



VIZP – VODOHOSPODÁŘSKÉ INŽENÝRSTVÍ A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Přednáška č. 3 - Zdroje vody, zásobování vodou a úprava vody pro účely zásobování, doprava vody

Doc. Ing. Bohumil Št'astný, Ph.D.

ČVUT Praha, Fakulta stavební,

Katedra zdravotního a ekologického inženýrství

Přednášky:

■ 3. Vodárenství

■ 4. Balneotechnika

■ 5. Stokování 1

■ 6. Stokování 2

Léčebné lázeňství
Komunální lázeňství
Přírodní koupací vody
Veřejná akvária
Vodní slalom

Druhy odpadních vod
Stokové systémy
Odvádění splaškových vod
ČOV

Nakládání se srážkovými vodami
Odvádění srážkových vod
Vliv odpadních vod na recipient

The diagram illustrates the water cycle and wastewater treatment process. It shows the flow of water from precipitation (srážky) through evapotranspiration (evapotranspirace) and solar energy (sluneční energie) into the atmosphere. Water flows through rivers (řeky) and streams (potoky) in a watershed (povodí). It then moves to a reservoir (vodní nádrž) and a water treatment plant (úpravná vody). The treated water is distributed through a network of pipes (potrubí) to a city (město). In the city, wastewater (odpadní voda) is collected through a drainage system (drenáž) and sent to a wastewater treatment plant (čistírna odpadních vod). The plant uses pumps (čerpadla) and pipes to treat the wastewater. The treated effluent (vyčištěná odpadní voda) is discharged into a body of water (ústi). The diagram also shows the infiltration (infiltrace) of water into the ground and the evaporation (vypařování) of water from the surface. A legend indicates the color coding for clean water (čistá voda), rainwater (dešťová voda), and wastewater (odpadní voda).

voda celkem

oceány 97,5 %

sladká voda 2,5 %

sladká voda

ledovce 68,7 %

podzemní voda 30,1 %

permafrost 0,8 %

povrchová voda
a voda v atmosféře 0,4 %

povrchová voda a voda v atmosféře

jezera (sladká) 67,4 %

půdní vlhkost 12,2 %

atmosféra 9,5 %

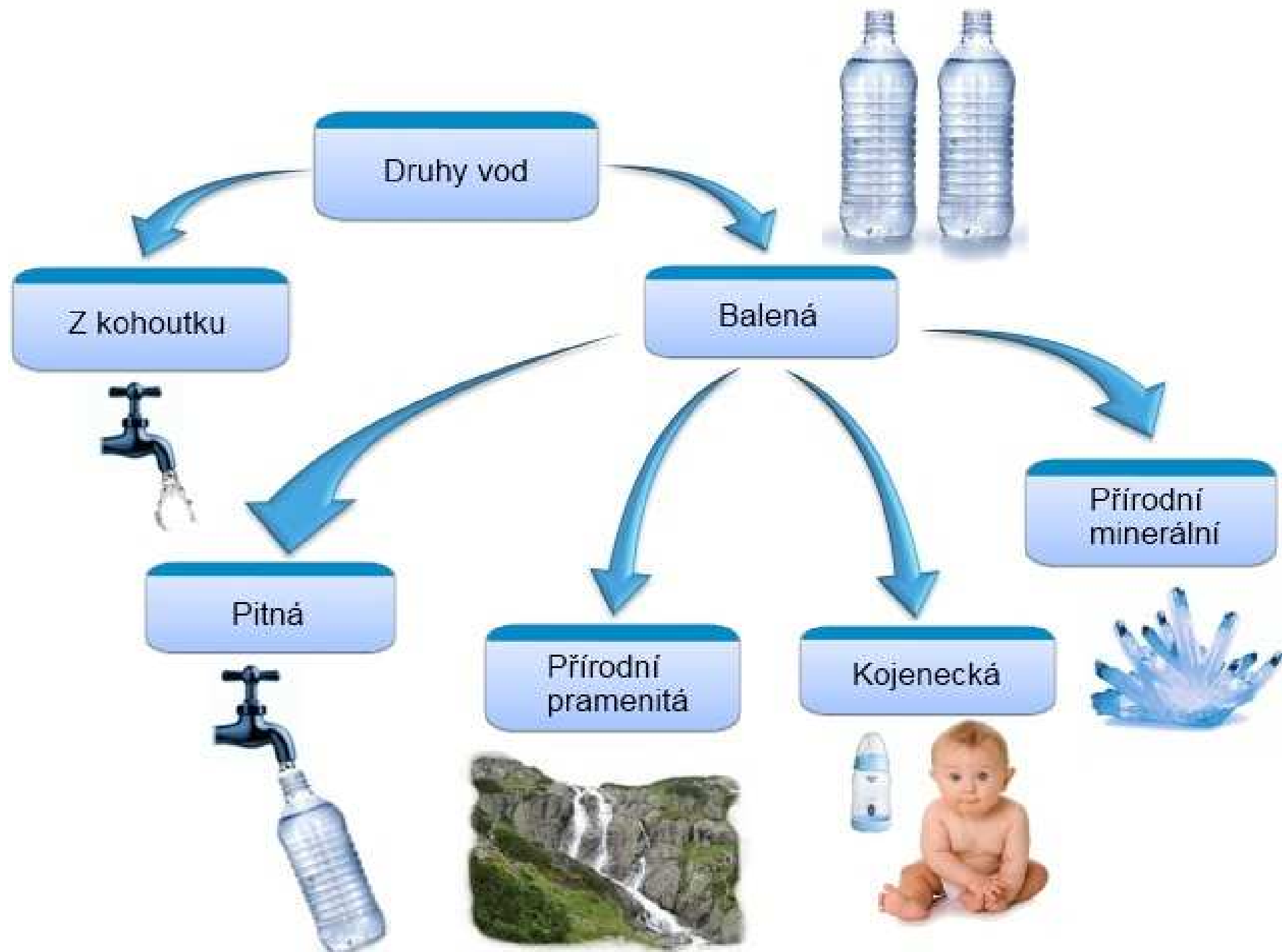
mokřady 8,5 %

řeky 1,6 %

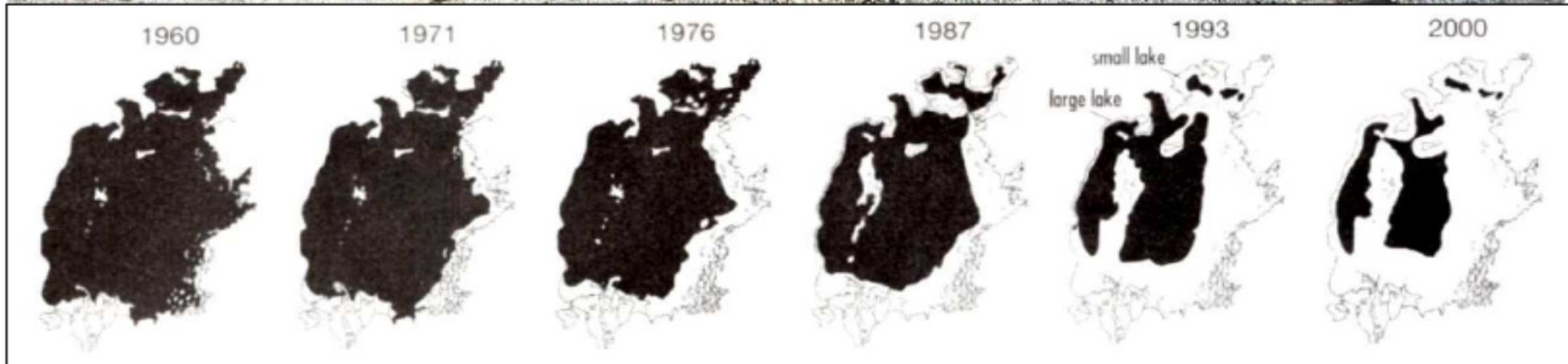
voda v tělech organismů 0,8 %

Voda a její význam pro lidstvo

- Pitná voda, jídlo
- Voda v domácnosti
- Zemědělství
- Průmysl
- Nekonzumovatelné produkty
- Transport
- Výroba energie
- Stavitelství
- Rekreaace.....

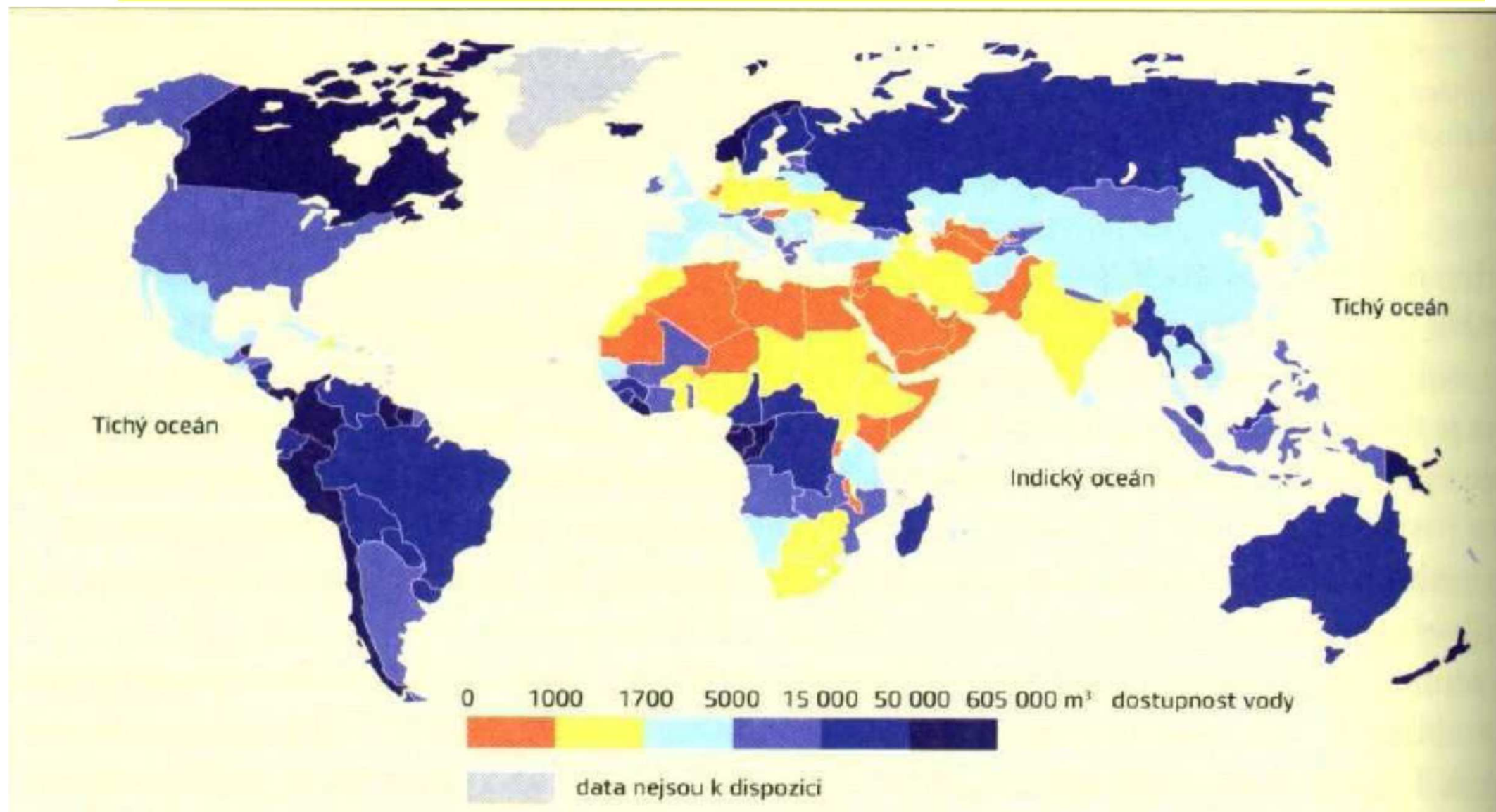


Aralské jezero – Uzbekistán/Turkmenistán



Evropa nemá dostatek pitné vody

Index vodního stresu = minimální úroveň vody udržující odpovídající kvalitu života ve středně rozvinuté zemi; - 4660 litrů vody na osobu/den



Vodovod:

je soubor objektů a zařízení, zahrnující odběrné objekty, úpravny vody, čerpací stanice, vodojemy, vodovodní řady a vodovodní síť, zabezpečující zásobování vodou.

- Vodní zdroje(druhy, vhodnost, poměry, ochrana)
- Způsoby jímání, druhy objektů
- Měření (vydatnosti zdroje, studny, zásoby podz.vod)
- Základní prvky vodárenské soustavy, vodovody
- Objekty na vodovodní síti(funkce, umístění, materiál)
- Hydraulika(průtok vody, tlakové poměry)
- Výpočty(nerovnoměrnost potřeby vody, požární voda)
- Stavba vod.řadů, projektové práce, situace, výšky
- Vodojem(druhy, konstrukce, situace, objem, tlakovém poměry, příslušenství, vodotěsnost..)
- Jakost vody, způsoby úpravy
- Legislativa

Vodovod-historie

Zásobování obyvatelstva pitnou vodou

V zásadě můžeme způsoby zásobování pitnou vodou rozdělit na dva typy:

- (1) Individuální zásobování
- (2) Centrální (veřejné, hromadné) zásobování

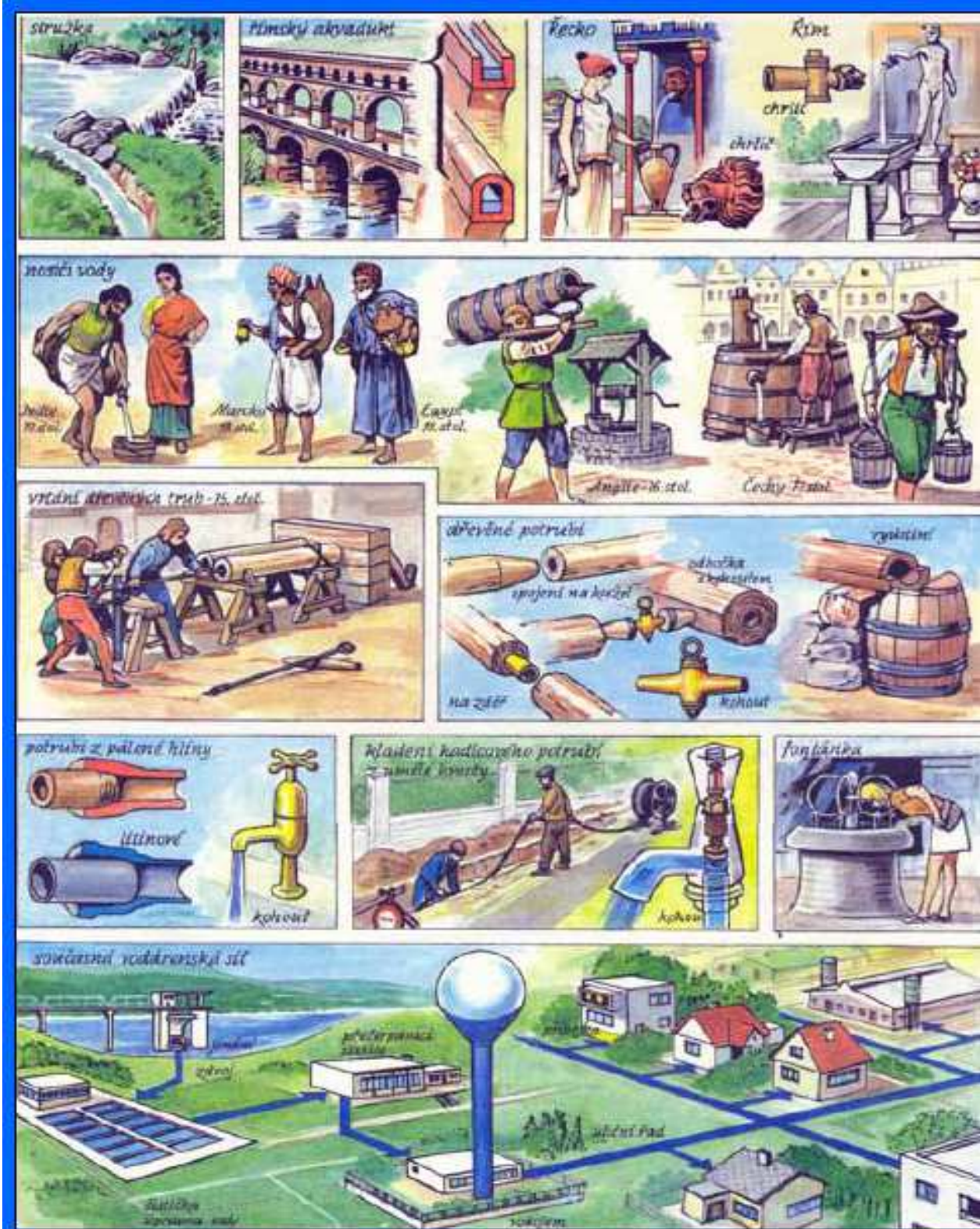
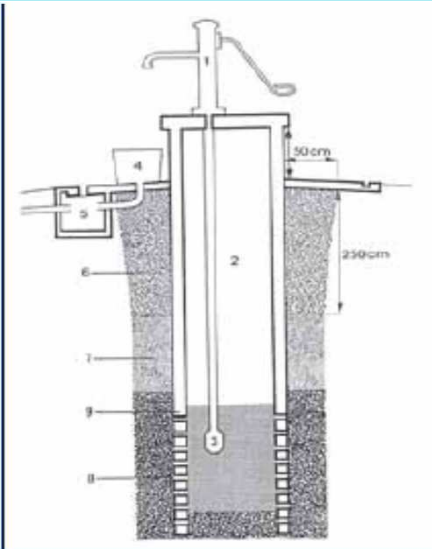
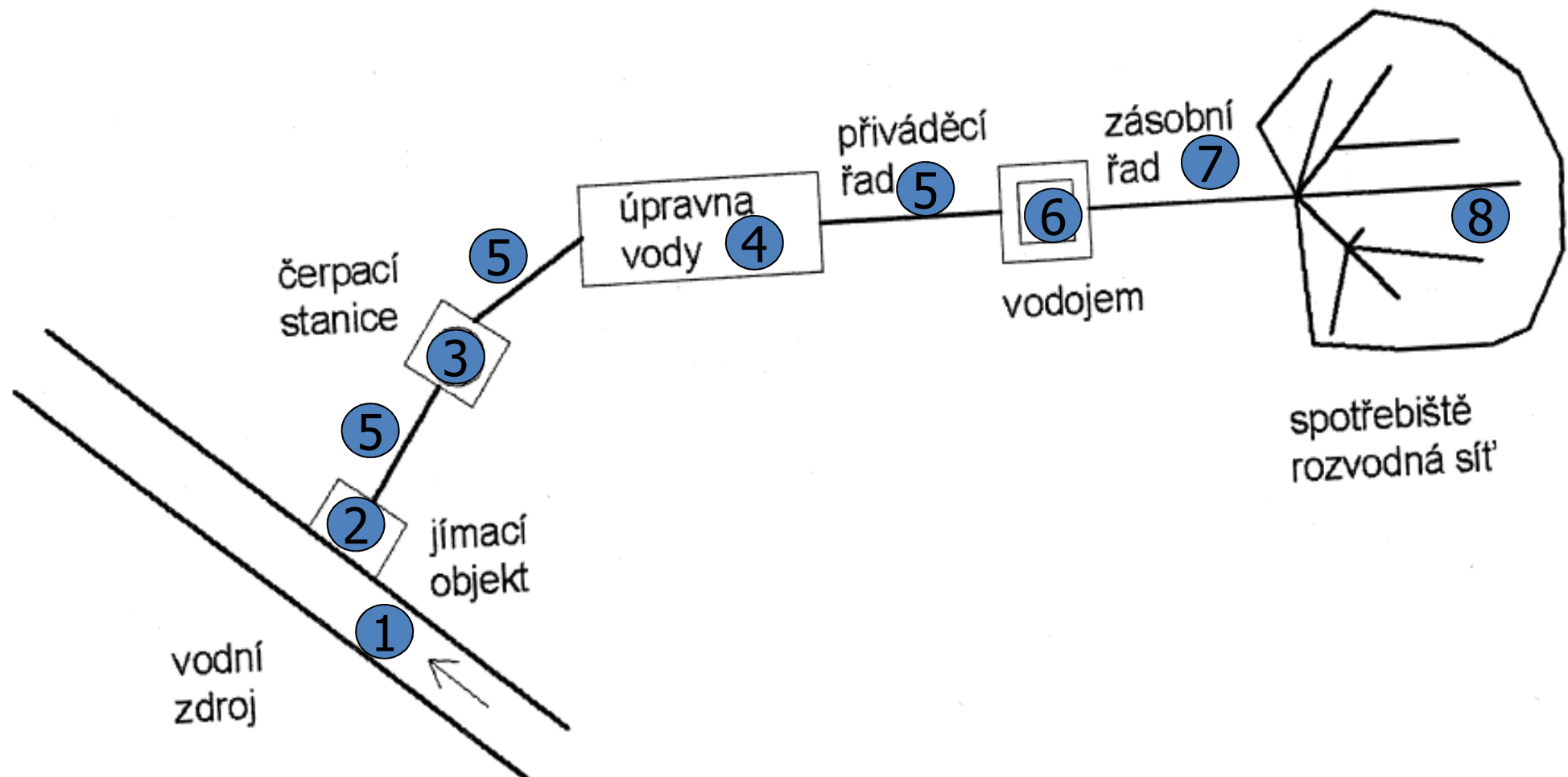


Schéma zásobování pitnou vodou

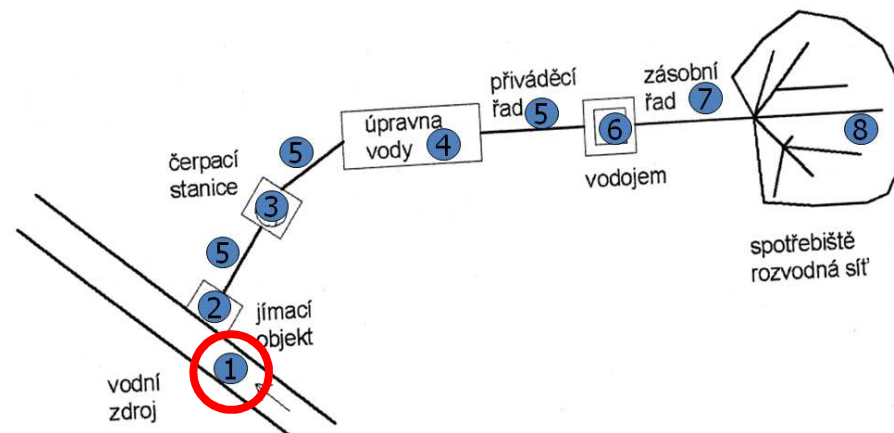


1 Vodní zdroj

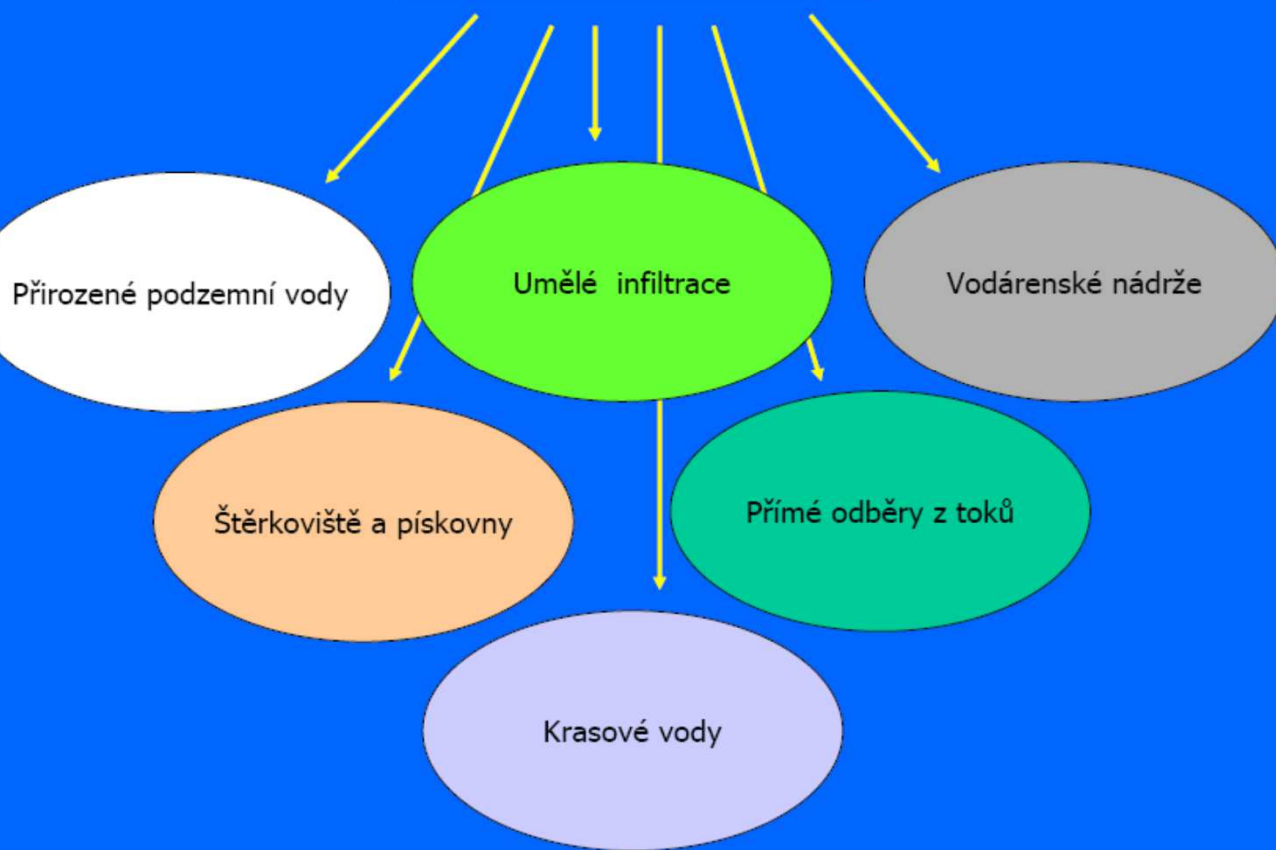
Výběr zdroje dle ČSN 757214

„Surová voda pro úpravu na pitnou vodu“

Zaměřujeme se na vody, jejichž složení a vlastnosti se blíží pitné vodě



Zdroje surové vody



Surová voda z hlediska upravitelnosti 4. kategorie:

- ❖ Kategorie A1 (prostá písková filtrace nebo desinfekci, popř. odkyselení)
- ❖ Kategorie A2 (jednostupňovou filtraci (koag. filtr.+odželeznění, odmanganování+desinfekce)
- ❖ Kategorie A3 (dvoustupňová či vícestupňová úprava)
- ❖ Kategorie ostatní (nevhodná k úpravě pro pitné účely)

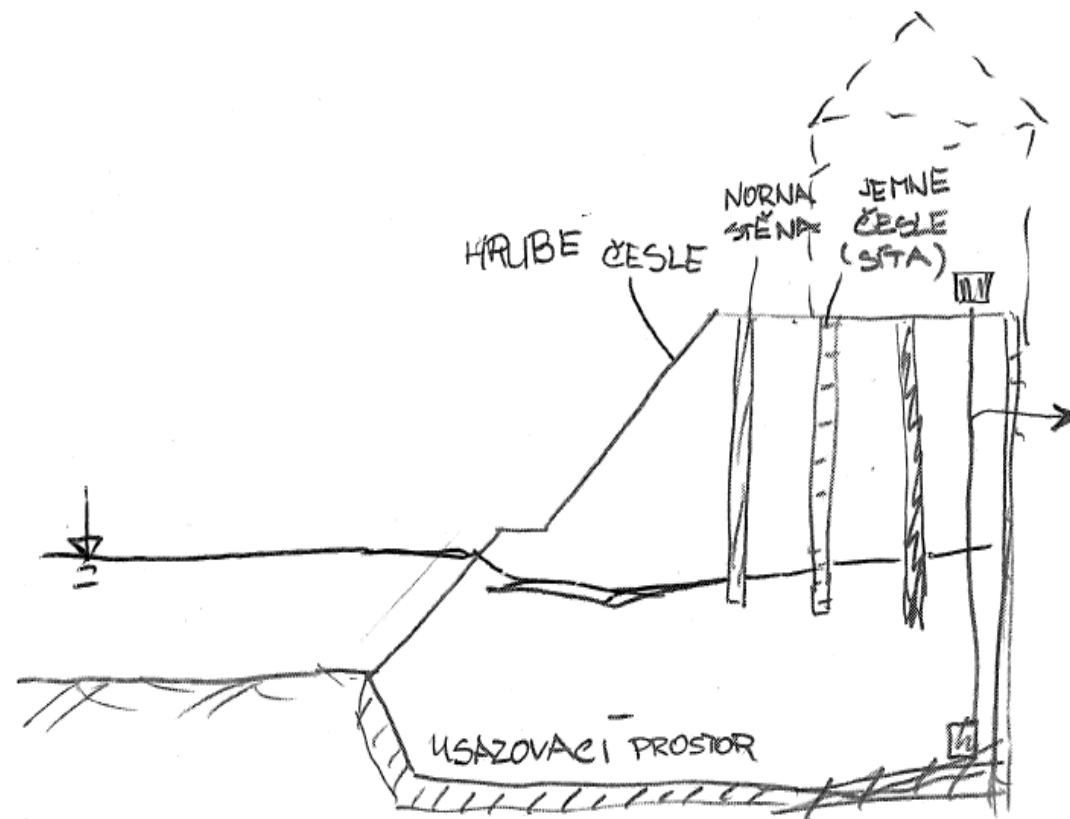
1 Povrchové vody:

- Vody, které se vyskytují na zemském povrchu, jsou to vody tekoucí a stojaté
- Kvalita vody v toku kolísá po délce a šířce toku, u nádrží se mění s hloubkou
- Obsah rozpuštěných látek jsou stovky mg/l, jsou menší než 500mg/l

JÍMÁNÍ POVRCHOVÝCH VOD:

- Z nádrží:
 - objekty věžové
 - objekty sdružené
 - objekty nade dnem
 - objekty břehové
 - objekty plovoucí
- Z vodních toků:
 - objekty jezové
 - objekty břehové
 - objekty dnové

Břehová jímadla tekoucích a stojatých vod



1 Podzemní vody:

- Se nalézají pod zemským povrchem v nasycené zóně
- Jsou mineralizovanější než vody povrchové

• Podle obsahu minerálních látek:

- prosté (pod 1g/l)
- minerální (nad 1g/l)

• Podle hydraulických poměrů:

- s volnou hladinou
- s napjatou hladinou

• Podle propustnosti hornin:

- průlinové
- puklinové

JÍMÁNÍ PODZEMNÍCH VOD:

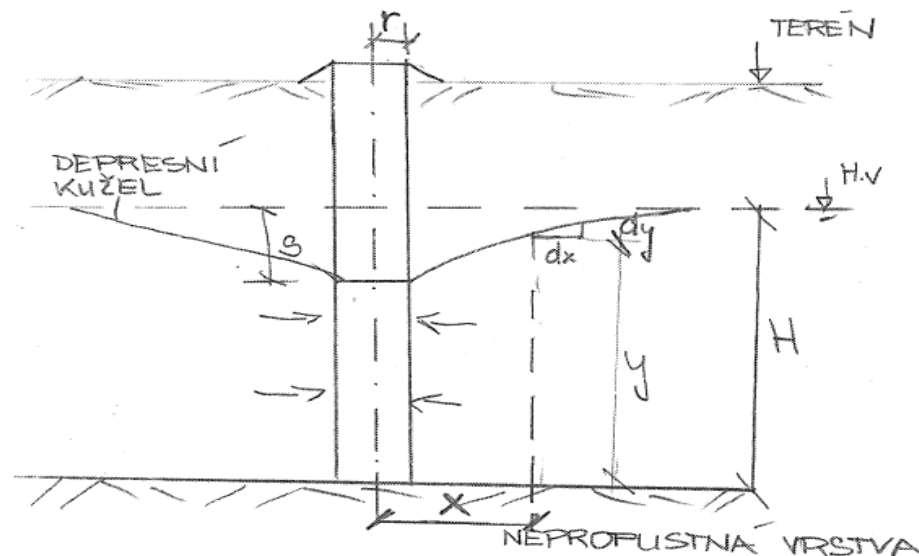
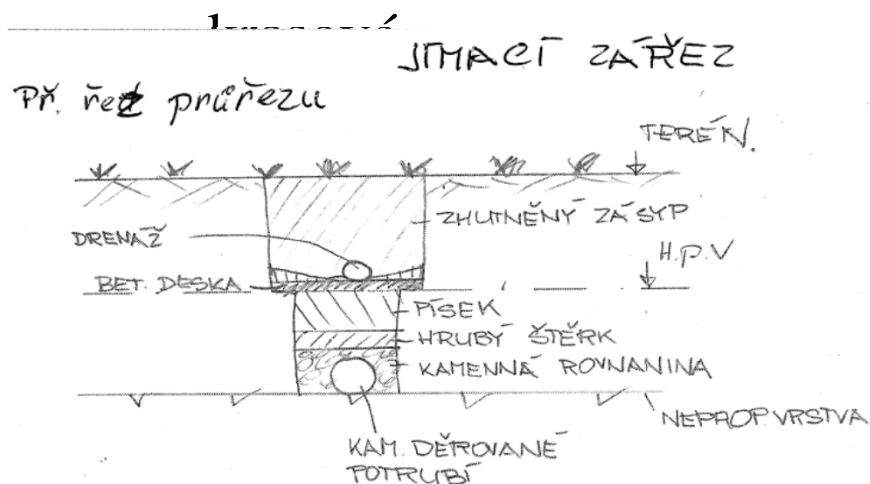
• Vertikální jímací objekty-studny:

- trubní (vrtané)
- šachtové (kopané)
- jehlové

• Horizontální j. objekty-zářezy, štoly

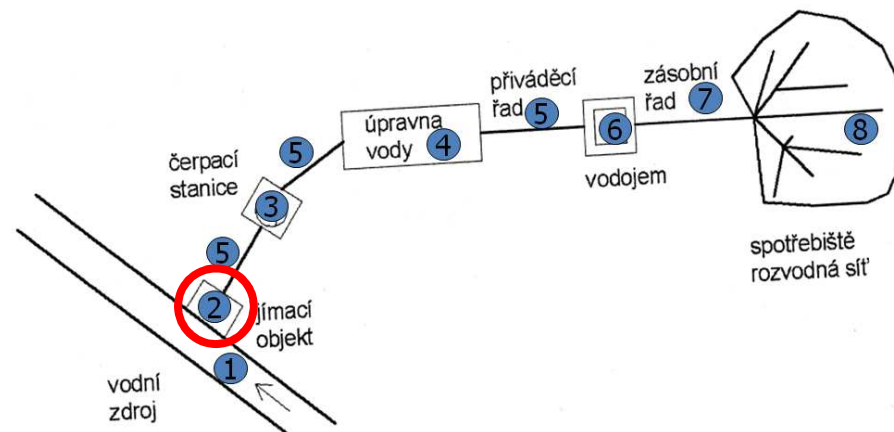
• Plošné objekty-jímky, galerie

• Kombinované jímací objekty



2

Jímací objekt

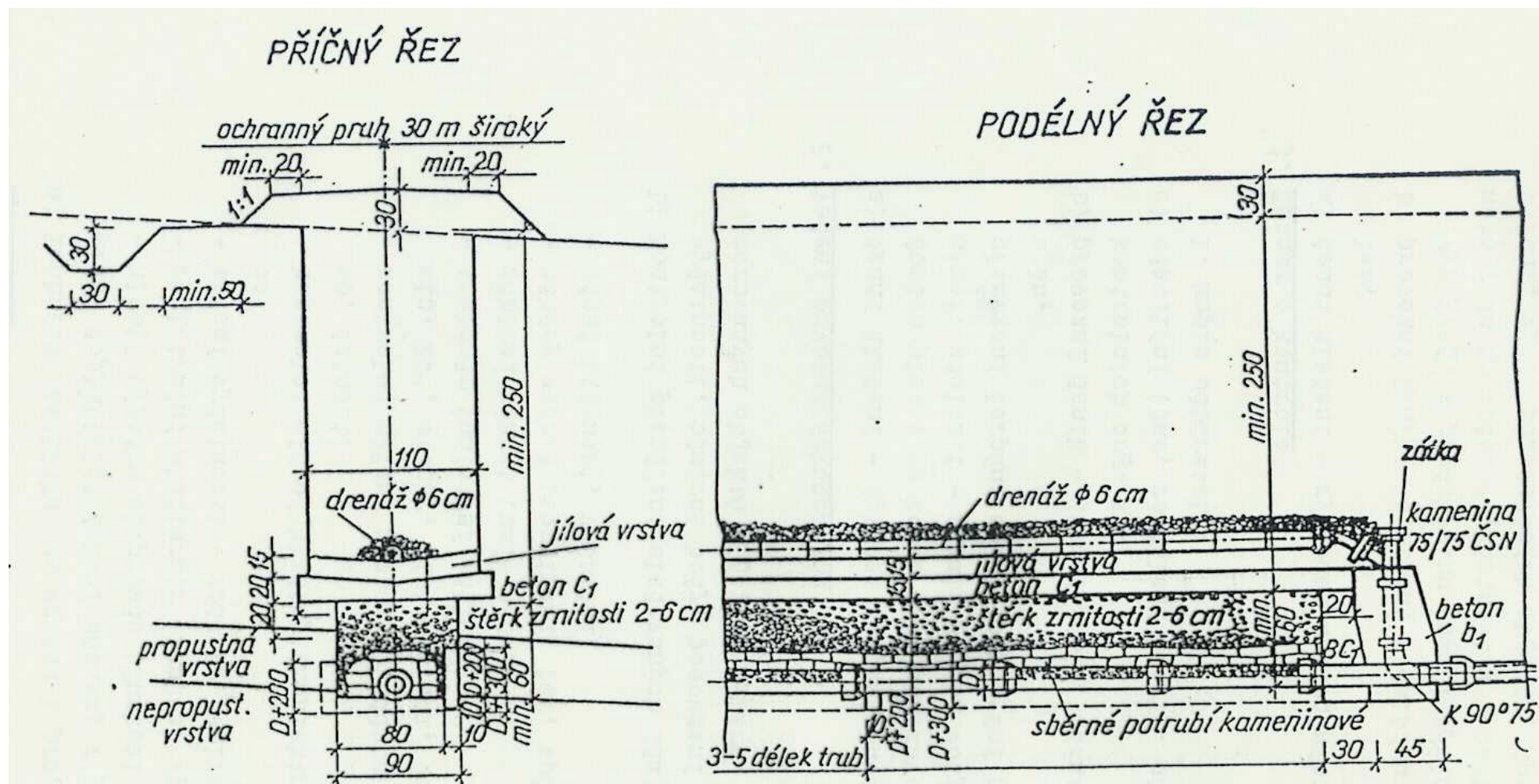


vychází z předpokladů **hydrogeologických poměrů:**

- **potřeby** vody
- předpokládané **vydatnosti**
- předpokládané **kvality** p.v.
- hloubky HPV,
- mocnosti zvodně,
- směru proudění,
- hydraulických vlastností,
- rozpojitelnosti hornin
- hloubky nepropustného podloží
- reálné kvalitativní a kvantitativní ochrany

2

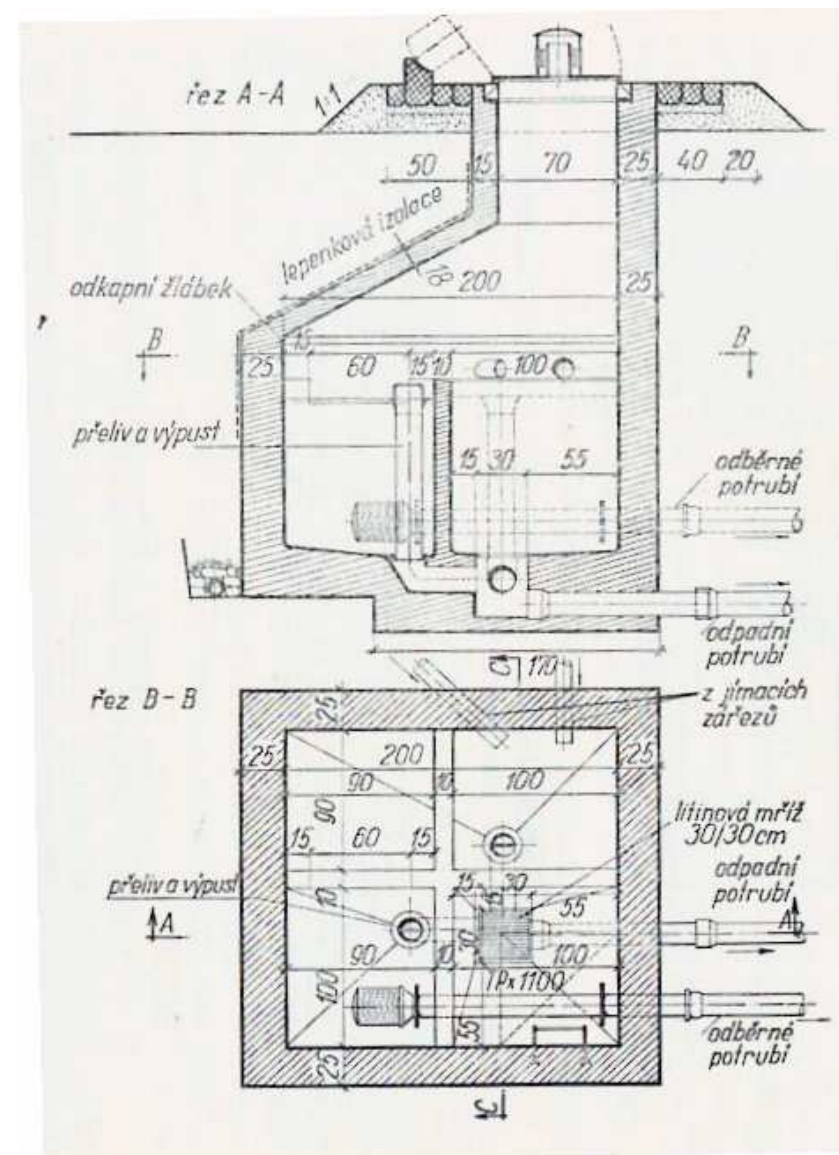
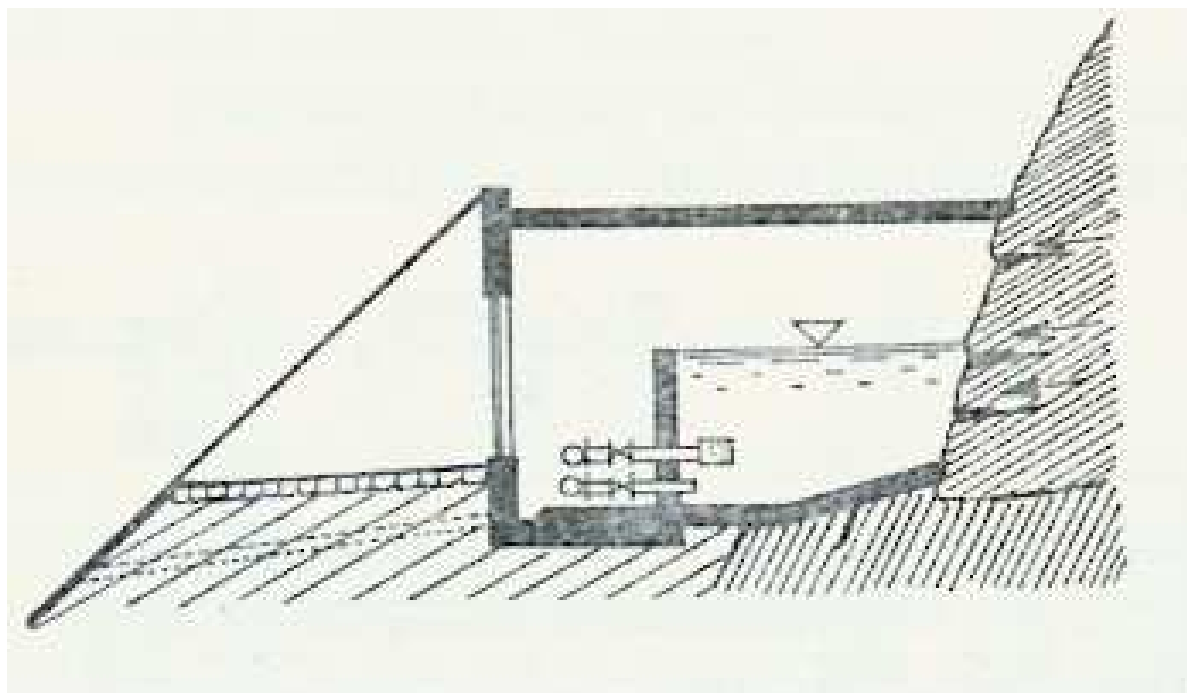
-jímací zářezy



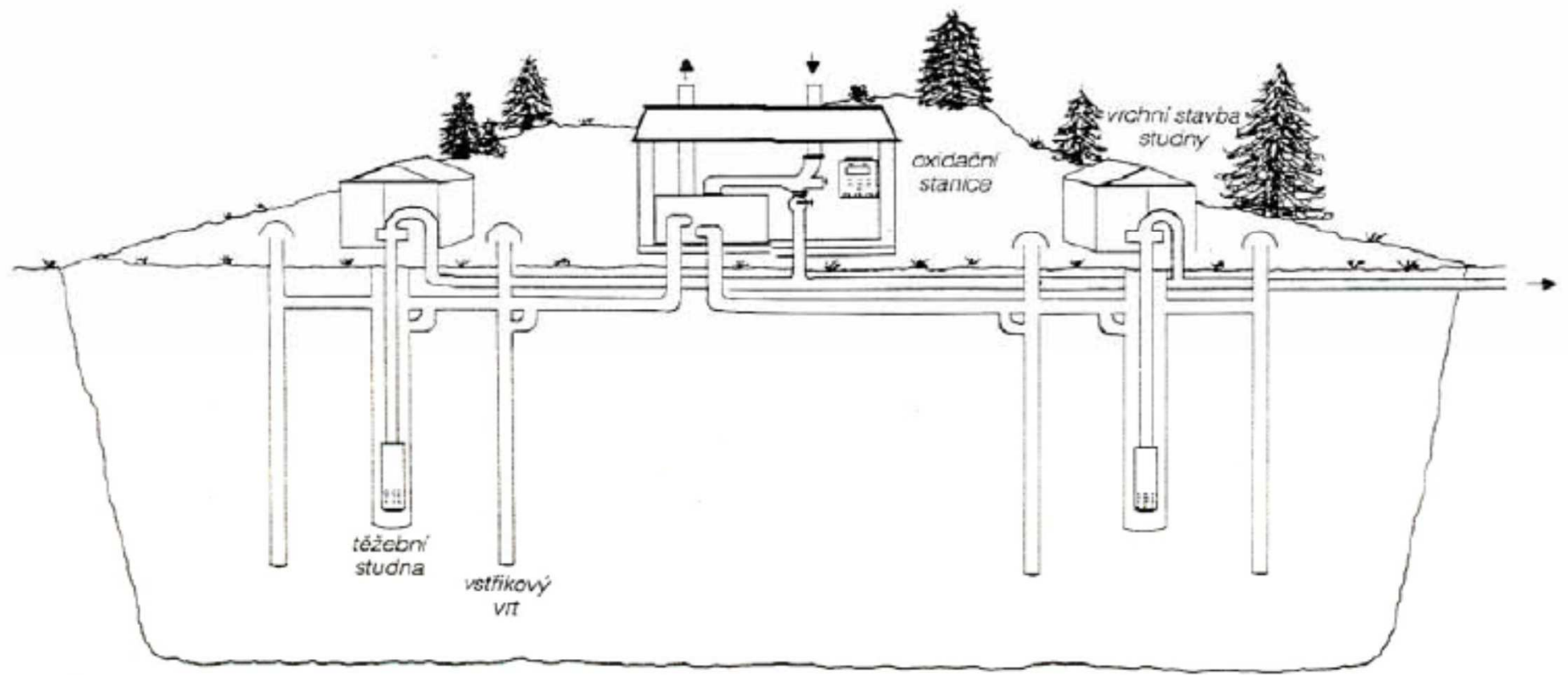
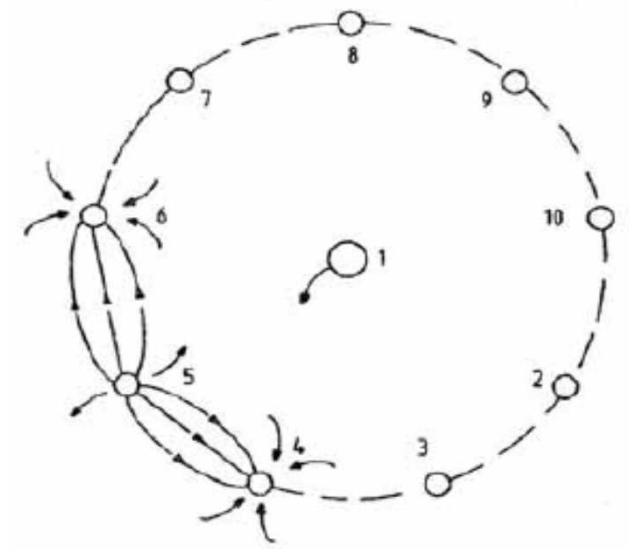
Jímací zářez na nepropustném podloží

2

-pramenní jímky

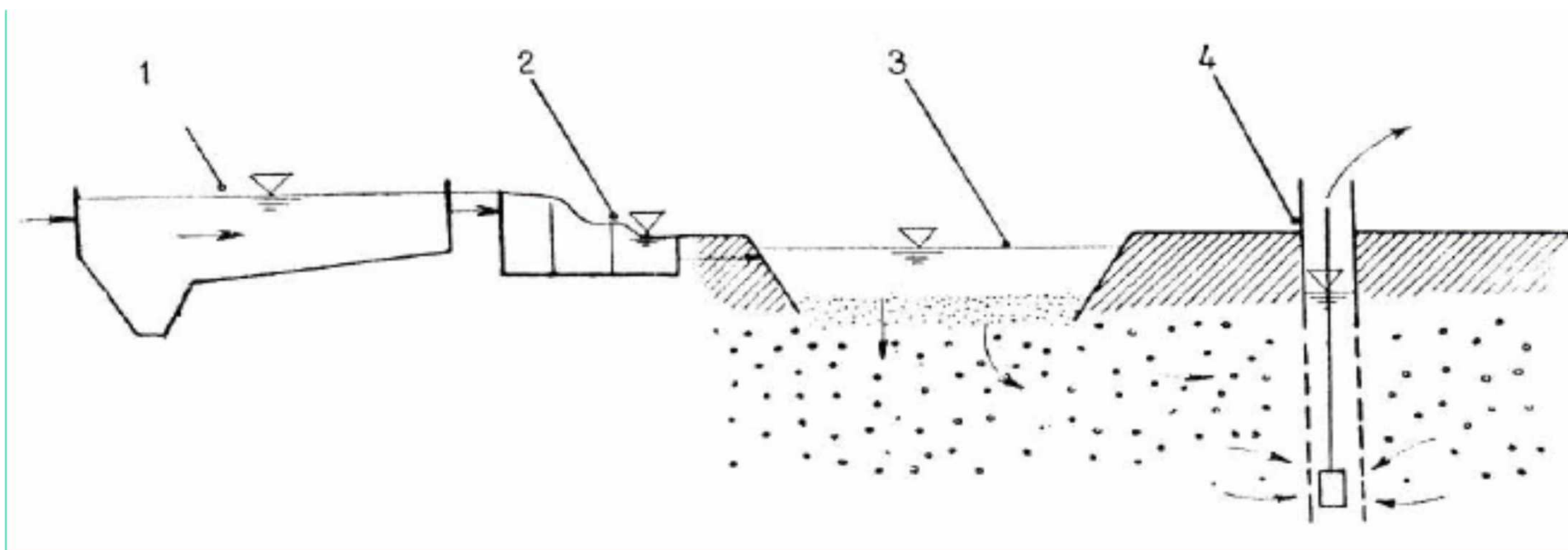


2 -studny



2

-umělá infiltrace



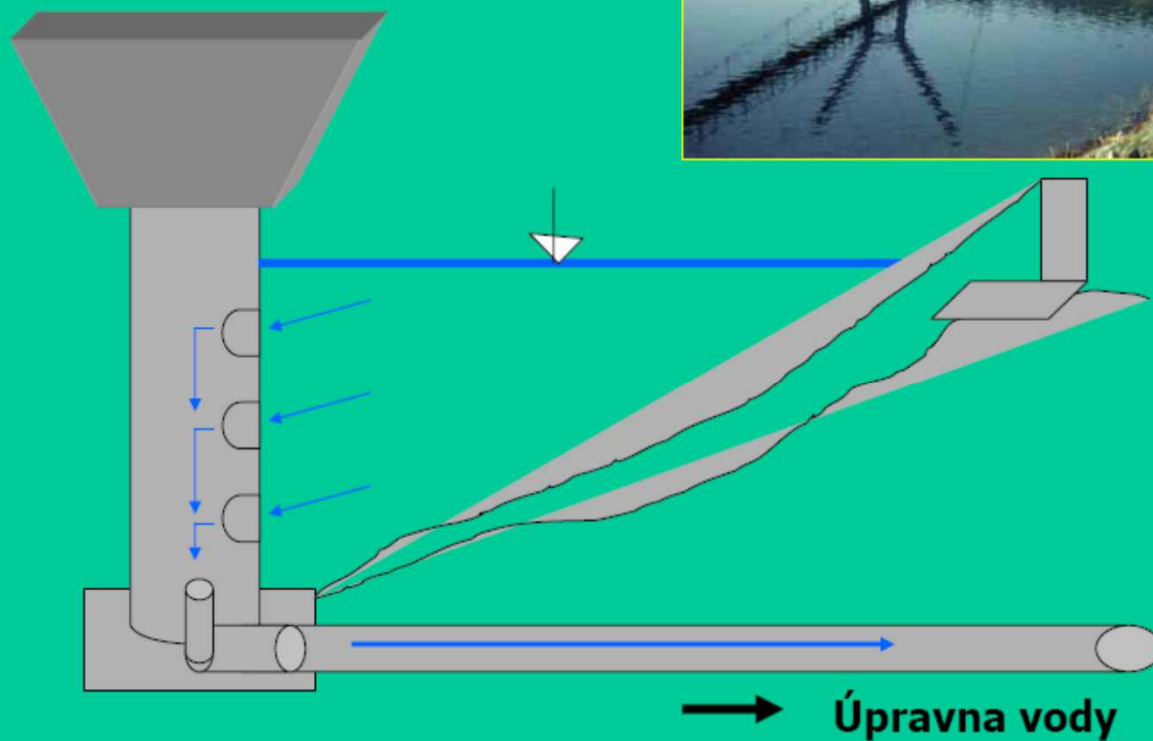
1. usazovací nádrž; 2. provzdušňovací nádrž; 3. vsakovací objekt;
4. jímací studna

-odběrný věžový objekt v nádrži

Nejdůležitější kritéria pro řízení hloubky odběru vodárenských údolních nádrží

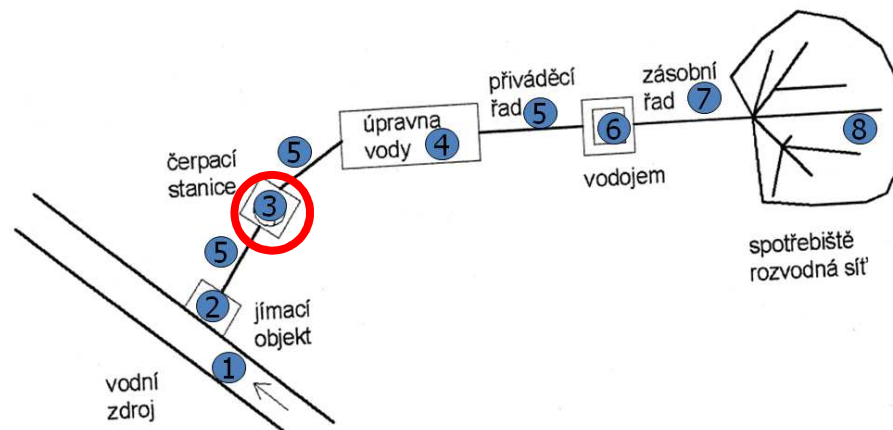
Kritérium	Požadavek
Organické látky (TOC, CHSK)	Výběr vrstvy s nejlépe upravitelnou vodou podle koagulačního testu
Alkalita (mmol.l^{-1})	Optimalizace vzhledem ke koagulačním testům
Barva, nebo absorpance při 250-387 nm	Minimalizace
Teplota ($^{\circ}\text{C}$)	< 12 vhodná > 12 nevhodná
Celkové Fe (mg.l^{-1})	< 0.3 vhodná > 0.3 nutná separace při úpravě
Rozpuštěný Mn (mg.l^{-1})	Minimalizovat, vyšší než 0.1 – nutná separace
NH_3 a NH_4^+ (mg.l^{-1})	< 0.5 vhodná > 0.5 odstranit při úpravě
Trvalý zákal	Minimalizace
Organismy	Počty bakterií, fytoplanktonu i zooplanktonu minimalizovat

Odběrná věž před sypanou hrází



3

Čerpací stanice



ČSN 75 5301

Vodárenské čerpací stanice

1 Předmět normy

Tato norma určuje zásady navrhování vodárenských čerpacích stanic.

Norma platí především pro vodárenské čerpací stanice pitné a užitkové vody měst, obcí, rozptýlené výstavby, podniků, sportovišť a jiných zařízení, jestliže pro ně nejsou vydány samostatné normy. Může se používat i pro jiné podobné čerpací stanice (čerpací stanice užitkové vody apod.).

4 Všeobecně

4.1 Čerpací stanice se zásadně navrhují jako součást systému dopravy vody s přihlédnutím na měnící se hodnoty čerpaného množství vody přes den, týden, sezónu a životnost technologického zařízení a stavby.

4.2 Z hlediska důležitosti zásobování se čerpací stanice orientačně dělí na tři stupně:

- Čerpací stanice důležitosti prvního stupně, ve kterých není žádoucí přerušení dodávky vody.
- Čerpací stanice důležitosti druhého stupně, ve kterých je možné připustit přerušení dodávky vody nejvýše na 3 hodiny.
- Čerpací stanice důležitosti třetího stupně, ve kterých je možné připustit přerušení dodávky vody na více než 3 hodiny.

3 Čerpací stanice

ČSN 75 5301

5.2.17 Doporučené rychlosti vody v nasávacím potrubí jsou:

- a) do DN 300 $0,5 \text{ až } 1,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- b) nad DN 300 $0,5 \text{ až } 1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Rychlost vody v nasávacím potrubí nemá klesnout pod $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

5.2.23 Doporučené rychlosti vody ve výtlačném potrubí jsou:

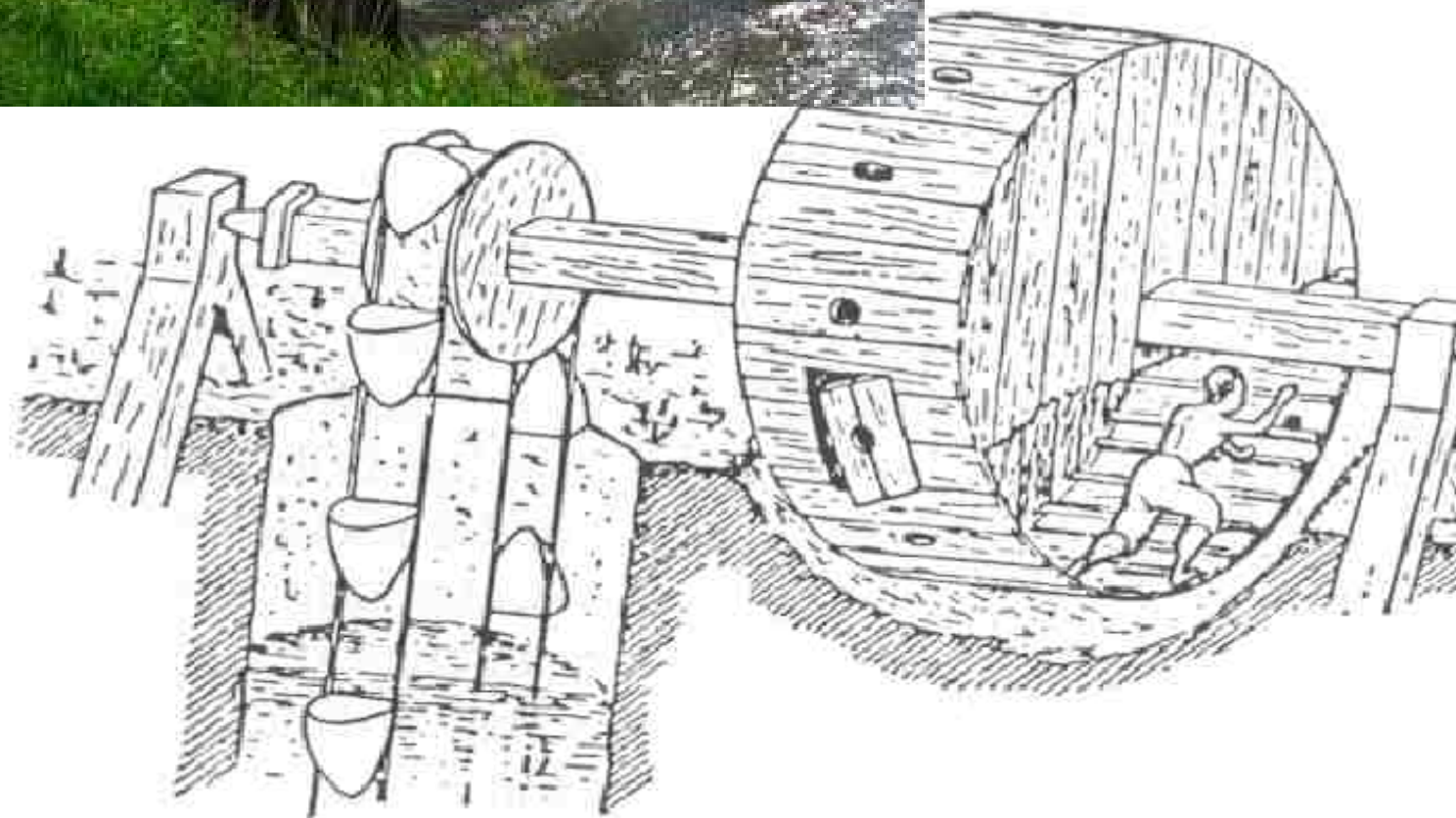
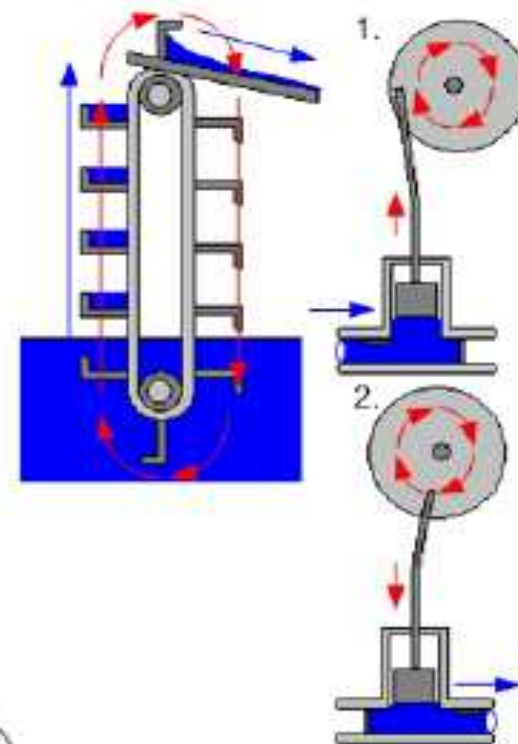
- a) do DN 250 $0,5 \text{ až } 1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,

- b) nad DN 250 $0,8 \text{ až } 2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$



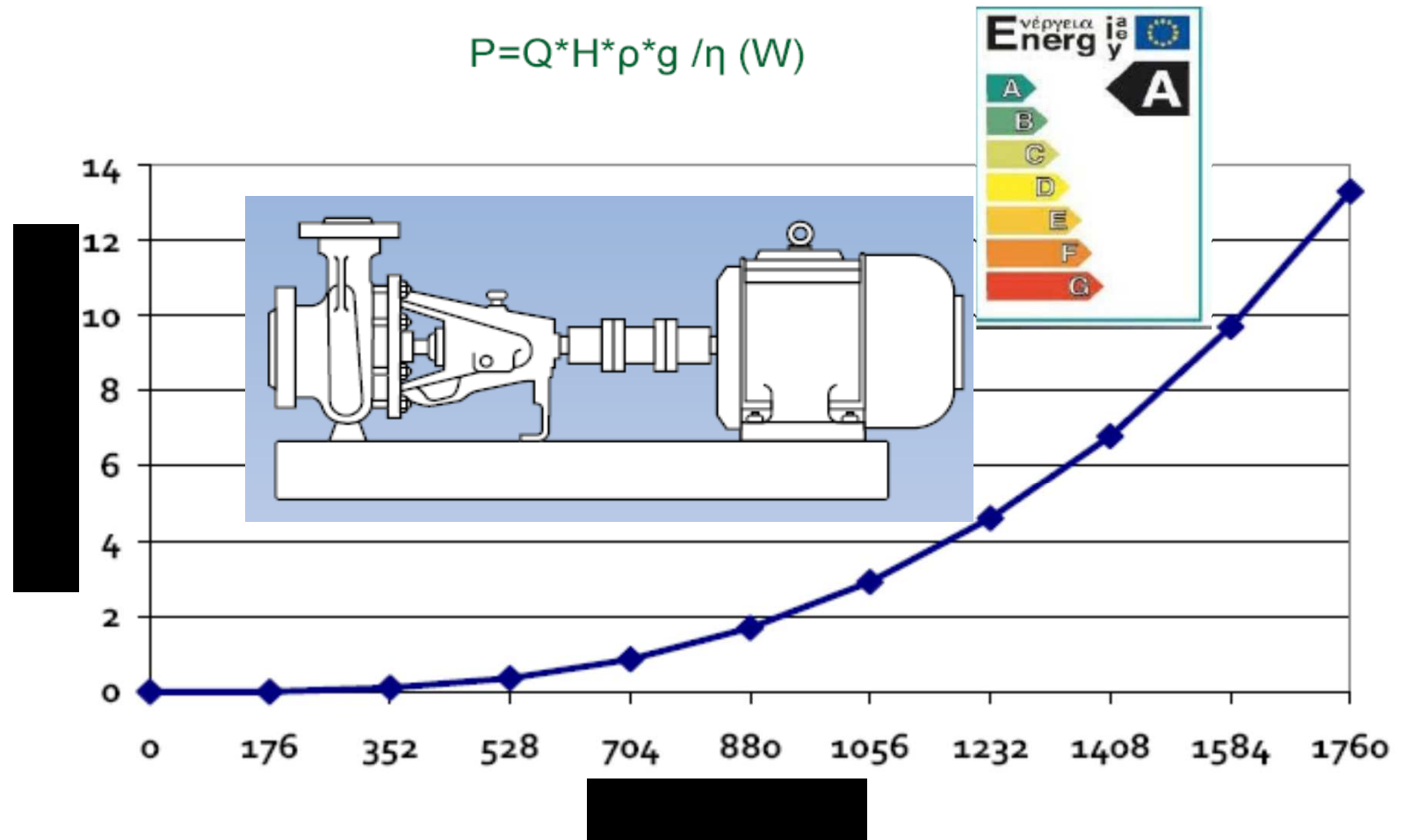
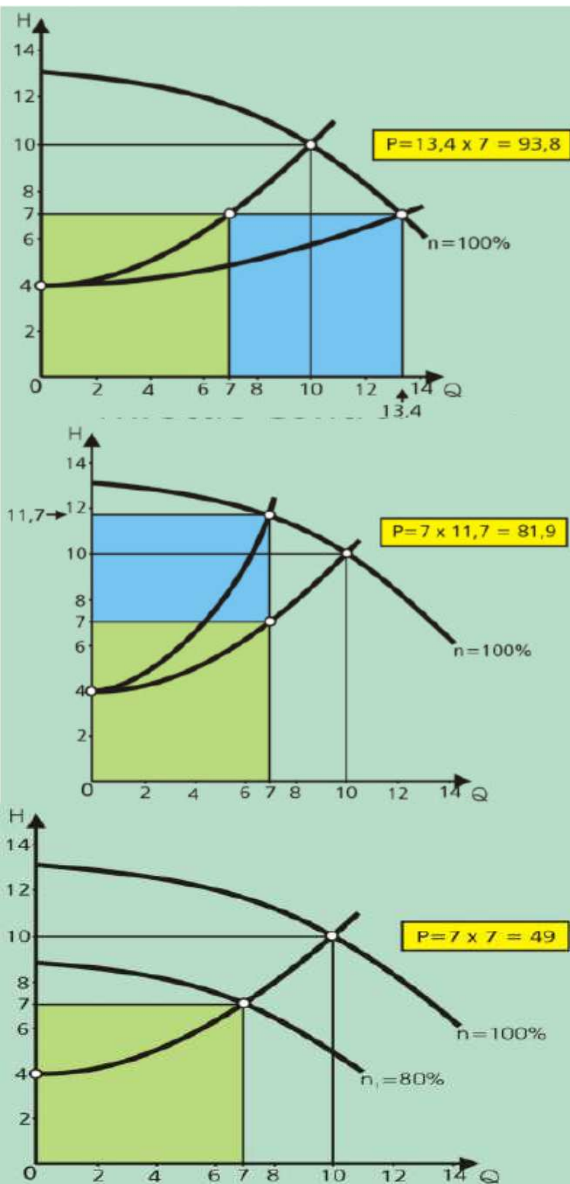
3

LOPATKOVÉ ČERPADLO



NÁVRH ČERPADLA

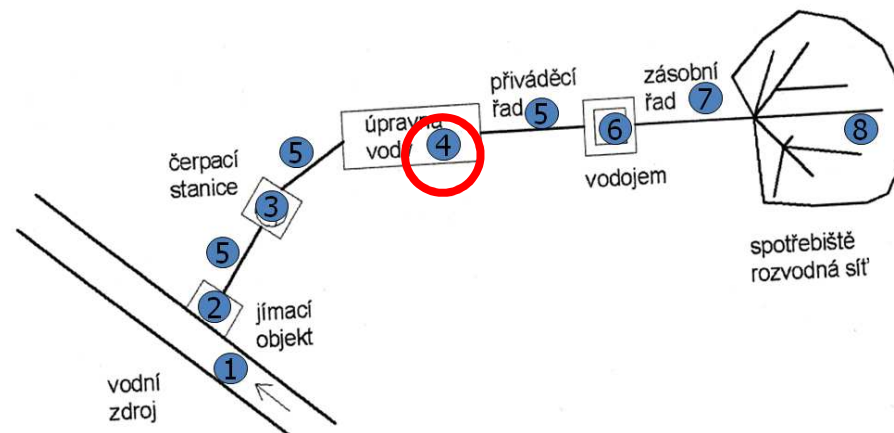
$$\dot{Z}\dot{c} = C_{in} + C_{is} + C_e + C_p + C_o + C_{vy} + C_{li} + \dots$$



**38-51% 8 kW x 24hod=192 kWh x 365=70000kWh
x0,38=26600 kWh x2,60 =69160,-Kč / ROK**

4

Úpravna vody



Schematický postup při úpravě povrchových a podzemních vod na vodu pitnou

1. Předúprava vody - denitrifikace *in situ*,
2. Mechanické předčištění - sedimentační nádrže, česla
3. Chemické čiření (koagulace)
4. Filtrace vody - mikrosíta, pomalá filtrace, pískové rychlofiltry, tlakové filtry, vícevrstevné filtry, filtry se speciální náplní koagulační filtry
5. Speciální chemická úprava – změkčování vody, odstraňování Fe^{II} , Mn^{II}
6. Dezinfekce vody

Úpravna vody

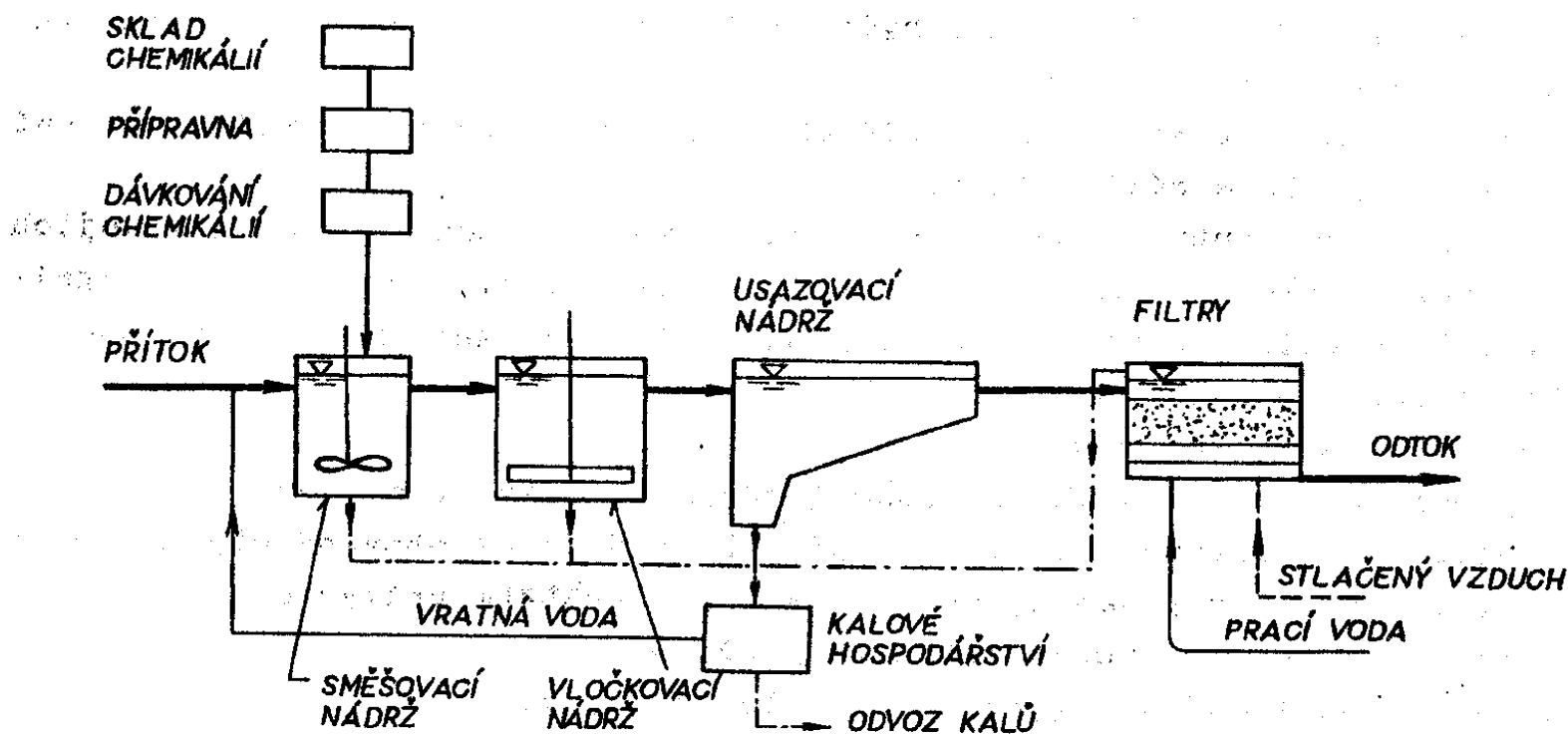


4 Úpravna vody- schematicky



4 Úpravna vody-jednostupňová úprava

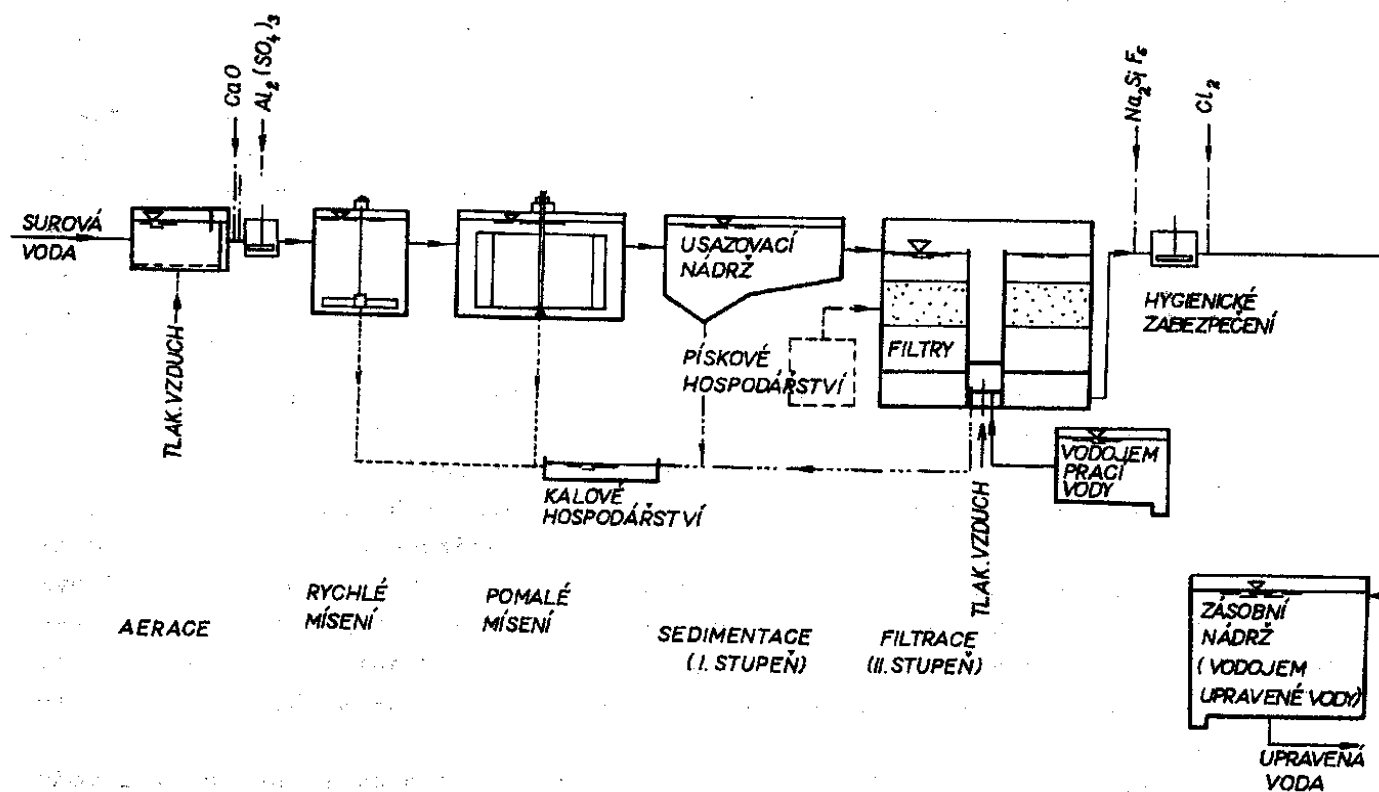
Úpravny vody:



Obr. 10.13 Schéma základních fází úpravy vody (koagulace, separace, filtrace)

4 Úpravna vody-dvojstupňová úprava

Úpravny vody:



Obr. 10.14 Schéma dvoustupňové úpravy povrchové vody

④ Úpravna vody – mechanické předčištění

☐ Surová voda musí být před úpravou zbavena hrubých nečistot a dalších nerozpuštěných látek - negativně ovlivnit funkci úpravny (poškození čerpadel, ucpání potrubí atd.). K tomuto účelu se používají česle (obr), síta, lapáky písku a usazovací nádrže.



④ Úpravna vody – jemné česle

A) Jemné česle (obr)

- zařazují se za hrubé nebo stření česle, stírání - mechanické
- princip - nekonečný řetěz, který vynáší nečistoty
- mezera mezi česlicemi 1,5-5 mm, tloušťka česlic 5 mm

B) Rotační kruhová nebo Žaluziová síta

- mohou nahradit jemné česle a slouží k odstranění drobných nečistot z vody, velikost ok síta se pohybuje od 20-50 mm
- vyrábějí se z nerezové oceli (životnost 6-8 let, fosfobronzu, syntet. vlákna 3 roky



④ Úpravna vody - preoxidace

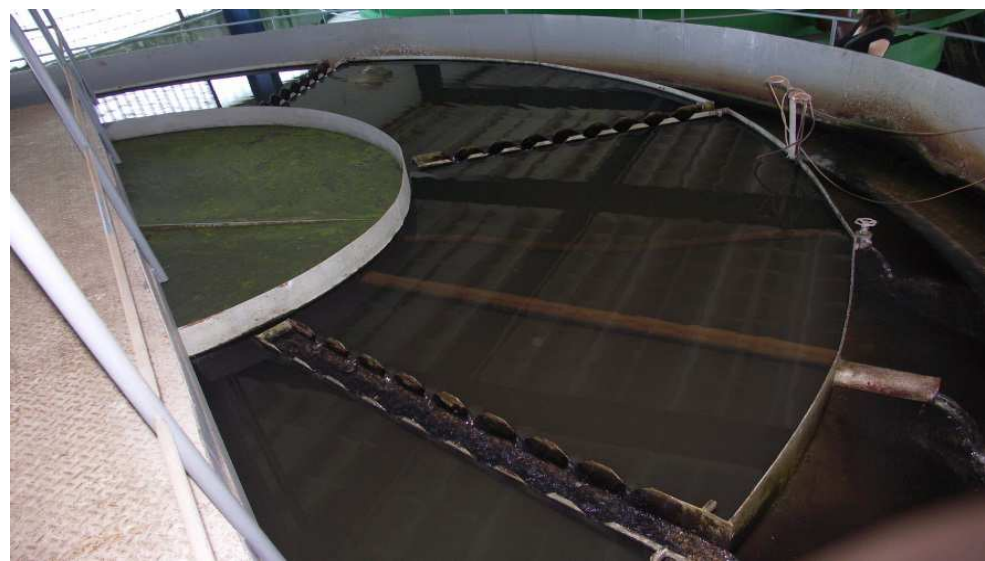
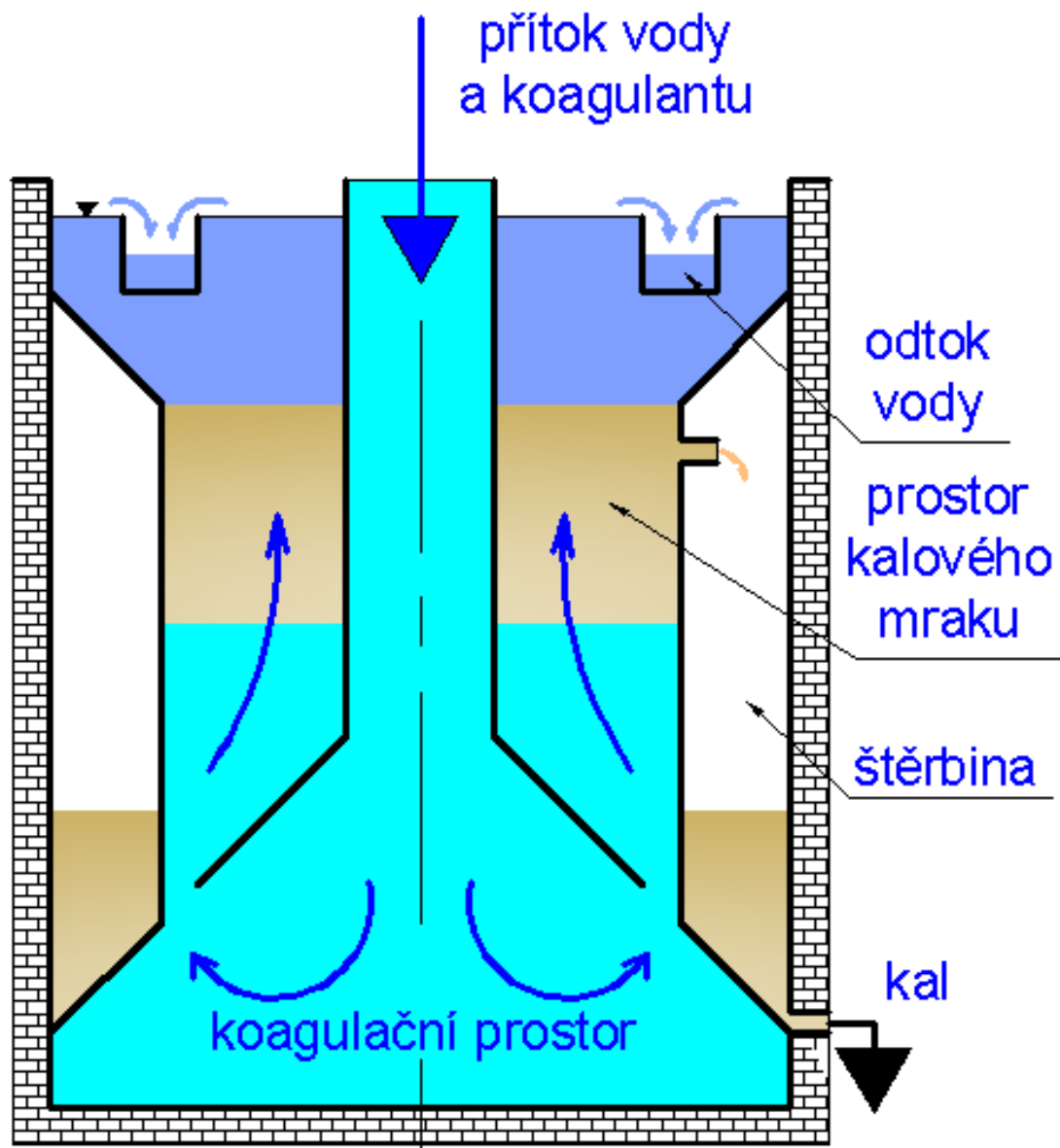
□ **preoxidace** = proces, vyvolaný přidavkem oxidačního činidla k surové vodě před její další úpravou, provádí se fyz.-chemicky nebo chemicky

□ **Fyzikálně-chemická preoxidace** vzdušným O_2 je nutná při velmi nízkém obsahu rozpuštěného O_2 ve vodě, slouží k oxidaci kationtů Fe^{2+} , ke zlepšení chuti vody, k prevenci koroze kovových potrubí ... Aerace je nutná obsahuje-li voda přebytek plynů např. H_2S - sirovodík (způsobuje nepříjemný pach vody), O_2 - bublinky uvolňované z přesycené vody ruší proces usazování nebo filtrace, a CO_2 - činí vodu agresivní

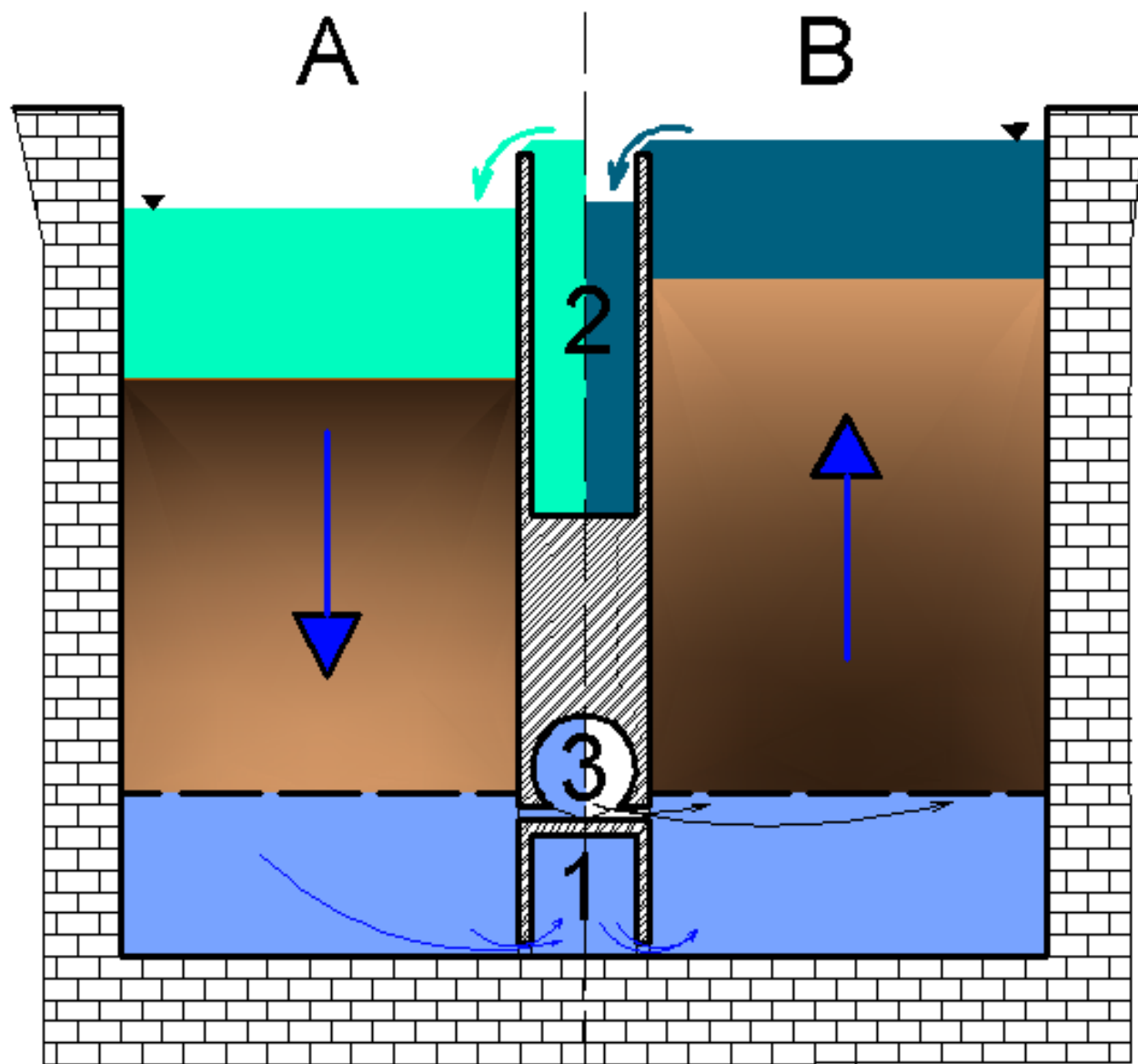
④ Úprava vody - usazování

- ☐ usaditelné susp. látky (anorg. původu) jsou z vody odstraňovány sedimentací, jemné disperze - separovány filtrací nebo čiřením
- ☐ úprava vody usazováním - při úpravě podzemních a povrchových vod - vylučování zrnitých a vločkových suspenzí org. nebo anorg. původu
- ☐ charakter proudění v usazovací nádrži - **laminární** (sedim. částice přecházejí z \uparrow do \downarrow vrstvy vlivem grav. sil) či **turbulentní** (částice vykonávají vířivý pohyb)

4 Úpravna vody-čičřič



④ písková filtrace – gravitační filtr



A – fáze filtrace

B – fáze praní



surová voda



přefiltrovaná voda



pískové lože



prací voda

1 – odvod filtrátu, přívod prací vody

2 – přívod vody na filtraci, odběr prací vody

3 – přívod tlakového vzduchu

④ písková filtrace – gravitační filtr

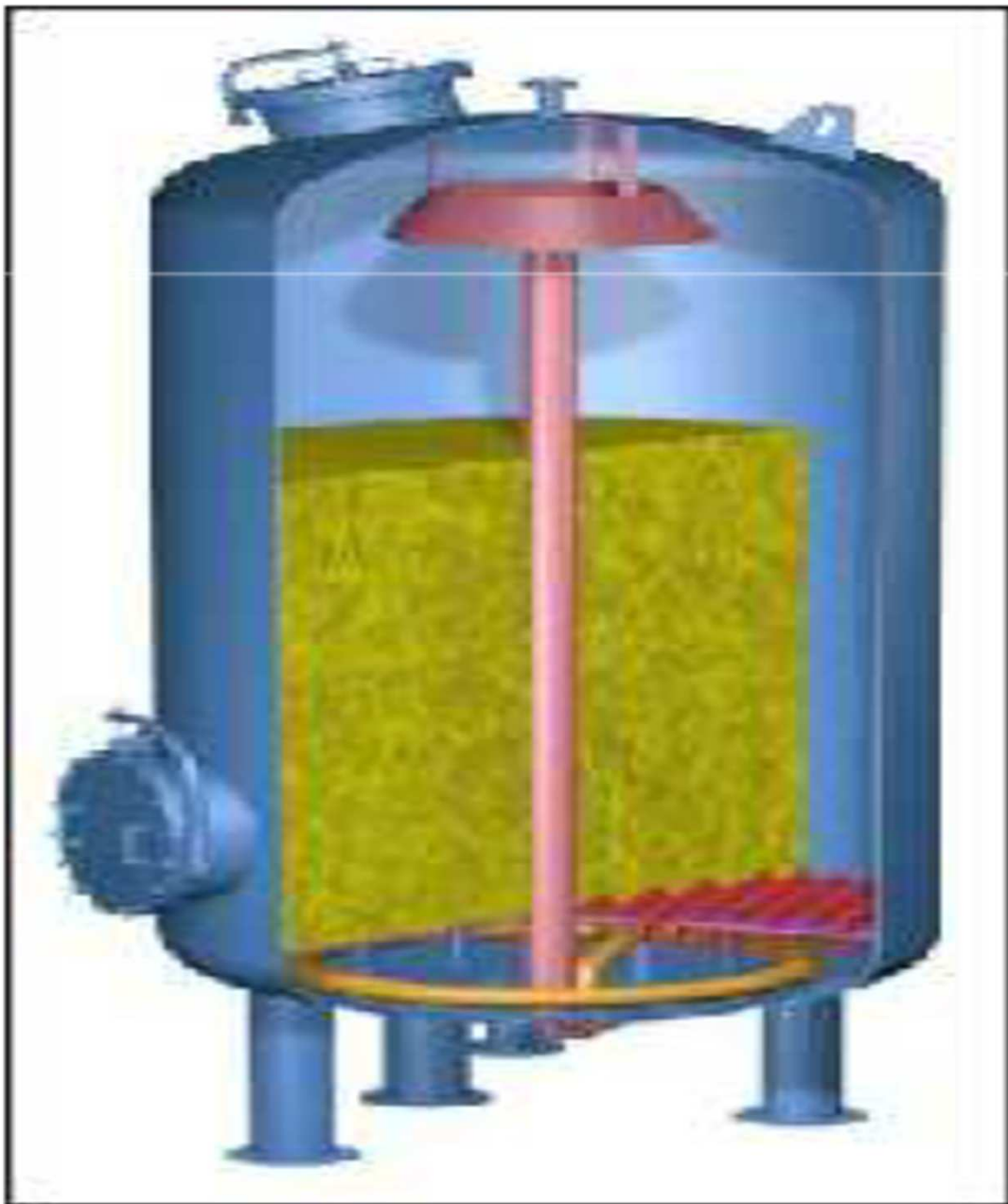
A – fáze filtrace



B – fáze praní



4 písková filtrace – tlakový filtr



A – fáze filtrace

B – fáze praní

1 – odvod filtrátu, přívod prací vody

2 – přívod vody na filtraci, odběr prací vody

3 – přívod tlakového vzduchu

④ Úpravna vody – zdravotní zabezpečení vody

- ☐ zajištění bakteriologické nezávadnosti

- ☐ **dezinfikace**

 - a) fyzikálními způsoby:** UV záření, teplo, ultrazvuk

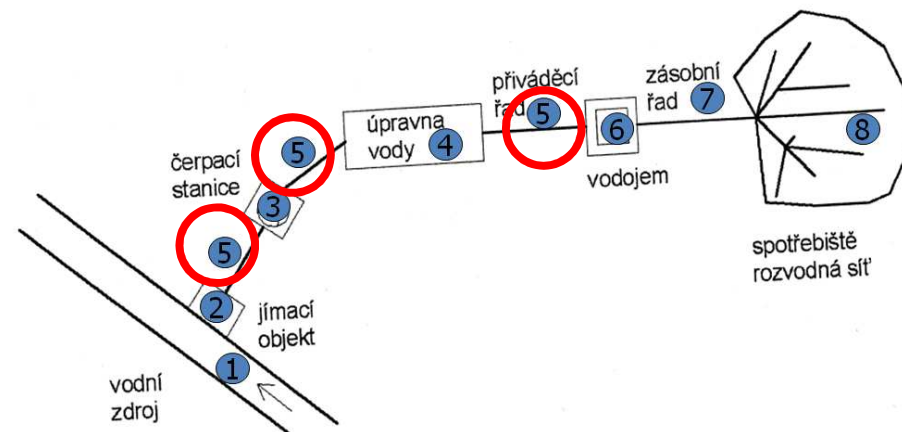
 - b) chemickými způsoby:** chlorace, ozonizace...

- ☐ min. množství chlóru v trubní síti $0,05 \text{ mg.l}^{-1}$

- ☐ dávkování speciálními automaty z tlakových lahví

5

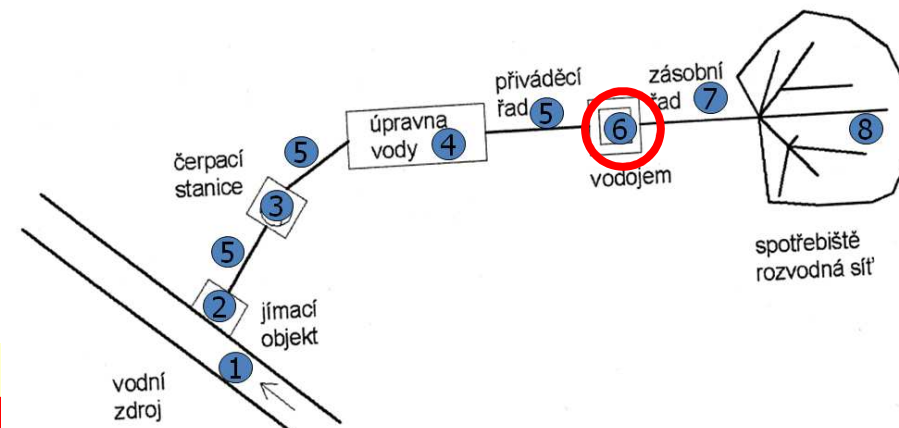
Přiváděcí řad



jsou vodovodní řady, které napájejí vodárenskou soustavu ze zdrojů a úpraven vody, propojují vodojemy, nemají přímou vazbu na spotřební objekty. Ve smyslu ČSN 73 6005 se jedná o dálkové vedení 1.kategorie, tj. nadřazený systém.



6 Vodojem



Základní funkce vodojemu

- akumulční
- tlaková
- kontaktní



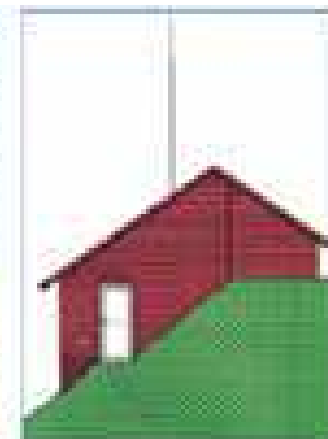
Vodojem Kovářů



Vodojem Jizerní Trosky



Vodojem Dvůr Králové - moderní vodojem s plochou střechou a výhledem na město



Vodojem Dvůr Králové - malý vodojem s červenou střechou

⑥ Vodojem

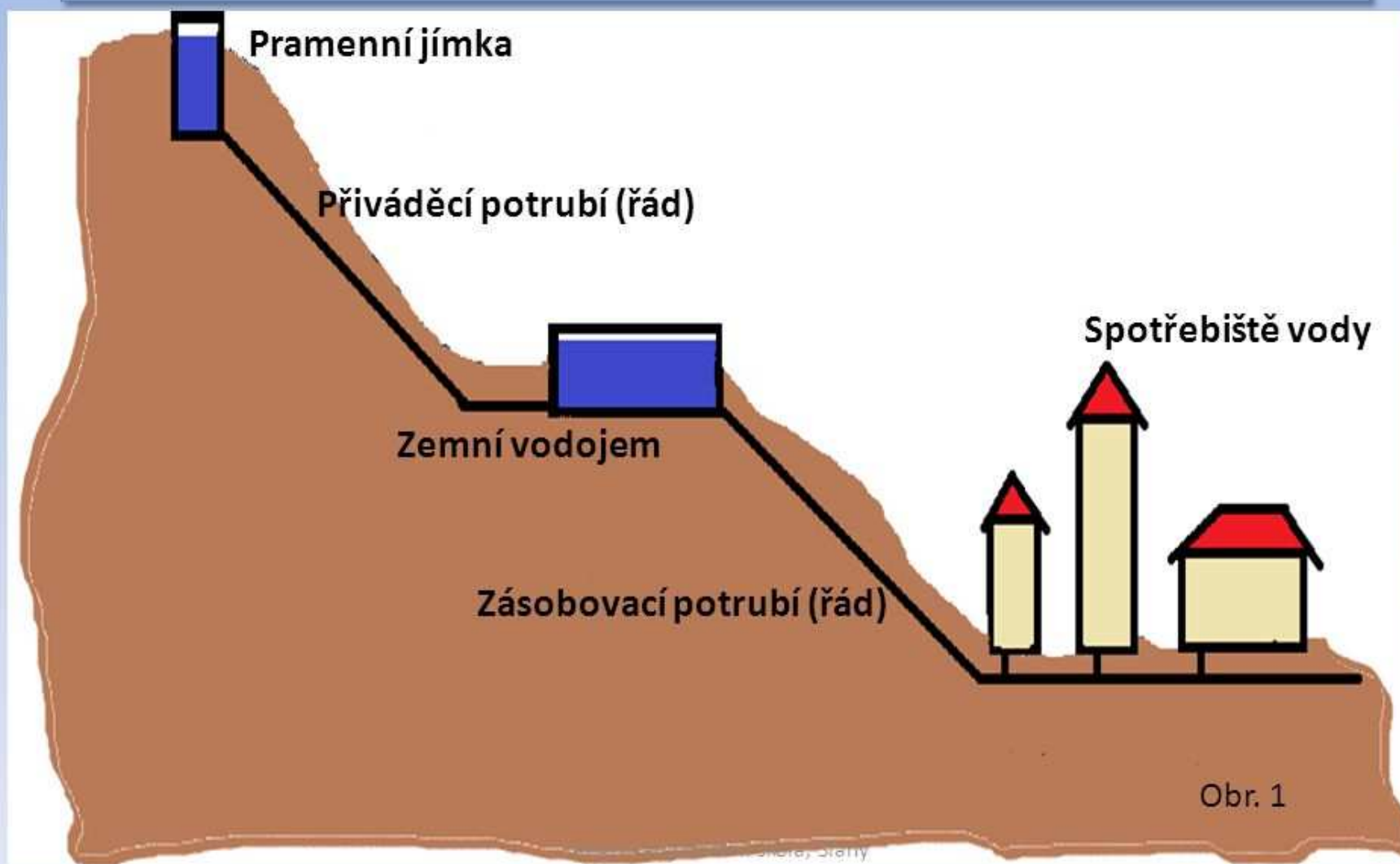


podle výškového vztahu vodojemu ke zdrojům vody dělíme vodovody na:

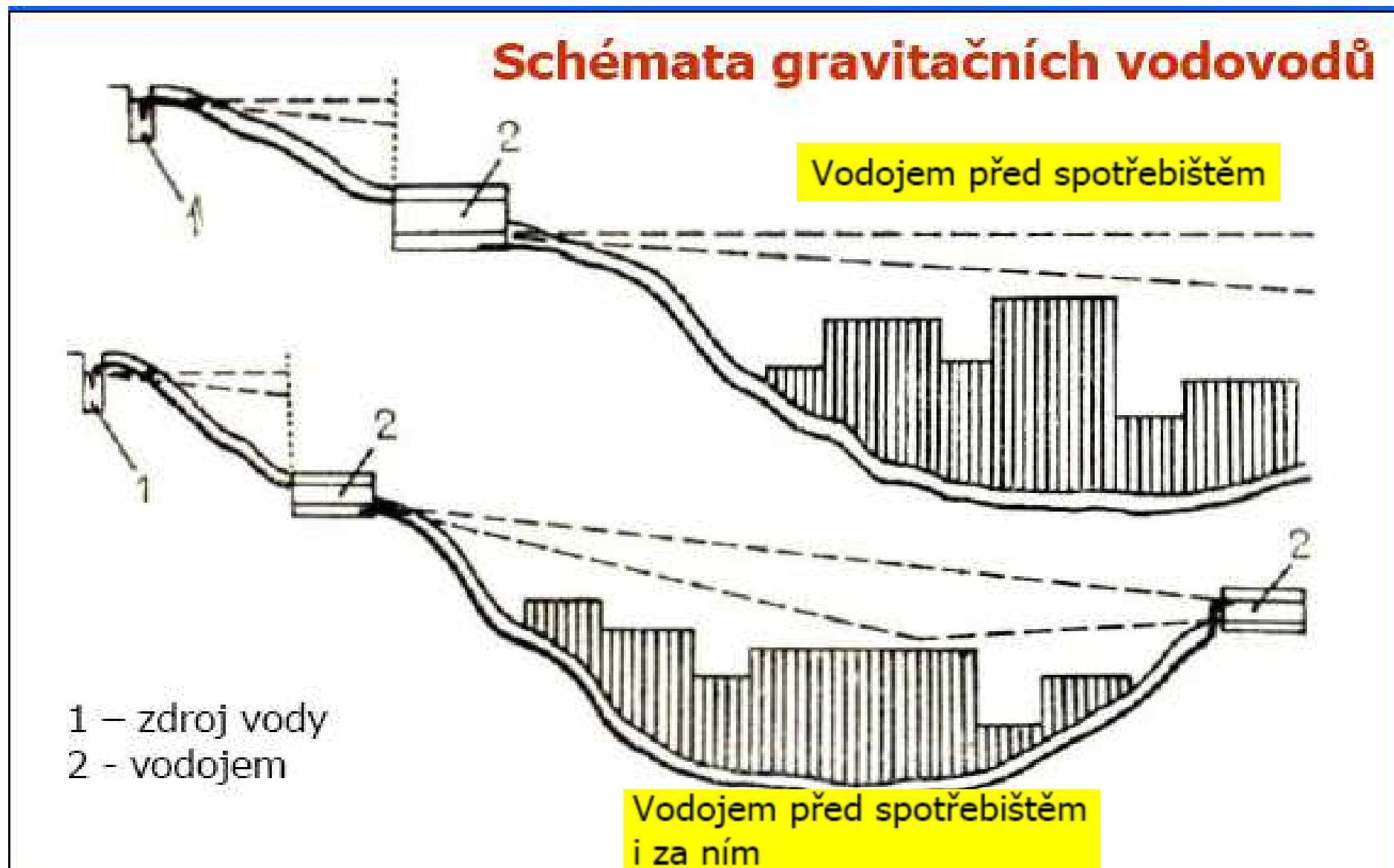
- a) Gravitační
- b) Výtlačné

6 Vodojem - gravitační

Samospádový vodovod

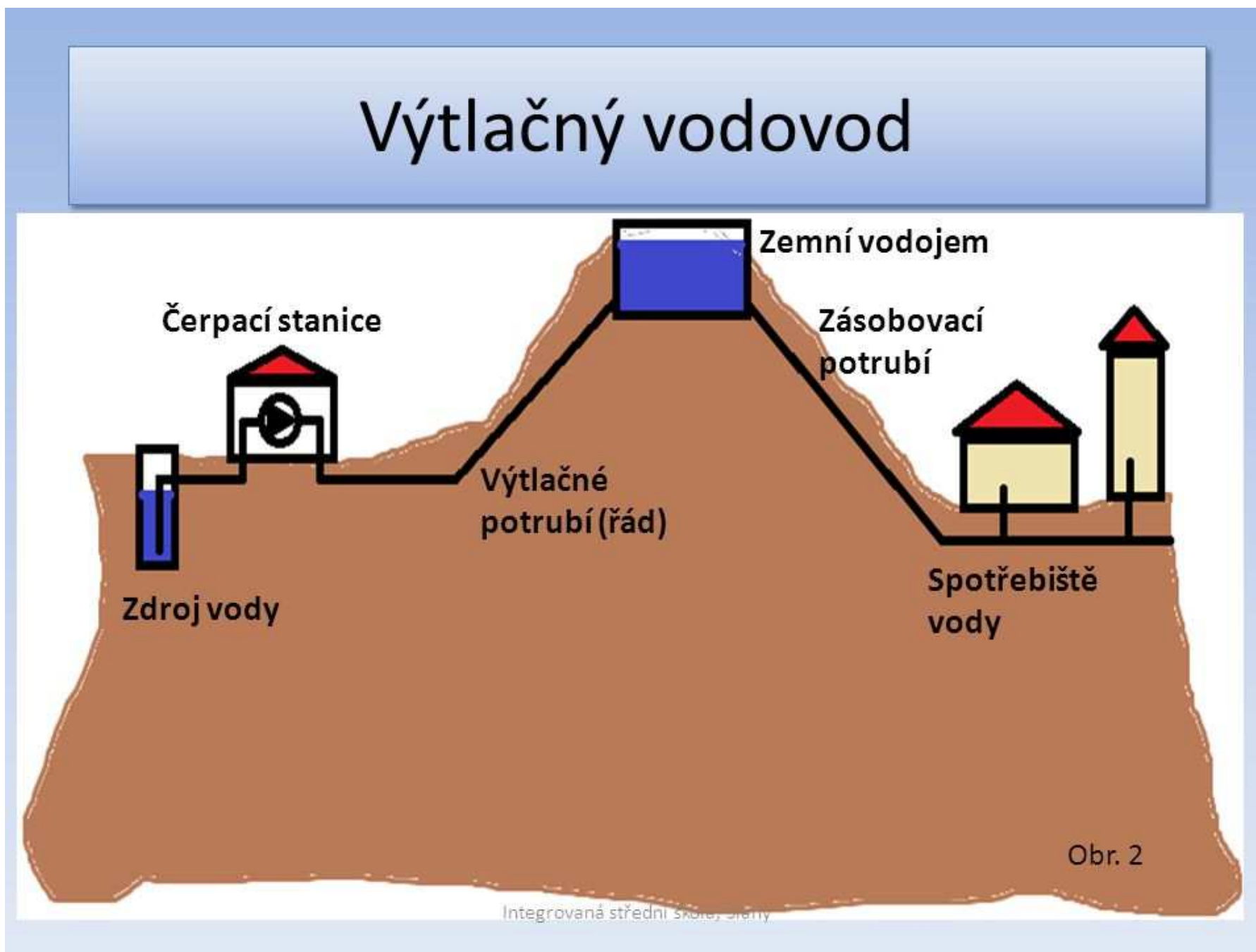


6 Vodojem - gravitační



6

Vodovod výtlačný



Vodojem před spotřebištěm

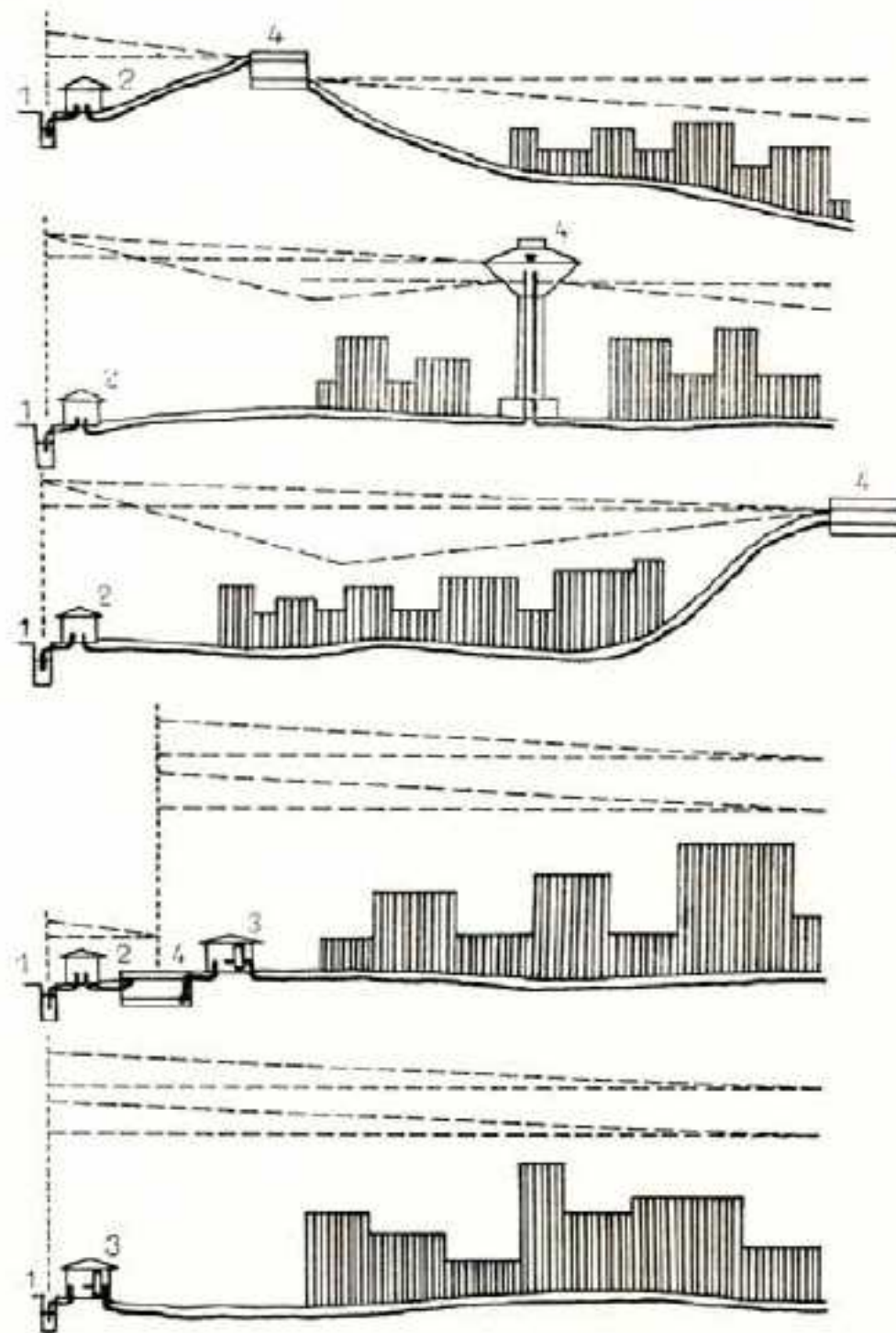
⑥ Vodojem-výtlačný

Věžový vodojem uvnitř spotřebiště

Vodojem za spotřebištěm

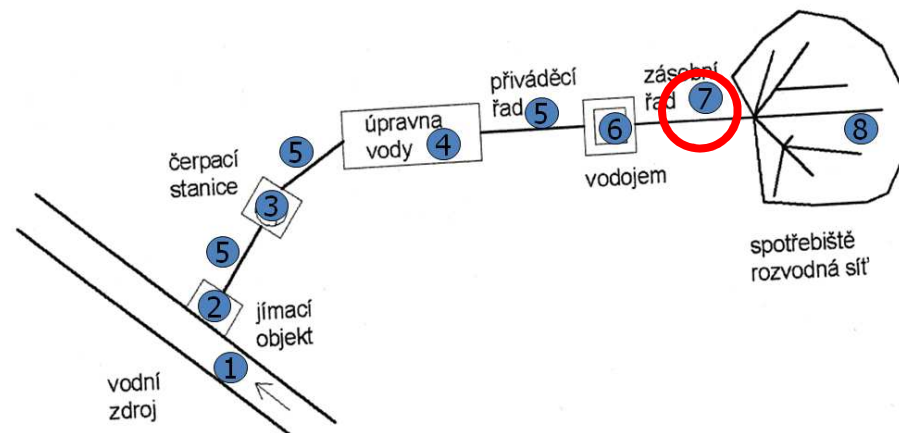
Automatická tlaková stanice s akumulací

Automatická tlaková stanice bez akumulace



7

Zásobní řad



jsou vodovodní řady, které zajišťují připojení tlakových a zásobních pásem z vodojemů nebo čerpacích stanic, nemají přímou vazbu na spotřební objekty. Ve smyslu ČSN 73 6005 se jedná o vedení 2.kategorie.

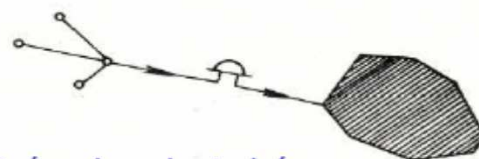
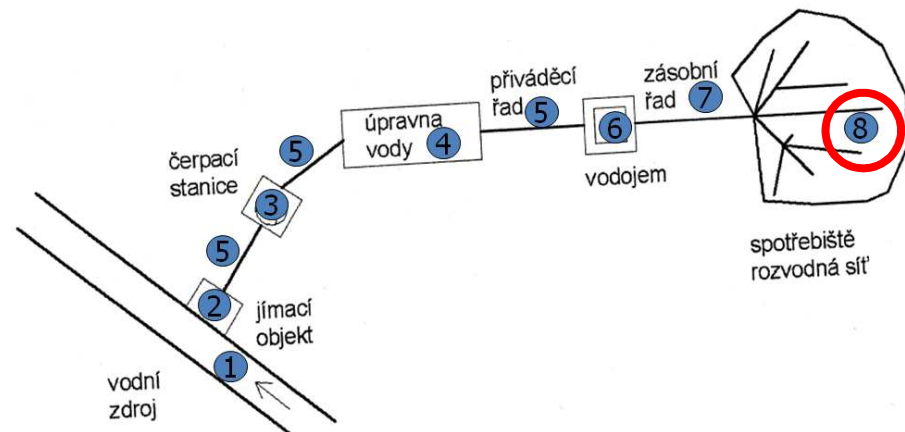


8 Distribuční síť

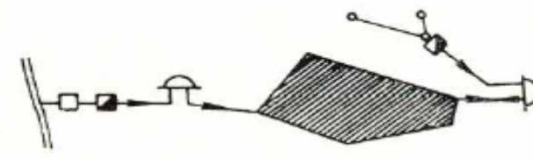
jsou vodovodními řadami, které zajišťují vlastní zásobování vodou, zpravidla se jedná o uliční rozvody s přímou vazbou na spotřební objekty. Ve smyslu s ČSN 73 6005 se jedná o místní vedení 3. kategorie

Tlakové pásmo je část spotřebiště zásobována vodou ve stanoveném rozmezí přetlaku, které nemusí tvořit samostatně funkční systém. Jedno pásmo tlakové může obsahovat několik pásem zásobních.

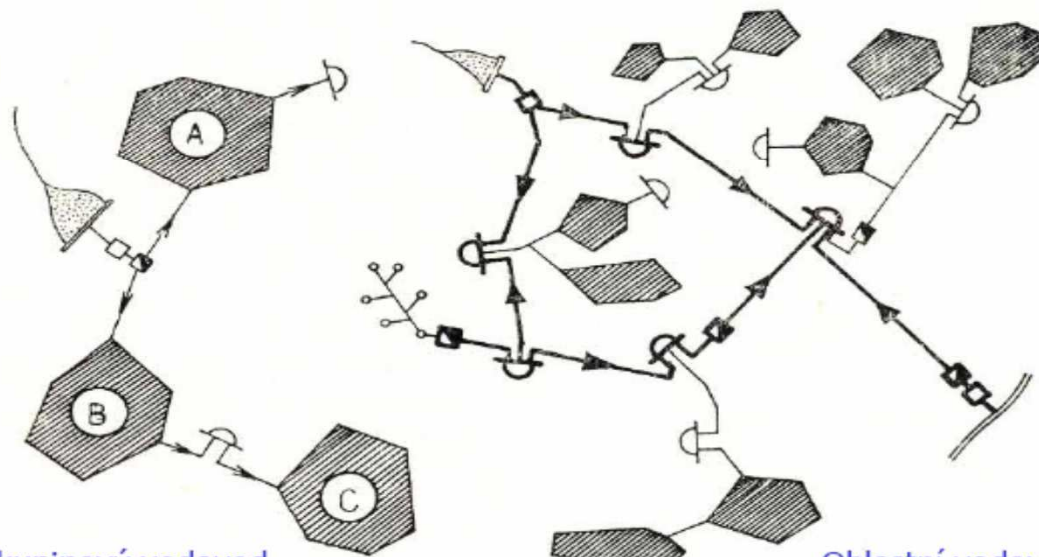
Zásobní pásmo je část spotřebiště samostatně zásobována vodou v určitém rozmezí přetlaku (optimálně 0,25-0,60 Mpa, resp. 0,15 – 0,70 Mpa). Jedno tlakové pásmo zásobní může zasahovat do dvou pásem tlakových.



Místní vodovod s jedním zdrojem vody



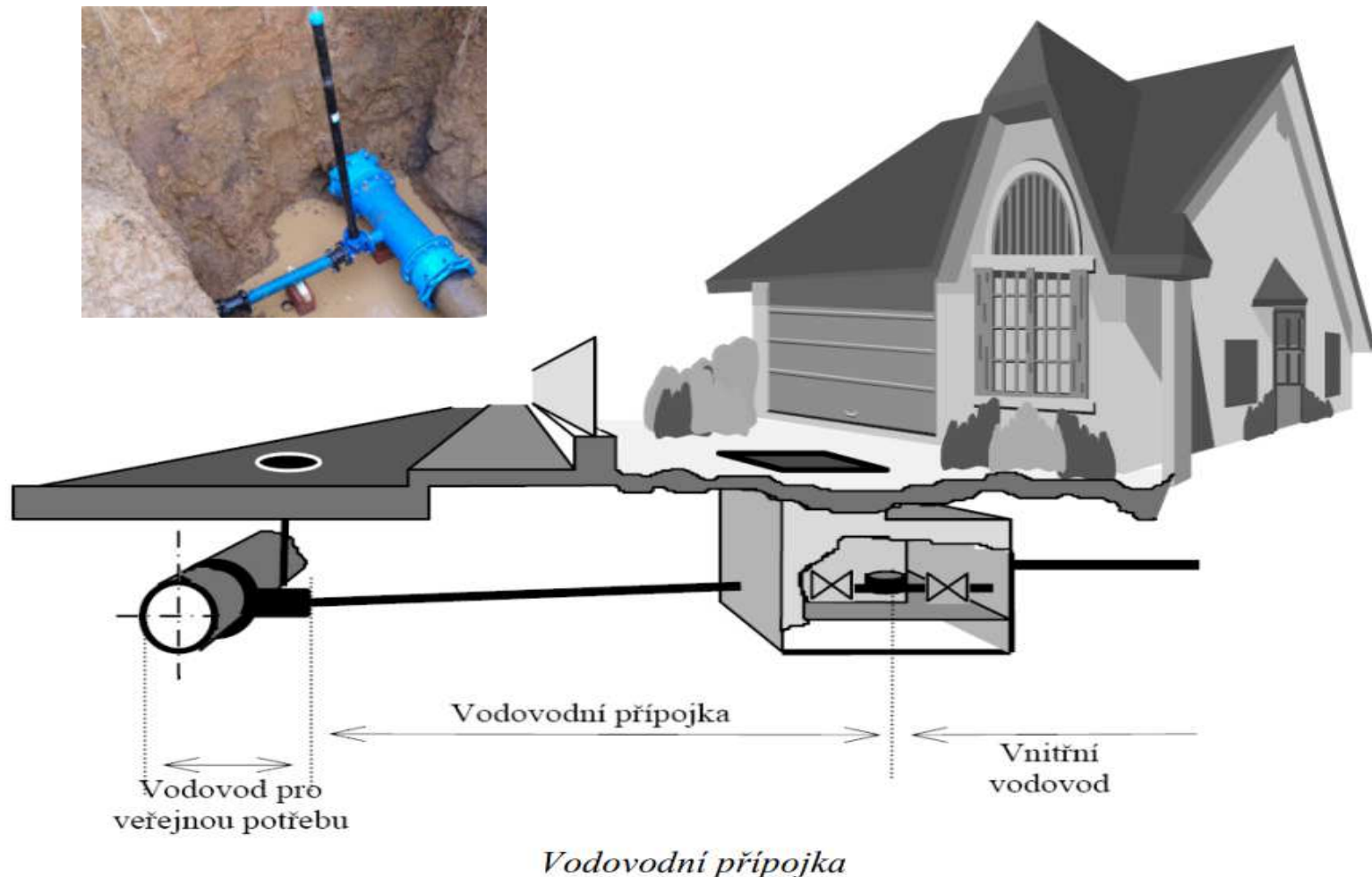
Místní vodovod s více zdroji vody



Skupinový vodovod

Oblastní vodovod

9 Odběratelé vodovodní přípojka
je v souladu s odst.(1)§3 zákona o vodovodech a kanalizacích č.274/2001 Sb.samostatnou stavbou tvořenou úsekem potrubí od odbočení z vodovodního řadu k vodoměru, a není-li vodoměr, pak k vnitřnímu uzávěru připojeného pozemku nebo stavby. Odbočení s uzávěrem je součástí vodovodu. Ve smyslu ČSN 73 6005 se jedná o místní vedení 4.kategorie.

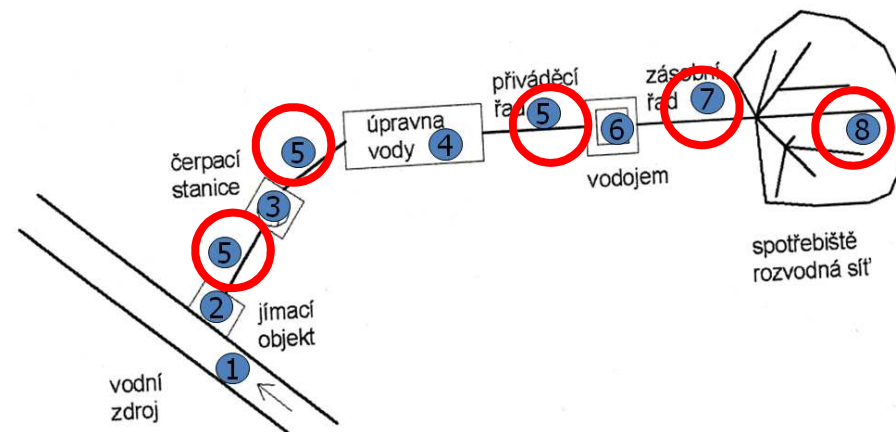


5

7

8

Trubní řady-materiály



❑ **ČSN 73 66 20** - vodovodní potrubí :litina (šedá, tvárná), ocel, azbestocement, železobeton, plasty (PVC, PE, PP), sklolaminát

❑ **spoje:** hrdlové, přírubové, lepené, svařované

❑ **rozměry:** - normalizované řady: **Litina a ocel** - DN (Js)

80,100,150,200,250,300,350,400,500,600,800,1000,1200

Tlak - Jt 1,0 MPa (PN 6,10,16)

Plasty-rozměry: např. PE DN/d 110/87,6; 125/99,6; 140/111,6; 160/127,4

5

7

Trubní řady-materiály

8

□ **ČSN 73 66 20 - vodovodní potrubí :**

1) uzávěry: šoupátka vřetenová, třmenová

- možnost uzavřít každý úsek, z obou stran důležité přípojky (nemocnice), uzávěry >DN 500 vlastní obtok, ovládání šoupátek pomocí elektromotorů

2) armaturní šachty: tam kde více než dva uzávěry, pro větší profily, prefabrikované i monolitické, vhodné pro umístění red. ventilů

3) vzdušníky: pro odvádění vzduchu, osazení v nejvyšších místech řadu, před vzdušníkem vždy uzávěr, použití nejčastěji při napouštění a vypouštění vody

5

7

Trubní řady-materiály

8

4) kalníky (kalosvody): umožňuje vypouštění vody z potrubí, umístění v nejnižších místech, nad DN 150 zaústění do kanalizace, toku, vypouštění úseku potrubí do 2 hodin (dle normy)

5) hydrant : odběr vody v případě požáru, vždy podzemní (nadzemní tam, kde nehrozí zamrzání), vzdálenost od budov dle typu zástavby (min. 5 m), max. vzdálenosti - rodinné domky 200/400 m

6) opěrné bloky : proti posunu nebo vychýlení ze směru, opěrné, kotevní bloky, tam kde změna směru, na odbočkách, potrubí uložené ve velkém spádu, na konci větve

5

7

Trubní řady-materiály

8

7) chráničky: při křížení s komunikací na mostech pod tokem, měla by přesahovat min. 1-2m překážku, většinou o 1 profil větší

8) umístění potrubí v min. sklonu 0,3%, (0,1%), hloubka 1,2 až 1,6 m - nezámrzá hloubka, před uvedením vodovodu do provozu tlaková zkouška na 1,5 násobek max. provozního tlaku

Ochranné pásmo vodovodu – rozsah, zřizování

U řadů do DN 500 včetně přípojek 1,5 m od vnějšího líce přípojek

U řadů nad DN 500 2,5 m od vnějšího líce přípojek

U čerpacích stanic a vodojemů 2 m od vnějšího líce nadzemního nebo podzemního obrysu

objektu, potřebný rozsah se vymezí v rámci projektu

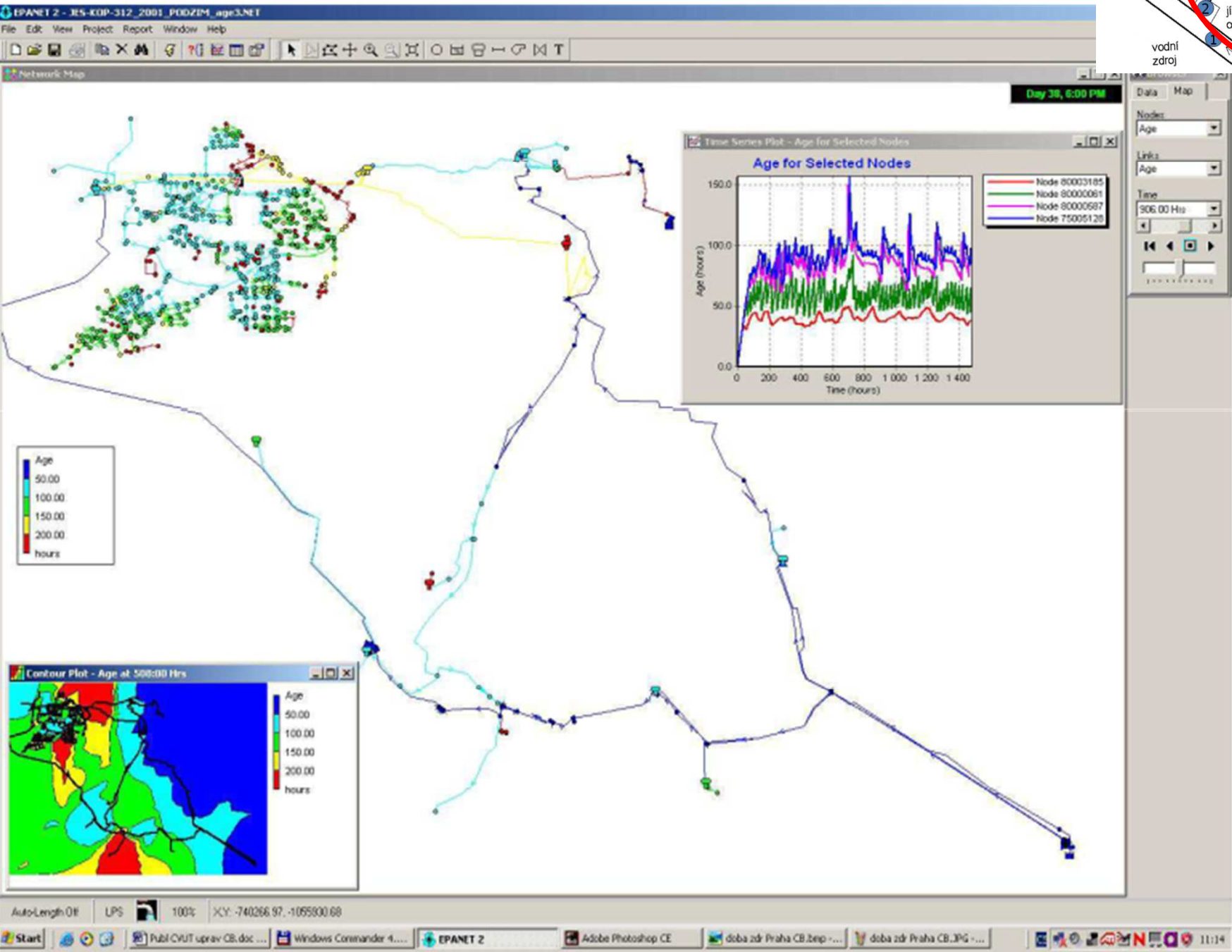
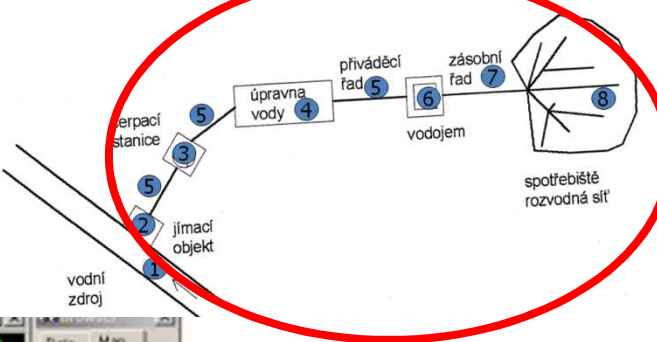
Vliv na ostatní prvky MI

Křížení-plynárenství, teplárenství, vodní toky, el.rozvody, telekomunikace, železnice,...

Zásobování vodou- stavby, vojenské objekty, letiště, rekreační zóny, areály, supermarkety, průmyslové a sportovní zóny, zemědělství, vinařství,..

Půda, krajinné prvky (morfologie)	výstavba úpravny	ochranná pásma	struktura terénu	výstavba vod. sítě
Lesy	ochranná pásma			
Vodní cesty	křížení	výstavba (mosty...)	jímací objekty	
Stokování ČOV	tam, kde je voda přivedena musíme pak odvést odpadní vody			
Odpadové hosp.	nutná likvidace vodárenského kalu			
Ovzduší	souvisí v ohledu se skladováním a odvětráním chemických látek			
Životní prostředí	souvisí komplexně s výstavbou a provozem			
Lázeňství	je pododvětvím vodárenství přivedena pitná voda			
	samostatné chem. Hospodářství			

Návrh, hydraulické analýzy sítě



1-8

Provoz vodárenské soustavy

