

# **Pokročilá inženýrská geologie**

*GA251 – jarní semestr 2017*



# **Odvodnění stavební jámy**

# Odvodňování

- Problematika odvodňování bývá z důvodu její dočasnosti mnohdy podceňována, zapomíná se na ekonomické náklady spojené se zhotovením suchého pracovního prostoru.
- Je třeba věnovat pozornost konstrukčnímu uspořádání, dodržení technologických zásad, ale i zohlednění vlivu odvodňování na blízké okolí stavební jámy
- Stavební jámu je třeba pro zakládání objektů připravit tak, aby podzemní voda neznemožňovala samu práci nebo nezhoršovala vlastnosti zemin pod základovou spárou

# Předpoklady

- Výchozí předpoklady
  - Hydrogeologický průzkum (hladina HPV, kolísání, zjištění  $k$ )
  - Inženýrskogeologický průzkum
  - Propustnost vrstev – různá pro různé vrstvy
  - Směry proudění – v některých vrstvách může převládat proudění v horizontálním směru, v jiných ve vertikálním směru
  - Zdroje napájení
  - Možnosti odtoku vody z jámy
  - Geometrické uspořádání staveniště (tvar stavební jámy)
  - Technologická kritéria
- Odvodnění stavebních jam může být:
  - 1. povrchové
  - 2. hloubkové

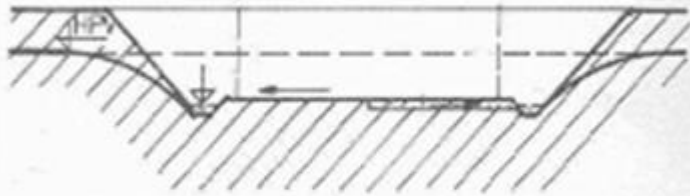
# Povrchové odvodnění

- Při povrchovém odvodňování staveb se hloubí svahovaná jáma, do které prosakuje voda svahy a dnem.
- Toto řešení je ekonomicky nejvýhodnější v relativně mělkých stavebních jámách.
- Uplatňuje se ve štěrkovitých, případně písčitých zemin (u jemnozrnných zemin může dojít k odplavování a následně prolomení dna)

# Povrchové odvodnění

- Prosakující voda se u paty svahu zachytává systémem drenáží, v prostoru dna výkopu plošnými drény, přivádí se do jedné a nebo několika sběrných studní a odtud odčerpává mimo stavební jámu.
- Sklony svahů se navrhují podle daných zásad. Upozornit je potřeba také na zmírnění sklonů svahů pod úrovní hladiny podzemní vody. Zvyšuje se tak požadavek na dostatečně velký půdorysný prostor kolem samotného nového objektu, což bývá v zastavěném území omezujícím faktorem
- Nesmíme zapomenout, že musíme HPV stáhnout alespoň 0,5 m pod dno stavební jámy

ŘEZ 1-1'



Příklad: Chceme-li udělat základ 20x30 m, budeme potřebovat stavební jámu o celkových rozměrech 72x62 m



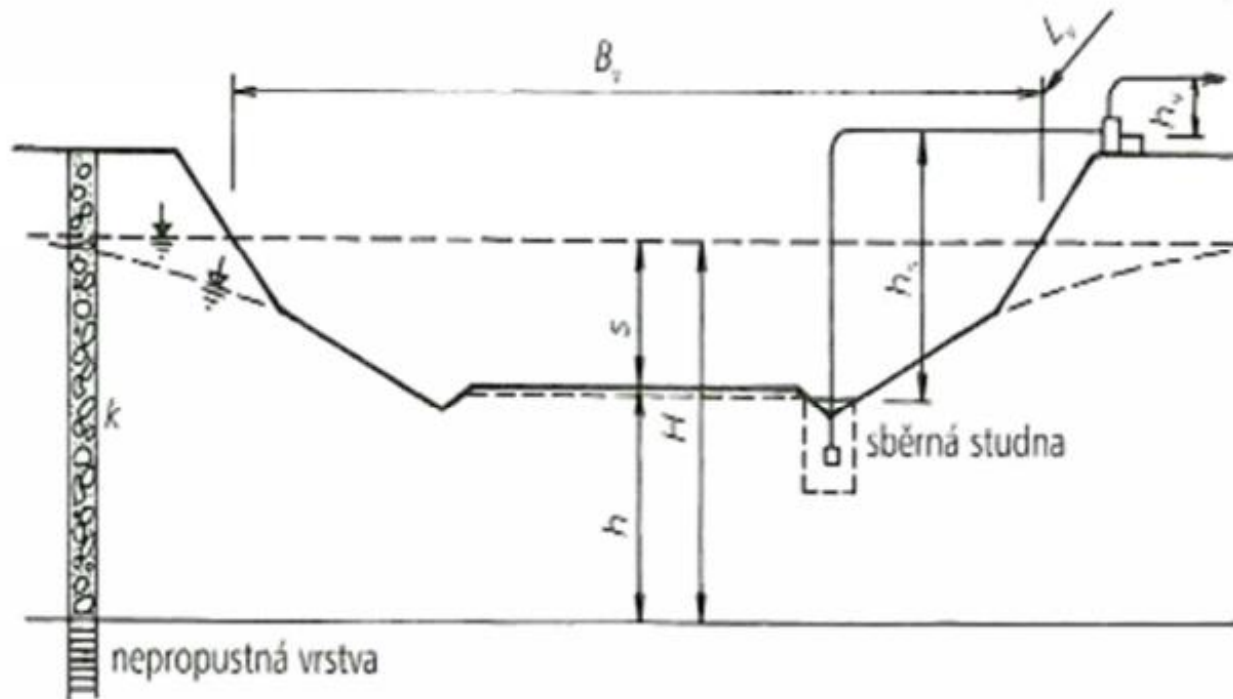
Odvodňovací systém musí být dimenzován nejen na povrchovou vodu, ale i na podzemní – po vytvoření příkopů se k nim stáhne HPV

## Schéma povrchového odvodnění stavební jámy

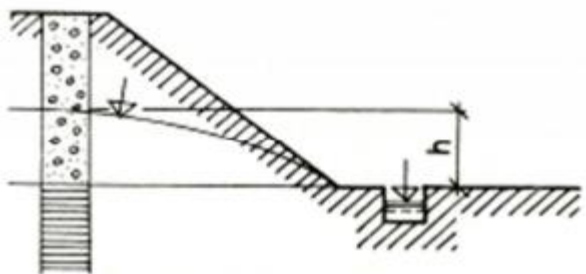
Dosah snížení stanovíme např. podle Sichardta

$$R = 3000 \cdot s \cdot k$$

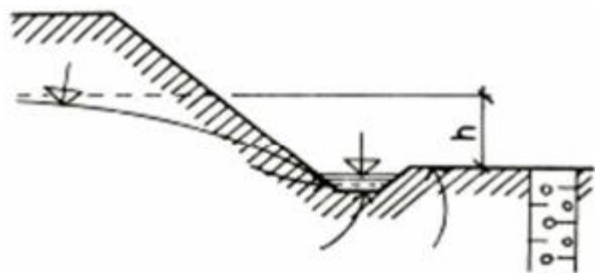
Kde  $s$  – snížení hladiny v nejnepříznivějším místě (pod středem jámy) [m];  $k$  - součinitel filtrace [m/s]



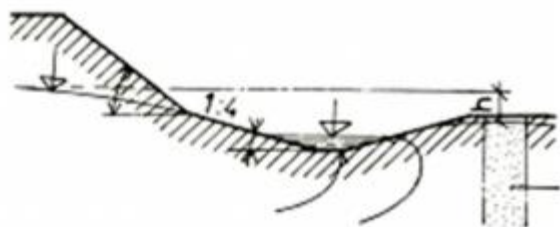




Odvodnění v soudržné zemině



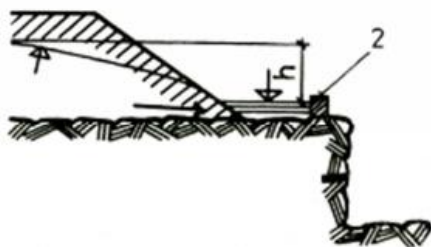
Odvodnění v nesoudržné zemině



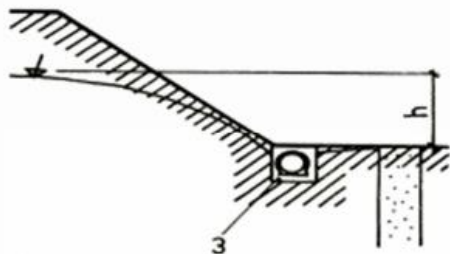
Odvodnění v jemném písku  
A – jílová těsnící stěna

A

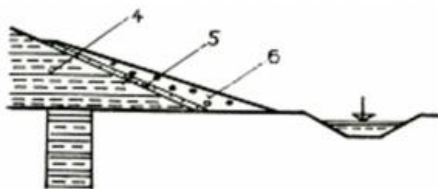
# Příklady řešení



Betonová zídka na skalním podkladu



Odvodňovací drén



Obrácený filtr v patě svahu  
(obvykle pro násypy)

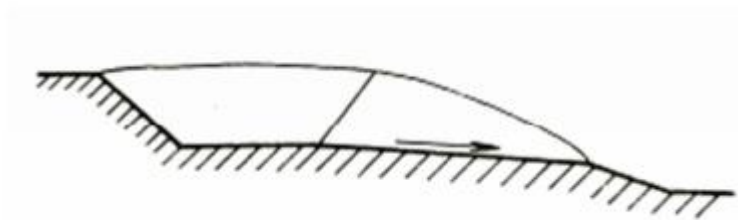
# Příklady řešení

- Drenáže a rýhy
  - odvodnění řadami drenážních trubek ve vzdálenostech 5 až 10 m, min podélný sklon 2%
- Studny
  - mimo půdorysu objektu, skruže o průměru 1,0 až 1,5 m nebo pažené šachty 2,0 x 2,0 m.
  - Min vzdálenost pod sacím košem čerpadla ode dna studny 0,5 m; nejnižší hladina vody překrývající sací koš o 0,3 až 0,5 m

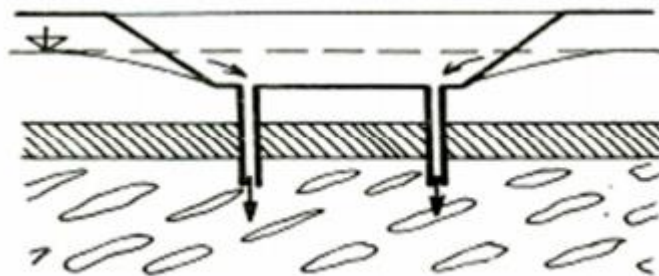
# Omezení

- Návrh čerpadla ovlivňuje:
  - množství čerpané vody
  - manometrická výška
  - výkon motoru
- Čerpané množství vody je třeba regulovat v závislosti na hydrogeologických podmínkách. Ve štěrkovitých zeminách by nemělo být větší než 0,5 m za den při sníženích do 3 m, resp. 0,25 m za den při sníženích od 3 do 6 m.
- Při větším snížení HPV je třeba prokázat, že rychlost snižování neohrozí hydrodynamickou stabilitu zemin

- Další možnosti povrchového odvodnění
  - Stavební jáma je ve svahu → gravitační odvodňování



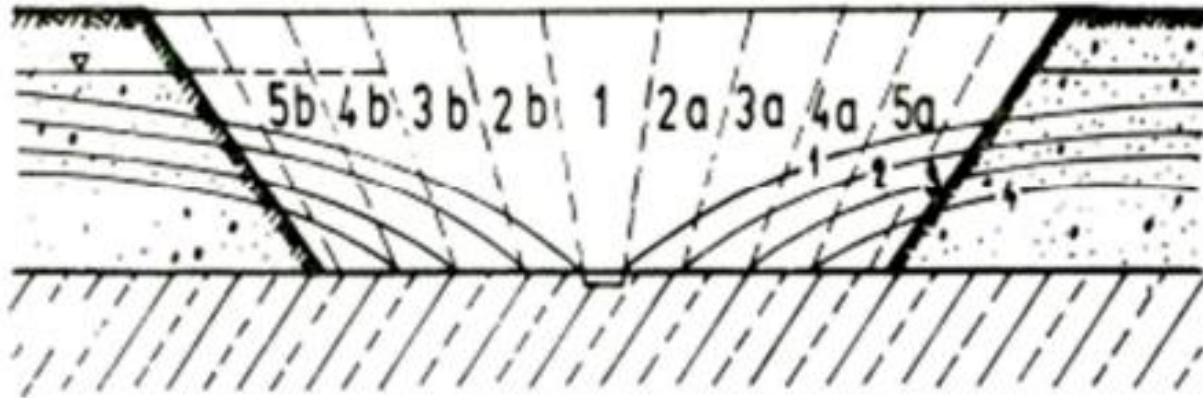
- Pod nepropustným dnem je nezvodněná propustná hornina → vsakovací vrty



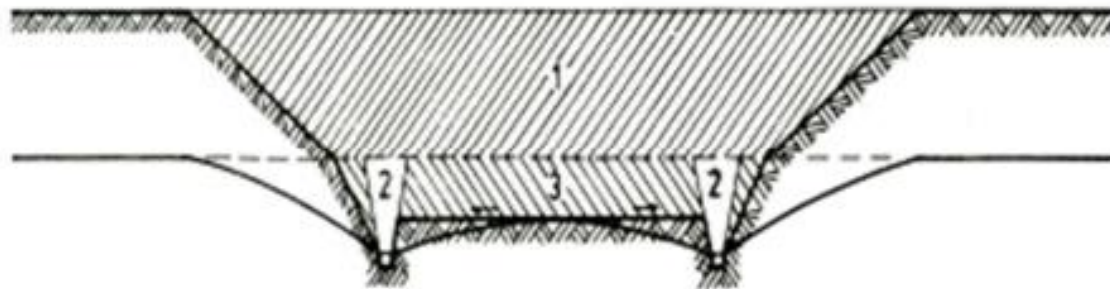
# Založení pod HPV

- Stavební jámu je možno odvodnit dvěma postupy, které lze vzájemně kombinovat

- Snížení je větší než 2-3 m a jáma je dokonalá (až na nepropustnou vrstvu). Zeminu odtěžujeme v označeném pořadí, voda se odvádí podélnými rigoly.
- Depresní křivka se postupně oddaluje



- Snížení je do 2-3 m, jáma je nedokonalá. Odstraníme zeminu po HPV. Vykopeme odvodňovací rýhy, které opatříme štěrkovým nebo trubkovým drénem.
- Dojde ke snížení HPV, další zemní práce v suchém prostředí

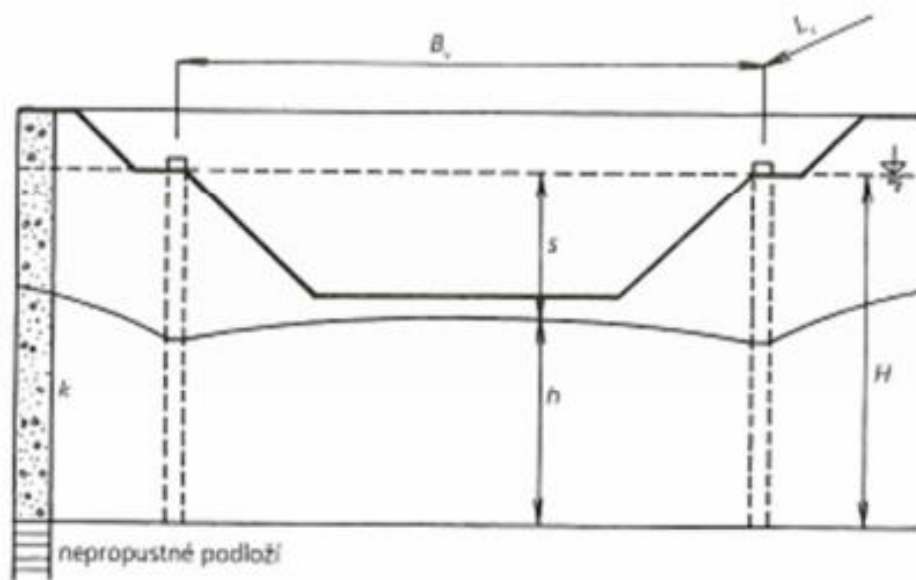




# Hlubinné odvodnění

- Hlubinné odvodňování – nákladnější než povrchové. Provádí se pomocí:
  - studen
  - čerpacích jehel
- Čerpací jehly mohou být
  - gravitační – voda se stahuje k jehle pomocí gravitačního spádu
  - vakuové – vytvoření podtlaku
  - Na principu elektroosmózy – elektrickým proudem usměrníme proudění vody → urychlíme si přítok k čerpacímu vrtu
- Sběrná studna musí být izolovaná, přitéká voda z povrchu. Provádějí se obvykle kruhové o průměru okolo 1 – 1,5 m nebo čtvercové o hraně okolo 2 m. Postačí jedna na 50 – 100 bm

- Hydraulicky dokonalá studna – čerpací studny sahají až na nepropustné podloží
- Hloubkové odvodňování stavební jámy hydraulicky dokonalými studnami:





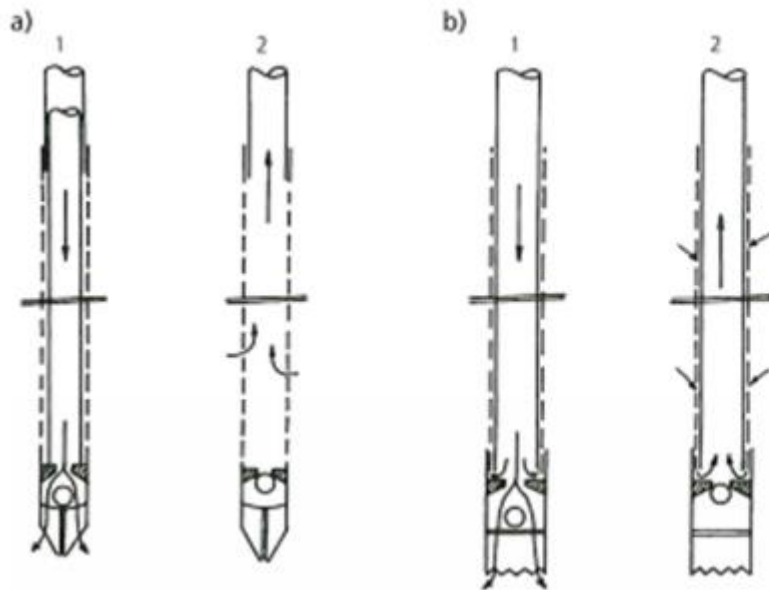
- Odvodní potrubí – sklon 0,5 – 2%
- Čerpadla – Výkony se stanovují podle sací a výtlačné výšky a čerpaného množství. Obvykle je potřeba nepřetržitý provoz → musíme mít rezervní čerpadlo.
- Rychlost snižování ve vztahu na porušení stability
  - Máme plně nasycenou zeminu (pod HPV) =>  $S_r = 1$ . Voda nadlehčuje zrna zeminy (funguje vztlak).
  - Jakmile snížíme hladinu (klesne stupeň nasycení  $S_r$ ), zrna původně nadnášená začnou zvyšovat efektivní napětí → celý systém bude přetížen → vznik deformací
- Bezpečná rychlost je 0,5 m/den pokud děláme snížení hladiny do 3 m, 0,25 m/den do 6 m

# Vrtané studny

- Většinou se umisťují mimo stavební jámu, provádí se v předstihu před otevřením stavební jámy → v okamžiku hloubení jámy už je prostor odvodněn
- Studny jsou umístěny tak, aby pokryly přítoky
- Průměr vrtů 15 – 80 cm, sací koš včetně potrubí ve vrtu je chráněn obsypem
- Stažení HPV pod dno jámy by pro studny mělo být sledováno (vodu nemáme trvale pod kontrolou). Depresní křivka také nesmí procházet boky jámy.
- Čerpadla se umisťují do každé vrtané studny nebo spojujeme několik studní potrubím.
- Ve štěrkovitých zeminách je možné odvodňovat pomocí horizontálních studní

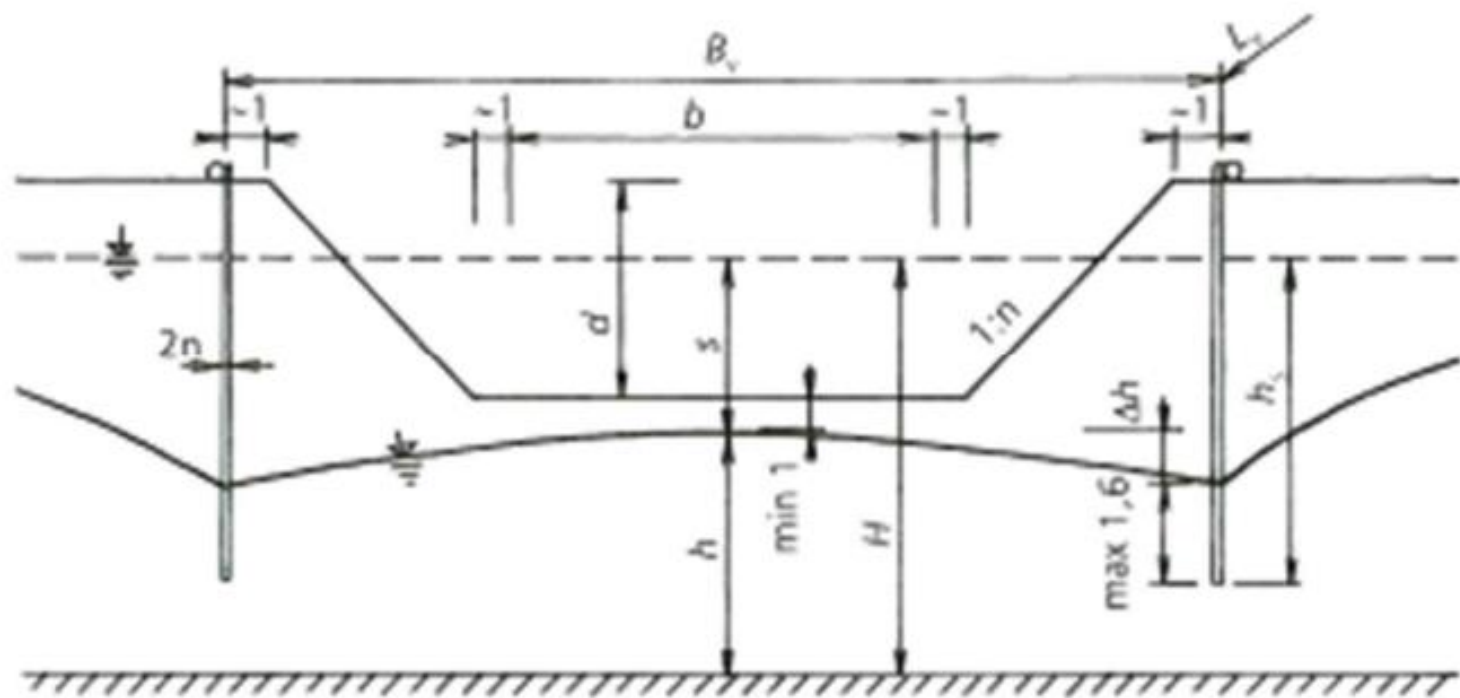
# Čerpací jehly

- Lze snížit HPV asi o 3m
- S jednoduchou koncovkou nebo s dvojitou koncovkou (délka koncovky 0,8-1,6 m), celková délka jehly 6-8 m



Koncovky čerpacích jehel  
a) jednoduchá  
b) dvojitá  
1 – při vplachování,  
2 – při čerpání

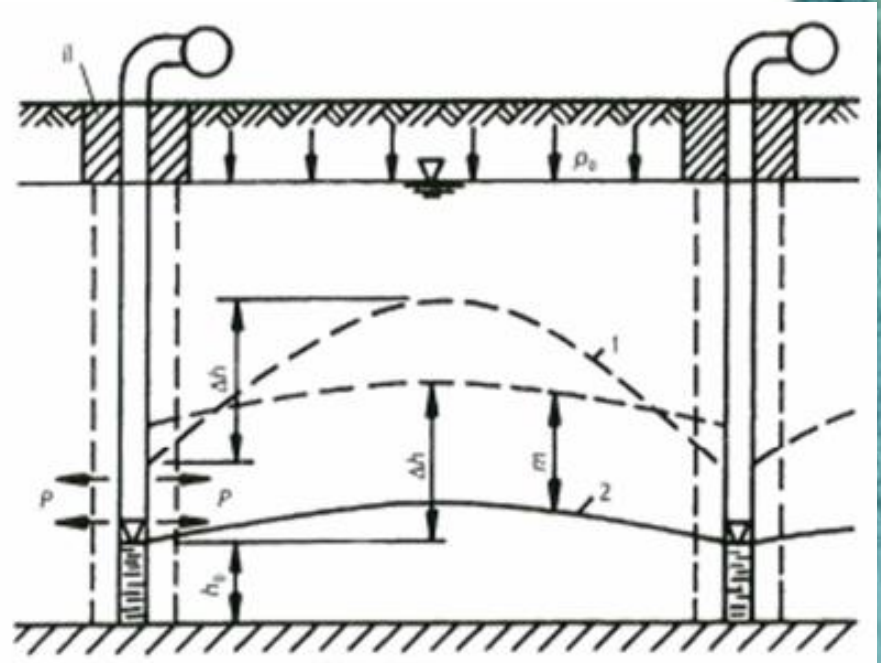
- Používají se ocelové trubky o průměru 4-5 cm
- Vpravení jehel do základové půdy– tlakovou vodou rozvolníme zeminu pod špičkou jehly, tlakem jehlu usadíme – nepoužívají se vrtné soustavy!!!
- Jímací a čerpací kapacita je omezena průměrem trubky – jehel je potřeba udělat i stovky na jednu jámu
- Umístujeme je k okraji stavební jámy a sobě sama (tj. co nejbližší HPV), abychom nesnižovali jejich výkon, obvykle na lavici. Optimální vzdálenost je kolem 80 cm.
- Sběrné potrubí Ø 125-250 mm v mírném stoupání (vyloučení zavzdušnění)
- V případě jednoduchých koncovek je třeba posoudit, zda hladina neklesla pod perforovanou část.





# Vakuové čerpací jehly

- Pokud propustnost vodonosného kolektoru klesne na hodnoty  $10^{-5}$ - $10^{-7}$  m/s
- Pokud se při povrchu terénu nenachází přirozená vrstva jemnozrnných zemin, okolí vplachovaných jehel se do hloubky 0,5-1,0 m od povrchu utěsní jílem tak, aby vzniklo těleso o průměru asi 1 m.
- Dosáhne se tak podtlaku, který umožní odčerpávání.
- Výškový rozdíl mezi sběrným potrubím a sníženou hladinou je max. 6 m



# Odpadní voda

- Čerpaná (přebytečná) voda
  - Po vyřešení odvodnění problému se získanou vodou.
  - V extravilánu:
    - odvedení do vodoteče
    - vsakovací vrty
  - V intravilánu:
    - existující kanalizace (poplatky za stočné)
    - snížení HPV negativní dopad na okolní zástavbu, proto těsněné stavební jámy

**ČERPÁNÍ Z ODVODŇOVACÍCH  
SYSTÉMŮ MŮŽE BÝT ZASTAVENO  
AŽ V DOBĚ, KDY PŘITÍŽENÍ  
STAVBOU JE VĚTŠÍ NEŽ VZTLAK  
PODZEMNÍ VODY A OBNOVENÍ  
PŮVODNÍ HLADINY NEOHROZÍ  
STABILITU STAVBY**