

# Zásobování vodou

# Potřeba vody

## Pitná voda pro obyvatelstvo :

**Spotřeba 150 – 180 l na obyvatele a den, ve vyspělých společnostech až 200 l na osobu a den.**

**Spotřeba vody pro technickou a občanskou vybavenost – ve městech až 150 l na osobu a den.**

## Voda v zemědělství :

**Například 60 l na ustájenou dojnici a den.**

**Potřeba vody pro závlahy až 3000 m<sup>3</sup> na 1 ha pozemku.**

## Průmyslové provozy :

**Velmi odlišné nároky na množství vody i kvalitu pro různé technologie.**

# Pitná voda

**Definice pitné vody dle vyhl. 376/2000 Sb.**

**„Zdravotně nezávadná voda, která ani při trvalém požívání nevyvolá onemocnění nebo poruchy zdraví přítomností mikroorganismů nebo látek ovlivňujících akutním, chronickým či pozdním působením zdraví fyzických osob a jejich potomstva, jejíž smyslově postižitelné vlastnosti a jakost nebrání jejich požívání a užívání pro hygienické potřeby fyzických osob“.**

## **ČSN 75 7111**

**Klasifikace jakosti povrchových vod :**

**I. Velmi čistá voda**

**II. Čistá voda**

**III. Znečištěná voda**

**IV. Silně znečištěná voda**

**V. Velmi silně znečištěná voda**

# Typické schéma zásobování pitnou vodou

- Ø Zdroj a jímání surové vody
- Ø Doprava vody od zdroje k úpravně
- Ø Úpravna vody
- Ø Doprava vody z úpravny k vodojemu
- Ø Akumulační vodojem
- Ø Zásobovací řad
- Ø Rozvodná síť

## Zdroje surové vody :

- Ø Přirozené podzemní vody.
- Ø Umělé infiltrace (Jizera – Kárané).
- Ø Krasové vody, štěrkoviště pískovny.
- Ø Vodárenské nádrže (VD Želivka, VD Nýrsko, VD Římov .....).
- Ø Přímé odběry z toků (Praha – vodárna Podolí).

# Vlastnosti surové vody

V současnosti přes 60 % pitné vody vyráběno úpravou z povrchové vody.

Většina povrchových vod postižena eutrofizací.

## Eutrofizace :

Proces obohacení vod o živiny (dusík, fosfor).

Ø Přírozená eutrofizace – výplach živin z půdy a rozklad mrtvých těl organismů.

Ø Nepřírozená (nadměrná) eutrofizace vyvolaná lidskou činností (nadměrné používání hnojiv v zemědělství, prací prášky).

Důsledky eutrofizace :

Ø Přemnožení planktonu  $\rightarrow$  nedostatek kyslíku ve vodě po jeho vymření  $\rightarrow$  vymírání ryb a organismů žijících zejména u dna.

Ø Toxické látky ze sinic a rozkládající se organické hmoty  $\rightarrow$  působení na celou rybí populaci i další organismy v potravinovém řetězci.

## Negativní důsledky eutrofizace surové z pohledu následné úpravy na pitnou vodu:

- Ø Zvyšování pH surové vody vlivem intenzivní fotosyntézy.
- Ø Vznik nežádoucích pachů a příchutí vody.
- Ø Nadprodukce organické hmoty v horní vrstvě vody v nádrži P nedostatek kyslíku u dna, ten je doprovázen zvýšenými koncentracemi Mn a Fe.
- Ø Produkce toxinů (sinice) a **látek, které se stávají prekursory chlorovaných derivátů.**
- Ø Zvýšení spotřeby chemikálií nutných k úpravě vody.
- Ø Zkracování pracovních cyklů jednotlivých separačních stupňů úpravny (vyšší spotřeba prací vody, energie vyšší produkce kalu).
- Ø Překročení přípustného obsahu organismů v pitné vodě.

## Technologické procesy úpravy surové vody :

- Ø Odželezování a odmanganování
- Ø Chemické čiření (koagulace a vložkování)
- Ø Desinfekce vody

### Odželezování a odmanganování :

Oxidace sloučenin  $\text{Fe}_2+$  a  $\text{Mn}_2+$  na vyšší mocenství  $\text{P}$  vytváření vložkových suspenzí odstranitelných separací.

### Základní procesy chemického čiření :

- Ø Destabilizace koloidů a jemných suspenzí ve vodě neutralizací jejich elektrického náboje.
- Ø Agregace destabilizovaných částic. } koagulace
- Ø Separace vzniklých agregátů aplikací vhodného separačního postupu – vložkování.

## **Účel chemické čiření :**

**Odstranění koloidních částic jemných suspenzí.**

## **Technologický postup čiření :**

**Dávkování roztoků hydrolizujících solí (železitých, hlinitých nebo železnatých)  $\rightarrow$  vytvářejí s vodou hydroxidy většinou s kladným nábojem.**

**Vzniklé částice koagulují nebo reagují s jemně suspendovanými nebo koloidními částicemi nečistot obvykle se záporným nábojem  $\rightarrow$  vznik částic (vloček)  $\rightarrow$  jejich odstranění sedimentací, flotací, filtrací.**

## **Desinfekce vody :**

**Ø Zásobování pitnou vodou velkých měst – výhradně chlorace.**

**Ø Menší oblasti do 10 000 obyvatel – ozonace (1%), chlodioxid (5%), chloraminace (24 %), chlorace (70 %).**



## **Kategorie upravitelnosti surové vody :**

- I – Surová voda vyžadující pouze desinfekci popřípadě prostou pískovou filtraci nebo mechanické odkyselení či odstranění plynných složek provzdušňováním.**
- II – Surová voda vyžadující jednoduchou úpravu, například koagulační filtrací, jednostupňovým odželezováním či odmanganováním v horninovém prostředí nebo umělou infiltrací a desinfekcí.**
- III – Surová voda vyžadující dvou či vícestupňovou úpravu čiřením, sorpcí, oxidací, odželezováním, odmanganováním s dekarbonizací popř. kombinací fyzikálně chemických, mikrobiologických a biologických procesů úpravy vody.**
- IV – Surová voda nevhodná k úpravě pro zásobování, použitelná pouze ve výjimečně odůvodněných případech. Zpravidla ani při aplikaci složité technologie úpravy vody neposkytne upravená voda záruku jakosti odpovídající ČSN 75 7111.**

## **Standardní typy úprav pro jednotlivé kategorie surové vody dle vyhl. Č. 428/2001 Sb.**

- A1 – Jednoduchá fyzikální úprava a desinfekce, např. rychlá filtrace a desinfekce, prostá písková filtrace, chemické nebo mechanické odkyselení či odstranění plynných složek provdušňováním.**
- A2 – Běžná fyzikální úprava a desinfekce, koagulační filtrace, infiltrace, pomalá biologická filtrace, flokulace, usazování, filtrace, desinfekce (konečné chlorování), jednostupňové nebo dvoustupňové odželezování nebo odmanganování.**
- A3I – Intenzivní fyzikální a chemická úprava, rozšířená úprava a desinfekce (např. chlorování), koagulace, flokulace, usazování, filtrace, adsorpce (aktivní uhlí), desinfekce (ozon, konečné chlorování), jednostupňové nebo dvoustupňové odželezování nebo odmanganování.**

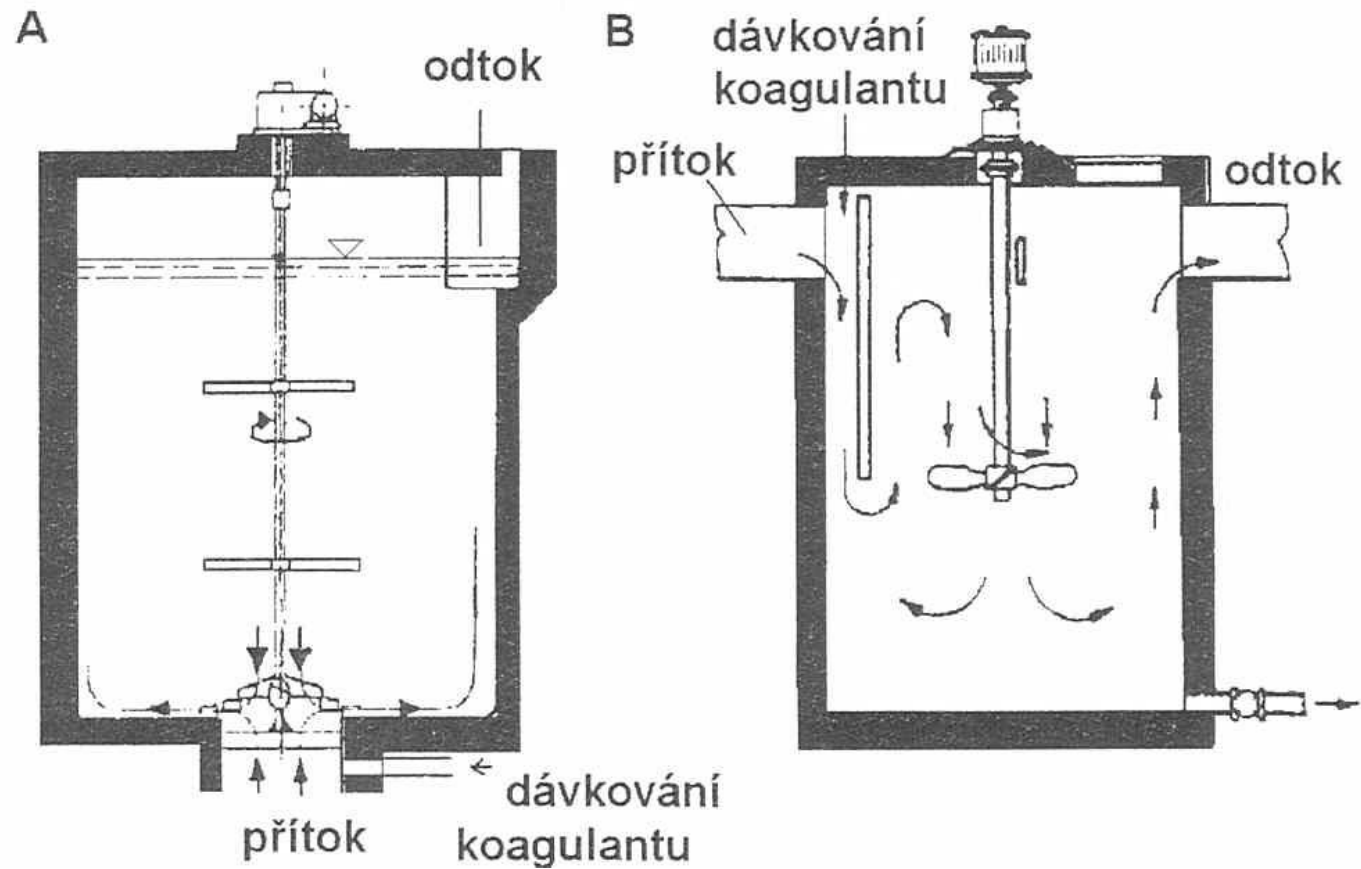
# Hlavní technologické objekty úpraven vod

## Rychlomísiče

Slouží k promíchávání vody s koagulačním činidlem.

Nejběžnější typy rychlomísičů :

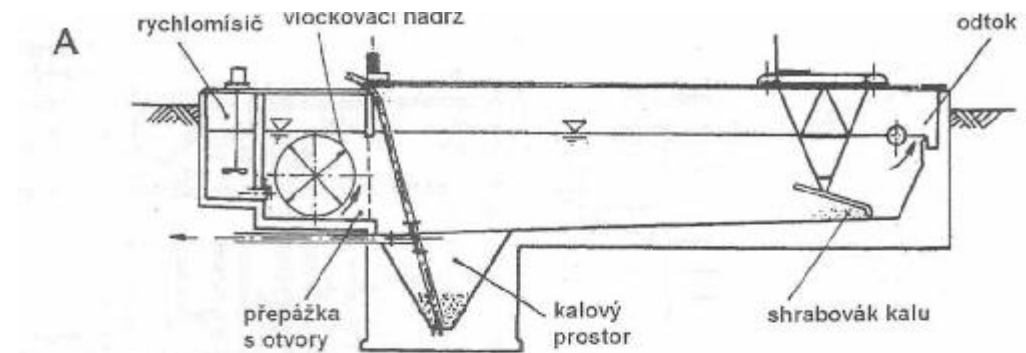
- A – lopatkové
- B - vrtulové



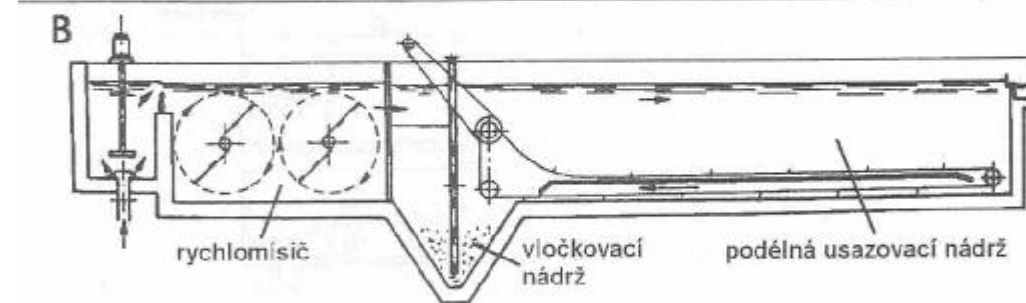
## Vločkovací nádrže – pomalé míchání

Po rychlém promíchání následuje proces pomalého míchání (ortokinetická fáze koagulace) ve vločkovacích nádržích. Nejběžnější typy vločkovacích nádrží :

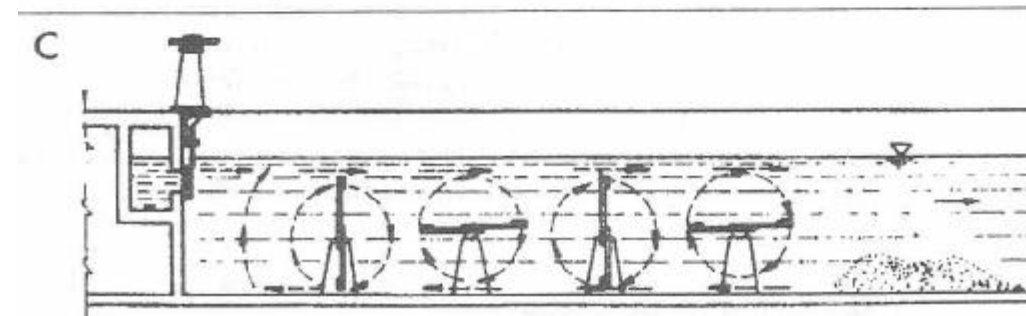
**A – podélná usazovací nádrž sdružená**



**B – rychlomísič, vločkovací a podélná usazovací nádrž**



**C – Vločkovací nádrž s vodorovnými pádly**



## Čiřiče

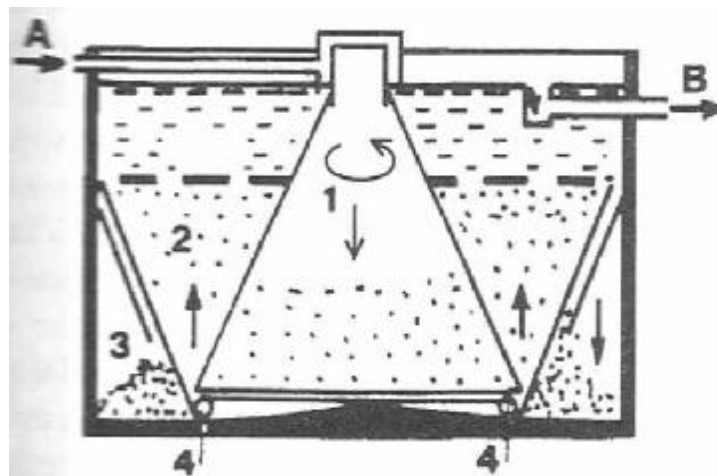
Čiřiče slouží k tvorbě a separaci vloček, při níž se využívá efekt vločkového mraku. Vločkový mrak je vrstva vznášených vločkovitých částic. Vznášení nastává při zvětšování rychlosti proudění vzhůru, ve vločkovém mraku dochází k ortokineticé koagulaci. Přítokem dalších vloček výška vrstvy stoupá, hladina vločkového mraku se udržuje na konstantní výšce pomocí přelivné hrany.

Prostorově úspornější než vločkovací nádrže, citlivější na změnu Q.

Čiřič ČSAV – 1 – flokulační prostor, 2 – vrstva vločkového mraku, 3 - zahušťování mraku, 4 – potrubí s tlakovou vodou.

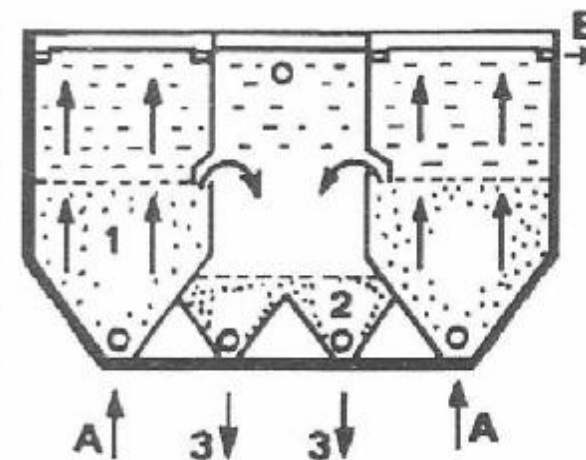
Galeriový čiřič – 1 – vrstva vločkového mraku, 2 zahušťování kalu, 3 – odtah zahuštěného kalu

A – přítok  
B - odtok



K141 HYA

Zásobování vodou



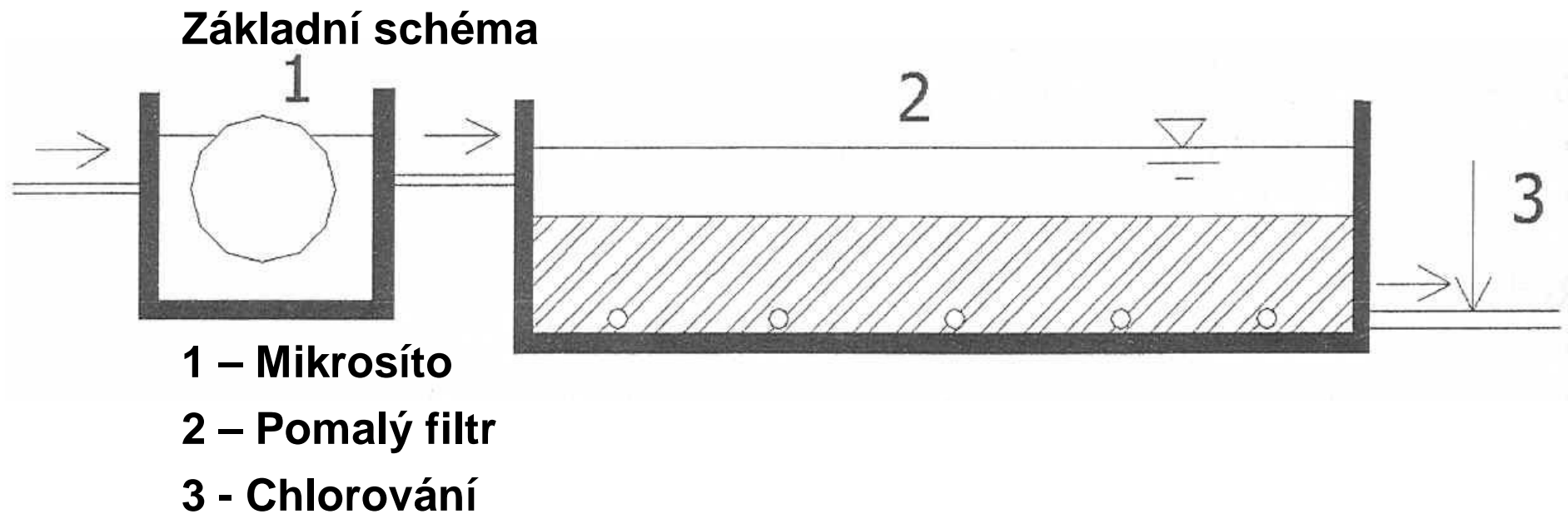
12

## Filtrace

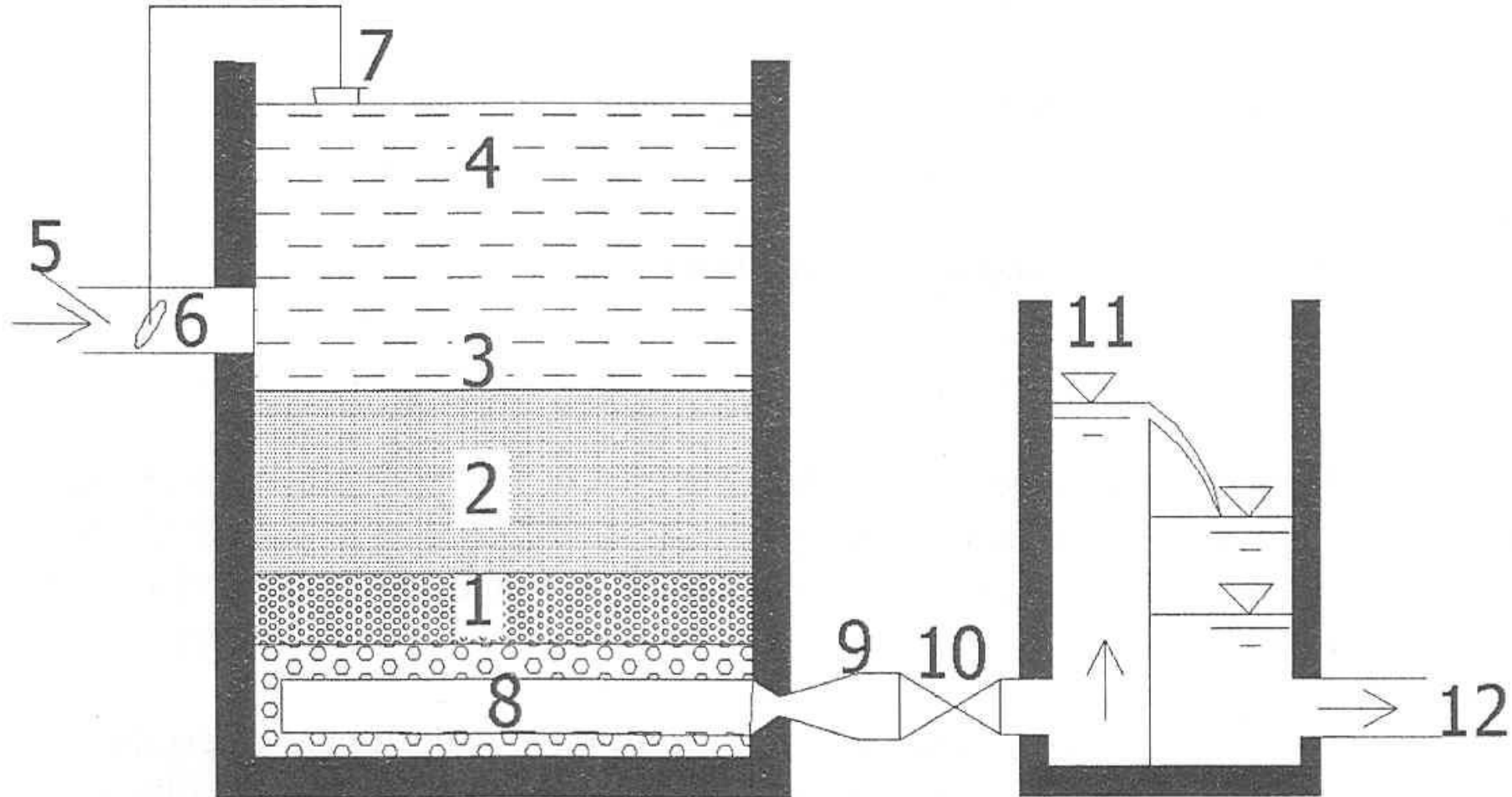
Při filtraci prochází voda zrnitým nebo porézním prostředím, kde dochází k zachycování částic nerozpuštěných látek určité velikosti z vody.

### Pomalá filtrace

Nejstarší typ filtrace. Zpočátku jen pro odstranění zákalu, později se zjistilo, že významně snižuje počet bakterií  $\hat{U}$  účinná biologická membrána na povrchu pískových částic. **Nutné praní filtru.**



## Uspořádání pomalého filtru



1 – štěrk různé velikosti, 2 – filtrační písek, 3 – biologická membrána,  
4 – vrstva filtrované vody, 5 – přítok surové vody, 6 – klapka, 7 – plovák,  
8 – drenážní potrubí, 9 – Venturiho trubice, 10 – uzávěr, 11 – přeliv,  
12 - odtok filtrátu

## Rychlá filtrace

Dnes nerozšířenější technologie ve vodárenství. Proces separace suspendovaných částic z vody průtokem přes hlubokou vrstvu zrn písku. Obvykle závěrečný proces po čiření vody.

Hrubší náplň než u pomalých filtrů, vyšší filtrační rychlost  $\bar{P}$  menší plocha. Na rozdíl od pomalých filtrů nepůsobí mikroorganismy.

## Evropský rychlofiltr

A – Přítok

B – Odtok filtrátu

C – Odvod prvního filtrátu

D – Přívod prací vody

E – Odvod prací vody

F – Přívod pracího vzduchu

G – Plovákový regulátor

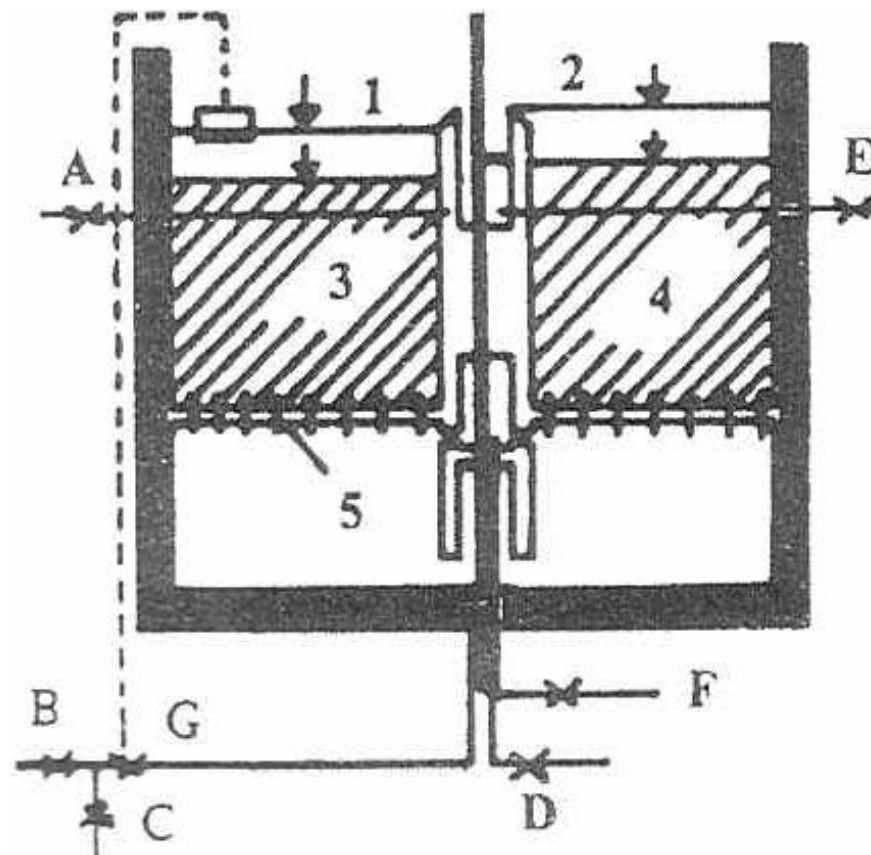
1 – Hladina vody při filtraci

2 – Hladina vody při praní

3 – Filtrační vrstva při filtraci

4 – Filtrační vrstva při praní

5 – Mezdino s filtračními tryskami





## Úpravna vody Želivka (80 % pitné vody pro Prahu) :

1. Odběr surové vody z nádrže – každý ze 2 výtlačných řadů má 5 odběrných oken 1.8x1.8 m v různých výškových úrovních věžového objektu přehrady P volba vhodné úrovně z hlediska kvality vody.
2. Čerpání surové vody do úpravny – 2 výtlačné řady (DN 1400 a DN 1600).
3. Koagulace – použití 40% roztoku síranu hlinitého, vytvořené vločky se zachycují v pískových rychlofiltrech (celkem 32 jednotek rychlofiltrů s filtrační rychlostí 4.4m/s).
4. Chemická úprava – dávkování kyseliny sírové upravuje pH, manganistan draselný odstraňuje mangan, aktivní uhlí v případě mimořádných stavů (zápach).
5. Filtrace – probíhá ve 2 x 12 filtrech s filtrační rychlostí do 5 m/hod, filtr z křemičitého písku 1.1 až 1.6 mm. Filtrační cyklus 24 až 72 hod.
6. Ozonizace pro zlepšení sensorických vlastností, doalkalizace vápenným hydrátem pro úpravu pH, desinfekce dávkováním chlóru.
7. Akumulace pitné vody ve 2 regulačních vodojemech – 17000 m<sup>3</sup>.
8. Doprava pitné vody štolovým přivaděčem do vodojemu v Jesenici.

## Úpravna vody Březová

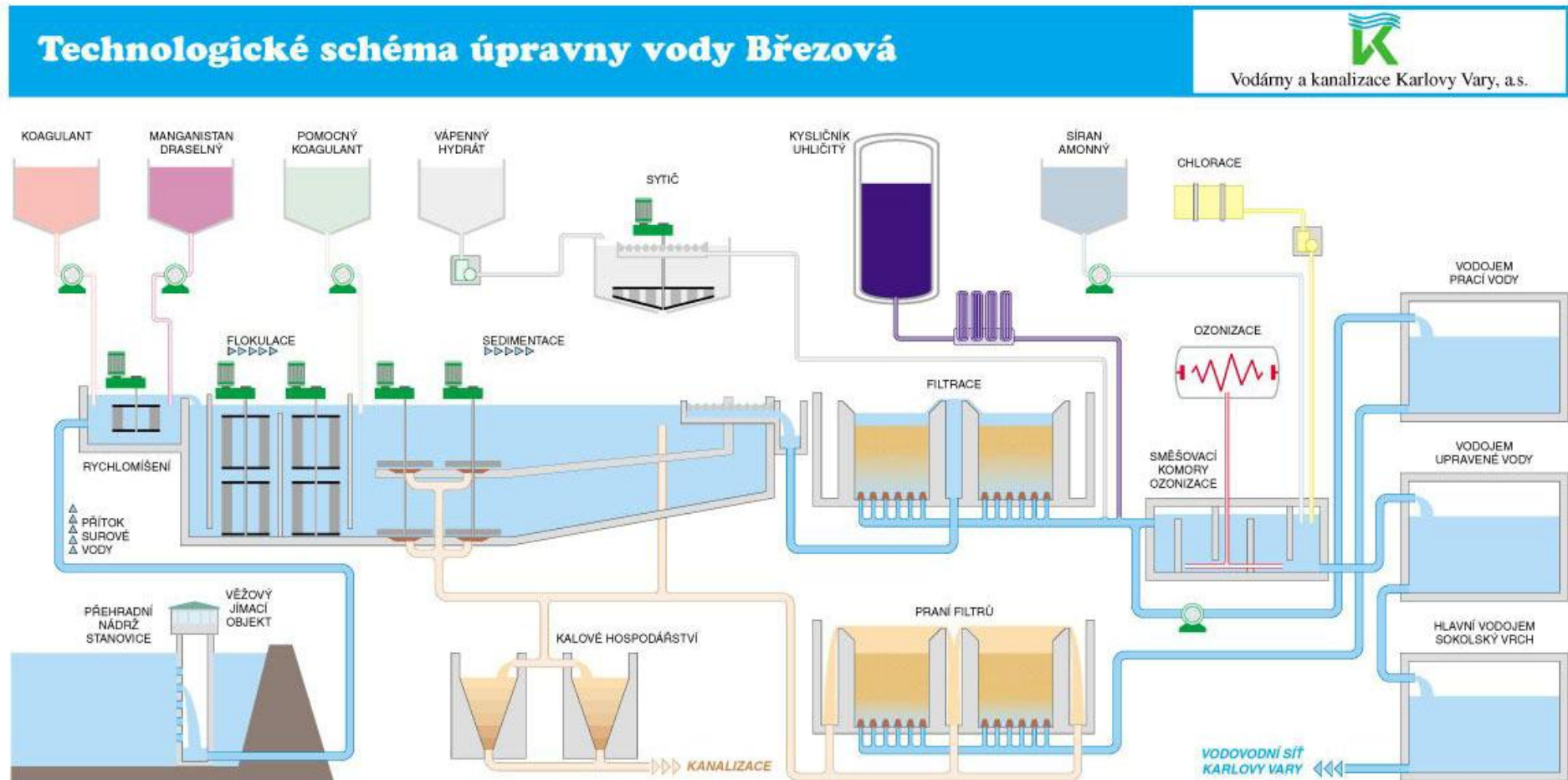
Ø Projektovaná kapacita 650 l/s, současný výkon 250 l/s.

Ø Zdroj surové vody – VD Stanovice P gravitační potrubí 3560 m.

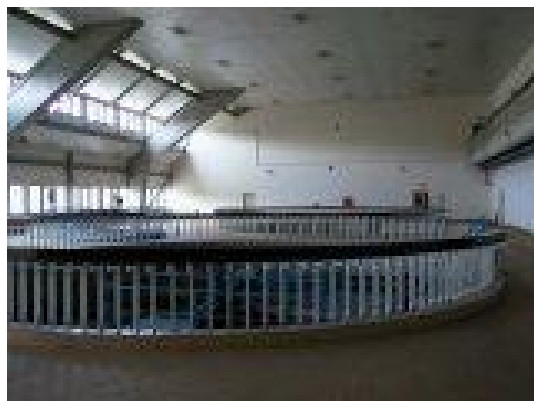
Postup úpravy :

1. V rychlomísiči smíchání surové vody s koagulantem (tekutý síran hlinitý) P vysrážení nečistot ve formě vloček Ů koagulace.
2. Na flokulaci navazují 3 obdélníkové dvoupatrové usazovací nádrže s horizontálním usazováním. Zde se nečistoty ve formě těžkých vlček usadí. Kal se stírá kruhovými shrabováký a odvádí na kalové hospodářství, následně se ve zhuštěné formě odváží.
3. Z usazovacích nádrží odtéká voda na pískoví rychlofiltry o celkové ploše 518 m<sup>2</sup>. Agresivita vody se dále upravuje ztvzováním za použití plynného CO<sub>2</sub> v kombinaci s dávkováním vápenného hydrátu P dosažení optimálního pH a tvrdosti vody.
4. Desinfekce vody se provádí přidáním plynného chlóru spolu s chloridem amonným.
5. Od roku 2001 se přidávají inhibitory koroze na bázi fosforečnanů P snížení koroze ocelového potrubí P snížení obsahu Fe ve vodě.

# Schéma úpravy vody Březová



# Úpravna vody Bedřichov



K141 HYA

Zásobování vodou

# Úpravna vody Hradiště



K141 HYA

Zásobování vodou

20