

PODZEMNÍ VODY

Formy výskytu podpovrchové vody

- **voda půdní**

- **vodní pára**

- **poutaná**

- adsorpční
- kapilární
- půdní led

- **gravitační**

- **voda podzemní**

- **kolektor** (Zvodeň) **X** **izolátor**

- **pásma nasycení** **X** **pásma provzdušnění**

Podzemní vody

- Část podpovrchových vod, která je v kapalném stavu.
 - Vody přirozeně se vyskytující pod zemským povrchem v pásmu nasycení v přímém styku s horninami.
 - nepatří sem: léčivé vody, minerální vody, důlní vody a výrazně nerostné
- **Doplnění zásoby podzemní vody**
 - infiltrací
 - kondenzací } **vadózní voda**
 - z magmatu - **juvenilní voda**
 - **fosilní voda** - uzavřena mezi nepropustnými vrstvami
- **Tvorba chemického složení** - složení půd, hornin, srážkových a povrchových vod
 - Přímé rozpouštění
 - Chemické působení
 - Vliv srážkových a povrchových vod
 - Modifikující přeměny

Podzemní vody

- Část podpovrchových vod, která je v kapalném stavu.
- Vody přirozeně se vyskytující pod zemským povrchem v pásmu nasycení v přímém styku s horninami.
- nepatří sem: léčivé vody, minerální vody, důlní vody a výrazně nerostné → **vody zvláštní**
- **Doplnění zásoby podzemní vody**
 - infiltrací
 - kondenzací } **vadózní voda**
 - z magmatu - **juvenilní voda**
- **fosilní voda** - uzavřena mezi nepropustnými vrstvami
- **Tvorba chemického složení** - složení pūd, hornin, srážkových a povrchových vod
 - Přímé rozpouštění
 - Chemické působení
 - Vliv srážkových a povrchových vod
 - Modifikující přeměny

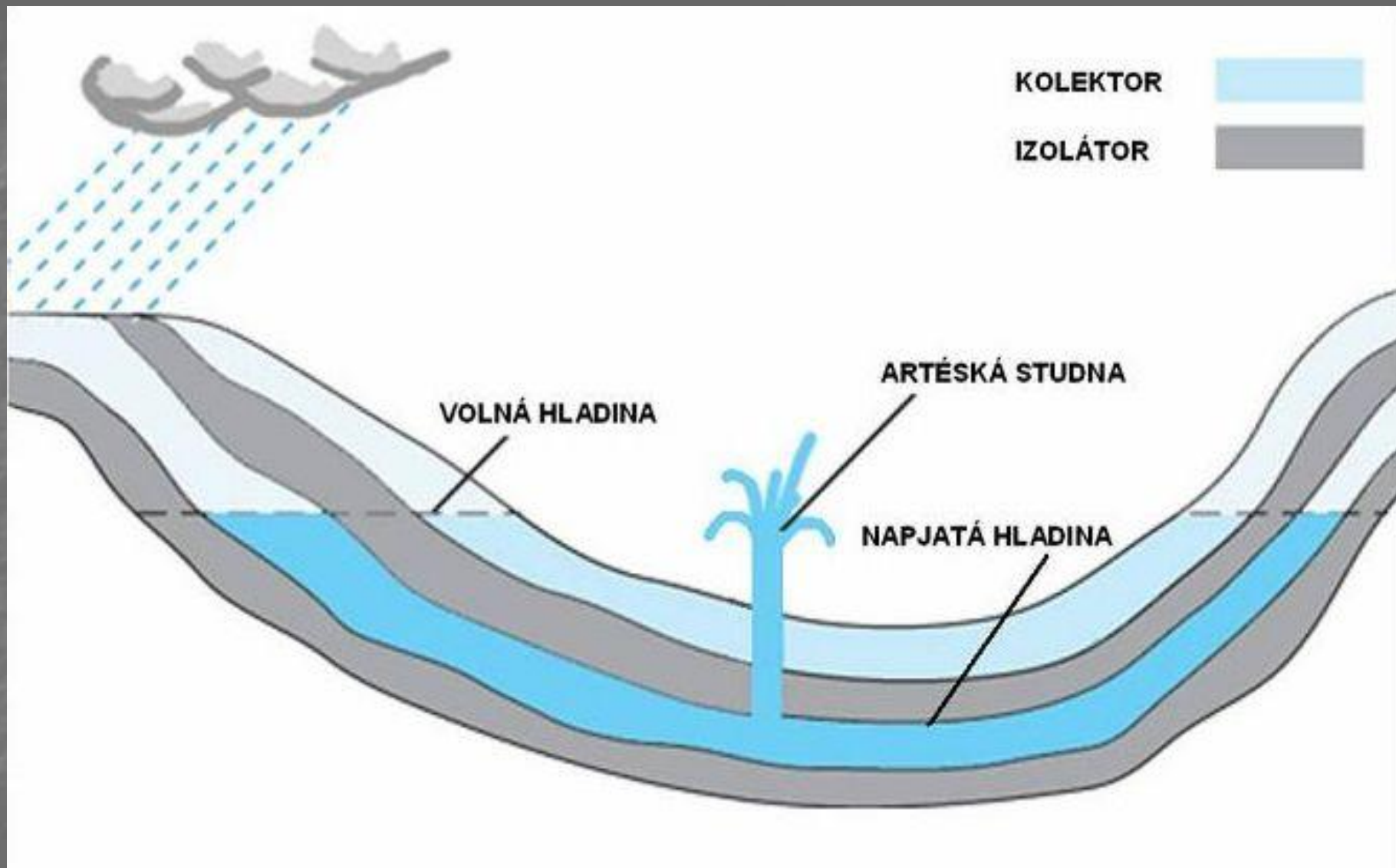
Rozdělení podzemních vod

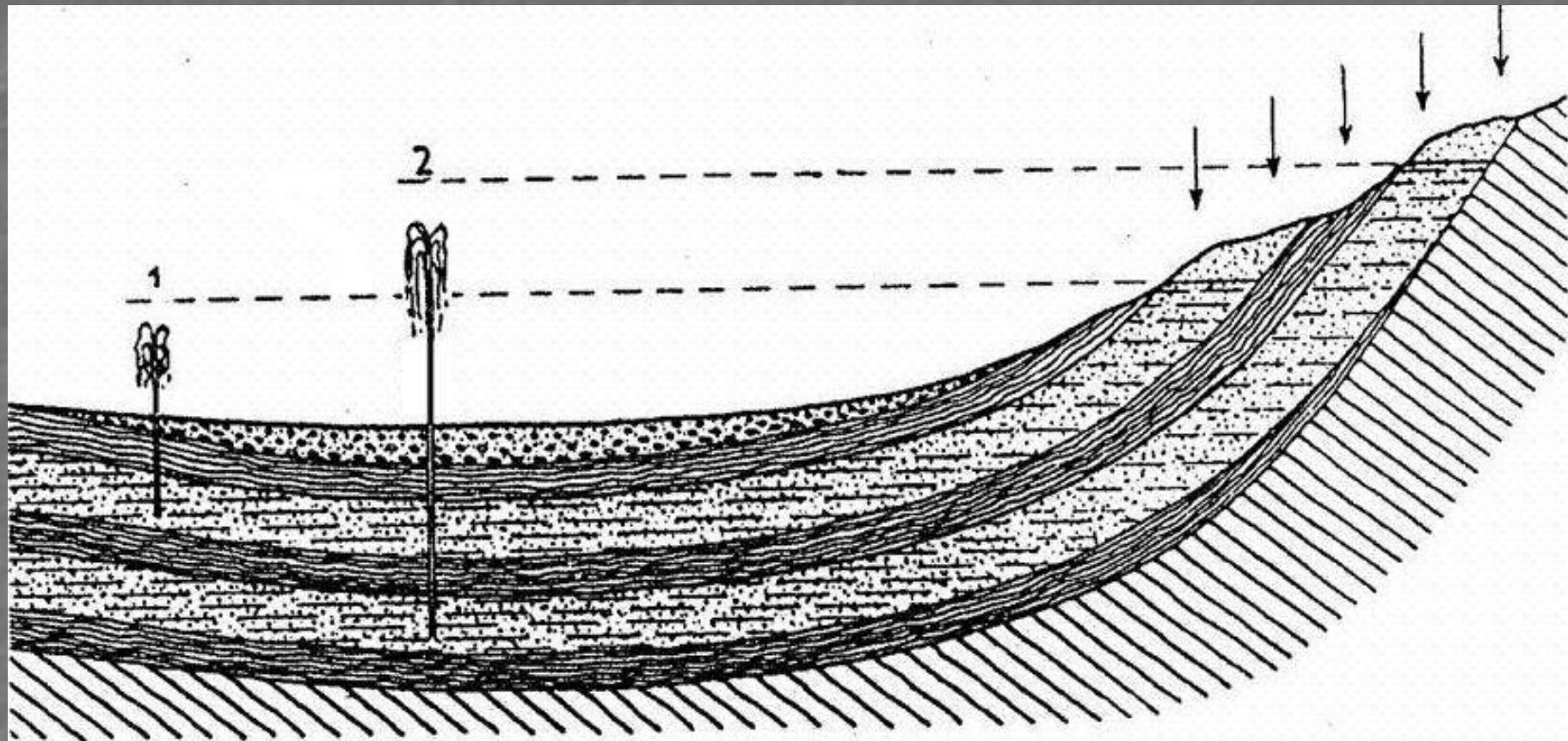
Dle propustnosti horninového prostředí

- **Průlinová voda** – zrnité horniny, obsah je dán mocností podloží a velikostí pórů, pomalý pohyb, souvislá hladina
- **Puklinová voda** – pukliny, trhliny, zlomy v nepropustných horninách, větší rychlost pohybu
- **Krasové vody** – rozpouštěním vápenců a dolomitů, pohyb jako v potrubí. Vysoké rychlosti proudění a slabé filtrační schopnosti.

Dle hydraulických poměrů

- **s volnou** (freatickou) hladinou - tlak je roven atmosférickému
- **s napjatou** hladinou (artéská) - voda pod hydrostatickým tlakem
 - dle piezometrické výšky
 - artéská +
 - artéská -





Rozdělení podzemních vod

Dle obsahu minerálních látek

- Prosté < 1 g/l
- Minerální
 - RL 1 g/l
 - rozp. CO₂ > 1 g/l
 - obsah jiného pro zdraví významného chemického prvku
 - t > 20 °C
 - radioaktivita radonu > 1,5 kBq/l
- zřídelní oblasti – Krušnohorská a Sudetská
- termální vody
 - vlažné (25 °C - 35 °C)
 - teplé (35 °C - 42 °C)
 - horké (nad 42 °C)

Rozdělení podzemních vod

Dle jakosti

- vhodné pro vodárenské účely
- nevhodné pro vodárenské účely

Znečištění podzemních vod

- každá změna fyzikálních, chemických a bakteriologických vlastností
- závisí na znečištění
 - horninového prostředí
 - povrchových vod
 - atmosféry
 - srážek
- znečištění podzemních vod = znečištění horninového prostředí

zdroje znečištění

- odpadní a některé zvláštní vody
- průsaky
- vymývání z půdy
- znečištěné povrchové vody
- znečištěné srážkové vody

znečišťující látky

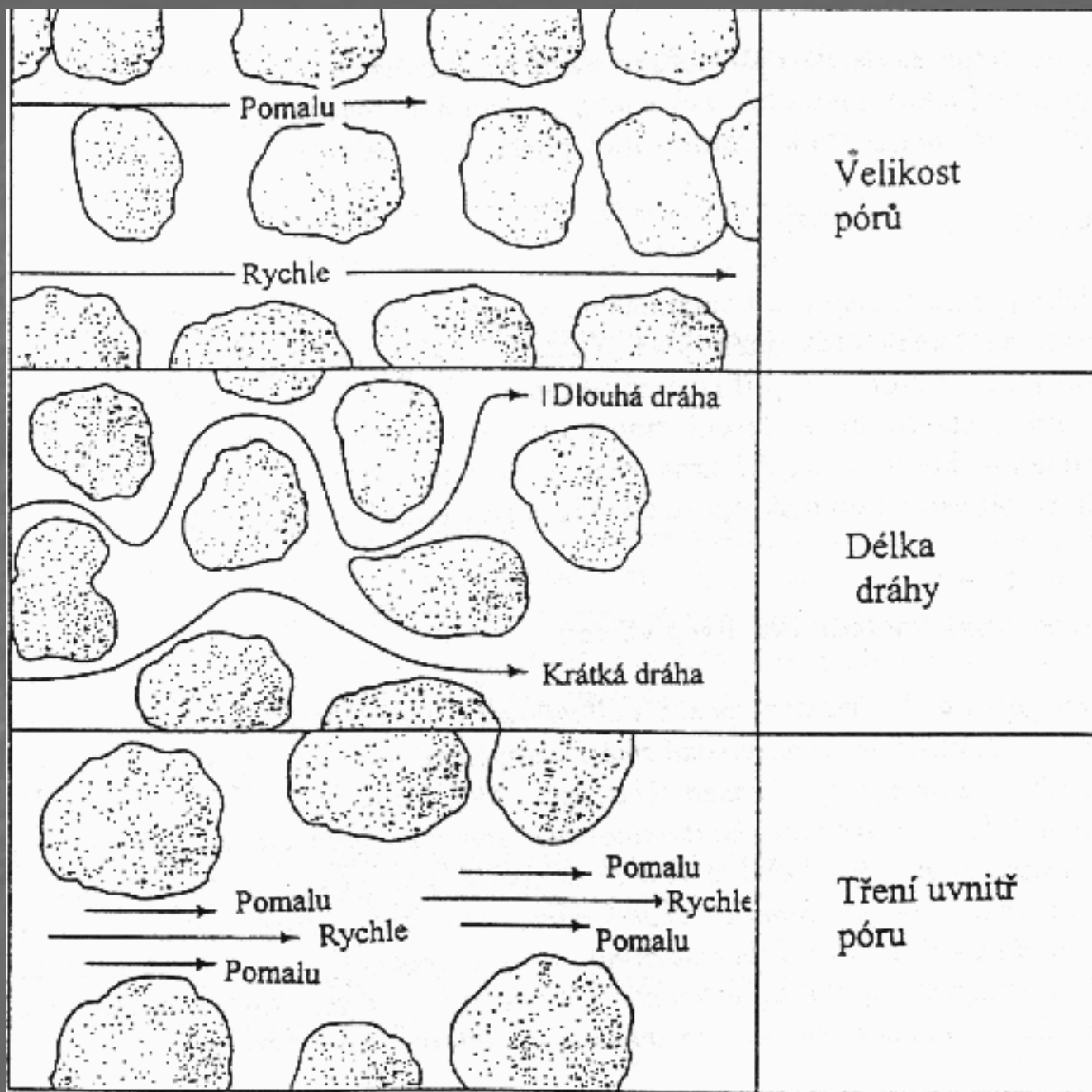
- ropné látky
- odpadní vody
 - městské
 - průmyslové
 - zemědělské
 - z hornické činnosti
- jiné znečišťující látky
 - skládky a odkaliště
 - radioaktivní odpad
 - kaly

Migrace a samočištění

- pohyb znečištění
 - infiltrace do půdy
 - infiltrace pásmem provzdušnění
 - pohyb v podzemní vodě
 - samočisticí pochody
 - advekční (konvekční) přenos
 - sorpce, desorpce
 - fyzikální
 - chemická
 - molekulární difúze a hydrodynamická disperze
 - výměna iontů
 - $\text{Ca}^{2+} + 2\text{NaR} = 2\text{Na}^+ + \text{CaR}_2$
 - $\text{Li}^+ < \text{Na}^+ < \text{NH}_4^+ < \text{K}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+} < \text{Ba}^{2+} < \text{Al}^{3+} < \text{Fe}^{3+}$
 - oxidace, redukce – Fe, Mn, S, V, Co, N, atd.
 - rozpouštění, krystalizace, sedimentace, koagulace, hydrolyza, srážení, neutralizace atd.
- ⇒ změny složení a konc.

Migrace a samočištění

- pohyb znečištění
 - infiltrace do půdy
 - infiltrace pásmem provzdušnění
 - pohyb v podzemní vodě
 - samočisticí pochody
 - advekční (konvekční) přenos
 - sorpce, desorpce
 - fyzikální
 - chemická
 - molekulární difúze a hydrodynamická disperze
 - výměna iontů
 - $\text{Ca}^{2+} + 2\text{NaR} = 2\text{Na}^+ + \text{CaR}_2$
 - $\text{Li}^+ < \text{Na}^+ < \text{NH}_4^+ < \text{K}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+} < \text{Ba}^{2+} < \text{Al}^{3+} < \text{Fe}^{3+}$
 - oxidace, redukce – Fe, Mn, S, V, Co, N, atd.
 - rozpouštění, krystalizace, sedimentace, koagulace, hydrolyza, srážení, neutralizace atd.
- ⇒ změny složení a konc.



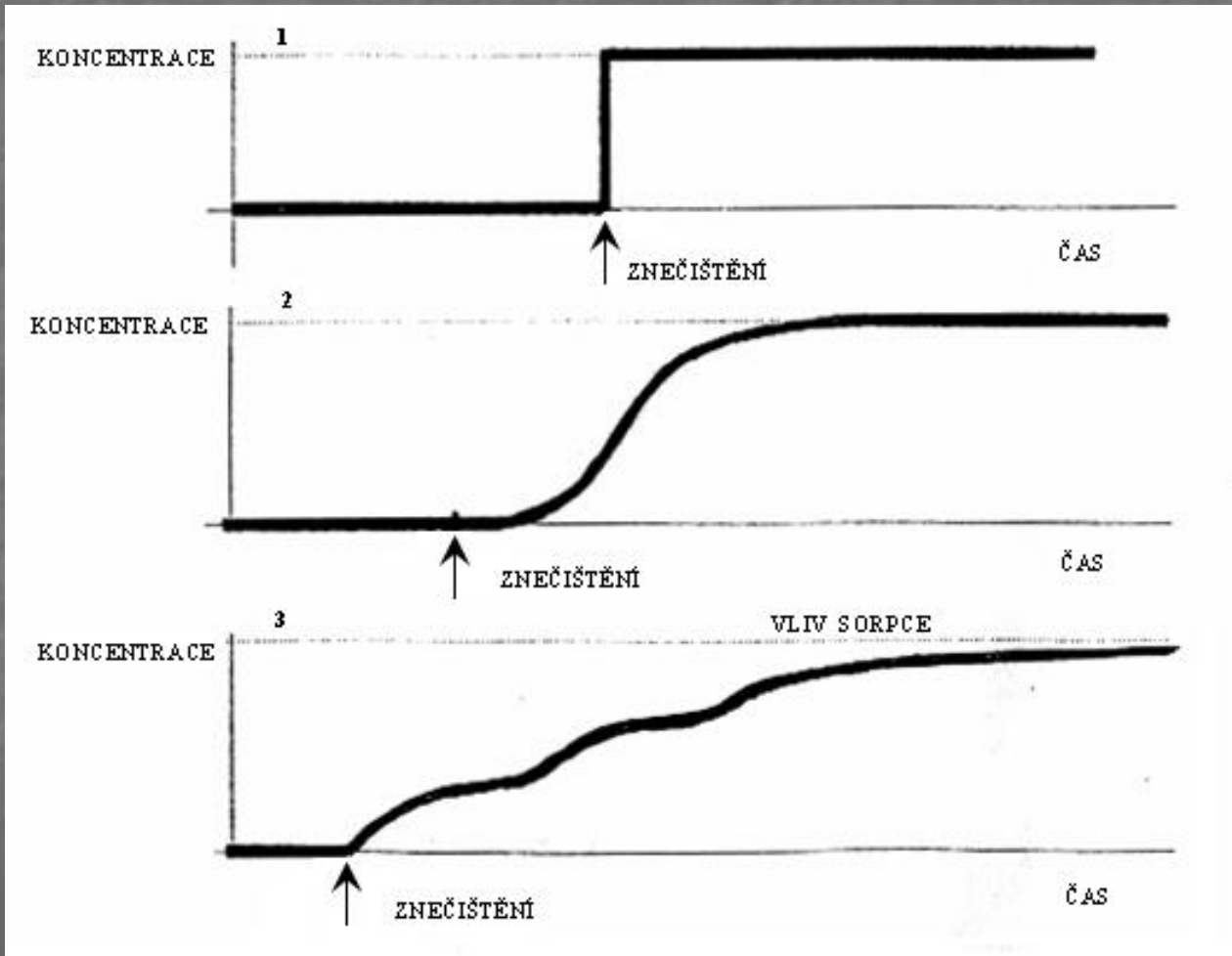
Sledování migrace znečištění

- hydraulické řešení – látka se šíří ve směru hydraulického sklonu
 - ⇒ čas
 - ⇒ množství
 - ⇒ vzdálenost
- fyzikálně-chemické řešení – interakce advekce, sorpce, výměny iontů, difúze, hydrodyn. disperze atd.
- modelové řešení
- přímé měření

Základy šíření znečištění

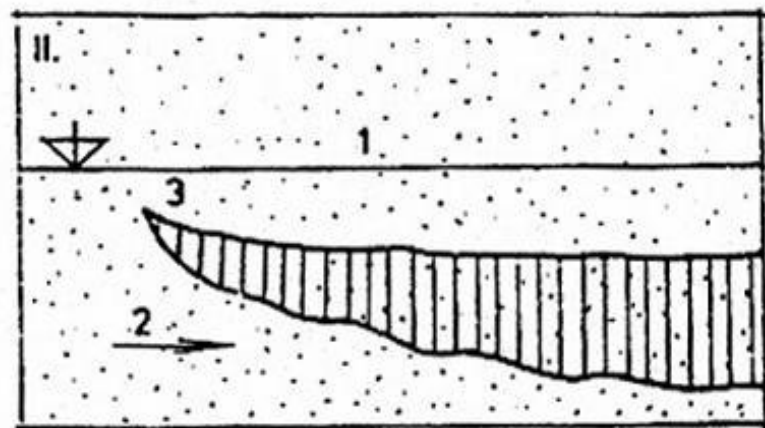
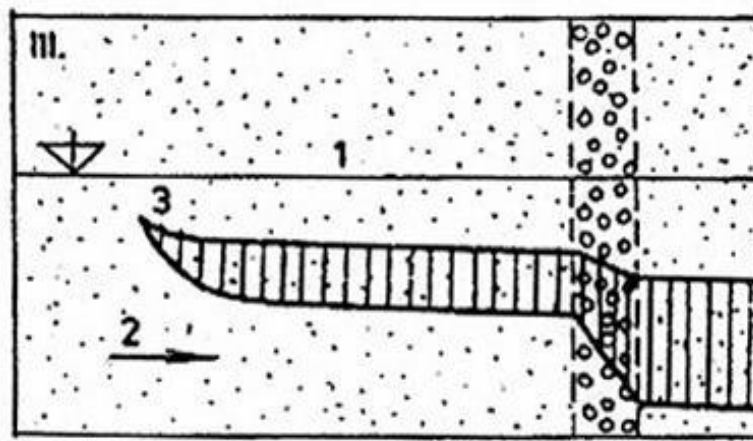
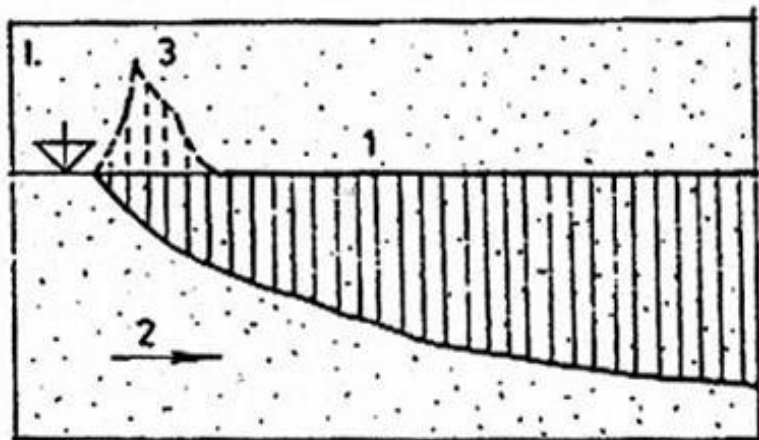
- dobrá rozpustnost nebo mísitelnost látky s vodou
- postupný tok - hydrodynamická disperze
- různorodost a vrstevnatost hornin, sorpce atd. → velmi nerovnoměrné šíření znečištění

průběh koncentrace znečištění v podzemních vodách v závislosti na čase



- 1 – pístový tok (ideální případ)
- 2 – postupný tok s přihlednutím k disperzi
- 3 – postupný tok s přihlednutím k přírodním podmínkám

Vlivy na migraci znečištění a samočištění



I - průnik do pásma provzdušnění

II - průnik do zvodnělého pásma

III - průnik do zvodnělého pásma s různou zrnitostí

1 - hladina podzemní vody

2 - směr proudění

3 - přítok solanky

klasifikace znečištění podzemních vod podle rozsahu

Stupeň znečištění	Plocha (m ²)	Označení rozsahu znečištění	Příklady zdrojů znečištění	Ochrana zaměřená na
I	10 ²	sublokální	únik	jímání
II	10 ³		skládka	
III	10 ⁴		odkaliště	
IV	10 ⁵	lokální	podzemní skládka	zdroj pitné vody
V	10 ⁶		odpadů	
VI	10 ⁷	subregionální	hnojení	infiltračně-hydrogeologická struktura
VII	10 ⁸		produktovod	
VIII	10 ⁹	regionální	vodní recipient	
IX	10 ¹⁰			
X	10 ¹¹	multiregionální	průmyslové	geopolitický celek
XI	10 ¹²			
XII	10 ¹³	globální	aglomerace	politicko-hospodářské seskupení planety
XIII - XIV	10 ¹⁴	planetární	srážky	

- biochemické procesy
 - ox.-red. procesy
 - rozkladné procesy
- ostatní vlivy
 - meteorolog. veličiny
 - hydrologické parametry
 - geologie
 - typ zachycení vod

Pohyb některých znečišťujících látek

- mikrobiální znečištění
- hnojiva
- pesticidy
- ropné látky

mikrobiální znečištění

- rychlost bakt. : rychl. proudění - 1 : 5
při čerpání - 2 : 3
- ve stejnorodém pórovitém prostředí –
cca 30 – 200 m
- max. možnosti šíření – v puklino-
krasových oblastech

hnojiva

- dusičnany a dusitany
- NO_3^- - systém podzemní voda-hornina neeliminuje
- řešení – v oblasti zemědělského a lesnického využívání půdy

pesticidy

- strukturní stabilita
- nízká rozpustnost ve vodě, těkavost ⇒ návrat se srážkami
- adsorpce na půdních koloidech

- odbourávání
 - fyz. procesy
 - chem. procesy

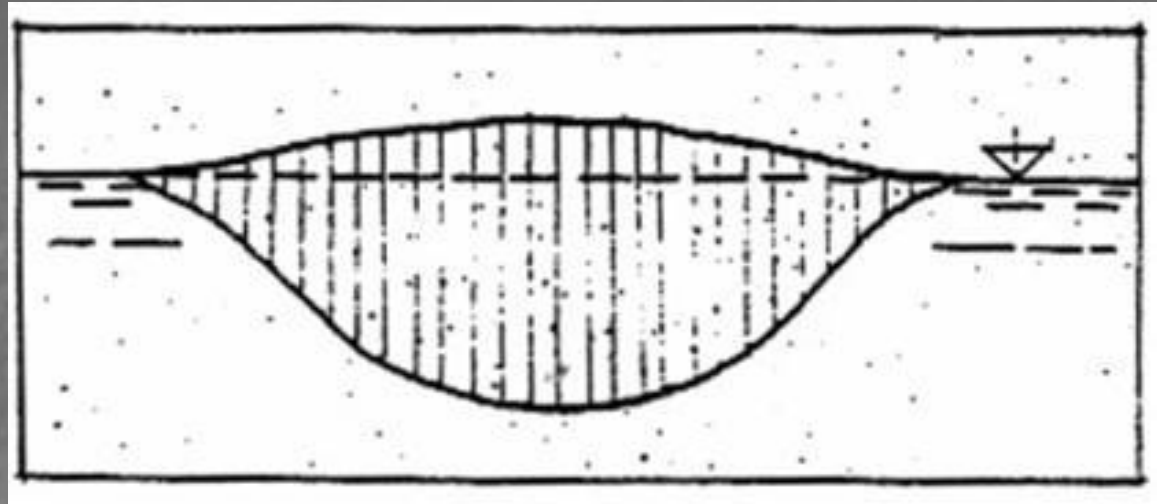
ropné látky

pohyb ropných látek v hornině

- vertikální
- aktivní migrace
- pasivní migrace

ropné látky

- plynné
- kapalné
- emulgované
- sorbované
- rozpuštěné



tvár tělesa ropných látek na hladině podzemní vody

- kolísání hladiny podzem. vody

⇒ výskyt v zónách

- malý jednorázový únik ⇒ sorpce v půdě
- větší jednorázový únik ⇒ vytvoření **tělesa ropných látek**
- kontinuální nebo opakovaný únik ⇒ pohyb v hornině
- samočištění – chem. rozklad, biochem. rozklad (rody *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*), sorpce, desorpce

Zóny výskytu ropných látek

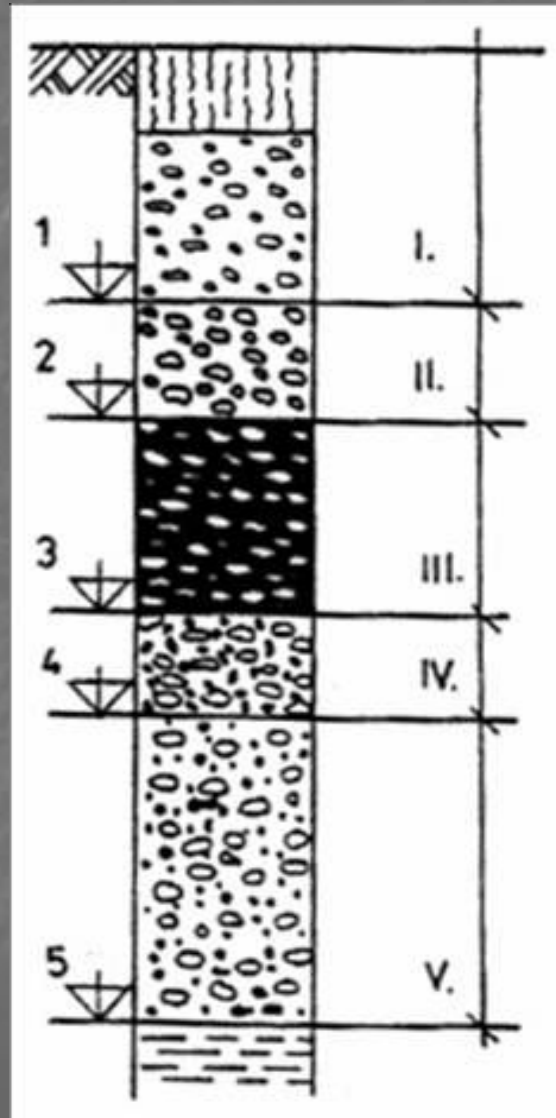
1 – maximální úroveň rop. I.

2 – okamžitá úroveň rop. I.

3 – okamžitá úroveň rozhraní voda-ropná látka

4 – minimální úroveň rozhraní voda-ropná látka

5 – izolátor



I – plynné rop. I.

II – absorbované

III – kapalné

IV – emulgované

V – rozpuštěné a emulgované

Ochrana podzemních vod

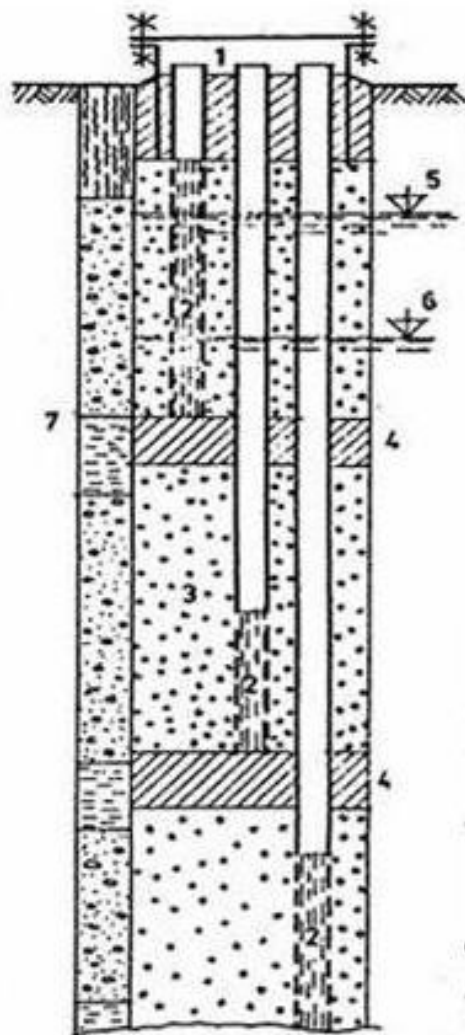
- Systém opatření na předcházení a omezování znečištění a nevyčerpání, zachování a zlepšení jakosti a množství zásob.
- Problém → obtížnější sledování pohybu znečištění
 - prevence
 - dozor
 - odstraňování nedostatků

podklady pro řešení ochrany podzemních vod

- údaje o zdroji znečištění
- hydrogeologické poměry
- hydrologické, meteorologické a klimatické poměry
- půdní poměry
- charakteristika horninového prostředí
- jakost podzemních a povrch. vod
- geomorfologické poměry
- údaje o vodohospodářských objektech

Hydrogeologický průzkum

- hydrogeologické mapování
 - mapy preventivní ochrany, - mapy znečištění a likvidace
- hydrogeologické vrty
 - pozorovací
 - čerpací průzkumné
 - jímací / na likvidaci znečištění
 - vsakovací
- odběry vzorků vody a znečišť. látek
- odběry půdního vzduchu
- ostatní měření



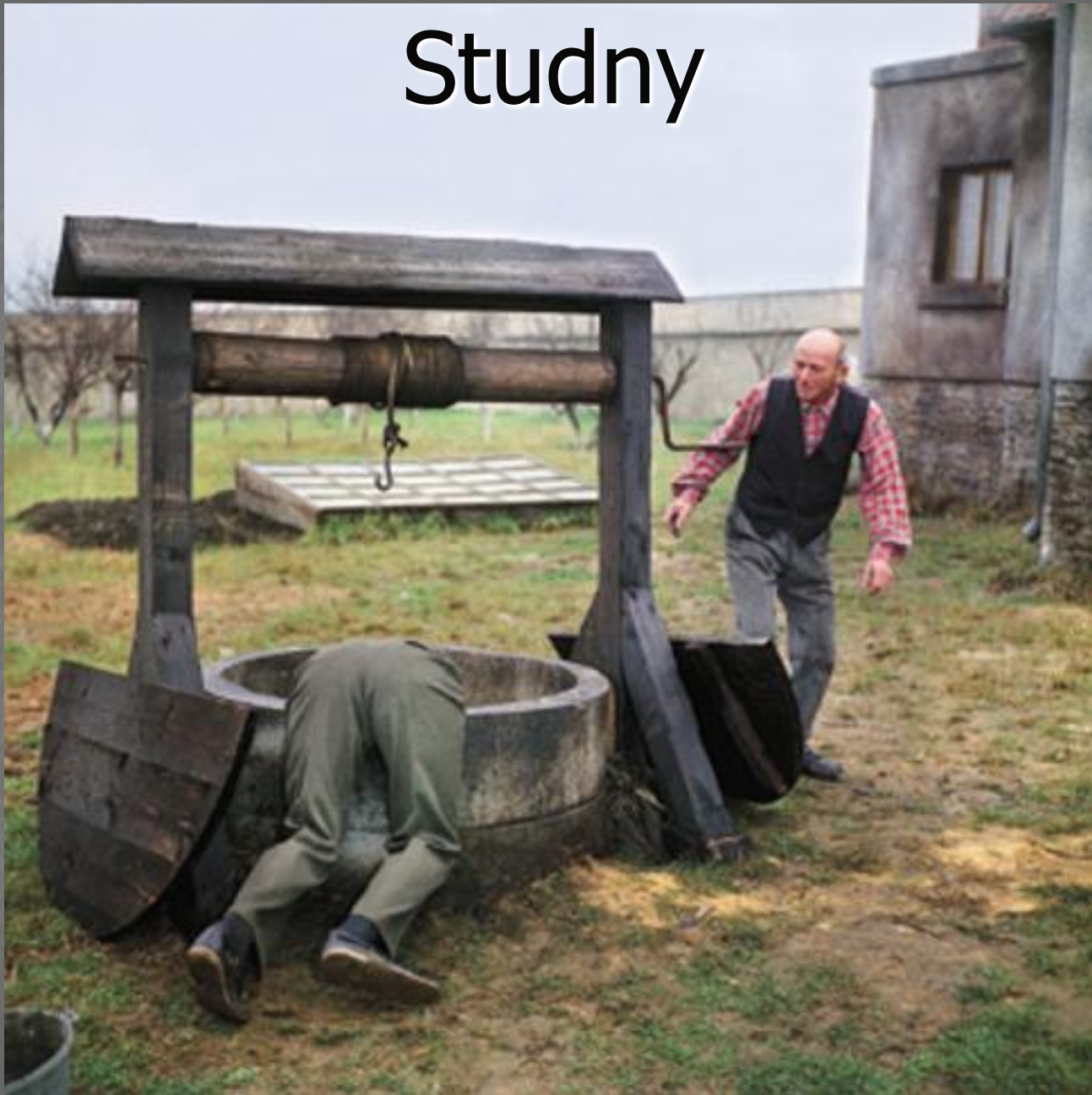
- 1 - pažnice
- 2 - filter
- 3 - obsyp
- 4 - mŭstek
- 5 - maximální hladina podzemní vody
- 6 - minimální hladina podzemní vody
- 7 - geologický profil

Hydrogeologický průzkum

- hydrogeologické mapování
 - mapy preventivní ochrany, - mapy znečištění a likvidace
- hydrogeologické vrty
 - pozorovací
 - čerpací průzkumné
 - jímací / na likvidaci znečištění
 - vsakovací
- odběry vzorků vody a znečišť. látek
- odběry půdního vzduchu
- ostatní měření

Hustota měření	Náplň měření znečištění podzemních vod
Průběžná	určení znečištění v těsné blízkosti významného zdroje znečištění
Denní	určení znečištění v těsné blízkosti významného zdroje znečištění, jestliže nejsou k dispozici registrační přístroje a při asanaci na rozsáhlém území
Týdenní	sledování změn rozsahu známého znečištění
Měsíční	sledování změn znečištění při dlouhodobé asanaci na rozsáhlém území
Sezónní	sledování rozličných druhů možného znečištění v hydrogeolog. územích

Studny



Co je to studna?

Studna je vodní dílo, k odběru PV

- podle způsobu výstavby
 - kopané
 - vrtané.
- norma CSN 755115

Studnu nelze budovat svépomocí

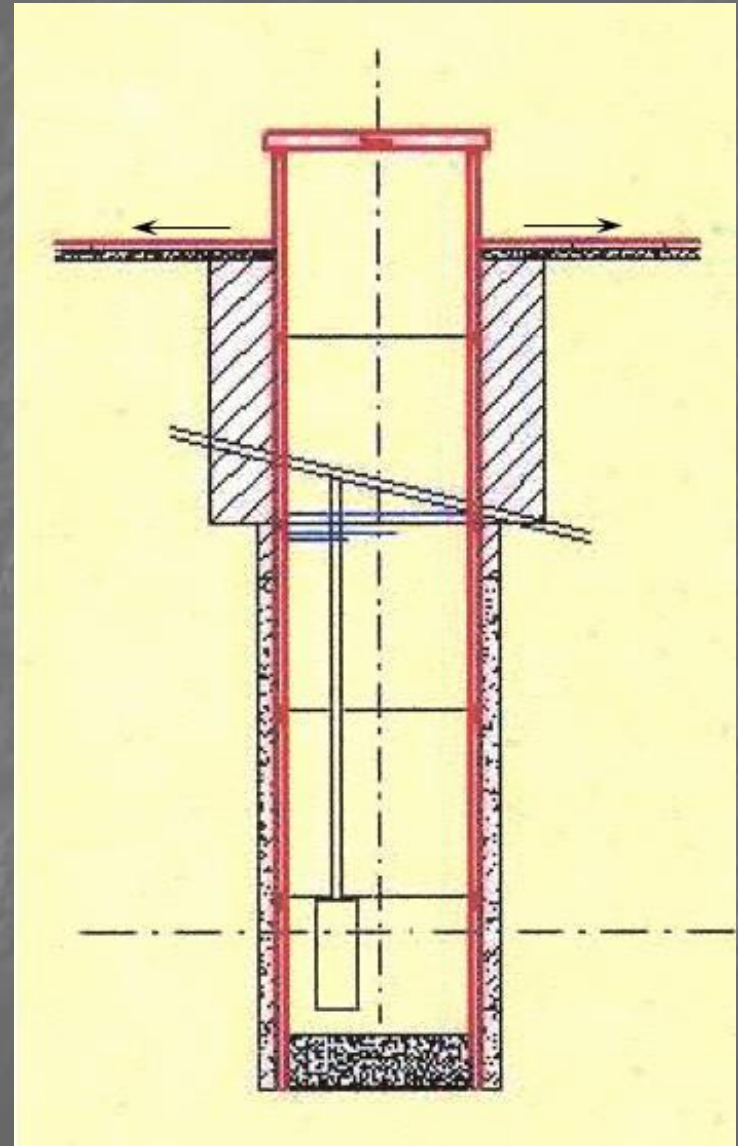
Kopaná studna

Výhody:

- Větší akumulace
- Snáší nárazové odběry
- Snadno čistitelná

Nevýhody:

- Jímání vody pouze dnem
- Ovlivnění srážkovou vodou
- Kolísání hladiny
- Druhotné znečištění



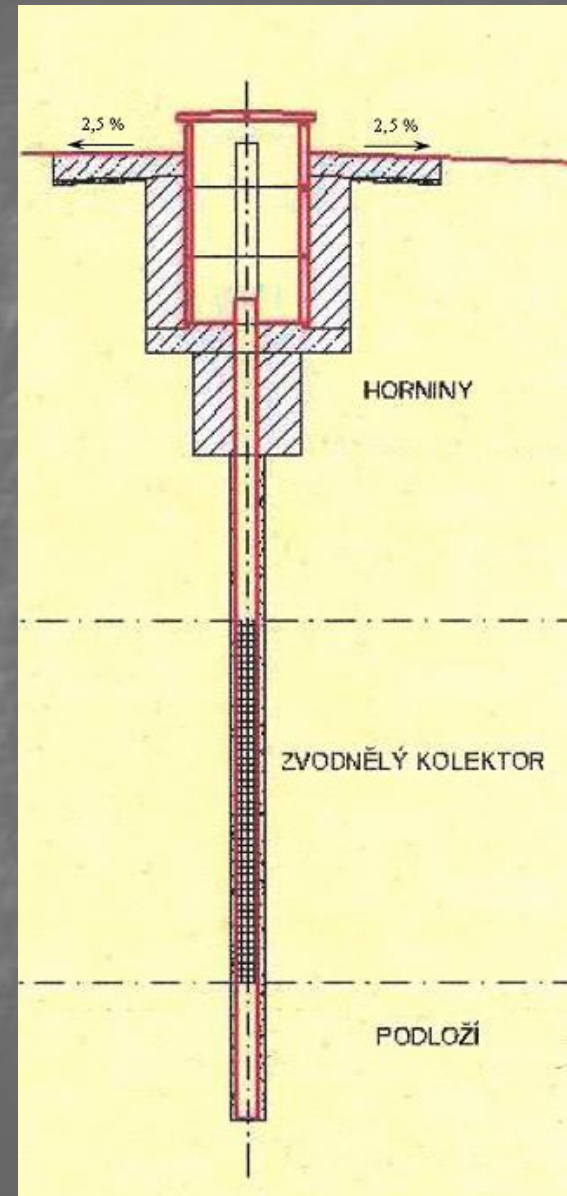
Vrtaná studna

Výhody:

- Jímá hlubší kvalitnější vodu
- Využívá celý zvodnělý kolektor
- Stálý přítok i v době srážkového minima
- Vydátnosti zdroje jsou řádově vyšší
- Méně ovlivňuje okolní studny

Nevýhody:

- Menší akumulace



Nejmenší doporučená vzdálenost studní od zdrojů znečištění

zdroje možného znečištění	málo propustné prostředí	propustné prostředí (štěrk, písky)
žumpy, septiky, kanalizační přípojky	12 m	30 m
nádrže tekutých paliv, garáže	12 m	40 m
chlévy, močůvkové jímky, hnojiště	15 m	40 m
individuální omývací plochy motorových vozidel včetně odtokových potrubí, veřejné komunikace, silniční příkopy	20 m	50 m
nádrže tekutých paliv pro individuální vytápění umístěné mimo budovy	20 m	50 m
stoky veřejné kanalizace	20 m	60 m
hřbitovy, kafilerie, polní sklady hnoje (jen při vhodném sklonu hladiny podzemní vody)	30 m	100 m
hromadné ustájení hospodářských zvířat, včetně hnojišť a močůvkových jímek	50 m	200 m

Druhy studní dle povolení

- A) vybudované před 1. lednem 1955
- B) vybudované 1955 – 2001 spolu se stavbou hlavní
- C) vybudované 1955 – 2001 samostatně
- D) vybudované po 1.1.2002

A) vybudované před 1. lednem 1955

- Ze zákona se považují za povolené i kolaudované
- Odběr vody je také povolen
- Nedochovaly-li se doklady je dobré je vyhledat (kontrola, prodej)
 - svědectví pamětníků
 - staré doklady
 - historické mapy
 - obecní archiv
 - čestné prohlášení
 - znalecký posudek
 - evidence vodoprávního úřadu
- V případě kontroly musí stáří studny prokázat úřad

B) + C) vybudované 1955 – 2001

B) spolu se stavbou hlavní

- Mají být stavebně povoleny a kolaudovány
 - Buď samostatné stavební povolení
 - Nebo součástí stavebního povolení či kolaudačního rozhodnutí na stavbu hlavní
- Povolení k odběru podzemní vody

C) vybudované samostatně

- Tyto studny mají být stavebně povoleny a kolaudovány, rovněž povolení k odběru vody má být vydáno
- Nemáte-li doklady – žádost o vyhledání na vodoprávní úřad
- Pokud se nedohledají je potřeba vše zlegalizovat a požádat o povolení

D) vybudované po 1.1.2002

- Mají být stavebně povoleny a kolaudovány
- Vydáno povolení k odběru vody (již podle nových pravidel).
- § 8 a § 15 zák.č. 254/2001 Sb.,

Zánik povolení

- **1. ledna 2008** zánik povolení pro podnikatele
- Prodloužení do 1. července 2007, jinak - nové povolení
- Prodloužení netřeba pro:
 - Odběr pouze k zásobování domácností,
 - Nepoužívané studny
 - Studny podle bodu D – povolené po 1.1.2002

Vodoprávní úřad je i speciálním stavebním úřadem pro stavby studní

Výhody povolení:

- Při „stržení“ pramene - nárok na náhradní zdroj vody nebo kompenzaci
- Stanovení ochranného pásma

Sankce:

- fyzické osoby - 50 000 Kč
- právnické osoby – 1 000 000 Kč

Tyto materiály jsou určeny především pro studenty Vysoké školy chemicko-technologické v Praze. Některá data v nich obsažená jsou z veřejných zdrojů a z důvodu přehlednosti nejsou uvedeny všechny citace tak, jak bývá v odborné literatuře zvykem.

S případnými výhradami se, prosím, obraťte na autory.

**Pavla Šmejkalová
Aleš Pícha**