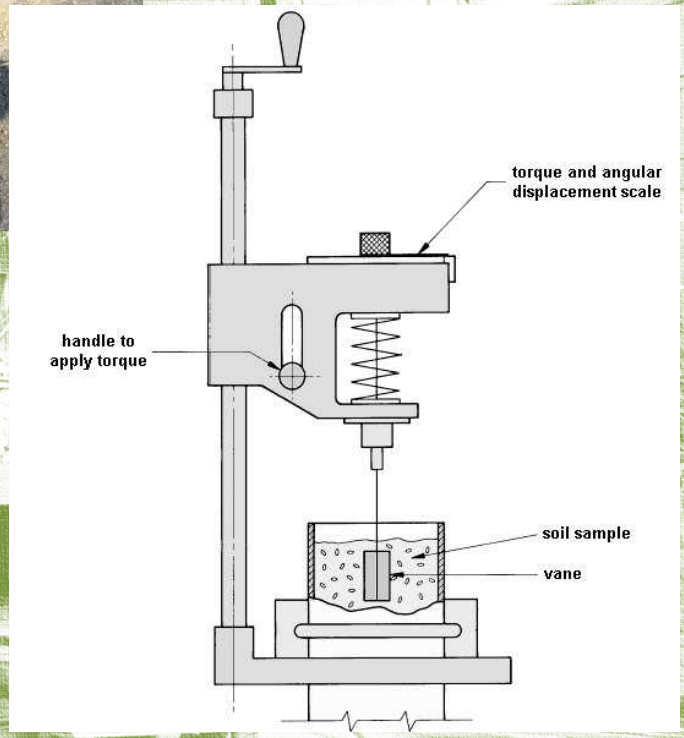

CONSTRAINED MODULUS, M (MPa)
DEPTH (m)
Soft plastic
Onsoy clay
(OCR=1-2)
Oedometer
Dilatometer


Constrained modulus (MPa)
Depth (m)
DMT
Oedometer

Terénní vrtulková zkouška

Účelem ***terénní vrtulkové zkoušky*** je měření ***odporu proti otáčení v jemnozrnných zeminách in situ*** pro stanovení jejich ***neodvodněné pevnosti a senzitivity***. Slouží k určení ***smykové pevnosti a únosnosti zemin*** v zeminách měkké konzistence, tj. k určení vrcholové soudržnosti c_u při úhlu vnitřního tření $\varphi_u = 0$. Jako technického vybavení se na únosném terénu používá vrtná souprava v kombinaci s hloubením vrtu. Na neúnosném terénu se používá předvrtání ručním zemním vrtákem, eventuálně ve velmi měkkých zeminách bez předvrtávání pouze se zatlačováním vrtulky. Vrtulka je zatlačována do zeminy a ***měří se krouticí moment*** potřebný k jejímu pootočení při usmyknutí zeminy. Průměry používaných vrtulek 50,8 mm a 76,2 mm (2″ a 3″).

Terénní vrtulková zkouška je prováděna pomocí ***vrtulky obdélníkového tvaru***, sestávající ze čtyř desek, pootočených vzájemně o 90°, zaražené do zeminy na požadovanou hloubku a poté otáčené. Terénní vrtulkovou zkoušku lze také použít pro určení ***neodvodněné pevnosti pevných jílů, prachovitých zemin a glaciálních jílů***. Spolehlivost výsledků zkoušky závisí na typu zeminy.



Penetrační sondování

Penetrační sondování je ***rychlá polní metoda stanovení geotechnických vlastností zemin***. Její ***výhody*** jsou:

- řešení problému obtížnosti odběru neporušených vzorků zemin, zejména z hlubinných vrtů,
- zvláště při nestejnorodém zeminovém prostředí,
- v případě nemožnosti důkladného prozkoumání staveniště hlubinnými vrty v krátkém čase,
- při rozšíření zakládání na pilotách ražených a předražených (penetrační sondování zde tvoří modelovou zkoušku zarážení prefabrikované piloty).

Naopak některé ***nevýhody*** jsou:

- je to poměrná metoda, která vyžaduje nutnost vytvoření standardu:
  a) pro vháněné elementy,
  b) pro technologické postupy,
  c) pro technická zařízení vyvozující příslušnou sílu pro vznik penetračního elementu do zeminy,
- přináší spolehlivé výsledky jen tehdy, je-li všeobecná charakteristika zeminového prostředí známa nebo ověřená jinak.

Použití:

1) doplňková metoda inženýrsko geologického průzkumu k ***zahuštění základní sítě vrtů*** (případně kopných prací): stanovení ***rozhraní mezi vrstvami;*** lepší interpolace výsledků vrtného průzkumu; vymezení míst extrémních vlastností zemin; stanovení rozhraní, překážek, dutin, hladiny spodní vody pod plánovanými objekty,

2) metoda pro kvalitativní a kvantitativní ***stanovení fyzikálně mechanických vlastností zemin***: ulehlost, stlačitelnost, smykovou pevnost, modul deformace – i když poměrným – srovnávacím způsobem,

3) metoda pro ***stanovení únosnosti a potřebné délky pilot*** – to má největší význam – jde o modelování procesu zarážení prefabrikovaných pilot; příp. 1. fáze vytváření předražených pilot.

4) metoda pro určení mocnosti navážek, určení ***hloubky zvětralého skalního podloží a stupně zvětrání,*** kontrola zhutnění násypů, štěrkových polštářů ap., a určení neúnosných poloh v půdním profilu nebo ***vymezení smykových zón v sesuvech.***

Používají se dvě metody penetračního sondování ***podle způsobu přívodu energie*** ke vháněnému elementu:

- **dynamické sondování** – zarážení beranidlem – rázy,
- **statické sondování** – vytváření trvalého tlaku.

Dynamické penetrační sondování

Princip metody je charakterizován následovně***:***

- penetrační sonda ***zarážena beranidlem při stálé výšce pádu,*** zjišťuje se hloubka vniku a počet rázů beranidla,
- jednoduchost metody – ***nejrozšířenější penetrační metoda***, v různých zemích principiálně stejná – avšak má různý standard – nevýhodou je nesrovnatelnost výsledků,
- dynamickou penetrací je možno určit tzv. ***penetrační odpor prostředí***. Tohoto se využívá k vymezení rozhraní geologických vrstev a určení jejich geotechnických vlastností. Metoda umožňuje určit hloubku pro zakládání pilot, kontrolu zhutnění zemin pro výstavbu, resp. těžbu apod.

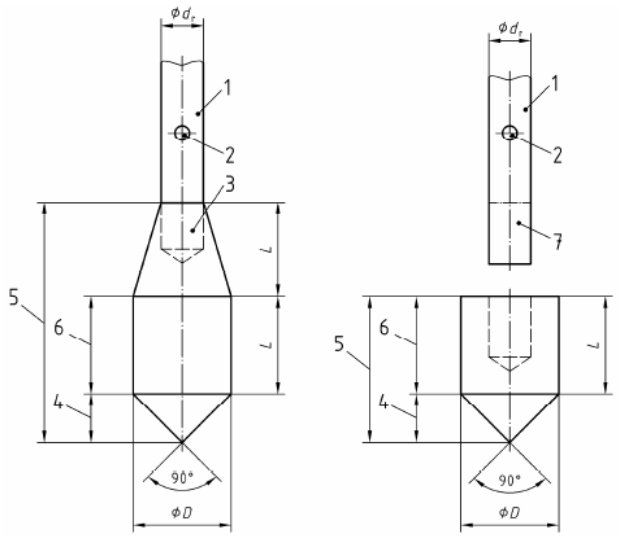
V ČR se provádí dynamické penetrační sondování podle normy ČSN EN ISO 22476-2 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Terénní zkoušky – Část 2: Dynamická penetrační zkouška“. Tato norma podle hodnoty měrné práce na úder specifikuje čtyři metody a sice:

- lehká dynamická penetrace (DPL)
- střední dynamická penetrace (DPM)
- těžká dynamická penetrace (DPH)
- velmi těžká dynamická penetrace (DPSH)

Při zkoušce (v případě těžké DP) je do zeminy automaticky zaráženo soutyčí opatřené kuželovým hrotem průměru 43,7 mm, plochy 15 cm^2, vrcholový úhel činí 90 stupňů, k zarážení je použit beran hmotnosti 50 kg, který dopadá z výšky 0,5 m. Průměr soutyčí je 32 mm, délka jedné tyče 1 m. Na úvodní tyči je nasazen hrot s drážkou - tzv. hrot „na ztraceno" nebo je použit hrot pevný šroubovací. Hrot „na ztraceno“ umožňuje eliminaci plášťového tření při vytahování soutyčí. Ovládání beranu je plně automatické a zabezpečuje přerušení po vniku soutyčí každých 10 cm. Počet úderů na vnik soutyčí o 10cm (N10) se odečítá na počitadle, případně je počítá operátor

Legenda

1 nástavná tyč
2 vstřikovací otvor (volitelné)
3 závitové připojení
4 vrchol kužele
5 kužel
6 plášť
7 zásuvné připojení
L délka pláště
D průměr základny
d_r průměr tyče



a) typ kužele 1 – kužel zajištěný (pevný)

b) typ kužele 2 – kužel na ztraceno (volný)

T.A.L. CONSTRUCTION
The Subsidence Specialists
www.subsidence.ie

Tabulka 1 – Rozměry a hmotnosti pro čtyři typy přístrojů na dynamickou penetraci

Přístroj na dynamickou penetraci	Značka	Jednotky	DPL (lehká)	DPM (střední)	DPH (těžká)	DPSH (velmi těžká)	
						DPSH - A	DPSH - B
Zarážecí zařízení							
hmotnost beranu, nového	m	kg	10 ± 0,1	30 ± 0,3	50 ± 0,5	63,5 ± 0,5	63,5 ± 0,5
výška pádu	h	mm	500 ± 10	500 ± 10	500 ± 10	500 ± 10	750 ± 20
Kovadlina							
průměr	d	mm	$50 < d < D_h$ [a]	$50 < d < D_h$ [a]	$50 < d < 0,5\ D_h$ [a]	$50 < d < 0,5\ D_h$	$50 < d < 0,5\ D_h$ [a]
hmotnost (max.) (včetně vodící tyče)	m	kg	6	18	18	18	30
90° Kužel							
jmenovitá plocha základny	A	cm^2	10	15	15	16	20
průměr základny, nové	D	mm	35,7 ± 0,3	43,7 ± 0,3	43,7 ± 0,3	45,0 ± 0,3	50,5 ± 0,5
průměr základny, opotřebované (min.)		mm	34	42	42	43	49
délka pláště (mm)	L	mm	35,7 ± 1	43,7 ± 1	43,7 ± 1	90,0 ± 2 [b]	51 ± 2
délka hrotu kužele		mm	17,9 ± 0,1	21,9 ± 0,1	21,9 ± 0,1	22,5 ± 0,1	25,3 ± 0,4
max. dovolené opotřebení hrotu		mm	3	4	4	5	5
Zarážecí soutyčí [c]							
hmotnost (max.)	m	kg/m	3	6	6	6	8
průměr OD (max.)	d_r	mm	22	32	32	32	35
odchylka tyče [d]							
nejnižších 5 m		%	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
zbytek		%	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Měrná práce za úder	mgh/A E_n	kJ/m^2	50	100	167	194	238

[a] Dh průměr beranu, v případě čtvercového tvaru se za shodný s průměrem uvažuje menší rozměr beranu.

[b] pouze pro kužel na ztraceno

[c] maximální délka tyče nesmí překročit 2 m

[d] odchylka tyče od svislice

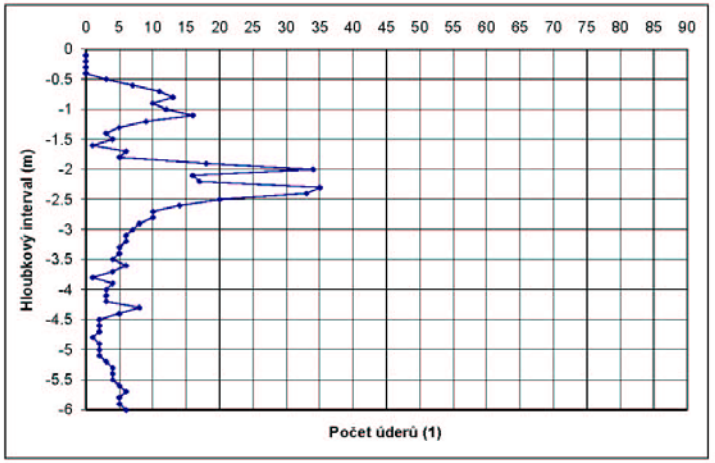
POZNÁMKA Udané tolerance jsou tolerance výrobní.

Příloha č. 3.1

K-GEO s.r.o. Ostrava

Akce:	**Ostrava - Poruba, areál FNO, vstupní objekt**
Zakázkové číslo:	2 009 051
Číslo sondy:	**DPS-1**
Hloubka předkopu:	0.40m
Místo:	interiér vstupního objektu - hala
Datum:	18.5.2009

DYNAMICKÁ PENETRAČNÍ ZKOUŠKA



Hl.int.	prům.N_{10}	Q_{dyn}[MPa]	I_d[1]	Profil
0.0-0.4	0	0.07		předkop - konstrukční vrstvy podlahy
0.4-3.7	11	15.85	0.4-0.8	navážkový polštář
3.7-6.0	4	5.37		ledovcové hlíny a písky se štěrk.příměsí
sonda ukončena v hl. 6.00m				

Vysvětlivky:

Hl.int.	-	interpretovaný hloubkový interval
prům.N_{10}	-	průměrný počet úderů
Q_{dyn}[MPa]	-	průměrný dynamický odpor na hrotu
I_d[1]	-	relativní ulehlost
Profil	-	interpretovaná geologická vrstva

Dynamické penetrační sondování je po vrtání patrně nejrozšířenější průzkumná metoda. ***Výhody*** lze specifikovat následovně: nižší náklady než vrtné práce, rychlost provedení zkoušky i v hůře dostupném terénu, velmi účinná metoda v kombinaci s ostatními průzkumnými metodami. Jako ***nevýhody*** lze uvést: obtížnější interpretace, nutné zkušenosti při provádění zkoušky, litologické omezení aplikace a empirické odvození výsledných parametrů.

Využití metody lze spatřovat ve zlevnění průzkumu, zjištění ulehlosti a zhutnění zemin, zjištění deformačních parametrů, ověření podložních hornin, použitelnost v nepřístupném terénu, např. při průzkumu sesuvných oblastí. Metody lze s výhodou použít při průzkumu na železnici.

Vlivy na průběh DP

Výsledky mohou být ovlivněny následujícími faktory:

– geotechnické vlivy způsobené závislostí penetračního odporu na smykové pevnosti zeminy a na úrovni napětí v hloubce penetrace;

– přístrojové vlivy.

Tyto faktory se mají brát v úvahu při výběru a provozu přístrojů. Vyhneme se tak chybnému výkladu výsledků dynamické penetrace; také mají být k dispozici výsledky z přímých průzkumů (např. z odběru vzorků podle prEN ISO 22475-1).

Při stejných podmínkách platí toto:

a) penetrační odpor se vzrůstající relativní hutností zeminy roste strměji než lineárně; čili změna v relativní hutnosti, způsobená např. hloubkovým zhutněním, může být dynamickou penetrací zjištěna;

b) zeminy ostrohranné nebo s drsným povrchem mají vyšší penetrační odpor než zeminy se zaobleným a hladkým povrchem;

c) přítomnost valounů a balvanů může penetrační odpor významně zvýšit;

d) zrnitost (součinitel stejnozrnnosti a křivka zrnitosti) ovlivňuje penetrační odpor;

e) penetrační odpor je výrazně zvýšen zpevněním.

U hrubozrnných zemin mohou ovlivnit výsledky zkoušek: ulehlost, struktura zrn, zrnitost, tvar a drsnost zrn, mineralogické složení, stupeň zpevnění a podmínky přetvoření v zemině.

Ukázky vlivu typu zeminy, skupiny zeminy a vlastností zeminy na výsledky zkoušek jsou uvedeny v D.2 až D.4.

Ukázka vlivu mezní hloubky je uvedena v D.5.

U jemnozrnných zemin může mít na zaznamenaný počet úderů významný vliv tření na tyči. Tento vliv může omezit použití vrtného jílového výplachu a vody (viz D.3).

U hrubozrnných zemin, za jinak stejných úložných podmínek, je počet úderů pod hladinou podzemní vody nižší; to je především vyjádřeno nízkým penetračním odporem. Ukázky vlivu podzemní vody jsou uvedeny v D.6.

V prachovitých zeminách může být, za jinak stejných úložných podmínek, počet úderů stejný nebo vyšší.

Následující vlivy se berou v úvahu jako vlivy přístroje na penetrační odpor:

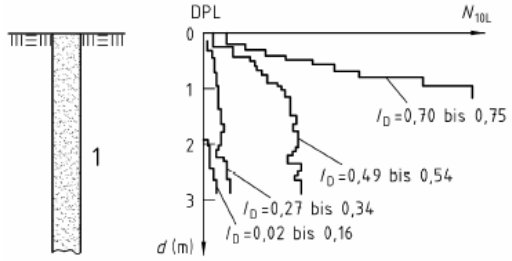
– průměr kužele;

– délka penetrační tyče;

– vychýlení penetrační tyče;

– ztráty energie v razicím systému.

Obrázek D.1 ukazuje výsledky lehké dynamické penetrace (DPL) v zásypové zemině.



Vysvětlivky

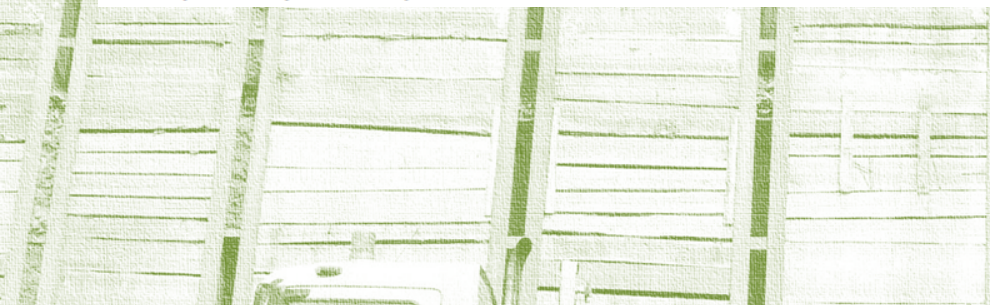
1 střednězrnný a hrubozrnný písek

I_D index relativní hutnosti

d hloubka

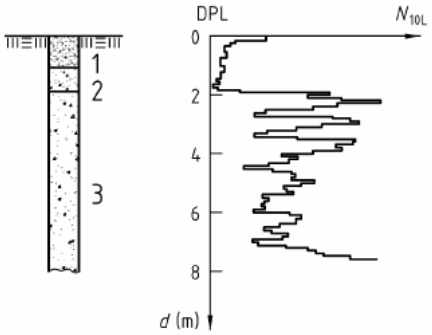
Obrázek D.1 – Změna penetračního odporu v závislosti na indexu relativní hutnosti I_D v homogenní zásypové zemině.

Zkoušky byly prováděny v kopané sondě, do které byly po vrstvách umístěny střednězrnné a hrubozrnné písky o různých relativních hutnostech. Penetrační odpor ostře vzrůstá se zvyšující se relativní hutností zeminy; rozdíly v měření jsou zřetelnější.



Obrázek D.3 ukazuje, že penetrační odpor daleko ostřeji kolísá u hrubozrnných zemin než u zemin jemnozrnných. Rozsah odchylek je výraznější ve štěrcích než v píscích.

Absolutní odchylky penetračního odporu, získaného z lehké dynamické penetrace (DPL), nejsou výsledkem pouze rozdílu relativních hutností, ale také většího penetračního odporu vlivem posunutí nebo rozlomení vložených větších zrn.



Vysvětlivky

1 hlína písčitá

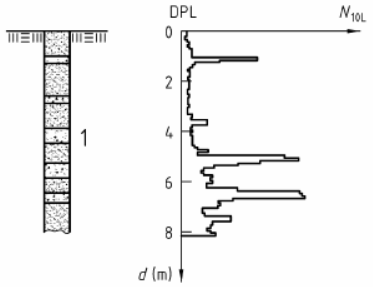
2 hlína

3 štěrk

d hloubka

Obrázek D.3 – Změny penetračního odporu v jemnozrnných a hrubozrnných zeminách

Obrázek D.2 ukazuje vzrůst penetračního odporu v místech, kde jsou uloženy tenké vrstvy valounů. Místně vyskytující se vrcholy penetračního odporu nepředstavují měření únosnosti celé vrstvy.

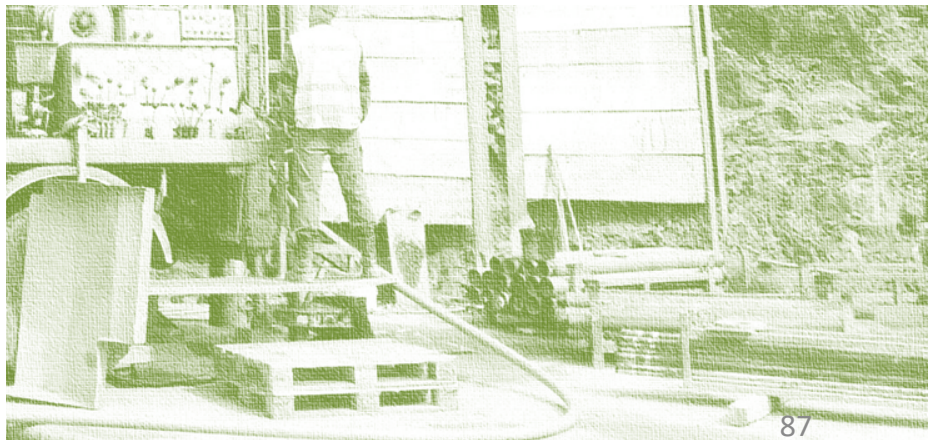


Vysvětlivky

1 hrubozrnná hlína, jemně písčitá s vrstvami štěrku

d hloubka

Obrázek D.2 – Nárůst penetračního odporu vlivem vložky valounů



Tíhové penetrační sondování (WST) – švédská váhová zkouška

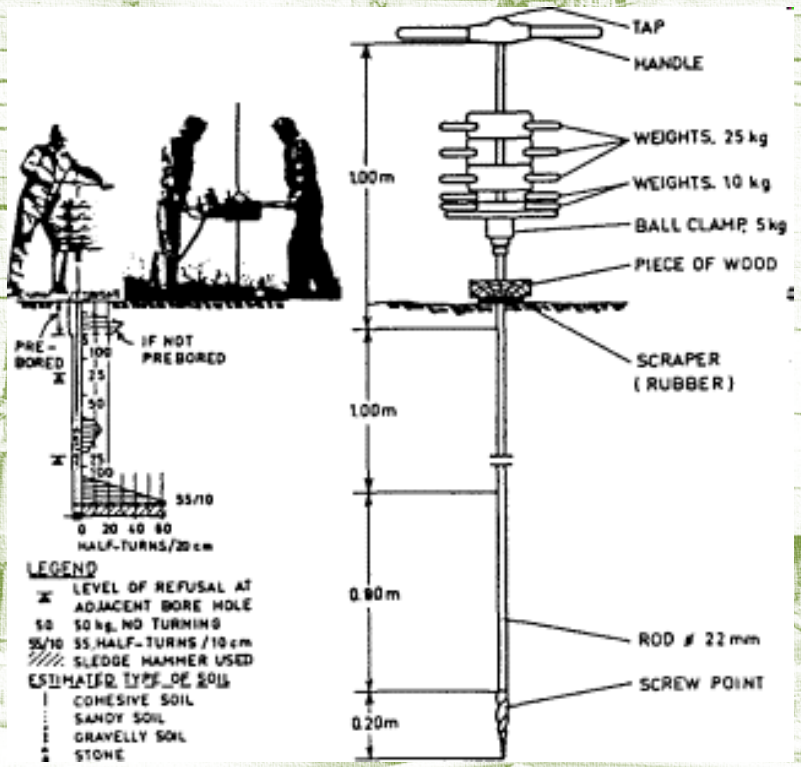
(1) Účelem tíhové penetrační zkoušky je určení odporu zemin in situ vůči statické anebo rotační penetraci hrotu šroubovitého tvaru.

(2)P Tíhová penetrační zkouška musí být prováděna jako statické sondování v měkkých zeminách pokud penetrační odpor je nižší než 1 kN. V případě, že odpor přesahuje 1 kN, musí být penetroměrem ručně nebo mechanicky otáčeno a zaznamenáván počet půlotáček pro dosažení dané hloubky penetrace. Provádí se souvislý záznam s hloubkou, ale nejsou získány žádné vzorky.

(3) Tíhová penetrační zkouška má být použita především pro získání spojitého profilu a indikaci vrstevního sledu. Penetrovatelnost je dobrá dokonce i v pevných jílech a ulehlých píscích.

(4) Tíhovou penetrační zkoušku je možné také použít pro odhad ulehlosti hrubozrnných zemin.

(5) Výsledky mohou být také použity pro určení hloubky velmi ulehlých vrstev určující délku opřených pilot.



(3) Vyhodnocení výsledků mohou ovlivnit následujícími vlivy:

- Změny odporu s hloubkou mohou záviset na změnách vrstevního sledu;
- Pro velmi měkké až tuhé jíly je často odpor menší než 1 kN nebo přibližně konstantní a je méně než 10 polovičních otočení na 0,2 m penetrace;
- Protože senzitivita jílu také ovlivňuje penetrační odpor, pevnost jílu nemůže být určena přímo z penetračního odporu bez kalibrace pro každé jednotlivé staveniště;
- Pro velmi kypré až kypré prachové a písčité sedimenty je získáván spíše nízký a konstantní penetrační odpor;
- Ve středně ulehlém a ulehlém prachu a jemných píscích je získáván vyšší odpor (10 půlotoček až 30 půlotoček na 0,2 m penetrace), který se s hloubkou nemění;
- V písčitých a štěrkovitých sedimentech rostou změny penetračního odporu s rozměrem zrn;
- V prachovitých píscích a hrubém štěrku ne vždy vysoký penetrační odpor odpovídá vyšší ulehlosti nebo pevnosti a přetvárným vlastnostem.

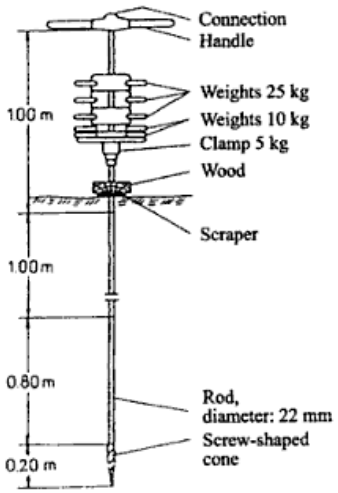


Fig. 15. Test equipment for the manual weight sounding test

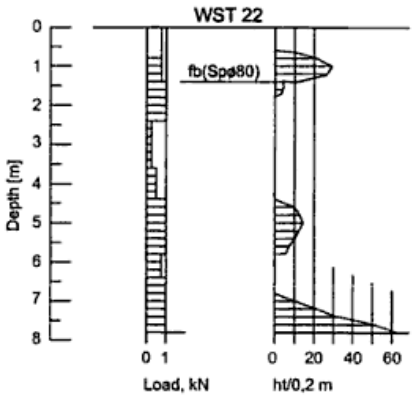


Fig. 16. WST results presentation

WST 22: Weight sounding test,
Rod diameter: 22 mm
ht/0.2 m: Revolution per 0.2 m penetration
fb(Spø80): Pre-boring to the designated depth
(encrusted surface layer);
diameter: 80 mm

Tíhová penetrační zkouška (WST)

(1) Tato příloha poskytuje, na základě švédských zkušeností, příklad hodnot efektivního úhlu smykové pevnosti (φ') a odvodněného Youngova modulu pružnosti (E') odhadnutých na základě odporu při tíhové penetraci. Tento příklad koreluje střední hodnotu odporu ve vrstvě při tíhové penetraci k průměrným hodnotám φ' a E' (viz tabulku H.1).

Tabulka H.1 – Hodnoty efektivního úhlu smykové pevnosti (φ') a Youngova odvodněného modulu pružnosti (E') pro přirozeně usazené křemité a živcové písky, odhadnuté z odporu při tíhové penetraci ve Švédsku

Relativní hutnost	tíhový penetrační odpor [a] půlotočky / 0,2 m	efektivní úhel smykového odporu [b] (φ') [°]	Youngův odvodněný modul [c] (E') [MPa]
velmi kyprá	0 – 10	29 – 32	< 10
kyprá	10 – 30	32 – 35	10 – 20
středně ulehlá	20 – 50	35 – 37	20 – 30
ulehlá	40 – 90	37 – 40	30 – 60
velmi ulehlá	> 80	40 – 42	60 – 90

[a] Před určením relativní hutnosti v prachovitých zeminách má být tíhový penetrační odpor vydělen faktorem 1,3.

[b] Výše uvedené hodnoty jsou platné pro písky. Pro prachovité zeminy má být použita redukce o 3°. Pro štěrk lze 2° přičíst.

[c] E' je přiblížení k sečnovému modulu závislém na napětí a čase. Udané hodnoty pro odvodněný modul odpovídají sedání po 10 letech. Jsou získány za předpokladu, že rozdělení svislého napětí sleduje aproximaci 2 : 1. Některé výzkumy dále prokázaly, že tyto hodnoty můžou být o 50 % nižší v prachovité zemině a o 50 % vyšší v štěrkovité zemině. V překonsolidovaných hrubozrnných zeminách mohou být moduly významně vyšší. Pokud se počítá sedání pro zemní tlak větší než jsou 2/3 návrhového mezního zatížení, měly by být hodnoty modulů stanoveny na polovinu hodnot uvedených v této tabulce.

(2) Pokud jsou k dispozici pouze výsledky z tíhové penetrační zkoušky, mají se pro stanovení hodnot úhlu smykového odporu a Youngova modulu uvažovat nižší hodnoty z intervalů udaných v tabulce H.1.

(3) Při vyhodnocování diagramů odporu při tíhové penetraci pro použití tabulky H.1 nemají být započítávány vrcholové hodnoty, které jsou způsobené např. kameny nebo oblázky. Takové vrcholové hodnoty jsou běžné při tíhových penetračních zkouškách ve štěrcích.

Využití:

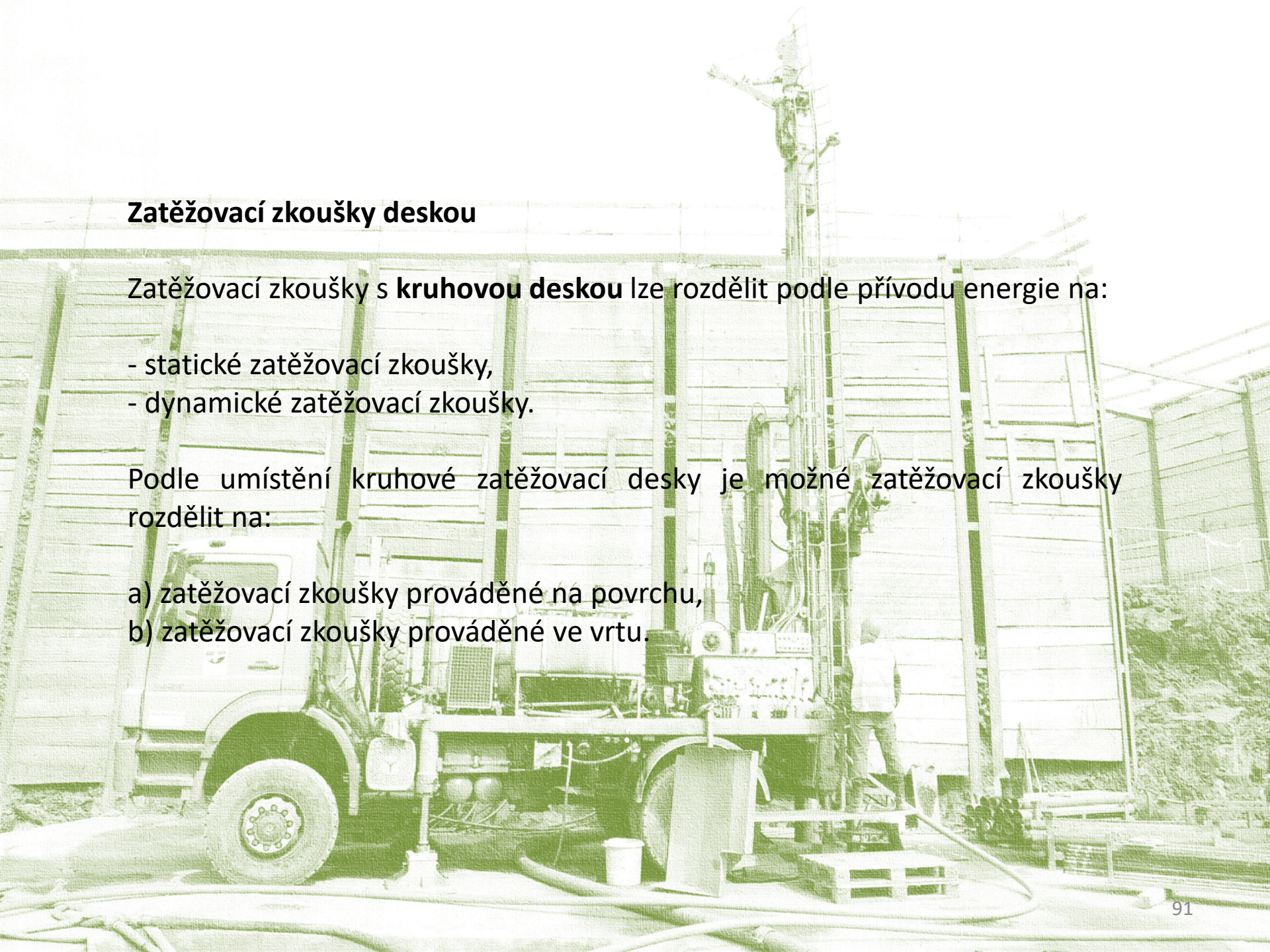
- ***V jemnozrnných sedimentech***
- ***Zjištění smykových parametrů***
- ***Zjištění deformačních parametrů***
- ***Nepřístupný terén – sesuvy***

Výhody:

- ***Dobrá korelovatelnost***

Nevýhody:

- ***Malá dostupnost v ČR***



Zatěžovací zkoušky deskou

Zatěžovací zkoušky s **kruhovou deskou** lze rozdělit podle přívodu energie na:

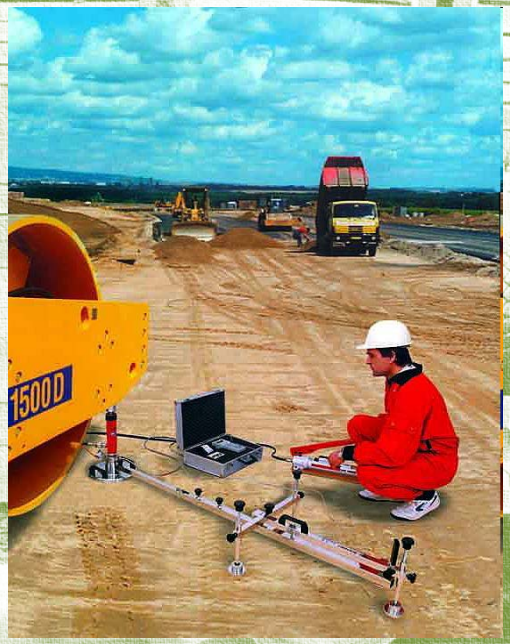
- statické zatěžovací zkoušky,
- dynamické zatěžovací zkoušky.

Podle umístění kruhové zatěžovací desky je možné zatěžovací zkoušky rozdělit na:

a) zatěžovací zkoušky prováděné na povrchu,
b) zatěžovací zkoušky prováděné ve vrtu.

Statická zatěžovací zkouška kruhovou deskou

Účelem zatěžovací zkoušky deskou je určení ***svislé deformace a pevnostních vlastností zemního a skalního masivu*** in situ zaznamenáváním zatížení a odpovídajícího sedání při zatěžování podloží tuhou deskou, modelující ***zatížení základové půdy základem stavby***. Zkouška musí být provedena na neporušeném ***povrchu základové půdy*** nebo dna výkopu v určité hloubce nebo dna velkoprůměrové piloty, šachtice nebo ***vrtu.*** Zkouška se používá ve všech zeminách, násypech a skalních horninách, avšak nemá být použita ve velmi jemné jemnozrnné zemině. Zkouška se provádí podle normy EN ISO 22476-13. Průměr zatěžovací desky je obvykle 300 mm.



Použití metody:

- přibližné zjištění ***únosnosti základové půdy***,
- přibližné zjištění ***ulehlosti násypových zemin*** či drobného kameniva,
- u málo stlačitelných zemin a poloskalních hornin (s lineárně pružným chováním) zjištění ***modulu deformace a modulu pružnosti***,
- v kombinaci s následně provedeným stanovením objemové hmotnosti pod deskou: ***prognóza objemové hmotnosti*** nehutněné sypaniny v různých hloubkách pod jejím povrchem,
- stanovení únosnosti podkladních vrstev a podloží vozovek,
- kontrola zhutnění sypanin.

Postup provedení zkoušky:

- zemina se zatlačuje po jednotlivých zatěžovacích stupních a vynese se graf závislosti „zatížení - zatlačení“
- na každém zatěžovacím stupni se udržuje zatížení tak dlouho, až se zatlačení ustálí (když je změna zatlačení během 3 minut menší než 0.05 mm)
- celkové požadované zatlačení by mělo být 1.5 násobek kritického zatlačení (2-3 mm)

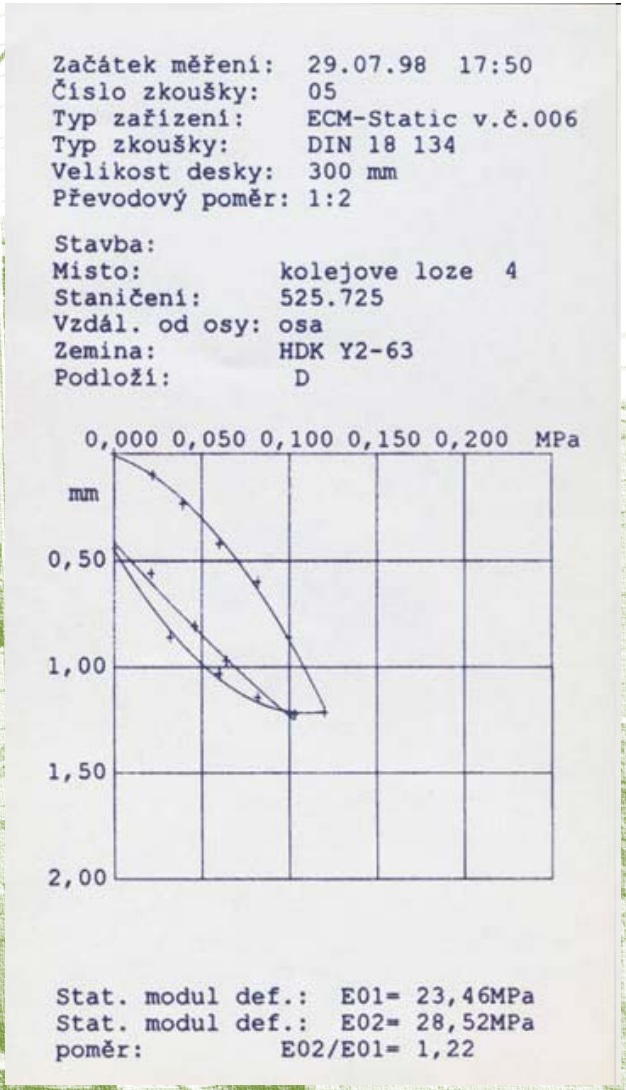
Další varianty zatěžovacích zkoušek zemin využívají různá technická zařízení jako například:

a) zatěžovací stůl postavený přímo na desku – zatěžovací cihly, cement, betonové bloky,
b) zatěžovací most z válcovaných ocelových nosníků zakotvených do zeminy kotvami – tlak vyvozovaný hydraulicky,
c) zatěžovací deska je přitěžována lisem, opřeným o podvozek plně naloženého nákladního automobilu nebo stavebního stoje.

Základní požadavky na správné provedení zatěžovacích zkoušek:

a) povrch terénu v okolí zkoušky musí být přibližně vodorovný a neporušený,
b) pod zatěžovací deskou, dostatečně tuhou a nepoddajnou, musí být mocnost prověřované vrstvy rovna minimálně 2 průměrům desky,
c) zatížení na desku má plynule vzrůstat a sedání měřit až po jeho ustálení,
u hrubozrnných zemin (štěrky) průměr desky se má rovnat šestinásobku průměru největšího zrna.

Hodnota z první větve charakterizuje typ (kvalitu) použitého násypového materiálu, hodnota z druhé větve pak ukazuje na možnost dohutnění. Poměr obou hodnot 4,0 a menší je u kamenité sypaniny v souladu s normou citovanou v kapitole 1.3 považován za dostatečné zhutnění použitého materiálu.



PROTOKOL O ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠCE

Akce:	*Dětmarovice - závod 08*
C.zakázky :	*2 003 121*
Č.zkoušky :	*A-2*
Uložení zatěžovací desky :	*povrch hutněného násypu*
Místo:	*budoucí komunikace*
Zatěžovací deska	d=0,300 m F= 706,86 cm^2
Datum:	*2.10.2003*

MPa	Průměr	
0.00	0.000	
0.05	0.570	
0.10	1.115	
0.15	1.650	
0.20	2.120	◄------
0.00	1.720	◄------
0.05	1.850	
0.10	1.960	
0.15	2.050	
0.20	2.180	◄------
0.15	2.180	
0.10	2.150	
0.05	2.050	
0.00	1.850	

$E_{def,2}$ = 97.83 MPa

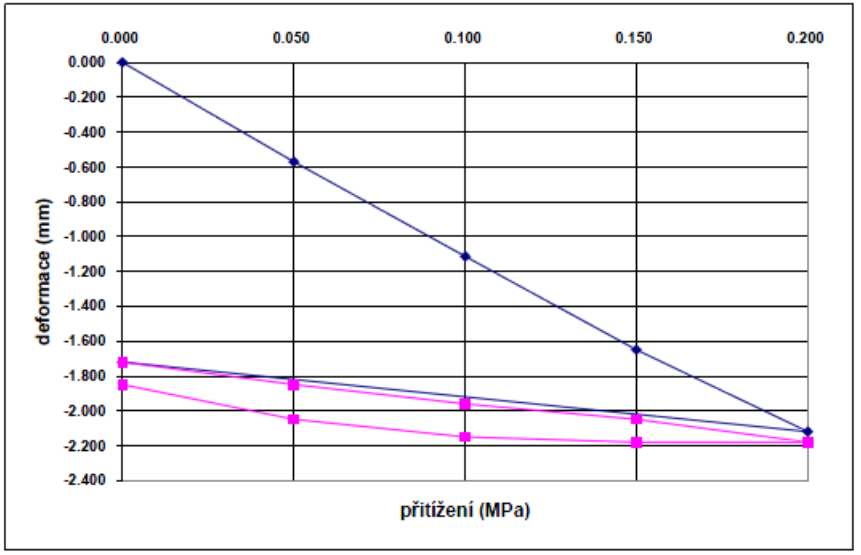
E_{def}=1,5*p*r/y y= 0.00046 m

$E_{def,2}/E_{def,1}$ = 4.609

K-GEO *s.r.o.*
Masná 1
702 00 OSTRAVA 1

Akce: *Dětmarovice - závod 08*
Číslo zkoušky: *A-2*
Místo provedení : *budoucí komunikace*

E_{def} - modul přetvoření deskou 30 cm



$E_{def,1}$ [MPa]= 21.23
y [m] = 2.12000

$E_{def,2}$ [MPa]= 97.83
y [m] = 0.00046

$E_{def,2}/E_{def,1}$ = 4.61

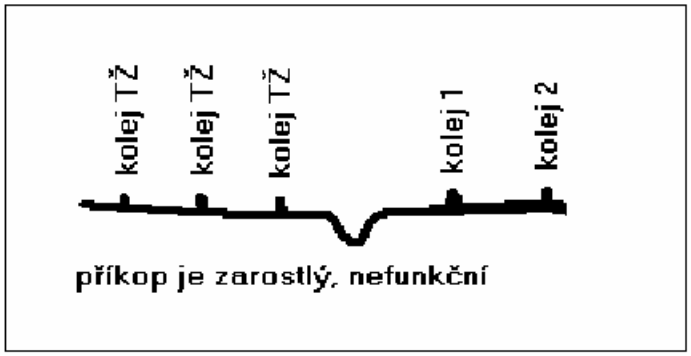
$E_{def,1}$ - *statický modul deformace z 1.zatěžovací větve*
$E_{def,2}$ - *statický modul přetvoření z 2.zatěžovací větve*
$E_{def,2}/E_{def,1}$ - *koeficient zhutnitelnosti*

MĚŘENÍ STATICKÉHO MODULU PŘETVÁRNOSTI A GEOLOGICKÝ POPIS KOPANÉ SONDY

KS 315,320/1

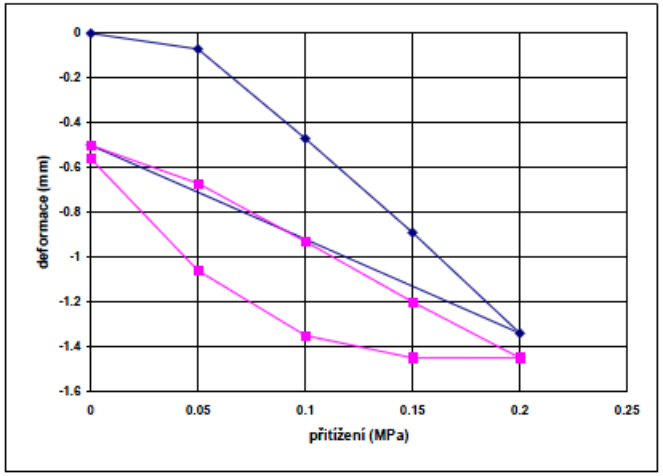
Akce: *Český Těšín - Bystřice n. Olší, rekonstrukce koridoru III.*
Č.zakázky : *2 003 115*
Č.zkoušky : *315.320/1*
Staničení km : *315.320*
Označení koleje : *1*
Poloha zatěž. desky vzhledem k ose koleje ve směru staničení: *vlevo*
Vzdálenost středu zatěžovací desky od osy koleje : *1.20 m*
Hloubka uložení zatěžovací desky pod úložnou plochou pražce: *0.95 m*
Zatěžovací zkouška provedena na : *zemní pláni*
Zatěžovací deska - kruhová d=0,30 m F= 706,86 cm^2
Datum: *21.10.2003*

Čas hloubení (min): 90
Počasí: 4°C, zataženo, déšť
Úroveň hl. podzemní vody: nezastižena
Typ vzorku:
Hloubka odběru vzorku (m):
Poznámky:
Schématický náčrtek příčného řezu tělesem:



POPIS KOPANÉ SONDY KS 315.320/1

hloubkový interval (m)	73 1001	73 3050	popis vrstvy
0.00-0.20	Y	3-4	štěrk čistý, velikost úlomků 3-5cm (40%) a 5-7-10cm (60%), úlomky jsou tvořeny převážně kulmskou drobou
0.20-0.85	Y	3-4	štěrk znečištěný nesoudržnou zeminou (70%), úlomky převážně vel. 1-3-5cm, oj. 5-7cm, úlomky jsou tvořeny převážně kulmskou drobou, v hloubce 0.60-0.80 je středně silný přítok vody
0.85-0.95	Y/G3	3	štěrk hlinito-písčitý, světle hnědý, vel. úlomků do 1cm (80%), 1-3cm (20%), ojediněle až 15cm, valouny jsou převážně opracované, méně polooopracované



MPa	Průměr	
0.00	0.000	
0.05	0.070	
0.10	0.470	
0.15	0.890	
0.20	1.340	◄------
0.00	0.500	◄------
0.05	0.670	
0.10	0.930	
0.15	1.200	
0.20	1.450	◄------
0.15	1.450	
0.10	1.350	
0.05	1.060	
0.00	0.560	

$E_{def,2}$ = 47.37 MPa
$E_{def}=1.5*p*r/y$ y= 0.00095 m
$E_{def,2}/E_{def,1}$ = 1.410526

$E_{def,1}$ [MPa]= 33.58
y [m] = 0.00134

$E_{def,2}$ [MPa]= 47.37
y [m] = 0.00095

$E_{def,2}/E_{def,1}$ = 1.41

$E_{def,1}$ - *statický modul deformace z 1.zatěžovací větve*
$E_{def,2}$ - *statický modul přetvoření z 2.zatěžovací větve*
$E_{def,2}/E_{def,1}$ - *koeficient zhutnitelnosti*

Dynamická (rázová) zatěžovací zkouška kruhovou deskou

Zařízení pro provádění ***lehké zatěžovací zkoušky kruhovou deskou LDD100*** je určeno pro automatizovanou kontrolu dynamické ***únosnosti zhutňovaných sypanin***. Umožňuje měření podle ČSN 72 1006, odkazující na zařízení skupin B a C podle ČSN 73 6192 - ***lehká dynamická deska***. Vzhledem k rychlosti vyhodnocení a malým rozměrům má ***široký rozsah použití*** od zásypů při výkopových pracích v intravilánu měst po výstavbu dálničních komunikací. Využít rázovou zkoušku je možno často i v místech, kde klasickou statickou zatěžovací zkoušku provést nelze, např. ve stísněných prostorech a výkopech, kde není možné používat velkou a hmotnou protizátěž.

Princip měření pomocí LDD100 je založen na vybuzení ***rázového silového impulsu*** definované velikosti a délky, pádem závaží dané hmotnosti z dané výšky přes tlumicí systém na zatěžovací desku, ležící na povrchu měřené vrstvy. Tento ***silový impuls vyvolá zatlačení desky*** do sypaniny. Časový průběh zatlačování je snímán snímačem a ukládán do paměti měřící jednotky. Po provedení tří rázů je vyhodnocena průměrná hodnota velikosti zatlačení. Z této hodnoty a z definované hodnoty velikosti silového impulsu je určen tzv. ***dynamický modul deformace Evd.*** Pro snímání zatlačení je použit akcelerometr a průběh zrychlení je vzorkován, digitalizován a převeden na průběh výchylky dvojí numerickou integrací s korekcí (Simpson rule) v měřící jednotce. Tento postup zaručuje vysokou teplotní a časovou stabilitu měření.

Měřící a řídící mikropočítačová jednotka kontroluje parametry rázu a vylučuje chybné rázy (vyvolané např. nesprávnou manipulací s rázovým zařízením). Průběh zkoušky a její vyhodnocení včetně grafického záznamu zatlačení lze tisknout na miniaturní tiskárně. Všechny prováděné zkoušky včetně výsledků a rovněž grafického záznamu průběhu zatlačení lze ukládat do zálohované paměti.

Zatěžovací systém je tvořen ***zatěžovací deskou a rázovým zařízením***. Zatěžovací deska je vyrobena z oceli, je osazena ocelovou pozinkovanou hlavicí s vestavěným snímačem zrychlení. Rázové zařízení tvoří tyč z pevnostní oceli, opatřená na spodním konci pružinovým tlumícím systémem a na horním konci madlem s páčkou pro aretaci závaží v horní poloze. Tlumící systém používá sadu talířových pružin pro ***vytvarování žádaného silového pulsu*** a je doplněn o válcovou hlavici pro usazení tyče na hlavici zatěžovací desky. Po tyči se kluzně pohybuje rázové závaží z pozinkované oceli.

Technické parametry zařízení:

- hmotnost desky: 15 kg
- hmotnost závaží: 10 kg
- pádová výška: ~ 750 mm
- rozsah měření zatlačení: 0,1 až 10 mm
- rozlišení: 0,001 mm
- chyba: max +/- 4 %
- rozsah měření Evd: 2 až 220 MPa
- provozní teplota: (0 až +45) °C

Dynamická zatěžovací zkouška lehkou dynamickou deskou se používá zejména při kontrolách ***kvality zemních prací na liniových stavbách***, násypech, zásypech a obsypech kanalizací, zpětných zásypech, zlepšených zeminách apod. Díky nízké hmotnosti a snadné manipulaci je vhodná do míst, kde není možno provádět statickou zatěžovací zkoušku (např. přechodové oblasti mostů, zásypy kolem pilířů, nepřístupnost pro protizátěž apod.). Nízká cena zkoušky a rychlost umožňuje její použití např. při ***vymezení míst pro statické zatěžovací zkoušky a redukci počtu prováděných statických zatěžovacích zkoušek.***

Metoda je vhodná pro ***nesoudržné zeminy*** (písky, štěrky) zrnitostní frakce do 63 mm. Dále se používá při kontrole hutnění u vápnem zlepšených zemin. Použití rázové zatěžovací zkoušky lehkou dynamickou deskou ***není možno považovat za náhradu statické zatěžovací zkoušky***. Jako její vhodný doplněk umožňuje zkvalitnit rozhodovací proces pro použití statické zatěžovací zkoušky, zredukovat celkový počet prováděných statických zatěžovacích zkoušek a celkově zrychlit proces kontroly kvality zemních prací.

Výhody metody:

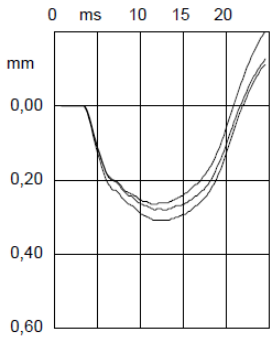
- výsledky měření k dispozici ihned po zkoušce,
- rychlost zkoušky, nízká cena, úspora času,
- nenáročnost na čas, techniku a organizaci výstavby,
- nízká hmotnost, snadná manipulace,
- možnost měření v obtížně přístupných místech.

Nevýhodou metody je obtížná korelace se statickými zkouškami při samostatném provedení.

Vyhodnocení rázové zatěžovací zkoušky

Začátek měření:	15.09.08 15:04
Číslo zkoušky:	LRZ-1
Typ zařízení:	LDD100 v.č. 187
Poissonovo číslo:	0,25
Stavba:	BONATRANS GROUP, a.s., Bohumín - objekt tlukárny
Místo:	povrch hutněného násypu
Staničení:	
Vzdál. od osy:	
Zemina:	Y/G3
Konstr. vrstva:	struska hutněná na položené geotextilii
Počasí:	zkoušky proběhly v hale
Jméno:	Ing. Dostalík, RNDr. Košař
Pozn.:	

1. ráz	0,311	mm
2. ráz	0,268	mm
3. ráz	0,282	mm
stř. vých	0,287	mm
Mvd	77,0	MPa



Schmidtovo kladívko

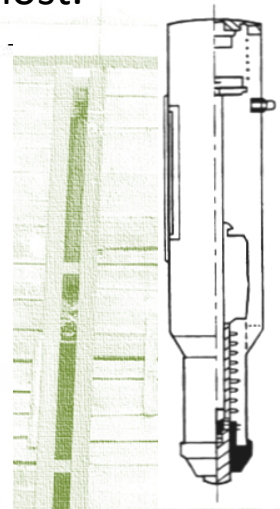
Přístroj pro testování kvality tvrdosti betonu, hornin a jiných stavebních materiálů. Měření je nedestruktivní a je založeno na jednoduchém principu odrazové síly, kde se pak přeneseně na stupnici zobrazí síla (tvrdost podkladu). Reakční odrazové síly jsou závislé na kvalitě a charakteristice jednotlivých druhů materiálů.

Testování tvrdosti Schmidtovým kladívkem je nejrozšířenější metodou nedestruktivního zkoušení betonu a stavebních dílců na světě. Správné a rychle potřebujeme znát pevnost betonu pro návrh rekonstrukcí starších mostů, pro určení dostatečné pevnosti vhodné pro přepínání, popř. pro odbedňování monolitických konstrukcí a kontrolu konečné jakosti betonu na stavbě.

Použití tohoto tvrdoměru umožňuje velmi rychlou formu měření pevnosti betonu i na členitých místech betonových konstrukcích a vyjadřuje tak přibližnou hodnotu pevnosti v tlaku v místě měřeného bodu.

Princip měření :

Schmidtovo kladívko je založeno na principu centrického rázu dvou těles a na principu odrazu. Při stlačení kladívka vrhá stlačená pružina ocelový úderník na zkoušený beton. Úderník odrazem napne pracovní pružinu. Na displeji se zobrazí odražená hodnota. Podle velikosti odrazu pak určíme pevnost.



Vrtné práce ve stavebnictví

Vrtné práce ve stavebnictví

Vrtné práce používané ve stavebnictví jsou soustředěny do dvou hlavních skupin:

- Vrtné práce pro zakládání staveb a v podzemním stavitelství
- Vrtné práce používané v bezvýkopových technologiích.

Vrtné práce pro zakládání staveb a v podzemním stavitelství

Důvody ***vzniku speciálních metod zakládání staveb*** jsou především následující:

- omezené prostory staveniště,
- rostoucí hloubky stavebních jam,
- zvyšování výšek nadzemních částí staveb,
- budování nových dopravních podzemních cest,
- budování náročných inženýrských a průmyslových staveb,
- to vše bez možnosti výběru nejvhodnější geologických a hydrogeologických poměrů,
- podíl na nákladech staveb 10 – 40 %.

Výchozí podmínkou pro použití speciálních metod zakládání staveb a v podzemním stavitelství je, že speciální inženýrsko - geologický, resp. geotechnický průzkum je zaměřen na:

- geologické a hydrogeologické poměry,
- laboratorní zjišťování fyzikálních a mechanických vlastností hornin a zemin na vzorcích,
- provedení polních metod pro zjišťování vlastností zemin a hornin v terénu – ***geotechnické polní zkoušky,***
- modelové ověření navržených technologických postupů.

Metody zakládání staveb a v podzemním stavitelství se rozdělují na:

1) zakládání staveb na pilotách, zvláště na pilotách vrtaných, velkoprůměrových, předražených apod.,

2) budování podzemních stěn při zakládání staveb v přehradním stavitelství, při zakládání objektů v zastavěných oblastech,

3) provádění předpjatých kotev pro ochranu hlubokých stavebních jam s velkým rozponem, ke zpevnění nebo aktivnímu opření porušených částí horninových masivů apod.,

4) těsnění hornin a zemin injektáží pro zlepšení vlastností hornin a zemin,

5) provádění horizontálních odvodňovacích vrtů, pilotových a opěrných stěn pro stabilizaci sesuvných oblastí, jež ohrožují dopravní či jiné stavby.

Piloty

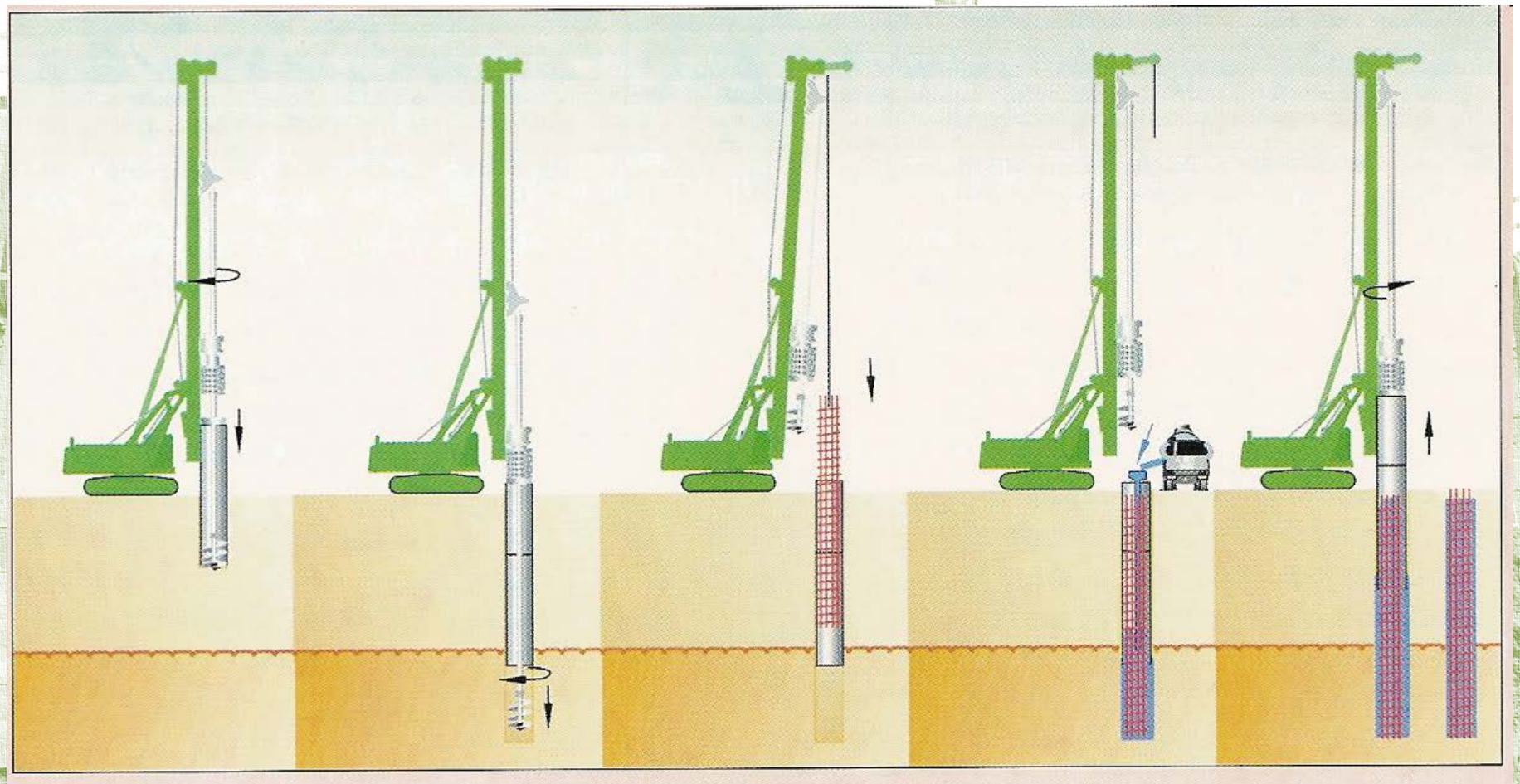


Schéma výroby piloty pažené ocelovými pažnicemi pomocí vrtné hlavy

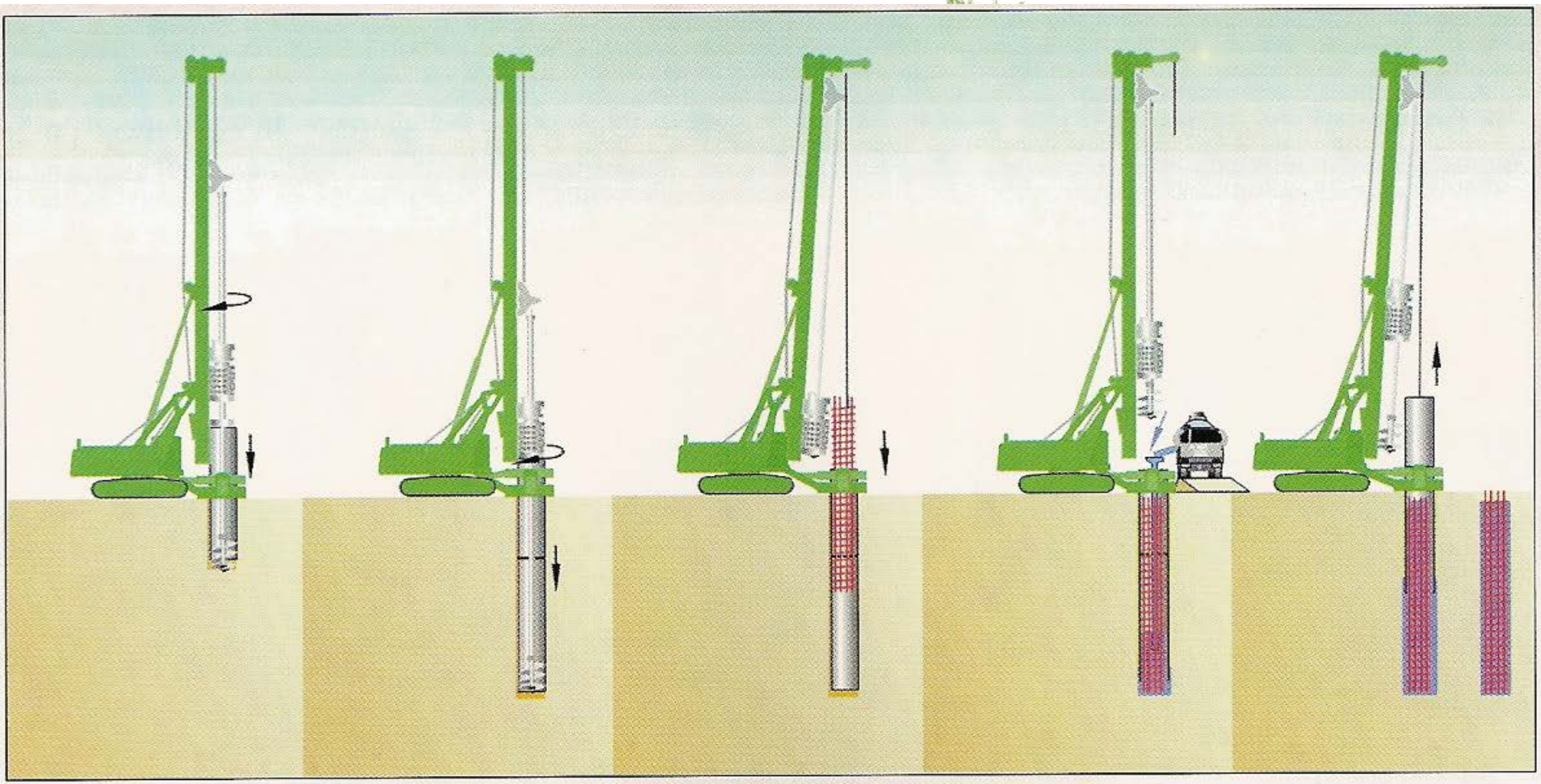
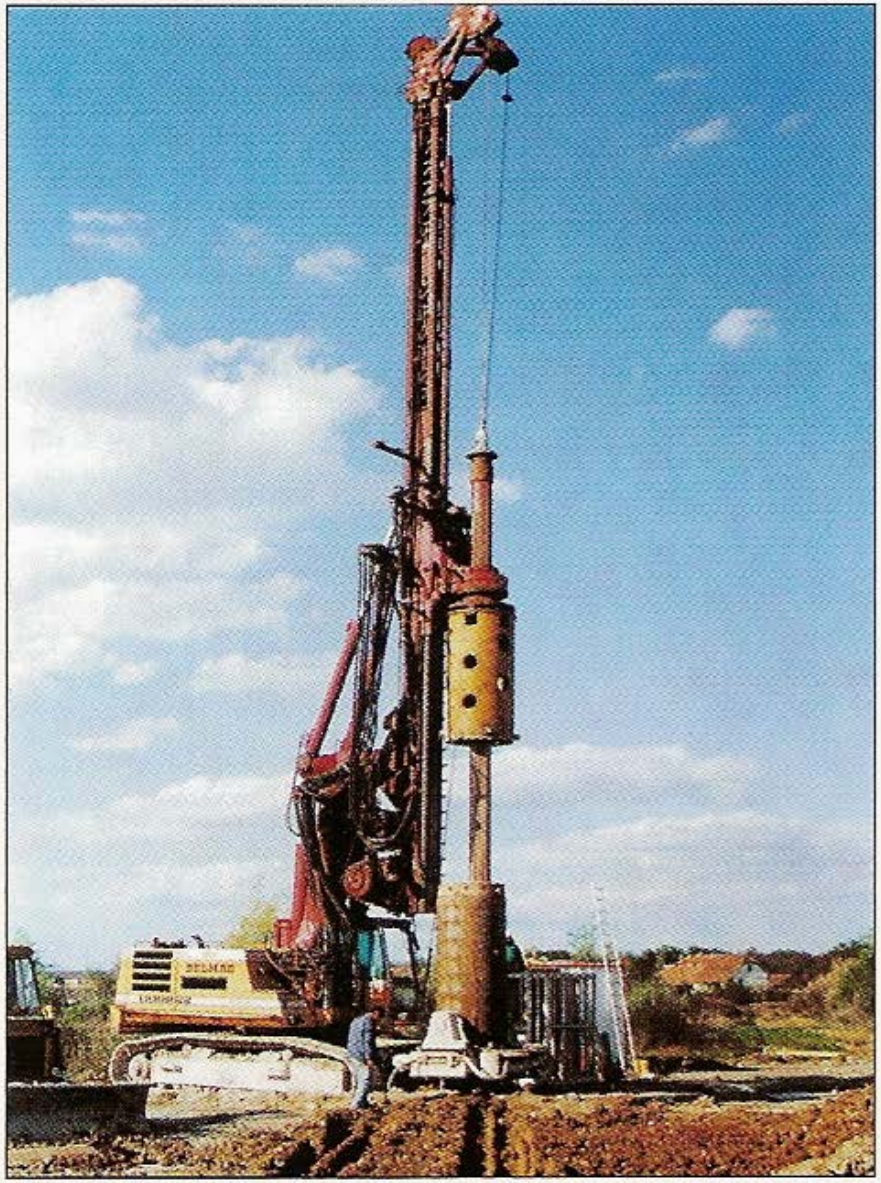
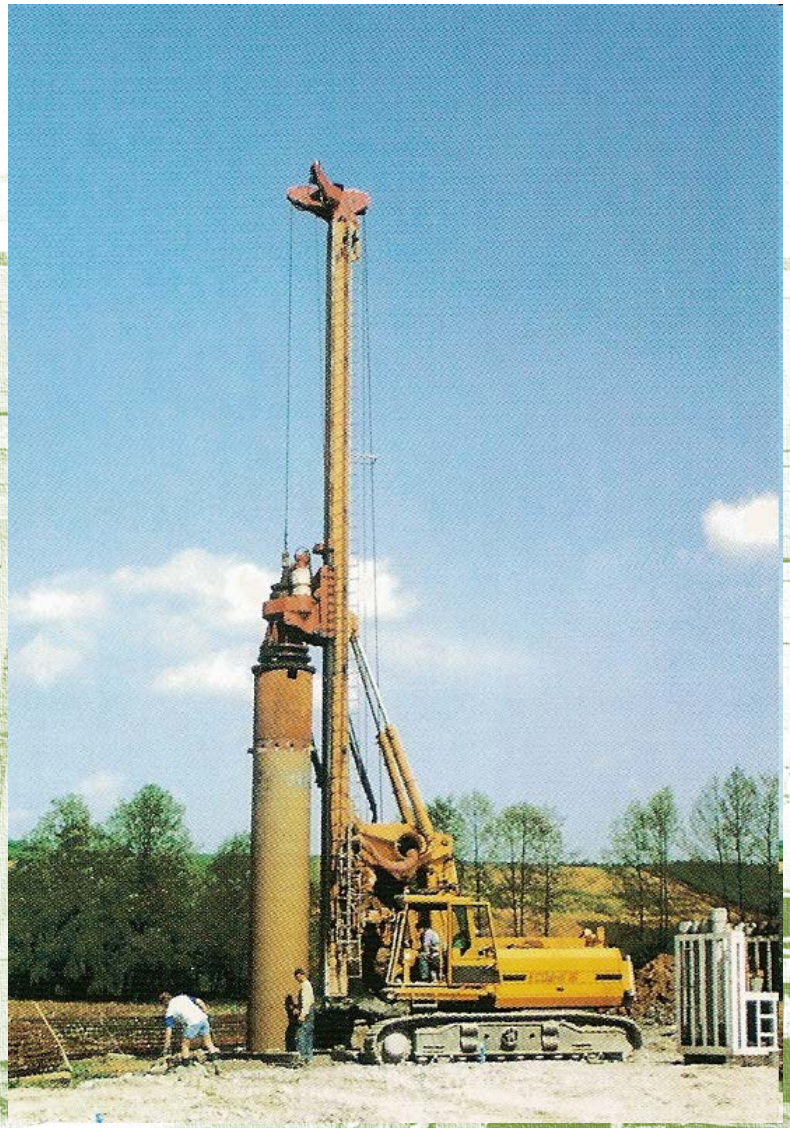


Schéma výroby piloty pažené ocelovými pažnicemi pomocí pažicího zařízení

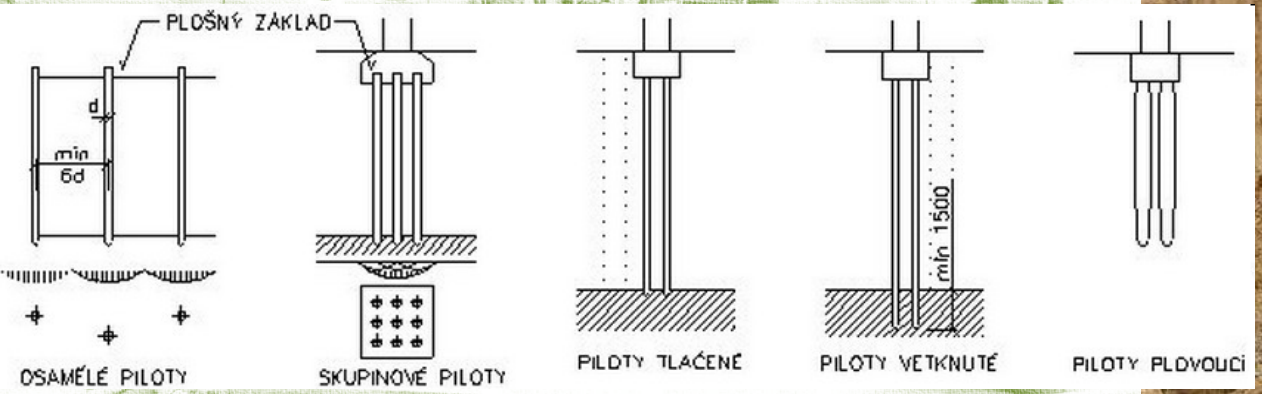


Vrtná souprava DELMAG RH 1413
se zapažovacím zařízením

Vrtná souprava DELMAG RH 1413
při hloubení šikmých vrtů pro piloty



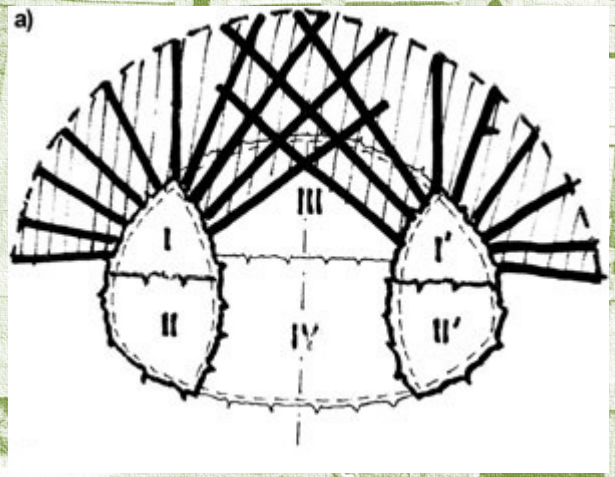
Armokoš piloty osazený ve vrtu

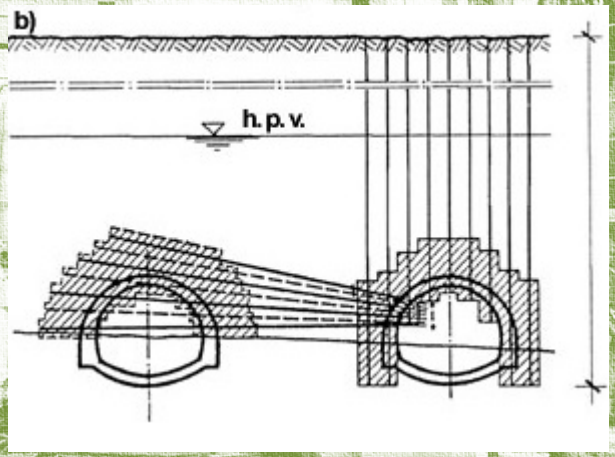

PLOŠNÝ ZÁKLAD
d
min 6d
OSAMĚLÉ PILOTY
SKUPINOVÉ PILOTY
PILOTY TLAČENÉ
min 1500
PILOTY VETKNUTÉ
PILOTY PLOVOUCÍ

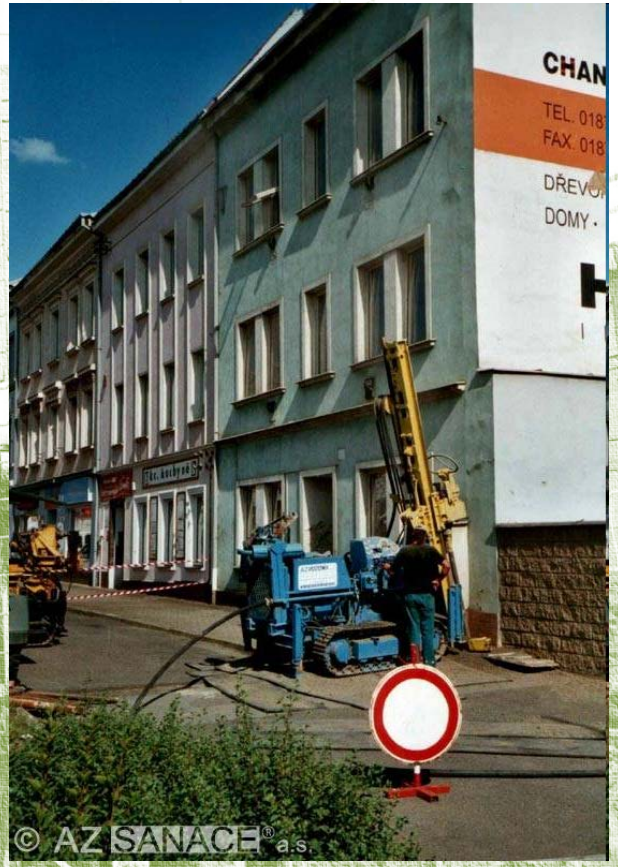
APB
CAT

Injektáž

Klasická injektáž je technologie známá již téměř 200 let. Podstatou injektáže je vyplňování pórů a dutin injekční směsí. Smícháním injekční směsi s původním materiálem vznikne materiál, který má nové fyzikální vlastnosti. Injektáží se upravují vlastnosti skalních hornin, nesoudržných zemin, někdy i zemin soudržných, injektují se také různé stavební konstrukce. Nejčastěji se upravuje pevnost a nepropustnost. Injektáží lze úspěšně zajistit trvalou polohu nestabilních objektů.







Mikropiloty

PRINCIP ZHOTOVENÍ

1. VRTÁNÍ

Zvolená metoda vrtání závisí na geologických podmínkách a dalších okolnostech stavby. Nejčastěji se vrtá plnoprofilově na jílocementový nebo vodní výplach, s průměrem vrtu 100 až 250 mm.

2. VÝPLŇOVÁ ZÁLIVKA

Vrt je odspodu vyplněn cementovou zálivkou.

3. VÝZTUŽ

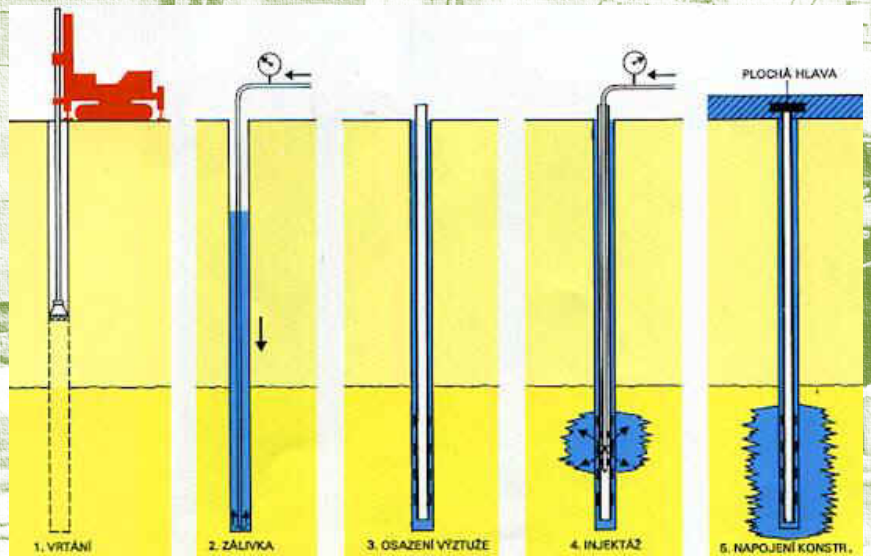
Návrh může využít různých typů ocelových prutů, I profilů ap. Nejčastěji jsou však používány silnostěnné trubky spojované na závity. V dolní části jsou perforované a opatřené gumovými manžetami pro injektáž.

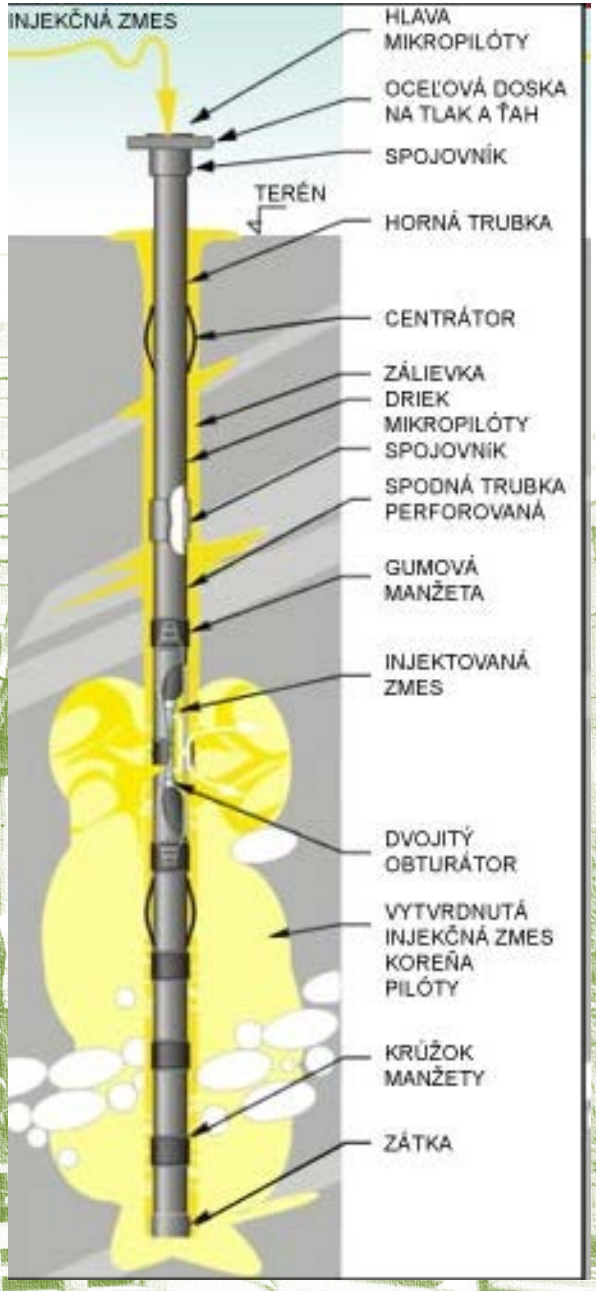
4. INJEKTÁŽ

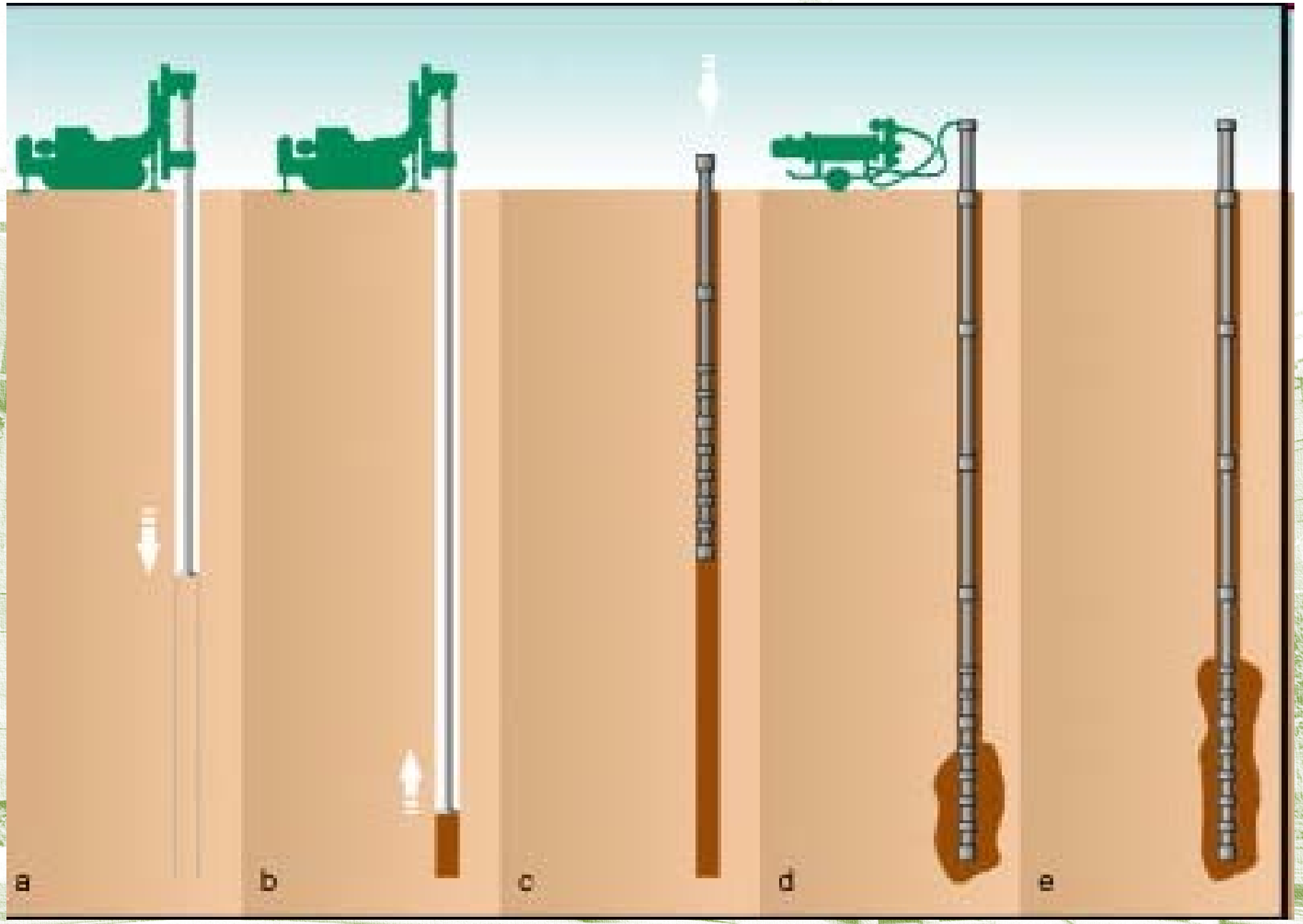
Kořen mikropiloty je upnut do horniny tlakovou injektáží cementovou směsí. Tím je zajištěno efektivní přenesení zatížení.

5. NAPOJENÍ KONSTRUKCE

U trubkových mikropilot může být spojení s konstrukcí snadno provedeno přes našroubovanou roznášecí hlavu.






a
b
c
d
e

POUŽITÍ

Díky malému průměru a možnosti vrtat šikmo mohou být mikropiloty výhodně použity zejména pro rekonstrukce základů stávajících objektů. Vhodné jsou i jako tahové prvky.

Příklad podchycování objektu pomocí mikropilot

Příklad pažení stavební jámy mikropilotovou stěnou

Základní části zavrtávané a injektované mikropiloty typu Titan

1, 4 – spojník, 2, 5 – centrátor, 3 – proudění výplachové směsi vnitřkem duté tyče, 6 – dutá závitová tyč typu Titan, 7 – antikorozní krytí výztuže cementem (více než 25 mm), 8 – postupné zavrtávání a vstřikování injekční směsi, 9 – jednorázová vrtná korunka

Trysková injektáž

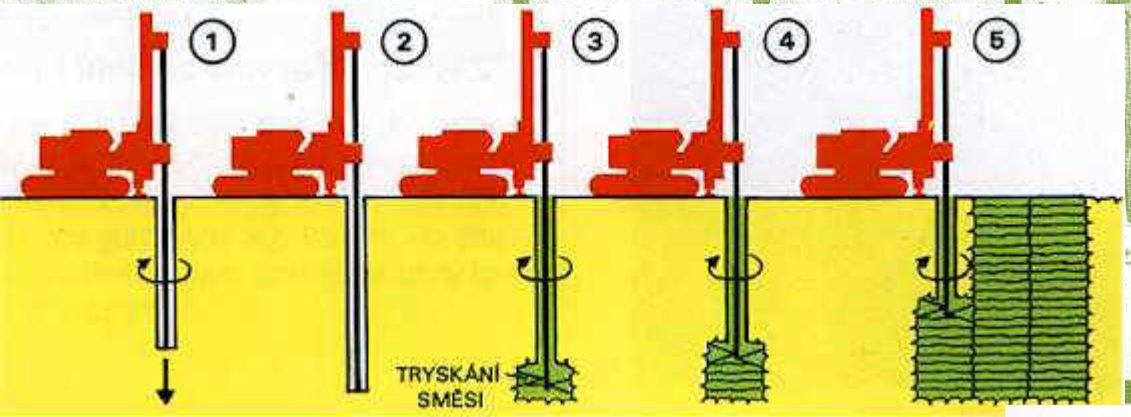
Trysková injektáž je moderní metoda zlepšování základových půd. Principem je využití dynamické energie paprsku většinou cementové injekční směsi tryskané pod vysokým tlakem. Tím je zemina rozrušena a současně promísena se směsí, takže na místě vzniká kompozitní materiál z částic zeminy a cementu. Takto mohou být upravovány různé zeminy, od jílů až po balvanité štěrky, s odpovídajícími výsledky v rozsahu pevností 1 až 20 MPa.

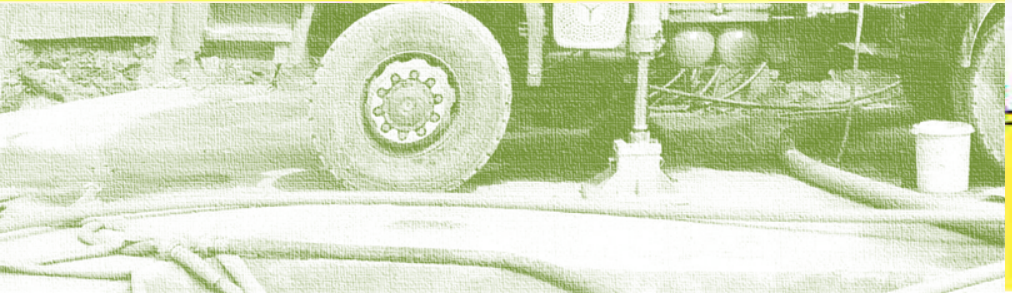
METODA "MONOJET"

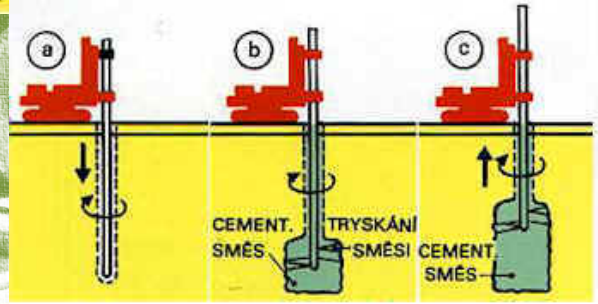
Po provedení vrtu se při pomalém pohybu vrtného nástroje vzhůru a jeho pomalém otáčení vhání do trysky nad břitem cementová injekční směs pod tlakem 30 - 50 MPa. Vytvoří se tak postupně sloup z tryskové injektáže o průměru 0,4 - 0,8 m, v závislosti na daných podmínkách.

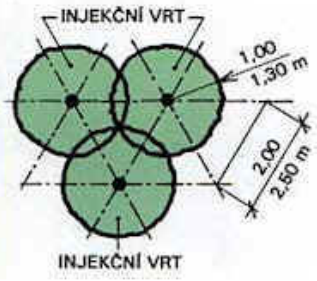
METODA "DOUBLEJET"

Při této metodě se účinnost tryskání zlepšuje koaxiálně vháněným vzduchem pod tlakem 0,6 - 1,2 MPa. Průměr vytvořených sloupů tak dosahuje 0,7 - 1,6 m.



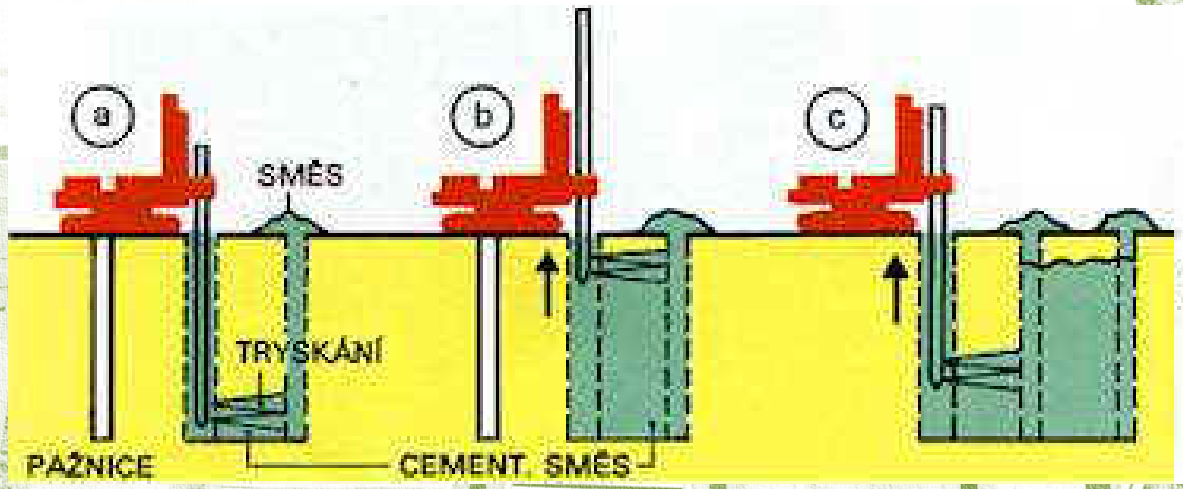


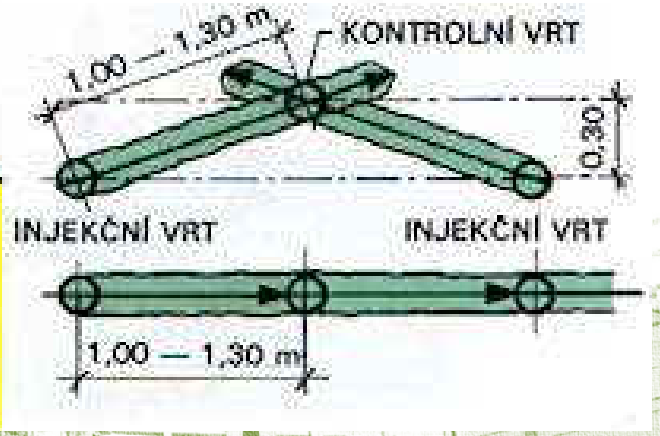


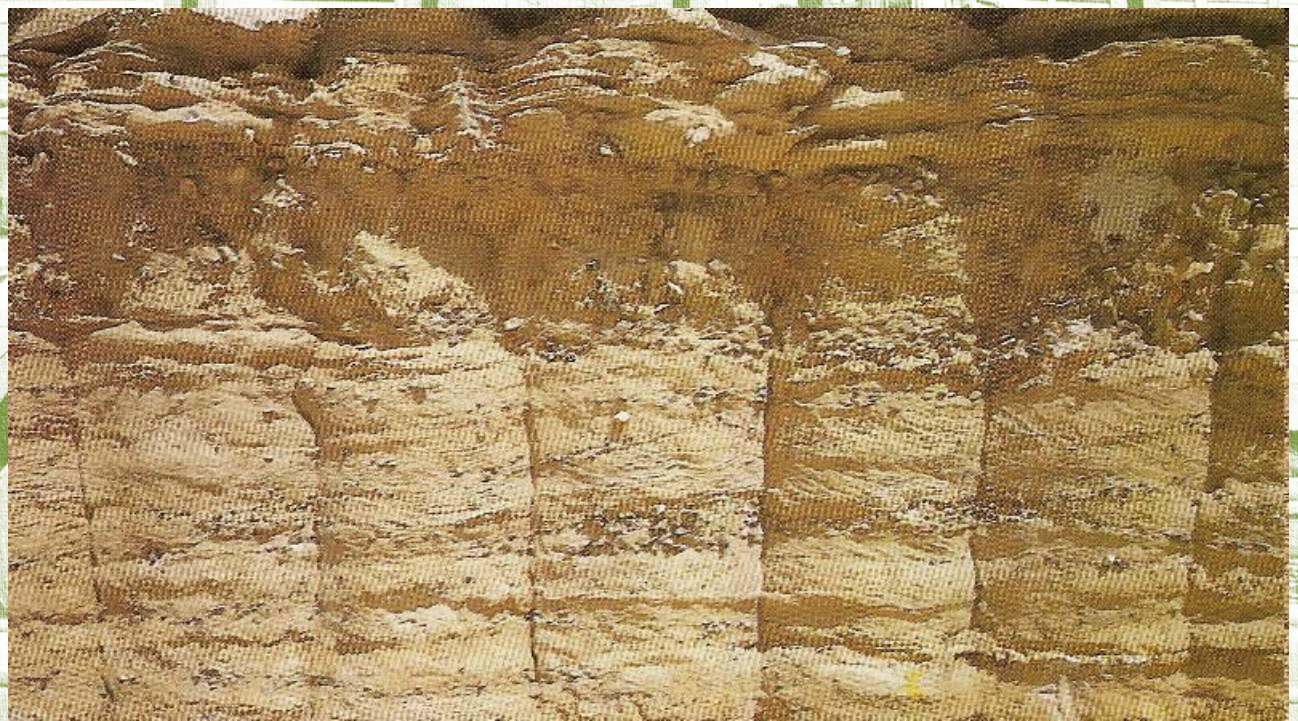


JEDNOSMĚRNÁ INJEKTÁŽ

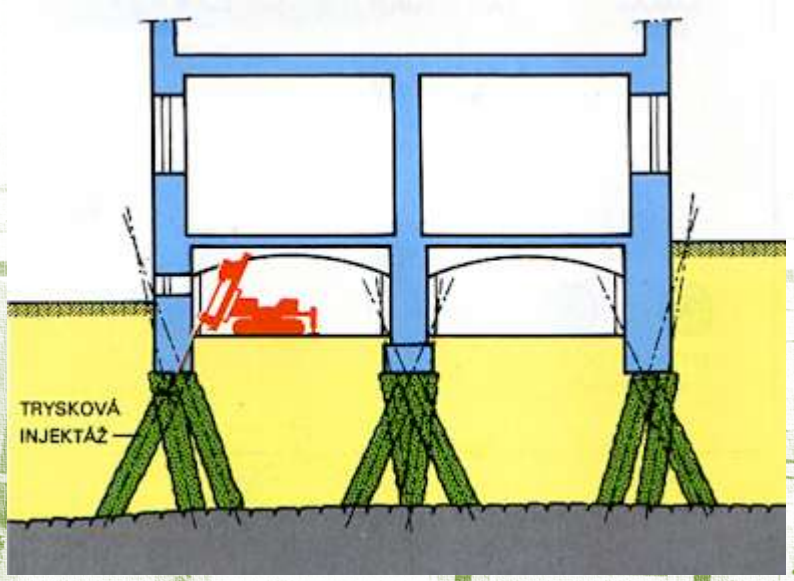
Obdobným způsobem, bez otáčení vrtného soutyčí při vytahování, lze v zemině vytvořit stěnové prvky, vhodné zejména pro omezení průsaků.



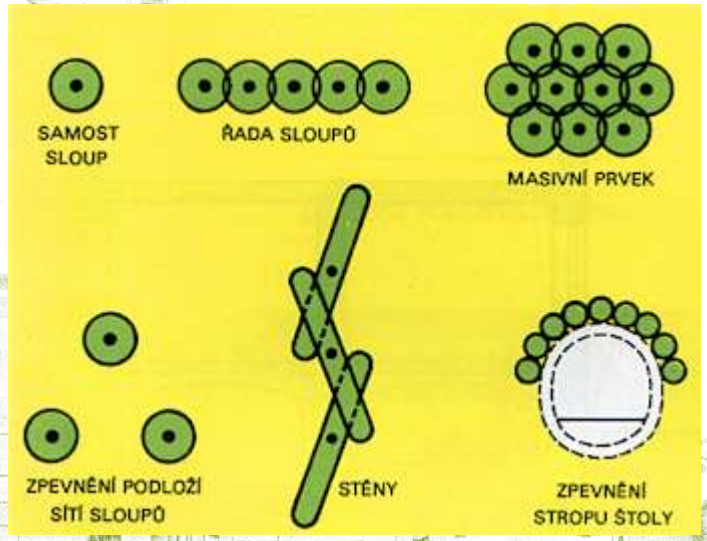




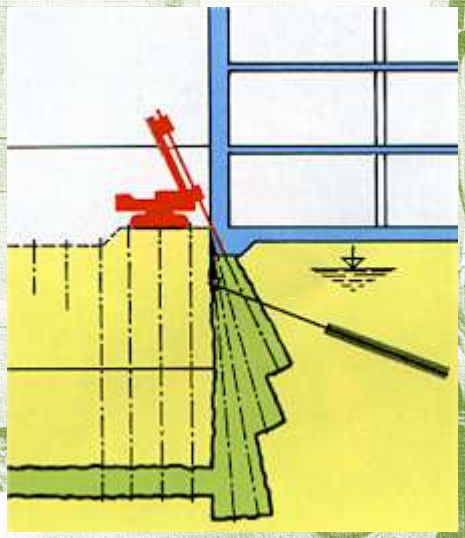
PŘÍKLADY POUŽITÍ TRYSKOVÉ INJEKTÁŽE :



Podchycení základů při rekonstrukci

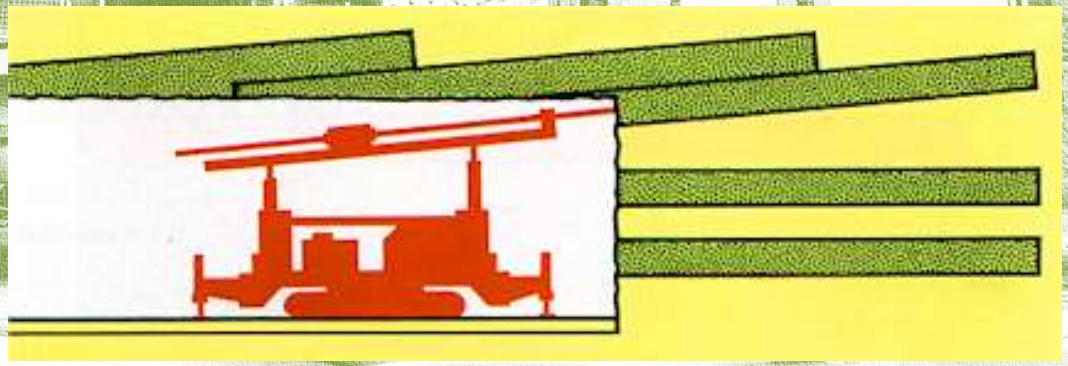


Typické základové prvky vytvořené tryskovou injektáží

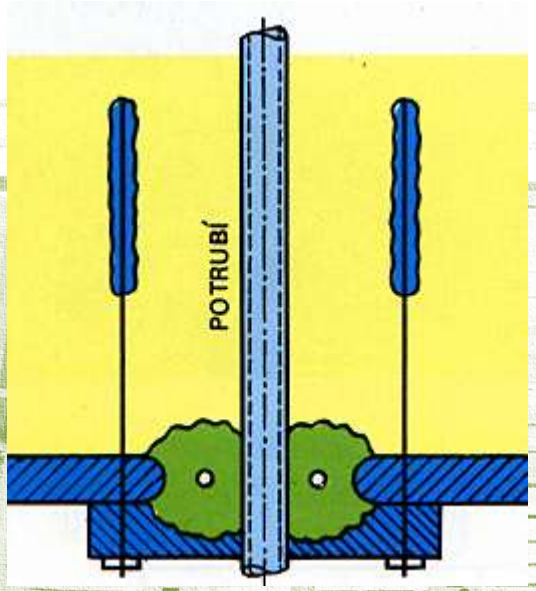


Zajištění stavební jámy a přilehlého objektu

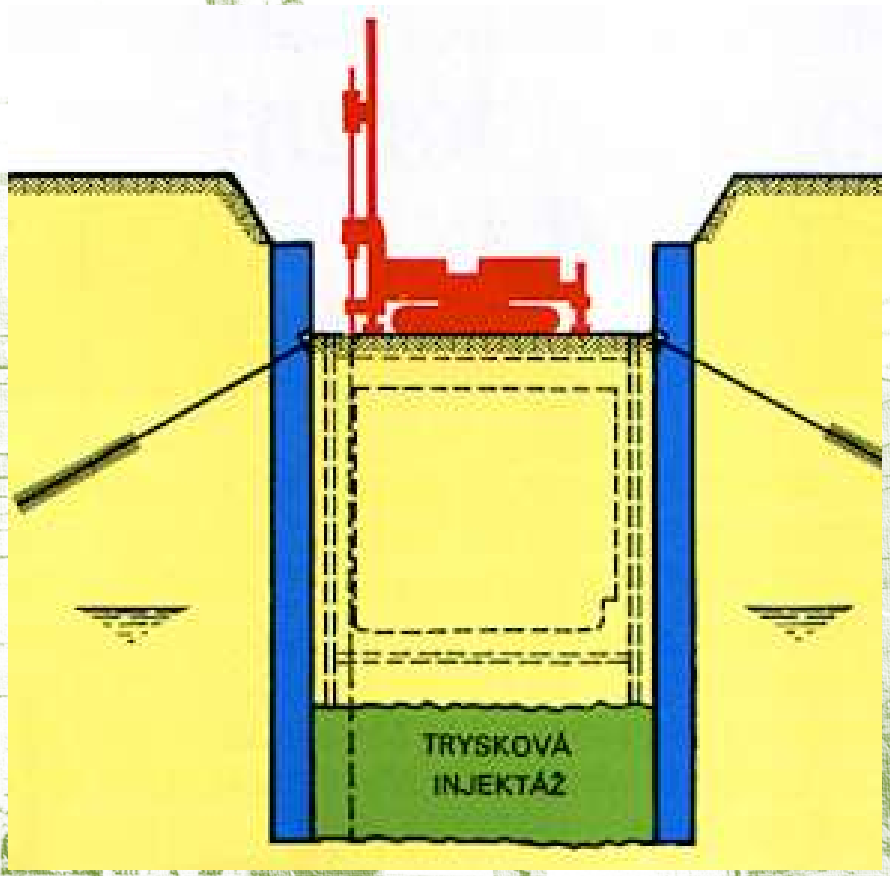
Zabezpečení tuneláže v nestabilních horninách



PŘÍKLADY POUŽITÍ TRYSKOVÉ INJEKTÁŽE 2

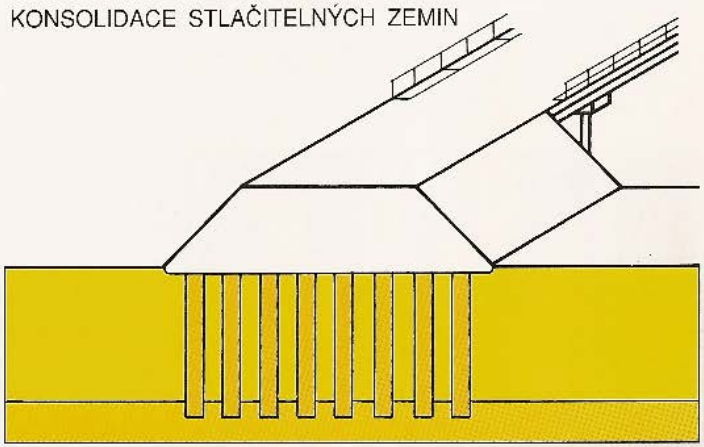


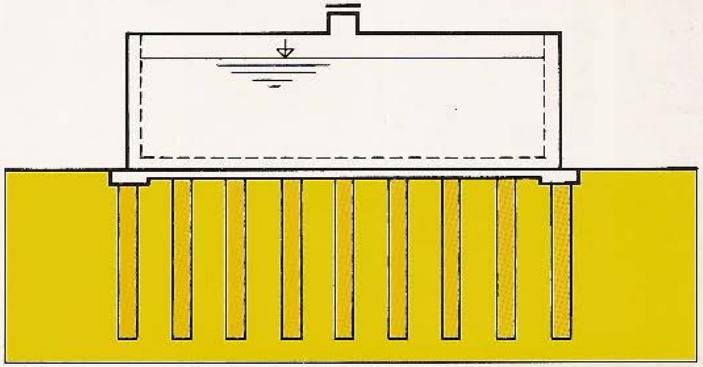
Těsnění prostupů inženýrských sítí v podzemní stěně



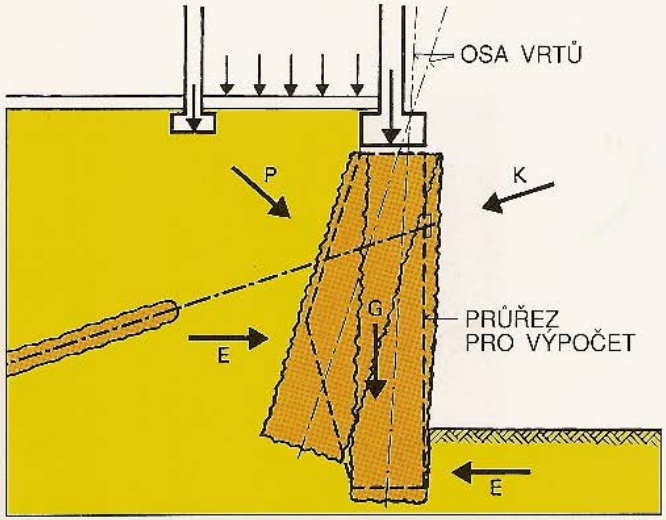
Zajištění hlubokých výkopů liniových staveb

KONSOLIDACE STLAČITELNÝCH ZEMIN

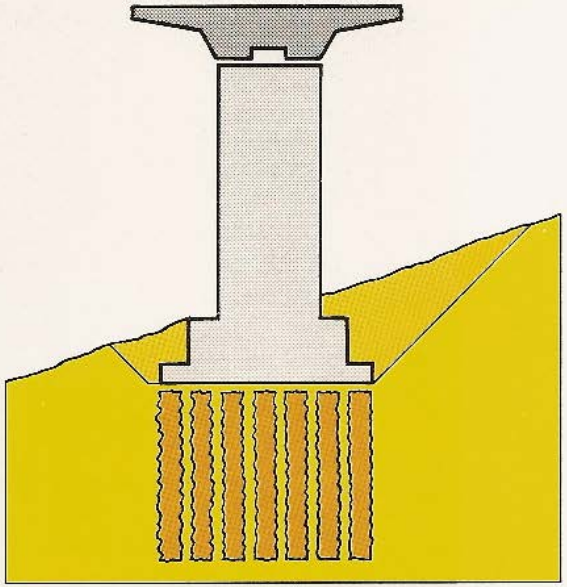




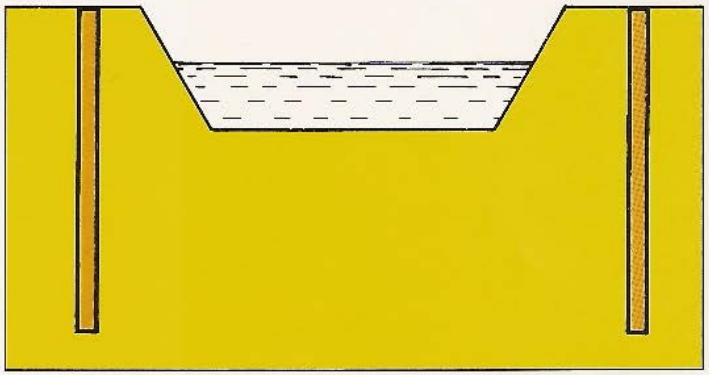
PODCHYCOVÁNÍ OBJEKTŮ A PAŽENÍ STAVEBNÍCH JAM



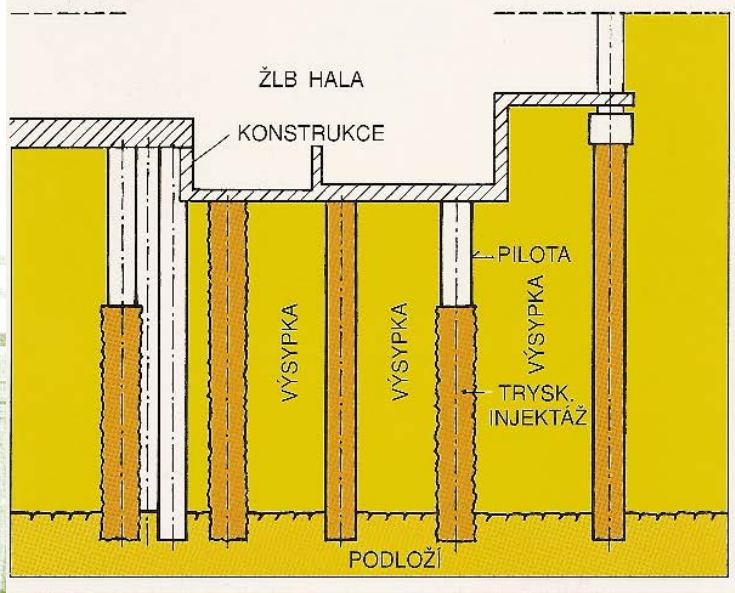
ZPEVNĚNÍ ZEMINY POD ZÁKLADY MOSTNÍHO PILÍŘE



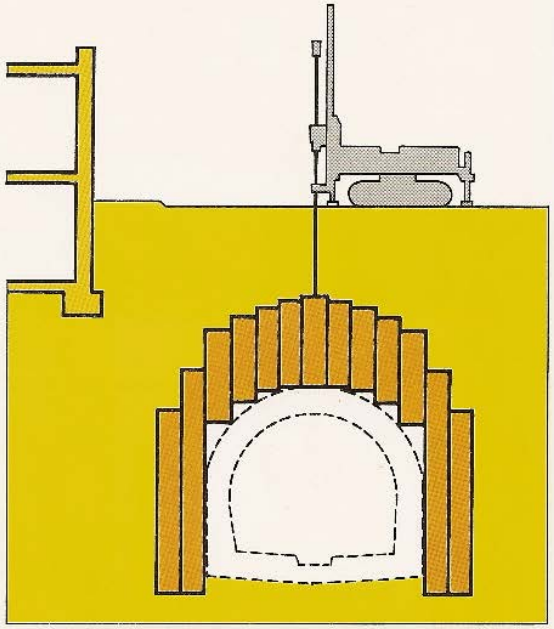
TĚSNICÍ STĚNY PODÉL VODOTEČÍ



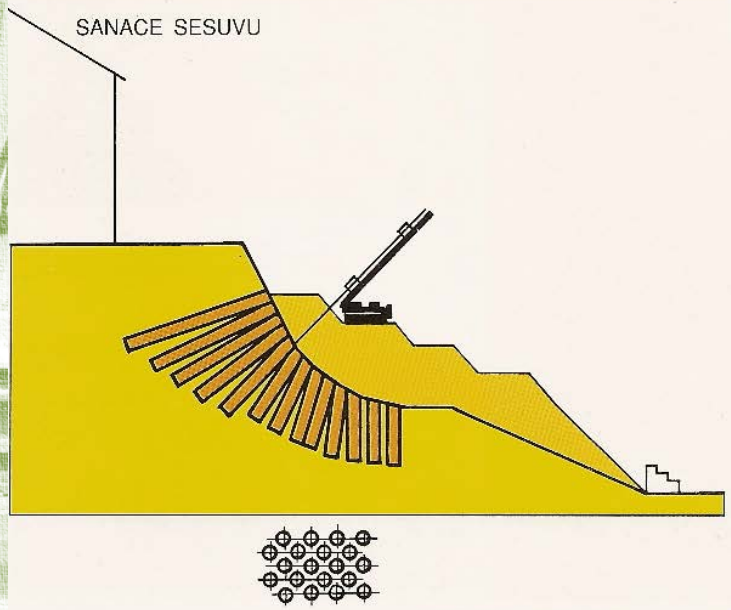
ZAKLÁDÁNÍ PILOT NA VÝSYPKÁCH

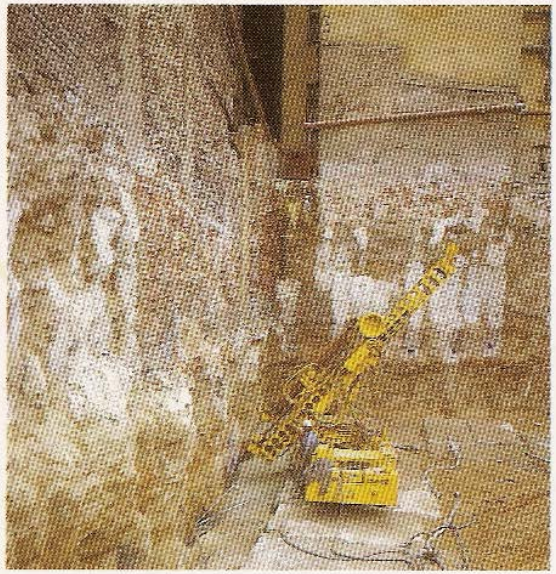


ZPEVNĚNÍ ZEMINY PRO RAŽBU TUNELU

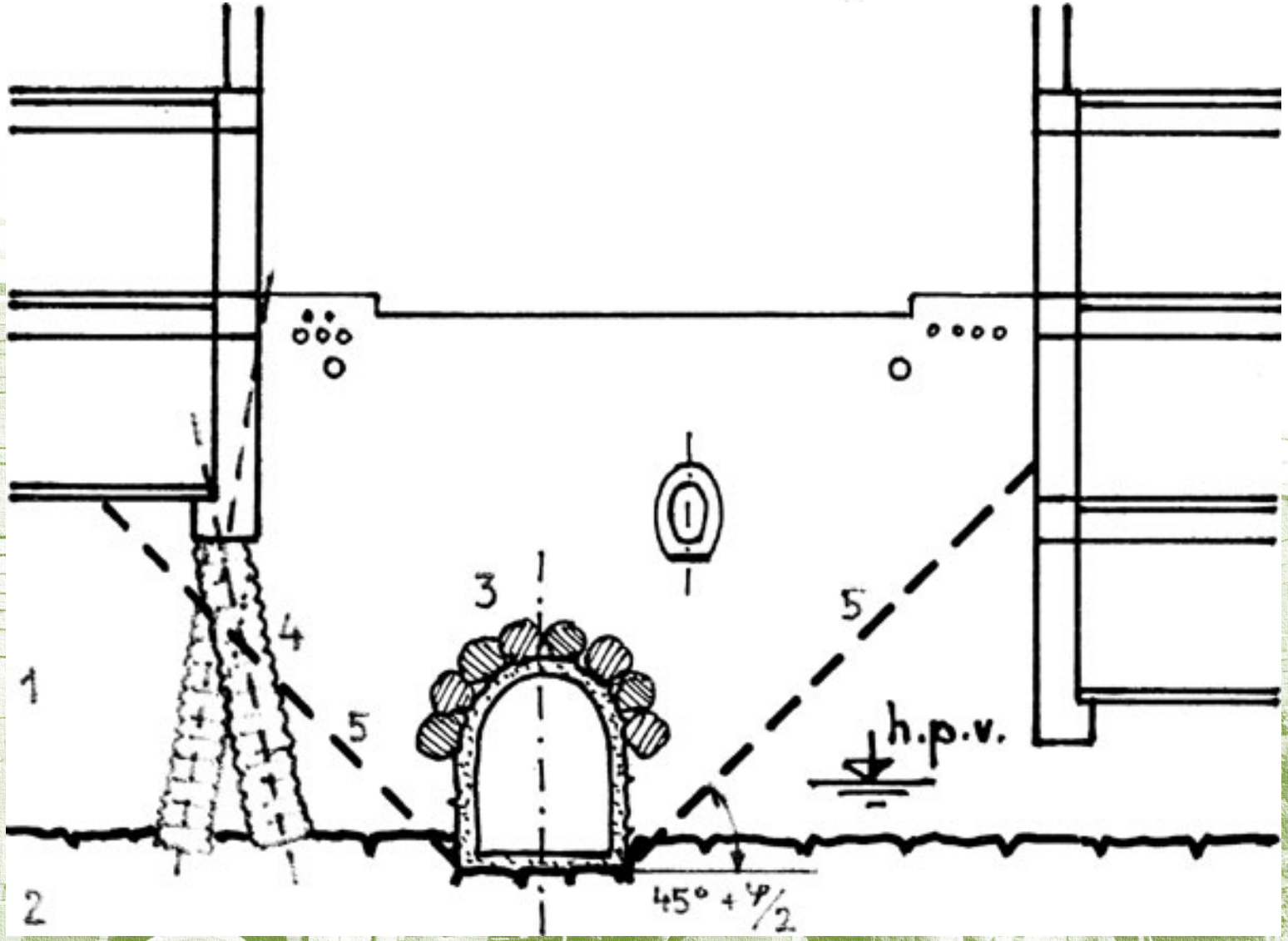


SANACE SESUVU





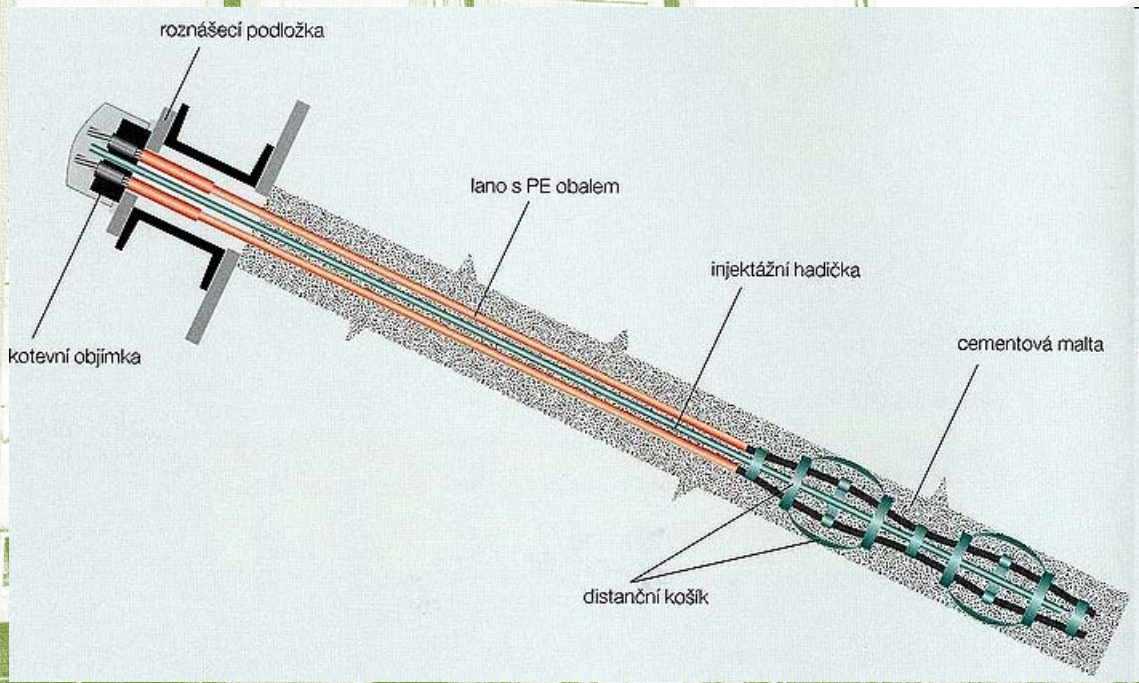
Stavební jáma pro hotel Penta v Praze - podchycení obvodových zdí sousedních objektů



Podchycení základů tryskovou injektáží. Vysvětlivky: 1) štěrkopísky; 2) břidlice; 3) horizontální sloupy TI; 4) přímé podchycení sloupy TI; 5) původní hranice deformační zóny; h.p.v. – hladina podzemní vody.

Kotvení

Kotvení se provádí všude tam, kde je účelné využít spolupůsobení horniny a vyvolaných napětí od zatížení stavebními nebo geotechnickými konstrukcemi. Kotvením je efektivně řešena technická i ekonomická stránka speciálního zakládání. Působení kotevních sil je projektováno na očekávané zatížení od konstrukcí. Kotvení se využívá při zakládání staveb ve stavebních jámách, při stabilizaci svahů a opěrných zdí, při ražbě podzemních děl.



XAS 66
CAT
APB

KLEMM

Podzemní stěny

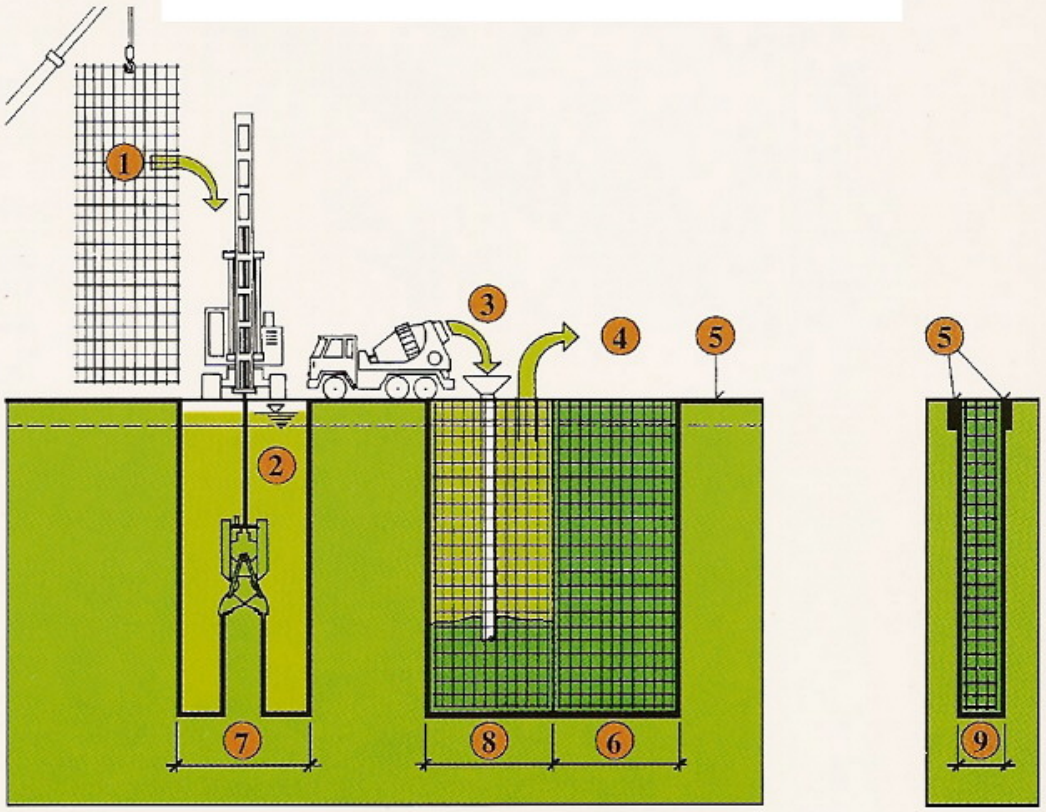
Podle účelu a použitého materiálu dělíme podzemní stěny na železobetonové pažící nebo konstrukřní a těsnící, jejich výplňovým materiálem může být libovolná těsnící hmota. Zvláštním typem podzemních stěn jsou prefabrikované stěny.

Tloušťka podzemních stěn je 400 - 1000 mm.

Pažící stěny pažící a konstrukční

Železobetonové podzemní stěny se používají jako pažící konstrukce hlubokých stavebních jam v omezeném prostoru, zejména v případech, kdy dno stavební jámy je pod hladinou podzemní vody. Mohou být vetknuté do podloží, kotvené zemními kotvami nebo rozepřené.
Rýha podzemních stěn se těží převážně drapáky pod ochranou jílové pažící suspenze, jejíž hladina je udržována v požadované úrovni mezi vodícími zídkami, které zabezpečují přesně vedení podzemní stěny.
Rýha se těží po úsecích, dlouhých nejčastěji kolem 5 m. Ve vyhloubeném úseku se do rýhy osadí výztuž ve formě armokoše a úsek se zabetonuje, čímž se vytvoří tzv. lamela podzemní stěny. V lamele mohou být předem zřízeny prostupy, výklenky a přesahy výztuže pro navázání dalších konstrukcí.
Těsnost svislých stykových spár mezi jednotlivými lamelami je zajištěna filmem pažící suspenze nebo vloženými těsnícími profily. Pro dokonalejší utěsnění se mohou spáry injektovat. Povrch líce stěn lze podle požadavků odběratele upravit nátěry, nástřiky, omítkami, přizdívkami nebo izolací.

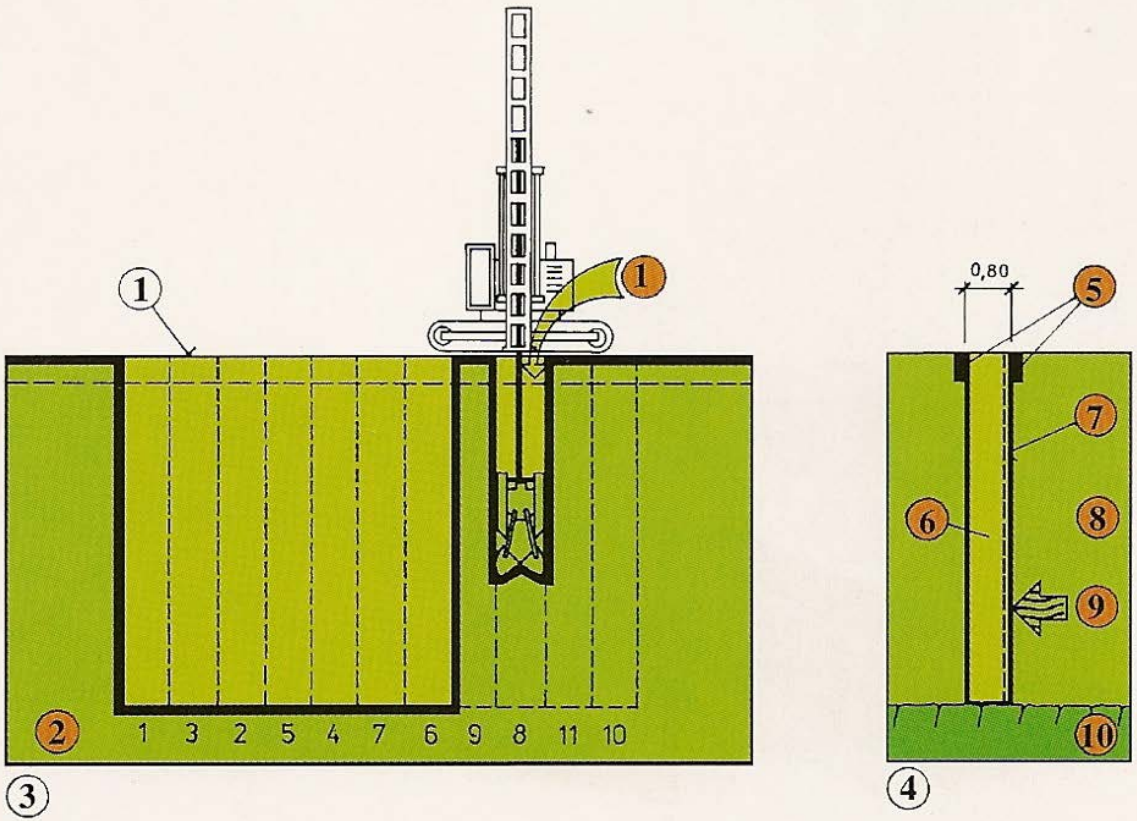
Podzemní stěny



1–armokoš, *reinforcement cage*, **2**–jílová pažicí suspenze, *slurry* **3**–beton, *concrete,* **4**–odčerpávání jílové pažicí suspenze, *pumping out the slurry*, **5**–vodicí zídky, *guide walls*, **6**–vybetonovaná lamela, *concreted element*, **7**–hloubení úseku, *excavation of a panel*, **8**–betonáž úseku, *concreting*, **9**–šířka 600, 800, 1000 mm, *widths 600, 800, 1000 mm*

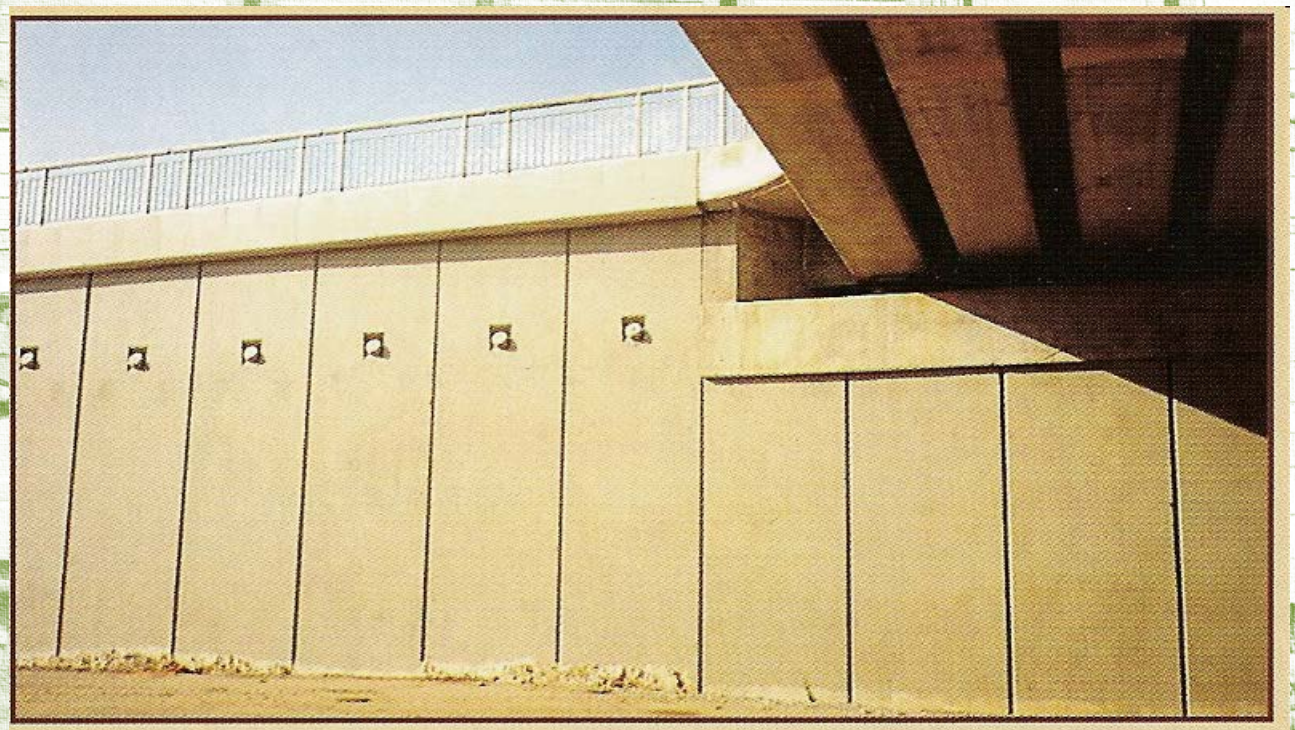
Těžba podzemní stěny

Těsnicí podzemní stěna



1–výplň: samotvrdnoucí suspenze, *filling: self–setting suspension*, **2**–pořadí těžení, *excavation sequence*, **3**–těžení rýhy je kontinuální, *continuous trench excavation*, **4**–příčný řez těsnicí stěnou s folií, *cross–section of cut–off wall with foil*, **5**–vodicí zídka, *guide walls*, **6**–samotvrdnoucí suspenze (jílocement), *self–setting suspension (clay–cement)*, **7**–fólie, *foil*, **8**–propustné vrstvy, *permeable strata*, **9**–agresivní prostředí, *aggressive environment*, **10**–nepropustné podloží, *impermeable subsoil*

Prefabrikované podzemní stěny jsou sestavovány ze železobetonových panelů, vyrobených na celou hloubku stěny a osazovaných do rýhy pažené jílovou suspenzí. Těžba rýhy je kontinuální a panely jsou osazovány u daném odstupu za těžbou. Těsnost svislých spár mezi prefabrikáty je zajištěna vloženou gumovou hadicí, která se zainjektuje cementovou směsí.
Použitá prefabrikovaných stěn je všude tam, kde je požadován hladký povrch lícové stěny (podchody, opěrné stěny).



Konstrukční prefabrikovaná podzemní stěna

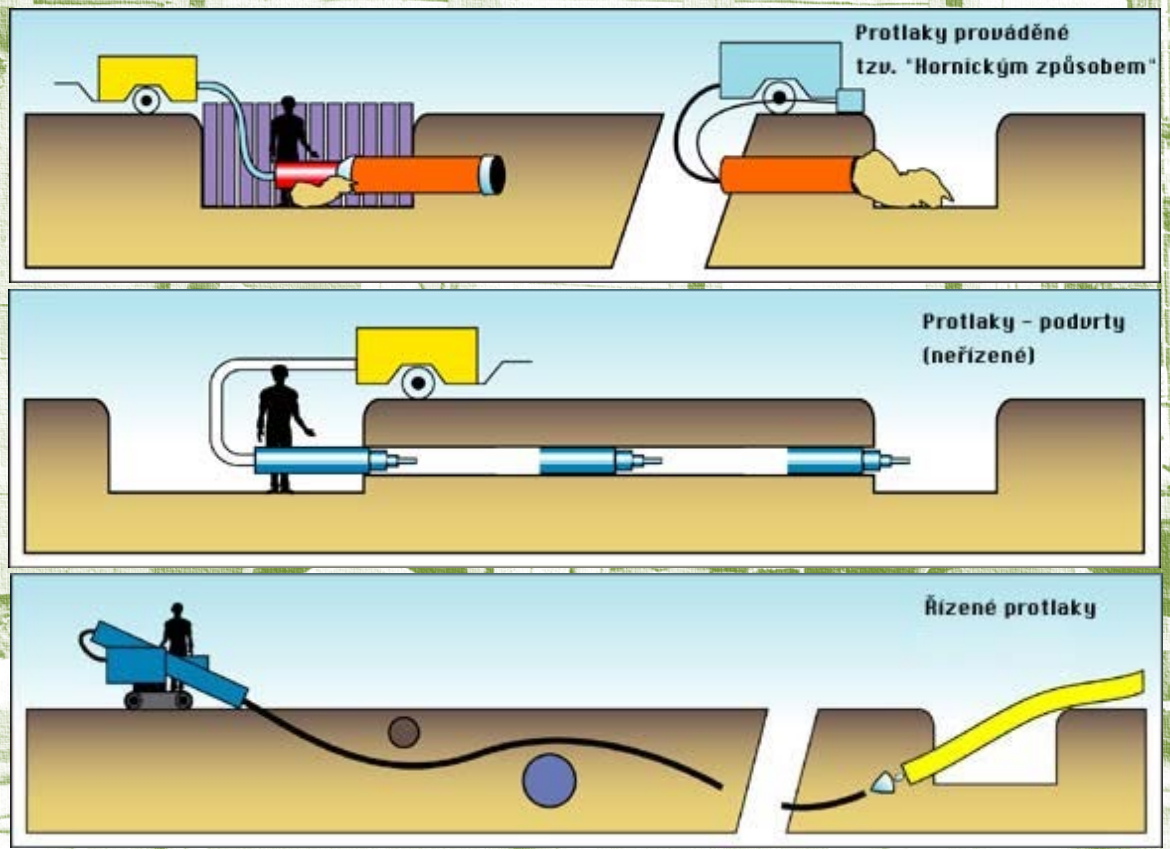
Vrtné práce používané v bezvýkopových technologiích.

Použití ***protáčení, podvrtů nebo mikrotunelování*** je v dnešní době součástí téměř všech významnějších projektů líniových staveb. Jejich realizace není, při současném rozvoji strojního vybavení, omezená téměř žádnou překážkou.

V oblasti bezvýkopových technologií provádíme tyto práce:

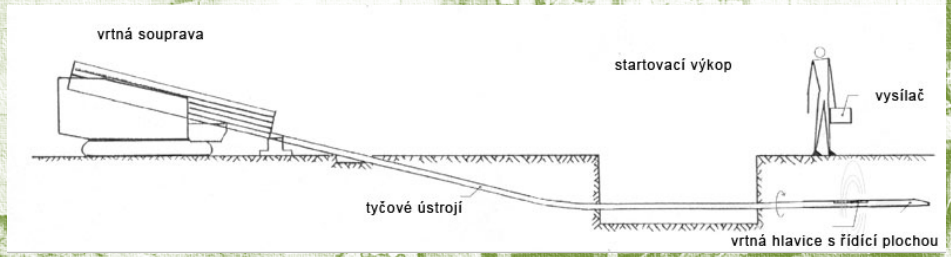
- řízené protlaky
- protlaky, protláčení
- řízené horizontální vrtání, vodorovné vrtání
- bezvýkopová výstavba inženýrských sítí
- rekonstrukce a renovace inženýrských sítí - relining
- vtahování potrubí
- zatahování kabelů
- provzdušňovací vrty - venting
- drenážní vrty
- mikrotunelování
- řízené mikrotunelování
- podvrty
- řízené podvrty

Omezujícím faktorem použití bezvýkopových technologií jsou především geologické podmínky. Pro efektivní nasazení jsou nejvhodnější hlinité půdy a jíly bez podílu kamene, komplikací přibývá v prostředí nesoudržných půd jako jsou hrubé štěrky, písky a kamenité půdy s vysokým podílem kamenné frakce. Vrtání v kompaktní skalní hornině vyžaduje speciální vrtné nářadí (MUDMOTOR) nebo požití jiné technologie obvykle používané pro svislé vrtání. V případě zhoršení půdních podmínek, kdy existuje obava z poškození vtahovaného potrubí ostrými kusy horniny nebo překážkami charakteru navážky, lze provést zkušební protažení krátkého kusu potrubí vrtem a poté zkontrolovat stav jeho povrchu. V případě nepřípustného rozsahu vrypů je nutné použít chránící potrubí průměru o jeden řád vyššího a vlastní potrubí vodovodu pak do něj vtáhnout nebo daný úsek provést otevřeným výkopem.



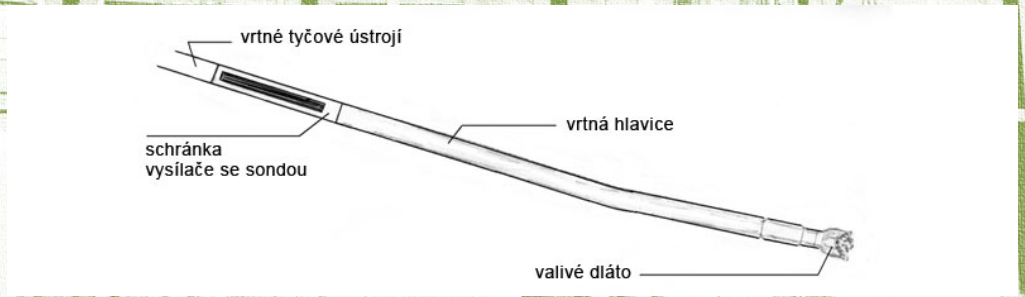
Neřízené protlaky stroji Grundoram Gigant a Grundoram Olymp

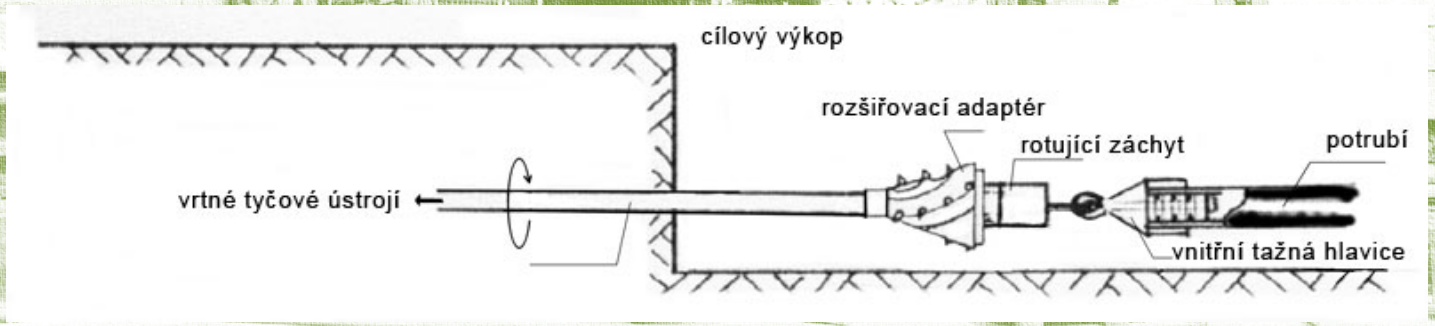
Neřízené protlaky vrtnou soupravou Perforator PBA 20


vrtná souprava
startovací výkop
vysílač
tyčové ústrojí
vrtná hlavice s řídící plochou

Vrty v pevných horninách

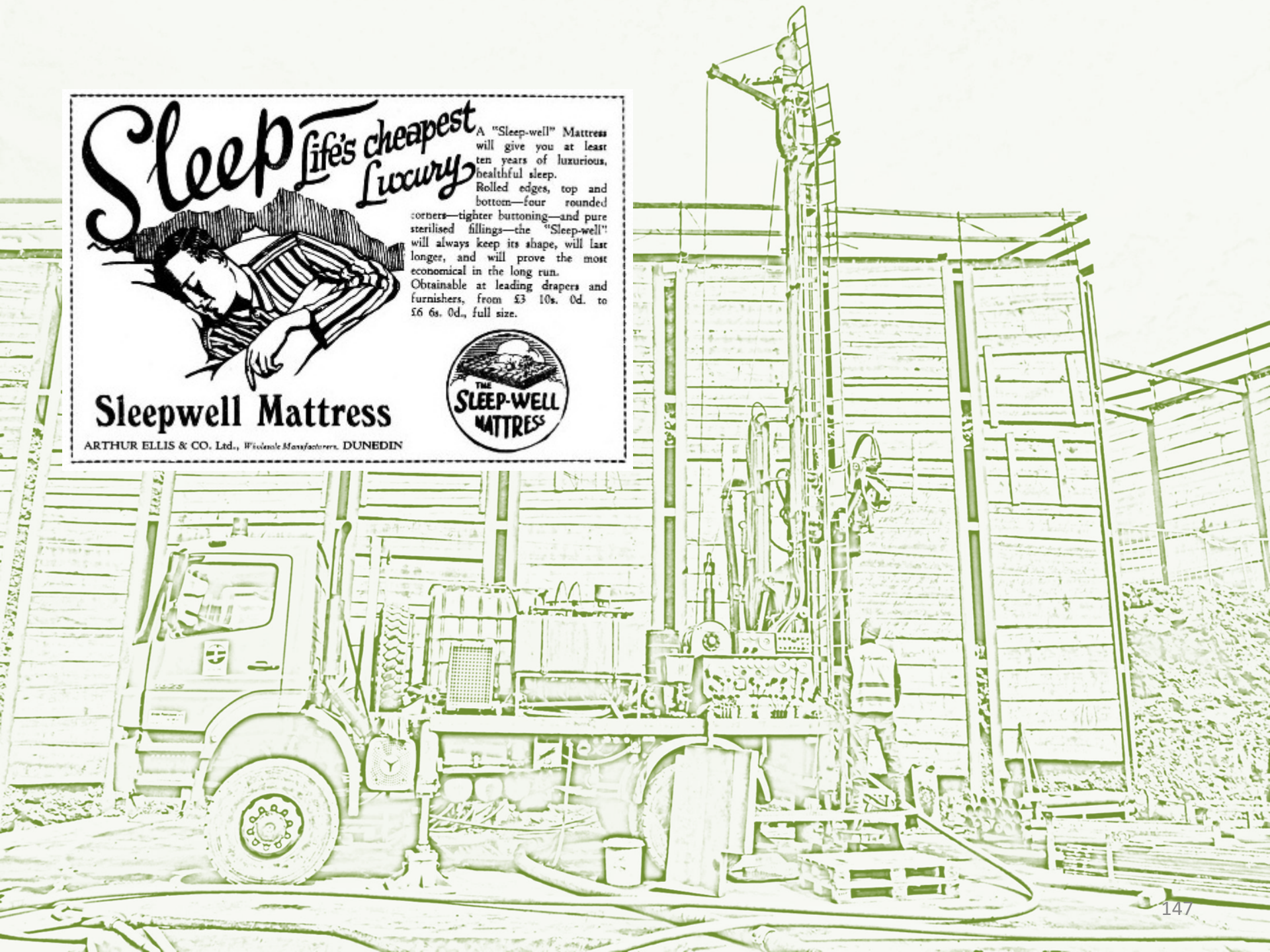
Průběh prací odpovídá vrtům v kyprých horninách, ale operuje se s jinými nástroji. Podle pevnosti horniny se používá vrtná souprava s dvouplášťovými vrtnými tyčemi a s dvojím vrtným motorem. Ve vrtné hlavici je zakonstruován pro účel řízení ohyb o 1° až 3°. Na nejkrajnějším předním konci se nachází valivé dláto. Řízení probíhá následovně: pokud se tyčové ústrojí posouvá dopředu bez rotace, dobývá příslušnou horninu jen valivé dláto v souladu s odkloněním motoru a vrtání probíhá po křivce. V případě rotujícího tyčového ústrojí probíhá vrtání po přímce a pilotní vrt se vytvoří s větším průměrem podle odklonění valivého dláta. Vysílač nezbytný pro řízení se nachází za vrtnou hlavicí. Z převážné části dochází při vrtech ve skále také k použití jiného systému měření, u kterého se data přenášejí kabelem uvnitř tyčového ústrojí na počítač obsluhy vrtacího přístroje, která neustále porovnává požadovaný průběh vrtu se skutečným. Pro rozšíření pilotního vrtu se používá tzv. Hole Opener. Rozšiřování pilotního vrtu probíhá rovněž v krocích až do dosažení požadovaného konečného průměru, zatažení trubky se pak provádí jako v případě vrtů v podloží třídy 1 - 5.





Vermeer
NAVIGATOR

machovský
PROTLAKY


Sleep Life's cheapest Luxury
A "Sleep-well" Mattress will give you at least ten years of luxurious, healthful sleep.
Rolled edges, top and bottom—four rounded corners—tighter buttoning—and pure sterilised fillings—the "Sleep-well" will always keep its shape, will last longer, and will prove the most economical in the long run.
Obtainable at leading drapers and furnishers, from £3 10s. 0d. to £6 6s. 0d., full size.
THE SLEEP-WELL MATTRESS
Sleepwell Mattress
ARTHUR ELLIS & CO. Ltd., Wholesale Manufacturers, DUNEDIN