

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování



Břehová a umělá infiltrace pitné vody

Bank and artificial infiltration of drinking water

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Josef Sobota, CSc.

Bakalant: Klára Čeloudová

2014

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
Katedra vodního hospodářství a environmentálního  
modelování  
Fakulta životního prostředí

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Čeloudová Klára

Vodní hospodářství

Název práce

**Břehová a umělá infiltrace pitné vody**

Anglický název

**Bank and artificial infiltration of drinking water**

## Cíle práce

- 1) Popište způsoby jímání povrchových a podzemních vod
- 2) Vysvětlete princip břehové a umělé infiltrace
- 3) Předložte příklady využití břehové a umělé infiltrace

## Metodika

- 1) Vypracování rešerše o zadané problematice
- 2) Rekognoskace na úpravě vody v Káraném
- 3) Konzultace s dalšími provozovateli břehové či umělé infiltrace
- 4) Sepsání bakalářské práce

## Harmonogram zpracování

Datum zadání bakalářské práce: duben 2013

Datum odevzdání bakalářské práce: 16.4.2014



## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci nazvanou „Břehová a umělá infiltra-  
ce pitné vody“ vypracovala samostatně, pod vedením pana Ing. Josefa Soboty CSc.,  
a s přispěním Ing. Ladislava Herčíka. Při realizaci bakalářské práce jsem použila  
pouze materiály, které jsou uvedené v seznamu použité literatury a zdrojů.

V Praze dne .....

.....



## **Poděkování**

Touto cestou bych chtěla poděkovat svému vedoucímu práce, panu Ing. Josefu Sobotovi CSc. za cenné rady a trpělivost při realizaci mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat celé mé rodině za trpělivost a podporu během mého studia.

V Praze dne .....

.....

## **Abstrakt**

V této bakalářské práci jsou popsány způsoby jímání povrchových a podzemních vod, dále je zde vysvětlen princip břehové a umělé infiltrace. Břehová a umělá infiltrace je prakticky ukázána na lokalitě Káraný. Dále je zmíněno použití pro velké zdroje v potravinářském průmyslu, jako je například pivovarnictví, sladovnictví atd.

## **Klíčová slova**

Břehová infiltrace vody, umělá infiltrace vody

## **Abstract**

In this bacalo rwork are characterised wals of intaking surface and subterranean waters, then is explained the resolution of bank and artificialin filtration. Shore and artificial infiltration is practically described in Karany area. Further is mentioned usage for huge resources in food processing, such as brewing, maltingetc.

## **Keywords**

Bank infiltration of water, artifical infiltration of water

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	<b>7</b>
<b>1.1 Námět bakalářské práce</b> .....	<b>7</b>
1.2 Cíle bakalářské práce.....	7
1.3 Metodika zpracování bakalářské práce.....	7
<b>2. Jímání povrchové vody</b> .....	<b>8</b>
2.1 Jímací objekty povrchové stojaté vody.....	8
2.2 Jímací objekty povrchové tekoucí vody .....	9
<b>3. Jímání podzemní vody</b> .....	<b>10</b>
3.1 Vertikální jímací zařízení (studny).....	10
3.2 Horizontální jímací zařízení.....	10
3.3 Plošné jímací zařízení.....	10
<b>4. Břehová infiltrace</b> .....	<b>12</b>
4.1 Jímání břehové infiltrované vody.....	12
4.2 Fyzikální změna vody.....	13
4.3 Jímací studně.....	14
4.3.1 Násoska .....	14
4.3.2 Vývěva.....	15
4.3.3 Evakuační věže násosky.....	16
4.3.4 Načerpací stanice .....	17
4.3.5 Svodný řad.....	17
4.4 Měření hladiny podzemní vody.....	18
<b>5. Umělá infiltrace</b> .....	<b>19</b>
5.1 Nepropustné podloží nádrže.....	19
5.2 Technické provedení umělé infiltrace .....	20
5.3 Jímací studny.....	22
5.4 Účinek umělé infiltrace.....	23
5.4 Volba druhů infiltračního zařízení .....	24
5.5 Dosavadní provozní zkušenosti.....	25
<b>6. Změny v kvalitě vody</b> .....	<b>27</b>
<b>7. Legislativa</b> .....	<b>28</b>
7.1 Chráněné oblasti přirozené akumulace vod.....	28
7.2 Ochranná pásma vodních zdrojů.....	28
7.3 Citlivé a zranitelné oblasti .....	30

7.4 Ochrana množství vod.....	30
7.5 Ochrana jakosti vod.....	31
<b>8. Příklad použití břehové a umělé infiltrace.....</b>	<b>35</b>
8.1 Káraný.....	35
8.1.1 Historie.....	35
8.1.2 Popis zdroje.....	37
8.1.3 Popis.....	38
8.1.4 Současnost.....	43
8.1.5 Kontrola jakosti.....	44
8.1.6 Provozní zkušenosti, možnosti modernizace.....	45
8.2 Potravinářství.....	45
8.2.1 Příklady.....	45
8.2.2 Historie zásobování pivovarů vodou.....	46
8.2.3 Požadavky na varní vodu.....	46
<b>9. Závěr.....</b>	<b>47</b>
<b>10. Použitá literatura.....</b>	<b>48</b>
<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>50</b>
<b>Seznam příloh.....</b>	<b>51</b>

# 1. Úvod

## 1.1 Námět bakalářské práce

Břehová a umělá infiltrace pitné vody jsou způsoby, jak se z povrchové vody stává voda podzemní. Oba způsoby si jsou navzájem podobné. Podzemní voda se bere jako nejkvalitnější zdroj pitné vody na Zemi.

Břehová infiltrace je přirozený způsob, jak se z povrchové vody stává voda podzemní pomocí infiltrace (průsaku) do půdy, a to převážně dnem a břehy toku, zatímco princip umělé infiltrace je založen na umělém dodávání předčištěné povrchové vody do vsakovacích nádrží. Infiltrovaná voda je následně jímána studnovými systémy.

Oba způsoby jsou závislé na hydrogeologických podmínkách podloží dané oblasti, ne každé podloží je vhodné pro tuto metodu jímání vody. Nejvhodnější je pískové podloží, u umělé infiltrace se používá štěrkopískové podloží.

## 1.2 Cíle bakalářské práce

1. Charakterizovat způsoby jímání povrchových a podzemních vod
2. Vysvětlit principy břehové a umělé infiltrace
3. Předložit příklady využití Břehové a umělé infiltrace

## 1.3 Metodika zpracování bakalářské práce

- Vypracování rešerše o zadané problematice
- Rekognoskace na úpravě vody v Káraném
- Konzultace s dalšími provozovateli břehové či umělé infiltrace
- Sepsání bakalářské práce

## 2. Jímání povrchové vody

Povrchovou vodou je míněna voda, která je obsažena ve všech povrchových zdrojích, ať už potoky, řeky nebo rybníky. Tyto zdroje celkově tvoří přibližně 3 % z objemu sladké vody na světě. (Kolektiv autorů, 2012)

### 2.1 Jímací objekty povrchové stojaté vody

Ve stojatých vodách se budují:

**Věžovité jímací objekty** v provedení alespoň se třemi odběrnými otvory v různých hloubkách (okny nebo též etážemi). Tyto otvory jsou samostatně uzavíratelné zevnitř i z venčí a opatřeny česlemi. Stavebně tento objekt bývá uspořádán jako samostatná odběrná věž, která je komunikačně spojena s břehem (nebo hrází). Dále se také může objevit jako jímací objekt začleněný do tělesa samotné hráze. Zpravidla se navrhuje u sypaných zemních a kamenitých hrází.

V určitých časových intervalech se provádí měření čistoty vody v jednotlivých oknech a dle naměřených výsledků se voda odebírá z aktuálně nejpříznivější zóny.

Rozeznáváme 2 způsoby, jak odebírat vodu z jednotlivých etáží, a to:

- 1) Uvnitř věže je svislé potrubí, na toto potrubí jsou napojeny jednotlivé odběry. Sběrné potrubí prochází také vodorovnou štolou uvnitř hráze.
- 2) Výtok vody z otvorů je volný, tzn., věž se naplňuje vodou z příslušného odběru. Voda pak dále odtéká tlakovou štolou uvnitř hráze.

**Jímací objekty nade dnem nádrže** se používají jen u nádrží s čistou vodou, kde se nehromadí sedimenty, a tudíž nedochází k rozkladu organických látek. Podmínky mohou splňovat i přehradní nádrže, ale nejčastěji se tento způsob využívá u jezer. Objekty se umísťují cca 1 m nad dno nádrže.

Vhodné je spojit jímací a odběrné potrubí se systémem výpustí, aby při případné poruše jednoho zařízení byla zajištěna plynulá dodávka ze zařízení druhého.

Nevýhoda tohoto typu jímacího objektu je jeho nepřístupnost. (Tesařík a kol, 1985)

## 2.2 Jímací objekty povrchové tekoucí vody

Vodní toky jsou častými zdroji vody pro obyvatele i průmysl. Voda v toku musí mít takovou jakost, aby bylo možné běžnými technologickými prostředky zajistit požadované vlastnosti vyhovující normě pro pitnou vodu. Odběry však musí vodoprávně zajistit, aby byly zachovány nároky všech ostatních uživatelů a také aby byl zajištěn určitý minimální průtok. Není vhodné provádět odběry z míst, která se často zanášejí, a míst nestabilních, dále je nutno posoudit účinky ledu, tj. led nesmí bránit odběru. (Kolektiv autorů, 2012)

V tekoucích vodách se budují:

**Břehové jímací objekty** zejména u toků se stabilními břehy (obsahují hrubé a jemné česle, čerpací jímka, armaturní komory).

**Jímací objekty nade dnem koryta** zejména u širších vodních toků s nestabilními břehy. Dále do této kategorie můžeme zařadit jímání ve dně koryta u toků bystřinného charakteru (většinou jsou řešeny jako drény nebo příčné jímací žlaby).

(Tesařík a kol., 1985)

### 3. Jímání podzemní vody

Podzemní voda patří k největším sladkovodním zásobám na světě, mimo ledovců a ledových ker tato sladká voda tvoří přes 97%. Vyskytuje se pod povrchem země, zejména v pórech mezi částicemi půdy, a v místech, kde je narušena kontinuita hornin. Tato voda se považuje za nejkvalitnější zdroj pitné vody. V některých případech se podzemní voda označuje jako voda minerální, a to především, když obsah rozpuštěných minerálních látek nebo plynů překročí určitou stanovenou hranici. (Kolektiv autorů, 2012)

#### 3.1 Vertikální jímací zařízení (studny)

Vertikální jímací zařízení zasahuje do zvodněných vrstev svislým směrem. Rozeznáváme:

**Jehlové studny** jsou nejjednodušší typy studní z ocelových závitových trubek, v dolní části děrované, jímá se voda v malé míře a z malých hloubek.

**Trubní studny vrtané** slouží pro odběry z hloubek 15 až 200 m.

**Šachtové studny kopané** mají průměr do 1,5 m a hloubky 15 m.

**Šachtové studny spouštěné** mají vnitřní průměry od 3 do 6 m.

**Radiální studny** jsou na principu šachtové studny spouštěné o průměru 4 až 6 m, do kterých paprskovitě vedou horizontální jímací vrty.

#### 3.2 Horizontální jímací zařízení

**Jímací zářez** se používá při malých výškách zvodnělé vrstvy a v hloubce nepropustné vrstvy menší 5 m.

**Galerie** jsou budované hornickým způsobem nebo v otevřených výkopech. (Sobota, 2012)

#### 3.3 Plošné jímací zařízení

Používají se při zachycení pramenů a plošných vývěřů vody ze skalních hornin. V současné době se používají jen ojediněle, protože se v poslední době snažíme zachycovat vodu spíše z větších hloubek.



Jímání pramenů má určitá pravidla, musí totiž respektovat hydrogeologické podmínky vývěru vody a zachytit ji ve skalním podloží. I přes to, že každé jímání je unikátně řešeno, je nutno dodržet zásady, mezi které patří například:

- pramen je nutno zachytit v nejnižší možné úrovni a toto místo zachycení vodotěsně uzavřít,
- tento vodotěsný uzávěr musí sahat až po maximální hladinu podzemní vody,
- celá jímka se musí vyplnit dobře propustným filtračním materiálem,
- jímku je nutné zakotvit do nepropustného podloží, aby nedocházelo k případným únikům vody.

(Tesařík a kol, 1984)

## 4. Břehová infiltrace

V průmyslových oblastech s hustým osídlením již nestačí zásoba podzemní vody ke krytí potřeb jako v předešlých letech. Proto se hledal jiný, další zdroj vody z větších vodních toků s dobře propustnou okolní půdou, která působí jako dobrý filtr. Voda touto cestou dostává mnohdy podobné až stejné vlastnosti jako voda podzemní, se kterou se v podzemních vrstvách mísí. Aby se mohlo využít vody z řek k napájení infiltračního území, musí voda svým přítokem obohacovat tuto terasu. Může ale také nastat případ opačný, kdy voda z této terasy odtéká následkem nízké hladiny v toku a tím nastane pokles ve vydatnosti. Tomu se dá zabránit tak, že se udržuje stálá hladina toku, vybudováním jezů či jiného vhodného zařízení. „*Tato skutečnost byla ověřena při vypouštění Vranské přehrady r. 1961, kdy katastrofálně poklesla voda ve studnách posázavského vodovodu.*“ (Stuchlík H., 1962: Filtrace vody) Břehová infiltrace je vhodná na místech, kde půda není příliš jemnozrná, takže voda může rychle protékat.

Při břehové infiltraci je třeba pamatovat na to, aby délka proudnice z povrchového toku do studny postačila k odstranění nežádoucích látek z vody. V toku časem dochází ke kolmataci břehů, což vede ke zvýšení odporu při proudění. V přírodních podmínkách se kolmatovaná vrstva přirozeně strhne povodní, po povodni se obnovují původní podmínky. Kolmataci ovšem zabraňuje to, že jsou na toku vybudovány přehradní zařízení, které naopak chrání, aby nedocházelo k nedostatečné hladině vody v toku viz. výše.

Břehová infiltrace není možná na místech, kde se do toku vypouštějí odpadní vody, z hlediska zanášení vodonosné vrstvy.

### 4.1 Jímání břehové infiltrované vody

Studny se budují paralelně podél toku, vzdálenosti jímacích řadů se pohybují v rozmezí od 50 do 150 m, vzdálenost se odvíjí podle složení podloží. Vydatnost studní se odvíjí od výšky hladiny toku a na stupni smíšení s podzemní vodou, stupeň infiltrace závisí na územní propustnosti a spádu mezi povrchovou a podzemní vodou.

## 4.2 Fyzikální změna vody

Infiltrací se mění fyzikální vlastnosti vody, nejzřetelnější rozdíly se dají pozorovat u teploty a barvy vody. I přes značné výkyvy teplot v řece se infiltrací tyto teplotní výkyvy vyrovnají, což má příznivý vliv na konečnou jakost, ať je tato voda určena k pitnému účelu nebo pro účely průmyslové, kde teplota hraje velmi často významnou roli. V Bratislavě se voda těží ze studní, které jsou vzdálené od Dunaje asi 10 metrů a teplota vody se pohybuje v rozmezí 9 až 11 °C. Dále také v Budapešti využívají přirozené infiltrace, těží vodu z tunelových jímacích objektů umístěných pod Dunajem, zde také dochází k míšení s podzemní vodou. (Stuchlík, 1962)

*Rozdíly mezi pravou podzemní vodou a vodou z břehové infiltrace Tab. č. 1*

<i>Voda z břehové infiltrace</i>	<i>Podzemní voda</i>
<i>Hladina podzemní vody má spád od řeky ke studním</i>	<i>Hladina podzemní vody má spád do řeky</i>
<i>Tato hladina stoupá a klesá podle hladiny v řece</i>	<i>Hladina kolísá nepatrně a v průběhu roku je možno zaznamenat nejvyšší a nejnižší stav s přechodem</i>
<i>Přes rovnoměrný odběr hladina kolísá. Nejvyšší pokles je při dlouhotrvajícím nízkém stavu v řece a opačně při velkých vodách je nejvyšší</i>	<i>Měřítka průměrného poklesu zůstává prakticky bez větších výkyvů</i>
<i>Nejnižší a nejvyšší teplota je ovlivněna zdržením vody v podzemí a kolísá v průběhu roku max. až o 10°C</i>	<i>Teplota zůstává konstantní, maximální rozdíly 1 až 2°C</i>
<i>Teplota kolísá také podle vzdálenosti jednotlivých studní od řeky</i>	<i>Teplota je ve všech studnách prakticky stejná</i>
<i>Počet koliformních zárodků je kolísavý a závidí na vzdálenosti studní od řeky a na průtočném režimu v řece (přívally)</i>	<i>Počet zárodků je relativně nízký a rovnoměrný, tj. bez značnějších výkyvů</i>
<i>Chemické složení vody se mění podle jakosti vody v řece a závidí na zdržení podzemí a na složení vrstev infiltračního území</i>	<i>Chemické hodnoty jsou stálé, a nastanou-li změny, pak jsou poznenáhle</i>

(Stuchlík, 1962)

## 4.3 Jímací studně

### 4.3.1 Násoska

Násoska je vzduchotěsné potrubí, které slouží k dopravě vody z jímacích studní do studen sběrných. Ve sběrných studních se hromadí všechna voda z jímacího řadu. Aby násoska fungovala, je zapotřebí, aby zde byl stále podtlak. K udržení potřebného podtlaku slouží vývěva.

Sběrné studny (tzv. sběrný) jsou kruhové nádrže z betonu zastřešené z důvodu ochrany před nečistotami. Je to zařízení na způsob jímky, které slouží k čerpání přivedené vody násoskou z jímacích studní. Hladina vody zde musí být nižší, než je hladina vody v jímacích studních, pokud by tomu tak nebylo, nebyl by zajištěn přítok do sběrný. Rozdíl těchto hladin se pohybuje v rozmezí 0,5–1 metr. Tento rozdíl je způsoben trvalým odčerpáváním vody ze sběrný do svodného řadu. Celý systém je velmi citlivý a je zapotřebí ho dobře vyladit. Nastavuje se zde množství, které bude přitékající ze studny a množství odčerpávané ze sběrný. Vodotěsná násoska by mohla za pomoci atmosférického tlaku zdvihat vodu až do výšky 10 m, ideální sací výška by však měla sahat pouze do 7m. U krátkých potrubí se spád může pohybovat až do 1%, u dlouhých potrubí je spád v rozmezí 1–2 promile. Je zapotřebí, aby se vzduch a plyny vylučované z vody dostávaly do nejvyššího bodu násosky, zde se pak uplatňuje vývěva. Pokud v násosce klesne tlak, který je nepřetržitě měřen, začne vývěva automaticky odsávat plyny tak dlouho, dokud se nedosáhne požadovaného podtlaku. Stálý podtlak zaručuje plynulé proudění vody ze studní do sběren, které se nacházejí u nečerpacích stanic (ta slouží zároveň také jako jímka k další dopravě vody). Plyny zejména kyslík, oxid uhličitý aj. unikají kvůli změnám tlaku a teplot jímané vody. Pokud nastane strmější a trvalejší pokles tlaku v násosce, dá se předpokládat, že je nedostatečně utěsněna, případně je někde násoska poškozena, tato porucha se musí co nejrychleji vyhledat a opravit. Závady v těsnosti násosky nebývají časté vzhledem k tomu, s jakou přesností a pečlivostí je zkonstruována. Velikost závady těsnosti násosky se pozná tím, jak často a na jak dlouho se zapíná vývěva.

Systém získávání pitné podzemní vody pomocí násosky je velmi šetrný. Násoska vodu odebírá dostatečně opatrně a nemá vůbec žádný vliv na proudění pod-

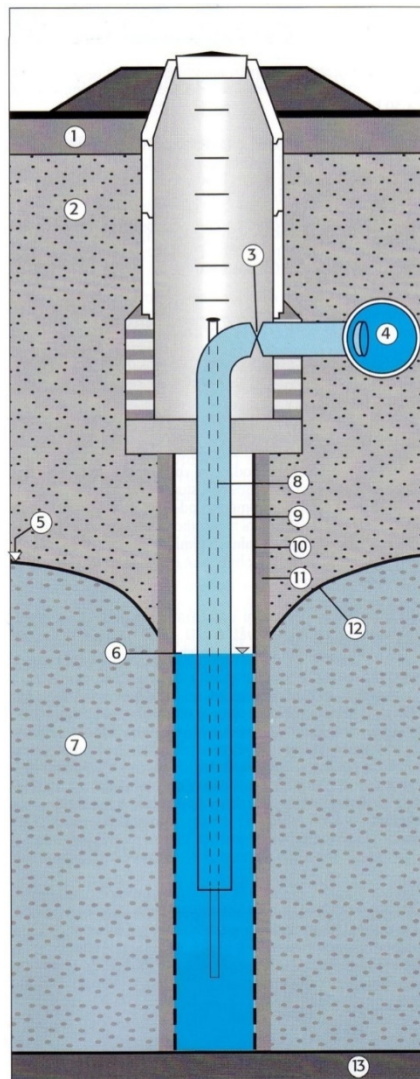
zemní vody a ani na zavodnění okolních studní. Tato hydrologická šetrnost může být však narušena špatným nastavením podtlaku.

Hladina podzemní vody tedy v oblasti nekolísá a nedochází ke snižování zásob vody v jímací oblasti. Kolmatace (zanášení) okolí studní, ke kterým dostředně proudí voda, se díky tomu značně zpomaluje a snižují se tak nároky na čištění studní. Jestliže je podtlak v násosce ideálně nastaven, jsou hydrologické podmínky v oblasti stabilní a tím umožňují nepřetržitý odběr vody bez většího dopadu na okolí.

#### **4.3.2 Vývěva**

Vývěva je zařízení zabezpečující stálý podtlak v násosce. Díky vývěvě voda proudí ze studní násoskou do sběrné vody. Vývěva je osazená vakuoměrem, u kterého se dá nastavit podtlak. Používá se pouze v případě, kdy není dostatečný podtlak v násosce, četnost jejího využití je tedy dána těsností násosky a množstvím plynů vylučovaných z vody. Pokud je vývěva používána nepřetržitě či je v provozu po delší časové období, dá se předpokládat, že je porucha v násosce nebo že došlo k poklesu hladiny vody ve studních pod úroveň studňové sací roury v takovéto situaci je třeba odstranit vzniklé závady. (Rossi, 2008)

Obr. č. 1: Vrtaná studna



Legenda:

1. Pokryvné hlíny
2. Štěrkopísky
3. Šoupátko na regulaci vydatnosti
4. Násoska DN 300 – 700
5. Hladina neovlivněná odběrem
6. Hladina při odběru
7. Zvodnělé štěrky
8. Pozorovací trubka 3/4"
9. Sací trubka DN100
10. Kameninová roura – zárubnice DN150 nebo DN300 ve spodní části perforovaná
11. Obsyp zárubnice tříděným kamenivem
12. Depresní kužel

#### **4.3.3 Evakuační věže násosky**

Pokud se na násosce nacházejí výškové lomy, například podchod řeky, je nutno před tímto lomem odvzdušnit tyto vrcholy. Pokud by se vzduch neodpustil, vznikl by zde tzv. vzduchový pytel, který by zastavil činnost násosky. Doplnující vývěvy na dlouhé násosce se nacházejí v evakuačních věžích. (Kněžek a Křivánek, 2001)

#### **4.3.4 Načerpací stanice**

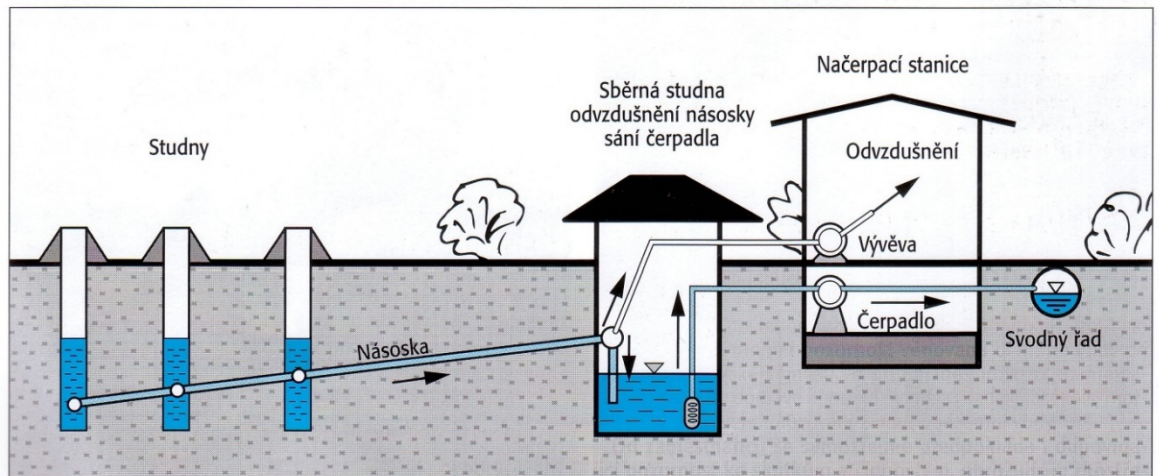
Slouží ke zvedání vody ze sběrné studny do gravitačního svodného řadu. Voda pak dále směřuje do sběrných čerpacích jímek vodárny, načerpací stanice tedy jsou jednou ze součástí dopravního systému, který zajišťuje proudění vody ze studní do hlavní čerpací stanice vodárny.

Stanice, do jejichž sběrných studní se jímá voda, jsou vybaveny všemi součástmi potřebnými k jímání podzemní vody a jsou rozmístěny podél celého jímacího systému. Stanice jsou provozním centrem jednotlivých jímacích úseků, ke každé stanici proto patří určitý počet jímacích studní, se kterými tvoří dílčí úseky.

#### **4.3.5 Svodný řad**

Svodné řady slouží k dopravě vody samospádem z jednotlivých nečerpacích stanic do hlavní čerpací stanice. (Rossi, 2008)

Obr. č. 2: Doprava vody ze studní do svodného řadu



(Scan z mat. úpravny)

#### 4.4 Měření hladiny podzemní vody

Jednotlivá pracoviště vodárny musí být průběžně informována o stavu hladiny podzemní vody u jednotlivých jímacích řadů. Hladina podzemní vody se mění na základě hydrologických podmínek, na to má vliv například střídání období sucha a deště, dále také kolísání hladiny vody v řece apod. Hladina se měří manuálně, tuto práci zajišťují zaměstnanci vodárny, jsou to měřiči hladin podzemní a povrchové vody. V určitých časových intervalech jsou sledovány i ostatní důležité parametry jako množství podzemní vody dodané jednotlivými nečerpacími stanicemi do svodného řadu vodárny. (Rossi, 2008)



## 5. Umělá infiltrace

Vzhledem ke stále se zvyšující potřebě vody bylo nutno zvýšit vydatnosti infiltračních území v oblasti vydatných toků s vyhovující jakostí. Proto se přistoupilo k metodě umělé infiltrace. Tato metoda byla poprvé navržena pro Stralsundurskou vodárnu (Německo) roku 1888. Projekt se bohužel neuskutečnil, a proto prvenství v použití umělé infiltrace bylo připisováno městu Bochum v Německu roku 1900. Správa vodárny byla donucena zřídit asi 600 metrů dlouhý příkop pro nedostatek vody ve studních. Tento příkop byl široký 15 m a po několika stech metrech ústil zpět do řeky. Tímto opatřením se jímací území ocitlo na umělém ostrově. Přítok do příkopu z počátku nebyl regulovatelný a příkop se tudíž nedal čistit, teprve až později byly v příkopu zřízeny vsakovací nádrže. Tento příkop s velkým úspěchem dal signál celé řadě projektů, které se v Německu zejména po roce 1930 uskutečňovaly. Toto umělé obohacování podzemní vody vodou povrchovou se používá dodnes nejen v Německu, ale i v průmyslově vyspělých státech včetně naší republiky.

Základní princip umělé infiltrace spočívá v čerpání povrchové vody do vsakovacích nádrží, které mají: mocné štěrkopískové dno, jsou ploché, nebo mírně klesají, a nepropustnou spodní vrstvu. Dalším důležitým požadavkem je nepřiliš vzdálený zdroj povrchové vody požadované jakosti. Voda, která hygienicky neodpovídá a mohla by rychle zanášet filtry, se ještě před čerpáním předupraví (mechanicky nebo chemicky se sedimentací a rychlofiltrací). (Stuchlík, 1962)

### 5.1 Nepropustné podloží nádrže

Nepropustná vrstva podloží by měla být nejlépe bez trhlin a puklin, může být vodorovná nebo mírně skloněná s tvarem ploché pánve. Propustné sedimenty by měly mít vhodnou velikost a neobsahovat příměsi humusu, jílovitých a hlinitých látek, které by mohly zvyšovat hodnoty oxidovatelných příměsí v čerpané vodě. Rovněž nevyhovuje území, které je hnojeno ať už umělými, přírodními nebo jinými hnojivy. Ideálním materiálem je stejnozrný písek o velikosti od 0,1 do 1 mm. Účinná velikost zrna, podle Hazena, se udává v rozmezí 0,17 až 0,43 se stupněm stejnozrnnosti 1,4 až 4,7. Hloubka pískových vrstev (náplavů) se pohybuje od 3 do 5 m s tím, že čím mocnější infiltrační vrstva je, tím lepší je jakost samotně infiltrované vody. Propustné sedimenty (náplavy) mohou mít fluvialní, glaciální nebo eolický původ. V naší republice jsou to obvykle říční terasy s různorodým materiálem relativně

dobře propustné. Pozor musíme dávat u pískovců, tam je častý problém, že bývají rozpučány, nejvhodnější jsou proto pískovce z doby křídové a permokarbonské. Okolní území by mělo být chráněno vhodným způsobem, aby se zabránilo vnikání nečistot do infiltračních vrstev. Toto území se obvykle chrání vrstvami hlíny nebo jílu. Dále je vhodný rostlinný kryt, sem se dá zařadit například luční nebo lesní kryt, dále je možné použití stromů, spíše jehličnatých než listnatých, protože jehličnaté stromy mají mělké kořeny a spotřebují také méně vody. (Stuchlík, 1962)

## 5.2 Technické provedení umělé infiltrace

U větších celků tvoří přívod vody do soustavy infiltračních zařízení jednu z největších položek, co se týče investic. Tam, kde jsou vhodné podmínky, se využívá gravitační (samospádový) přívod vody z řeky a okolních rybníků v otevřených příkopech. Přívod vody do nádrží musí být uzavíratelný, aby se podle potřeby mohly přívody zastavit a nádrž vyčistit a upravovat dle potřeby. Při zřizování uzávěrů je nutno brát v potaz ochranu před povodněmi, je-li část trasy přivádějící vodu v inundaci, pak je velice nutné její zahrazení v případě povodňových vln, je-li dno nádrže níže než hladina vody v řece nebo je jen málo výše, musí se při velkém průtočném množství počítat s tím, že se voda bude přečerpávat zpět do řeky. Pokud by se voda nečerpala zpět, mohla by zde nastat zátopa zahrazených území.

Pro umělou infiltraci se nejčastěji zřizují tzv. přečerpávací stanice mezi zdrojem vody a vsakovací nádrží, do které se přivádí ocelovým, azbestocementovým nebo jiným potrubím voda. Rozvody této přečerpávací stanice musí být takové, aby umožňovaly obsluhu uzavřít jednotlivé přívody do nádrží dle potřeby.

Vlastní infiltrační zařízení pak tvoří otevřené nádrže nejčastěji obdélníkového nebo čtvercového tvaru, dále to jsou otevřené příkopy různých šířek a délek, ve kterých proudí voda do vsakovacích nádrží, vsakovací studny s rozvodem do celého infiltračního území (tyto rozvody nejsou podmínkou) a děrované potrubí rozvedené po území.

Nejčastěji se využívá vsakovacích příkopů nebo nádrží.

### **Příkopy:**

Dno by mělo být 1,5 až 3 m pod úrovní terénu, protože povrch infiltračního území je skoro v každém případě pokryt humusovým pokryvem se značným množstvím organických látek.

## **Nádrž:**

Zde projektanti nejsou moc omezení, přihlíží se pouze k tomu, aby nádrž splňovala požadovaný výkon v rozsahu infiltračního území a složení okolního materiálu. Pro usnadnění čištění se proto volí převážně podlouhlé obdélníkové nádrže menších šířek. V našich podmínkách byly použity vsakovací nádrže o rozměru 94x9 m. Podél nádrží se zřizují úzkokolejné dráhy, které odvázejí písek do zvláštních prádeln. V těchto prádelnách se písek hydraulickou cestou vypere a je opět použitelný. Někdy se však také používá k čištění mechanických shrabováků, ty se pohybují na kolejnicích umístěných na delší straně nádrže.

Stěny nádrží a příkopů se budují ve sklonu 1:1 nebo 1:1,5. Stěny svahu jsou osety vhodnými travinami nebo jsou ve výjimečných případech pouze vybetonovány či obloženy tvárnici.

Někdy se používají i kombinovaná opevnění svahu, je použito jak vybetonování (sahající nad hladinu vody), tak i osetí (na zbytku svahu). Pro snadný přístup se do nádrží budují schody.

Vtok do nádrže je upravován tak, aby nedocházelo k vymílání uložených písků.

Čištění probíhá dle provozní potřeby v závislosti na jakosti čerpané surové vody. U relativně čistých vod se čištění provádí jednou za půl roku i méně často, u více znečištěných vod se čištění uskutečňuje po 2 až 3 měsících, a to seškrabováním nesvrchnější vrstvy písku, která je zabahněna. Aby byla zajištěna dostatečně silná vrstva filtračního písku, je třeba ji po seškrabování postupně doplňovat, doplňuje se tehdy, kdy vrstva klesne pod 40 až 50 cm. Nádrže se čistí, i když voda neobsahuje suspenzoidy ve větším množství.(Stuchlík, 1962)

Obr. č. 3: Nádrž umělé infiltrace



([www.vodarnakarany.cz/fotografie](http://www.vodarnakarany.cz/fotografie))

### 5.3 Jímací studny

Stejně jako u břehové infiltrace je voda z umělé infiltrace jímána řadou studní, které jsou souběžné s filtračními nádržemi, příkopy či jiným zařízením. Studny jsou umísťovány tak, aby se jejich poloměry účinnosti překrývaly a jímaly tak co možná největší množství přefiltrované vody, únik vody po nepropustném podloží je nežádoucí. Nejvhodnější umístění je rozhodnuto po zjištění tvaru nepropustného podloží, které zjistíme řádnými hydrogeologickými průzkumy. Dále se také rozhoduje podle jakosti propustnosti filtračních vrstev, obvykle to bývají vzdálenosti od 50 do 250 metrů, vzdálenosti se mohou samozřejmě libovolně upravovat podle jakosti čerpané vody.

V okolí jímacích studní se umísťují pozorovací sondy, aby se mohly sledovat depresní kužely v soustavě jímacích studní, a to zejména zpočátku. Pozorovací práce musí řídit zkušení pracovníci, zejména hydrogeolog a pracovník chemické služby, který bude sledovat jakost surové vody a jakost vody z jednotlivých studní. Tato služba musí věnovat péči provozu zejména při zavádění umělé infiltrace a čištění nádrží. Do nádrží se z počátku přivádí jen 1/4 až 1/6 normálního přítoku, aby se pozvolna vytvořila filtrační membrána pro plné využívání nádrží. Toto pozvolné čerpání trvá přibližně jeden den, pak už je možné začít přivádět plné množství vody. Tento

postup je nutný, aby se zabránilo nežádoucímu vnikání bakteriálních zárodků do podzemní vody.

## 5.4 Účinek umělé infiltrace

Podle tvrzení různých odborníků nejen u nás ale i v zahraničí je u umělé infiltrace nejcennější dráha vodní částičky ve svislém směru oproti směru vodorovnému, kde je čistící účinek poměrně malý, kdežto u svislého směru je až 10krát rychlejší. Z těchto důvodů se doporučuje co největší rozdíl mezi hladinou v infiltrační nádrži, studni či příkopu a hladinou vody podzemní. Jenom tato část dráhy zprostředkuje dostatečný styk s půdním vzduchem, kyslíkem, který umožní mineralizaci organických látek ze surové vody. Ani poměrně dlouhá dráha ve směru vodorovném nemůže nahradit účinek půdního provzdušnění. V průběhu infiltrace pak přecházejí anorganické rozpuštěné látky na úkor látek organických, tj. oxidace schopných látek, které jsou půdní filtrace membránizovány. Prakticky u všech zařízení umělé infiltrace byla prokázána velice dobrá schopnost odbourávat z procezované vody zárodky bakterií. Podmínkou je však vytvoření řádné svrchní membrány, která má funkci podobnou, jako má biologická membrána u filtrů pomalých.

Daleko pomaleji se však odstraňuje zápach a příchut' vody, podle intenzit zá-pachu a příchuti se řídí délka infiltrace, po které se voda zbaví těchto fyzikálních nežádoucích vlastností. Obvykle postačí 100 metrů, ale v některých případech musí být tato dráha delší. Umělou infiltrací se nejhůře odstraňuje zbarvení vody, které se vyjadřuje hodnotami v mg/l na platinokobaltové stupnici. Zhruba po 150 m dlouhé dráze je voda zbavena zbarvujících látek. O dobré účinnosti umělé infiltrace svědčí ta skutečnost, že po 50 m dlouhé dráze od místa vsaku má voda takovou jakost jako při chemickém čištění vody.

Jedním ze základních požadavků kladených na účinnost umělé infiltrace je teplota vody po infiltraci.

*Teplota jímavé vody je závislá na podobných faktorech jako u břehové infiltrace:*

- *na teplotě surové vody před infiltrací,*
- *na délce dráhy v podzemí, tj. na vzdálenosti jímacích objektů od vsakovacích,*
- *na množství přirozené podzemní vody, se kterou se mísí voda infiltrovaná,*

- *na mocnosti vrstev kryjících zvodnělé náplavy,*
- *na složení materiálu v infiltračním území,*
- *na rychlosti pohybu infiltrované vody v půdě infiltračního území.*

(Stuchlík H., 1962: Filtrace)

Z těchto údajů je patrné, že nejdůležitějším činitelem je volba vzdálenosti jímacího zařízení od místa infiltrace. Jestliže hydrogeologické vlastnosti vyhovují, je vhodná co možná největší vzdálenost, protože to je jedním z podstatných činitelů, který může ovlivnit výslednou teplotu vody. Dále je také velice důležitá mocnost krycích vrstev, protože vliv kolísání teplot ovzduší sahá asi 10 m pod povrch. Jsou-li svrchní krycí vrstvy mocnosti menší než 10 m, pak se kolísání teploty vody v jednotlivých ročních měsících nedá nijak ovlivnit ani délkou dráhy vody v podzemí. Z příznivých podmínek se teplota infiltrované vody může po proběhnutí přibližně 50 m v podzemí rovnat teplotě prave vody podzemní, tj. že se teplota bude pohybovat v rozmezí 8 až 12 °C. To závisí na rychlosti pohybu vody v podzemí, kde se průměrná rychlost udává 2 m za 24 hod.

Při zdržení vody v podzemí 2 měsíce, což odpovídá zhruba dráze 50 až 60 metrů za předpokladu, že štěrkopískové vrstvy mají dostatečnou mocnost a vhodnou zrnitost i čistotu, odpovídá kvalita vody prakticky prave podzemní vodě. Obsahuje-li jímaná voda sloučeniny železa a manganu nebo nepřípustný obsah agresivních kyselin například uhličitě, musí se voda ještě dodatečně upravovat. (Stuchlík, 1962)

#### **5.4 Volba druhů infiltračního zařízení**

Nejčastěji používaným zařízením jsou vsakovací nádrže (Sojovice), které nachází uplatnění nejen u nás, ale i v cizině, výjimečně se budují příkopy, vsakovací drenáže (Přerov) nebo studny. Nádrže a příkopy se používají především tam, kde vhodné propustné vrstvy nejsou kryty příliš velkou vrstvou nepropustnou. Pokud by tomu tak bylo, byly by případné výkopy do větších hloubek s potřebnou břehovou úpravou velice nákladné.

Tato zařízení mají své výhody, ale i nevýhody, výhodou je jak snadné čištění a přístupnost, tak také možnost pozorování vzduší hladiny při zanášení dna. Nevýhodou je ovšem to, že dochází ke znečištění hladiny vody prachem, jehličím, listím a ostatním materiálem, který by mohl být navátý. Dále je zde vhodné prostředí pro růst a následné množení řas, drobného planktonu a drobných vodních živočichů, kteří

po odumření klesají na dno, kde vytváří vrstvu sapropelu a zmenšují vsakovací schopnost dna.

V teplém období nacházíme v otevřených infiltračních zařízeních nejružnější houby, bakterie, řasy i vyšší vodní rostliny a živočichy, v některých nádržích se však velice dobře daří rybám. Bujení rostlinstva se v těchto zařízeních odstraňuje při pravidelném čištění.

Účinek klimatických podmínek panujících v ČR je další nevýhodou při vybudování těchto zařízení. Nevýhoda spočívá ve výparu vody z volné hladiny infiltračního zařízení. Ztráty se nejvíce projevují v letních měsících a nedají se žádným opatřením zmírnit, snad jen kdyby se použilo zastřešení z lehkých sklolaminátových desek; použitím těchto desek by se dal pozitivně ovlivnit i provoz v zimě.

Tam, kde nepropustné vrstvy sahají až do hloubky 3 metrů, je levnější vybudovat infiltrační studny nebo vsakovací potrubí. Trubní studny se budují s dvojitými filtry, aby bylo možné vyjmout vnitřní filtr pomocí kladkostroje, který je umístěn na trojnožce a tento filtr dále vyčistit mimo jímací prostory. Výhodou studní a potrubí je nepřetržitý provoz i v zimním období, nevyžadují nijakou zvláštní kontrolu a nedochází zde ani ke znečištění zvenčí. Bujení jakéhokoliv biologického života je téměř vyloučeno, použije-li se vhodné vody.

Ovšem i tato zařízení mají své nevýhody, ty spočívají v obtížnosti čištění jejich bezprostředního okolí, kde voda vstupuje do podzemních vrstev. U studničních zařízení lze vyčistit pouze vnitřní filtr a u vsakovacího potrubí je jakékoliv čištění téměř vyloučeno. Z těchto důvodů se tento způsob volí jen u velmi čistých vod. Srovnáním obou systémů tj. vsakovacích potrubí a vsakovacích nádrží se v Sojovicích došlo k závěru, že se při předčišťování vody na pískových rychlofiltrech nevyplácí využití vsakovacích potrubí, neboť se rychle zanáší, a proto je z těchto důvodů v této situaci použití otevřených vsakovacích soustav. (Stuchlík, 1962)

## **5.5 Dosavadní provozní zkušenosti**

V západních a severských státech, a to především v Německu a ve Švédsku, je vedle infiltrace břehové ve velké oblibě i infiltrace umělá. Zvláštností nejsou ani umělé infiltrace o výkonu 50 až 200 m<sup>3</sup> vody za den. Hodnoty průsakových rychlostí se v jednotlivých případech značně mění a také závisí na činitelích, které jsou popsány v kapitolách výše. Všude, kde se plánovalo vybudovat rozsáhlejší infiltrační zaří-

zení, byly prováděny různé pokusy, které poskytly spolehlivé podklady pro stavbu plánovaného infiltračního zařízení.

Obdobně se postupovalo i při řešení umělé infiltrace v Sojovicích. Byly zde zjištěny velmi dobré geologické podmínky pro zřízení umělé infiltrace, projekt se rozdělil na dvě etapy. Celková kapacita byla plánována na 1 000 l/s, roku 1953 se vybudovala pouze část, která měla charakter provozního ověření základních předpokladů, ověřovací část měla výkonnost 100 l/s.

Pro první etapu se zvolila nižší terasa, jejíž přirozená zásoba byla do určité míry využívána hornosojovickým jímacím řadem. Pod vrstvou lesního humusu se nacházejí štěrkopískové vrstvy a hlinitými vložkami, jejich mocnost se pohybuje od 0,5 do 3 m. Pod touto vrstvou se nacházejí čisté náplavy štěrkopískového charakteru s mocností až 8,5 m. Mocnost zvodněného horizontu před uskutečněním samotného projektu činila asi 5 m a spádové poměry zde byly vyhovující.(Stuchlík, 1962)



## 6. Změny v kvalitě vody

Při infiltraci na pískovém podloží dochází k zadržování větších částic obsažených ve vodě. Na pískových částicích se rozmnožují bakterie, které z vody čistí látky organického původu.

### I. fáze

Pokud voda obsahuje kyslík, dochází zde díky nitrifikačním bakteriím k rozkladu amoniakálních sloučenin na dusičnany a dusitany.

### II. fáze

Zde již voda neobsahuje kyslík, v tomto prostředí se rozmnožují denitrifikační bakterie, které rozkládají dusičnany na plynný dusík a vodu. K tomuto procesu dochází již ve vrstvách cca od 5 do 10 m.

Infiltrovaná voda však protéká před nátokem do studní vrstvami 30–100 m, tím pádem máme ve studních vodu ideálně upravenou.

Co se týče zemědělských oblastí, kde se v podzemní vodě vyskytuje velký obsah dusičnanů, používáme právě písky na jejich přefiltrování. Tento proces lze urychlit přidáním alkoholu. (Pitter, 1999)

## 7. Legislativa

Ochrana vodních zdrojů je vymezena v zákoně č. 254/2001 Sb. o vodách (vodní zákon) a zahrnuje v sobě ochranu všech vodních zdrojů z hlediska jejich množství i jakosti. Tento zákon dále stanovuje podmínky pro hospodářské využívání, zpracování i zlepšení jakosti povrchových vod. Účelem je také přispívání k zajištění zásobování obyvatel pitnou vodou a ochraňovat vodní ekosystémy, na kterých závisí suchozemský ekosystém.

### 7.1 Chráněné oblasti přirozené akumulace vod

Tyto oblasti vyhláší vláda, a to nařízením chráněné oblasti přirozené akumulace vod. Spadají sem oblasti, které tvoří svými přírodními podmínkami významnou přirozenou akumulaci.

V chráněných oblastech ve stanoveném rozsahu se nařízením vlády zakazuje:

- odvodňovat lesní a zemědělské pozemky,
- zmenšovat rozsah lesních pozemků,
- těžít rašelinu, nerosty povrchovým způsobem nebo provádění jiné zemní práce vedoucí k odkrytí souvislé hladiny podzemní vody,
- těžít a zpracovávat radioaktivní suroviny, dále ukládání jeho odpadu.

Ministerstvo životního prostředí si vyhrazuje po předchozím souhlasu vlády povolit výjimku ze zákazů uvedených výše. Pokud však zákazem podle prvních dvou bodů, viz. výše, vznikne vlastníkovu pozemku škoda, má tento vlastník nárok na její úhradu.

### 7.2 Ochranná pásma vodních zdrojů

Ochranná pásma slouží k ochraně vydatnosti, jakosti a také zdravotní nezávadnosti povrchových či podzemních zdrojů pitné vody. Tyto zdroje jsou využívány nebo se počítá s jejich využíváním pro zásobování obyvatel, průměrný odběr z těchto zdrojů je více než 10 000 m<sup>3</sup>/rok. Ochranu zdrojů podzemní vody, která bude sloužit k výrobě kojenecké balené vody nebo pramenité vody stanovuje vodoprávní úřad opatřením obecné povahy. Vodoprávní úřad může také stanovit ochranná pásma i pro zdroje s nižší kapacitou, než je uvedeno výše, a to zejména vyžadují-li to závažné

okolnosti, vodoprávní úřad také může ochranné pásmo změnit, případně až zrušit. Stanovení těchto ochranných pásem je v každém případě veřejným zájmem.

Ochranná pásma dělíme na:

**Ochranná pásma I.stupně** - pásma slouží především k ochraně vodního zdroje v bezprostředním okolí odběrného nebo jímacího zařízení. Pásma stanoví vodoprávní úřad jako souvislé území:

- a) *u vodárenských nádrží a u dalších nádrží určených výhradně pro zásobování pitnou vodou minimálně pro celou plochu hladiny nádrže při maximální vzdutí,*
- b) *u ostatních nádrží s vodárenským využitím než uvedených pod písmenem a) s minimální vzdáleností hranice jeho vymezení na hladině nádrže 100 m od odběrného zařízení,*
- c) *u vodních toků*
  1. *s jezovým vzdutím na břehu odběru minimálně v délce 200 m nad místem odběru proti proudu, po proudu do vzdálenosti 100 m nebo k hraně vzdouvacího objektu a šířce ochranného pásma 15 m, ve vodním toku zahrnuje minimálně jednu polovinu jeho šířky v místě odběru,*
  2. *bez jezového vzdutí na břehu odběru minimálně v délce 200 m nad místem odběru protiproudu, po proudu do vzdálenosti 50 m od místa odběru a šířce ochranného pásma 15 m, ve vodním toku zahrnuje minimálně jednu třetinu jeho šířky v místě odběru,*
- d) *u zdrojů podzemní vody s minimální vzdáleností hranice jeho vymezení 10 m od odběrného zařízení,*
- e) *v ostatních případech individuálně.*

(Sbírka zákonů České republiky, Úplné znění 257/2001 sb.)

Vodoprávní úřad může v odůvodněných případech stanovit ochranné pásmo I. stupně i v menším rozsahu, než je zde uvedeno.

**Ochranná pásma II. stupně**- slouží k ochraně zdroje ve vodoprávně stanovených územích tak, aby se co nejvíce zamezilo, nejlépe aby vůbec nedocházelo k ohrožování vydatnosti, jakosti či zdravotní nezávadnosti tohoto zdroje. Toto pásmo se stanovuje vně ochranného pásma I. stupně a může být tvořeno jedním i více souvislými oddělenými územími v rámci hydrologického povodí nebo hydrogeologické-

ho rajonu. Vodoprávní úřad může toto ochranné pásmo stanovovat postupně, a to po jednotlivých územích, je-li to účelné.

### 7.3 Citlivé a zranitelné oblasti

Do citlivých oblastí spadají vodní útvary povrchových vod, a to útvary:

- a) v nichž dochází nebo v blízké budoucnosti dojde k nežádoucímu stavu jakosti vody v důsledku vysoké koncentrace živin,
- b) které jsou využívány nebo se u nich předpokládá jejich využití jako zdroje pitné vody, a v nich se koncentrace dusičnanů pohybuje v rozmezí do 50 mg/l,
- c) u nichž je z hlediska zájmu chráněné oblasti tímto zákonem nutný vyšší stupeň čištění odpadních vod.

Tyto oblasti vymezuje vláda svým nařízením. Vláda také stanoví nařízením hodnoty přípustného znečištění odpadních vod vypouštěných do povrchových vod v citlivých oblastech (nařízení vlády ČSR č. 82/1999 Sb.).

Zranitelné oblasti jsou taková území, kde se vyskytuje:

- a) povrchová nebo podzemní voda, využívaná nebo určená jako zdroj pitné vody, v níž koncentrace dusičnanů přesahuje hodnotu 50 mg/l (případně této hodnoty mohou dosáhnout).
- b) povrchová voda, u které důsledkem vysoké koncentrace dusičnanů, zejména ze zemědělských zdrojů, může dojít ke zhoršení jakosti.

Tyto oblasti také stanoví vláda svým nařízením a upravuje zde používání a skladování hnojiv, statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření. Tento program a vymezení zranitelných oblastí podléhá přezkoumání a případným dalším úpravám nejčastěji v intervalech, které nepřesahují 4 roky. Přezkoumání se provádí zejména na základě vyhodnocení účinnosti opatření, která vyplývají z přijatého protierozního opatření.

### 7.4 Ochrana množství vod

K ochraně množství vod jsou definovány:

**Minimální zůstatkový průtok**- minimálním zůstatkovým průtokem povrchových vod se rozumí průtok, který ještě umožňuje obecné nakládání s povrchovou vodou a zajišťuje dostatečné ekologické funkce vodního toku. Minimální zůstatkový průtok stanovuje vodoprávní úřad v povolení k nakládání s povrchovými vodami, které mů-

že mít za následek snížení průtoku vody v toku.

**Minimální hladina podzemní vody** je taková hladina, která ještě umožňuje udržitelné užívání vodních zdrojů a dále zajistí dosažení dobré ekologické stability ekosystémů vodních útvarů s nimi souvisejícími. Minimální hladinu podzemní vody také stanovuje vodoprávní úřad v povolení k nakládání s povrchovými vodami, které může mít za následek podstatné snížení hladiny podzemní vody. Vodoprávní úřad vychází z plánů povodí a metodického pokynu, který vydává Ministerstvo životního prostředí a dále také přihlédne ke zjištěnému stavu podzemních a povrchových vod, zejména pak k výsledkům bilance v daném hydrogeologickém rajonu.

## **7.5 Ochrana jakosti vod**

### **Odpadní vody**

Odpadními vodami jsou takové vody, které jsou používány v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných zařízeních, stavbách nebo dopravních prostředcích, pokud tyto vody mají po použití změněnou jakost (teplotu nebo složení), jakož i vody jiné odtékající z těchto zařízení, staveb nebo dopravních prostředků, pokud mohou ohrozit svou jakostí povrchové nebo podzemní vody. Odpadní vody jsou i vody průsakové z odkališť nebo skládek odpadu.

Odpadní vody však nejsou vody z drenážních systémů odvodňovaných zemědělských pozemků, dále vody využívané na plavidlech, u kterých došlo jen ke zvýšení její teploty a nepoužité vody minerální z přírodního léčivého zdroje nebo zdroje přírodní vody minerální.

Ten, kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen zajišťovat jejich dostatečné zneškodňování v souladu s podmínkami stanovenými v povolení k vypouštění těchto vod. Dále pak ten, kdo vypouští odpadní vody do povrchových nebo podzemních vod, je povinen v souladu s rozhodnutím vodoprávního úřadu měřit objem vypouštěných vod a míru jejich znečištění, tyto výsledky měření pak předává vodoprávnímu úřadu, který vydal příslušné rozhodnutí správci povodí a pověřenému odbornému subjektu.

Vypouštění odpadních vod do vod podzemních lze povolit jen ve výjimeč-

ném případě, převážně z jednotlivých domků a staveb pro individuální rekreaci na základě individuálního posouzení jejich vlivu na jakost vody podzemní. Odpadní vody se nesmí vypouštět přímo do pásma nasycení.

V případě povolání spojeného s vypouštěním odpadních vod do vod povrchových stanovuje vodoprávní úřad nejvýše přípustné hodnoty jejich množství a znečištění. V případech, kdy není jasné, zda se jedná o odpadní vody nebo se objevují různé pochybnosti, rozhoduje o těchto vodách vodoprávní úřad.

(Úplné znění vodního zákona)

### **Závadné látky**

Závadnými látkami se rozumí takové látky, které nejsou odpadními ani důlními vodami, ale jsou to látky, které mohou ohrozit jakost podzemních či povrchových vod. Každý, kdo manipuluje se závadnými látkami, je povinen učinit taková přiměřená opatření, která zajistí, aby tyto nevnikly do vod povrchových či podzemních a ani neohrozily jejich prostředí.

V případech, kdy uživatel závadných látek s nimi zachází ve větším rozsahu, nebo je s jejich zacházením spojeno zvýšené nebezpečí pro povrchové a podzemní vody, je tento uživatel povinný vypracovat plán opatření pro případy havárie (je to především havarijní plán, který schvaluje příslušný vodoprávní úřad a správce vodního toku) a provádět záznamy o provedených opatřeních, a ty poté uchovávat po dobu 5 let.

Závadné látky se rozlišují do dvou skupin, a to na nebezpečné látky a zvlášť nebezpečné látky.

**Nebezpečné látky** jsou látky náležící do skupin:

- 1) Metaloidy, kovy a jejich sloučeniny: zinek, měď, nikl, chrom, olovo, selen, arzen, antimon, molybden, titan, cín, baryum, beryllium, bor, uran, vanad, kobalt, thalium, telur, stříbro.
- 2) Biocidy a jejich deriváty neuvedené v seznamu zvlášť nebezpečných látek.
- 3) Látky, které mají škodlivý účinek na chuť nebo na vůni produktů pro lidskou spotřebu pocházejících z vodního prostředí a sloučeniny mající schopnost

zvýšit obsah těchto látek ve vodách.

- 4) Toxické nebo persistentní organické sloučeniny křemíku a látky, které mohou zvýšit obsah těchto sloučenin ve vodách, vyjma těch, jež jsou biologicky neškodné nebo se rychle přeměňují ve vodě na neškodné látky.
- 5) Anorganické sloučenin fosforu nebo elementárního fosforu.
- 6) Nepersistentní minerální oleje a uhlovodíky ropného původu.
- 7) Fluoridy.
- 8) Látky, které mají nepříznivý účinek na kyslíkovou rovnováhu, zejména amonné soli a dusitany.
- 9) Silážní šťávy, průmyslová a statková hnojiva a jejich tekuté složky, aerobně stabilizované komposty.

**Zvlášť nebezpečné látky** jsou látky náležející skupin látek, s výjimkou těch, jež jsou biologicky neškodné nebo se rychle mění na látky biologicky neškodné:

- 1) organohalogenové sloučeniny a látky, které mohou tvořit takové sloučeniny ve vodním prostředí,
- 2) organofosforové sloučeniny,
- 3) organocínové sloučeniny,
- 4) látky vykazující karcinogenní, mutagenní nebo teratogenní vlastnosti ve vodním prostředí nebo jeho vlivem,
- 5) rtuť a její sloučeniny,
- 6) kadmium a jeho sloučeniny,
- 7) persistentní minerální oleje a uhlovodíky ropného původu,
- 8) persistentní syntetické látky, které se mohou vznášet, zůstávat v suspenzi nebo klesnout ke dnu a které mohou zasahovat do jakéhokoliv užívání vod,
- 9) kyanidy.(Sobota,2012)

## **Havárie**

Havárií se rozumí mimořádně závažné zhoršení či ohrožení jakosti povrchových nebo podzemních vod. Za havárii se považují případy, kdy je jakost vody ohrožena ropnými látkami, radioaktivními zářiči nebo látkami obzvláště nebezpečnými, dále také pokud dojde ke zhoršení jakosti vod v oblastech přirozené akumulace vody

nebo v ochranných pásmech vodních zdrojů. Za havárii se také považují případy technických poruch a různých závad na zařízeních zachycujících, skladujících a opravujících vodu.

Ten, kdo havárii způsobí, je povinen učinit bezprostřední opatření k odstranění její příčiny a následků. Při tomto postupu se způsobce havárie řídí havarijním plánem, případně pokyny, které stanoví vodoprávní úřad a Česká inspekce životního prostředí.

### **Opatření k nápravě**

Opatření k nápravě uloží vodoprávní úřad nebo Česká inspekce životního prostředí tomu, kdo porušil ochranu podzemních či povrchových vod tím, že vypouští nedovolené odpadní vody, nakládá s nedovolenými a závadnými látkami nebo způsobil havárii. Náklady na provedení opatření k nápravě nese ten, jemuž bylo úřadem nebo inspekcí opatření k nápravě uloženo, pokud však ten uložené opatření neplní z prodlení, zabezpečí sám úřad nebo inspekce toto opatření na náklady původce. Za původce závažného stavu se považuje ten, kdo sám způsobil tento stav. Pokud k havárii došlo v důsledku zásahu Hasičského záchranného sboru České republiky nebo zásahem požární ochrany, nepovažují se tyto orgány za původce havárie, a to za takových podmínek, kdy k zásahu použili přiměřených prostředků. (Úplné znění vodního zákona)



## 8. Příklad použití břehové a umělé infiltrace

### 8.1 Káraný

Úpravna vody Káraný je jednou ze tří nejstarších úpraven a zároveň i současným zdrojem zásobování Prahy pitnou vodou. Úpravna je jednou z mála evropských úpraven vod povrchových na kvalitu vody podzemní. Vodárna si zachovala svou původní kapacitu i kvalitu svých zdrojů. Úpravna Káraný oficiálně spustila dodávky pitné vody pro Prahu k datu 1. 1. 1914. Od této doby se káranská vodárna stala na dlouhou dobu jediným zdrojem kvalitní a zdravotně nezávadné vody pro hlavní město. Dodávaná voda je převážně voda podzemní bez jakékoliv chemické úpravy, upravuje se pouze nezbytně hygienicky, a to chlorem.

Její jímací území bylo vybudováno liniově podél Jizery, začíná u Staré Boleslavi a končí u Dražic, délka linie činí přibližně 25 km. Rozsáhlejší jímací plocha přísluší umělé infiltraci, ta se nachází mezi obcemi Káraný a Sojovice. (prospekty)

Obr. č. 4: Pohled na úpravnu vody Káraný



(Scan z mat. úpravny)

#### 8.1.1 Historie

Roku 1900 správní rada požádal Ing. Emila Prinze z německého Berlína o posudek dosavadních projektů. Ten však doporučil zásobování pražskou aglomerací vodou z území mezi Lysou a Mělníkem. Byl požádán ještě jeden stavební rada

Adolf Thiem z Lipska, který se však postavil za projekt vypracovaný Českou spořitelnou, správní rada Thiem byl pověřen dalšími pracemi. Roku 1902 byl předán předběžný projekt na zásobování vodou hlavní město a jeho přilehlé obce, který současně navrhoval i způsob jímání podzemní vody podél Jizery a její následovné dopravy do spotřebišť. Pro artéskou vodu navrhoval vybudování odželezovny. Vysoká kvalita těchto vod byla potvrzena dr. Gustavem Kabrhelem, profesorem pražské univerzity, byla potvrzena i anketou znalců z oboru geologie, zdravotní, techniky a chemie.

V polovině roku 1903 byl Thiemův „předprojekt“ předložen k projednání, na podzim téhož roku byl také konzultován se zahraničními odborníky. Na konci roku 1904 se konalo schvalovací řízení a 1. října 1905 Adolf Thiem předložil prováděcí projekt. Průběžně se schvalovacím řízením byl také řešen spor s majiteli pozemků, které se nacházely v jímacím území, kvůli snížení hladiny podzemní vody. Navíc k tomuto se vzbouřili mimopražští členové Společné vodárny k návrhu rozpočtové politiky pražských zástupců.

Výstavba vodárenského komplexu byla zahájena na sklonu roku 1906 a byla prováděna podle projektu, a to v plném rozsahu. Po úmrtí stavebního rady Thiema 2. května 1908 se vedení stavby ujal Václav Feigl. Dále pak stavbu celého vodárenského komplexu vedl Ing. Emil Prinz. Je zapotřebí připomenout, že na výstavbě Společné vodárny se nepodíleli jen odborníci z Českého království a Rakousko-Uherské monarchie, ale i Německa a Francie, na jednom staveništi se tak sešli špičkoví odborníci evropského formátu.

Postupně od roku 1912 byly prováděny kolaudace jednotlivých staveb, které vyvrcholily oficiálním puštěním vody do pražské vodárenské sítě dne 1. ledna 1914, ač probíhaly kolaudace, dokončovací práce dále pokračovaly. V polovině téhož roku opustil Ing. Emil Prinz stavbu a nahradil ho Ing. dr. techn. Alois Opatrný. Vodoprávní kolaudace komplexu jako celku byla dokončena 30. prosince 1916.

Roku po vzniku Velké Prahy zanikla Společná vodárna jako podnik a stala se součástí Vodáren hl. m. Prahy.(materiály z úpravny)

### **8.1.2 Popis zdroje**

#### **Břehová infiltrace**

Roku 1899 byl vypracován a schválen zákon, podle kterého se zřídí, bude udržovat a spravovat vodárna pro zásobování vodou. Výstavba kárané vodárny však nebyla jednoduchá, jelikož to byla první stavba tohoto druhu v Čechách a nebylo zde analogie a zkušeností. V roce 1905 starší rada Thiem zpracoval stavební projekt, kde byl navržený hlavní jímací řad pojizerský z Káraného prodloužen k obci Dražice a dolnolabský řad prodloužen ke Staré Boleslavi.

Celková vydatnost činila po tomto projektu 900 l/s.

#### **Výstavba**

Samotná výstavba jednotlivých částí probíhala od roku 1906 do roku 1913 a celkem bylo vybudováno v rámci stavby: 2 vodojemy, a to v Praze a na Flóře, 14 km rozvodného potrubí o průměrech 475–900 mm, 23,3 km výtlačného potrubí průměru 1 100 mm, 2 shybky pod Labem průměru 1 100 mm a 6 shybek pod Jizerou o průměrech 400–1 000 mm, 1 odvětrávací věž hlavní čerpací stanice, administrativní a obytná budova v Káraném, 4 čerpací stanice, odželezována artéské vody, 3,8 km vlečné dráhy, 29 km násoskového potrubí o průměrech 250–700 mm, 16,3 km svodného potrubí o průměrech 700–1 200 mm, 10 km odvzdušňovacího potrubí průměru 100 mm, 10 sběren, 45 vstupních šachet a 7 šachet stupňových na svodném potrubí, 651 trubních a 7 artéských studní, 6 odvzdušňovacích věží a dále ještě jiná různá pomocná zařízení a stavby.

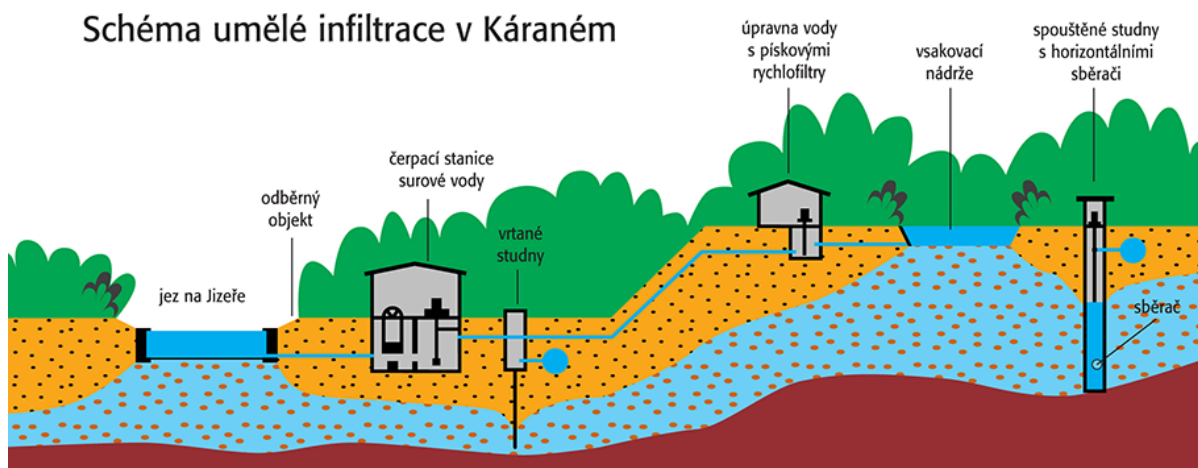
#### **Umělá infiltrace**

Počátkem 60. let Praha pociťovala nedostatek vody z důvodů zvyšujících se potřeb. Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto o zahájení rozsáhlé investiční akce „Rozšíření vodárny v Káraném“. Mezi roky 1965 a 1969 byla vybudována technologie umělé infiltrace, tato technologie pomohla téměř až zdvojnásobit dosavadní dodávky vody.

## Výstavba

V rámci výstavby byla vybudována úpravná vody Sojovice, čerpací stanice surové vody z Jizezy, 24 čerpacích stanic, 15 vsakovacích nádrží, 165 jímacích studní, násoskové a svodné řady. (Křivánek a Kněžek, 2001)

Obr. č. 5: Schéma



([www.vodarnykarany.cz](http://www.vodarnykarany.cz))

### 8.1.3 Popis

#### Hydrogeologie oblasti

Z hlediska hydrogeologického lze infiltrační území vymezit na tři kolektory – Kolektor A (ceoman), kolektor C (střední turon) a kvartérní kolektor, tento kolektor se vyvíjí v nejnižší údolní terase řeky.

Kolektor A se vyvinul v souvrství perucko-korycanském a je souvisle rozšířen v celém infiltračním území. Mocnost kolektoru se pohybuje v rozmezí 10–50 m, izolátorem jsou relativně nepropustné horniny, převážně permského původu, izolátorem stropním jsou slínovce až jílovce z komplexu bělohorského souvrství. Hladina podzemní vody je zde napjatá, propustnosti kolektoru je průlinově puklinová, hydrogeologická propustnost je však malá. V ploše infiltračního reprezentuje kolektor A oblast převážně transportu vody podzemní (na jihu podél Labe dochází k drenáži přes nadložní křídové a kvartérní sedimenty). Vodu z kolektoru do Úpravný vody Káraný jímá 7 vrtů artéského řadu, a to severně od Čelákovice na pravém břehu Labe.

Kolektor C je vázán na pískovce, které se nachází ve svrchní části jizerského souvrství, jeho rozšíření je také souvislé s výjimkou nejnižší části Káranského okolí, kde klesá jeho mocnost k nule, což je zapříčiněno denudací. Izolátorem jsou zde slínovce ve spodní části jizerského a bělohorského souvrství od sebe oddělující vodně kolektorů A a C. Stropní izolátor tento kolektor nemá. Hladina vody podzemní je spíše volná, jen výjimečně může být napjatá, propustnost je zde puklinově průlinová. Kolektor je dotován vodou především z přímé infiltrace atmosférických srážek, voda zde proudí od místa infiltrace směrem k místu drenáže. Voda z tohoto elektrodu je pro Úpravnu vody Káraný jímána třemi vrtly, ty jsou situovány v oblasti Kochánecského jímacího řadu.

Kolektor kvartéru je vázán na sedimenty pleistocenního původu, které se nachází v nejnižší údolní terase řek, mocnost se pohybuje v rozmezí od 5 do 15 m, místy může až přesahovat 20m. Hladina vody podzemní je zde volná a propustnost je průlinová. Tento kolektor je dotován vodou z infiltrace srážek a dále také přítokem podzemní vody z kolektorů A a C. V oblastech, kde je odběr větší, je kolektor také dotován vodou z břehové infiltrace vody z Jizery respektive Labe. Komplex umělé infiltrace je vybudován na vyšší terase řeky Jizery i Labe, kde tuto terasu tvoří písky a štěrkopísky, jejichž mocnost se pohybuje v rozmezí 15 až 20 m. Podložím jsou nepropustné slínovce z bělohorského souvrství. (Křivánek a Kněžek, 2001)

### **Jímací zařízení**

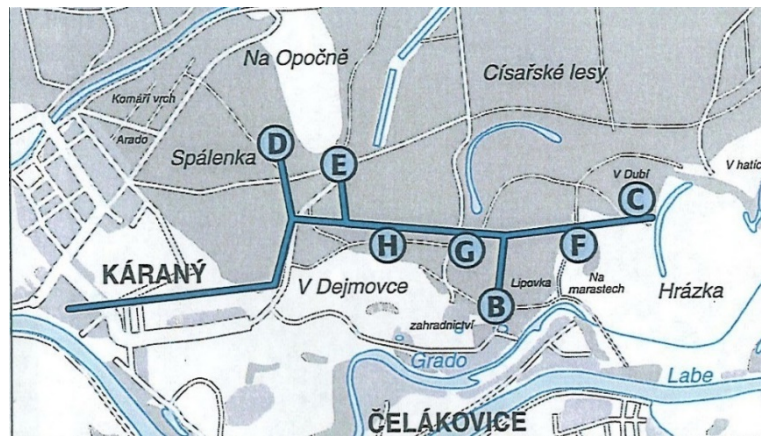
V káranské oblasti se nacházejí tři zdroje, ze kterých se čerpá voda, jsou to zdroje artéské, břehové a umělé infiltrace.

#### **Artéské zdroje**

Jsou jedním z nejvzácnějších a nejkvalitnějších zdrojů na území ČR. Jímací kapacita 50 l/s, hloubka vrtu 60–80 m, počet vrtů 7, vrtly se nachází v jihovýchodní oblasti obce Káraný. (Křivánek a Kněžek, 2001)



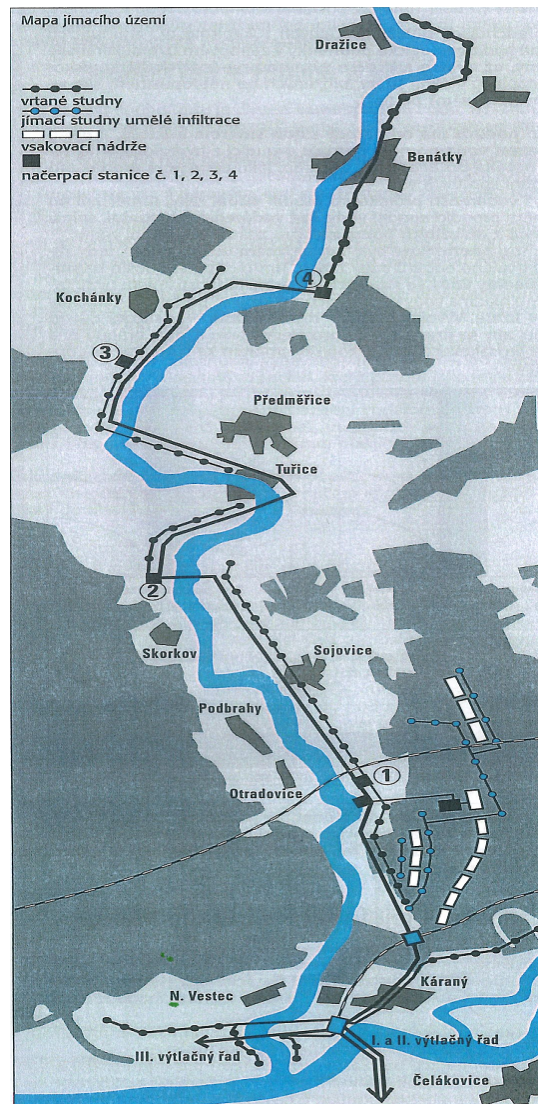
Obr. č. 6: Mapka sedmi vrtů artéských propojených se svodným řadem



(Scan z mat. úpravny)

### Břehová a umělá infiltrace

Obr. č. 7: Přehled studen břehové a umělé infiltrace



(Scan z mat. úpravny)

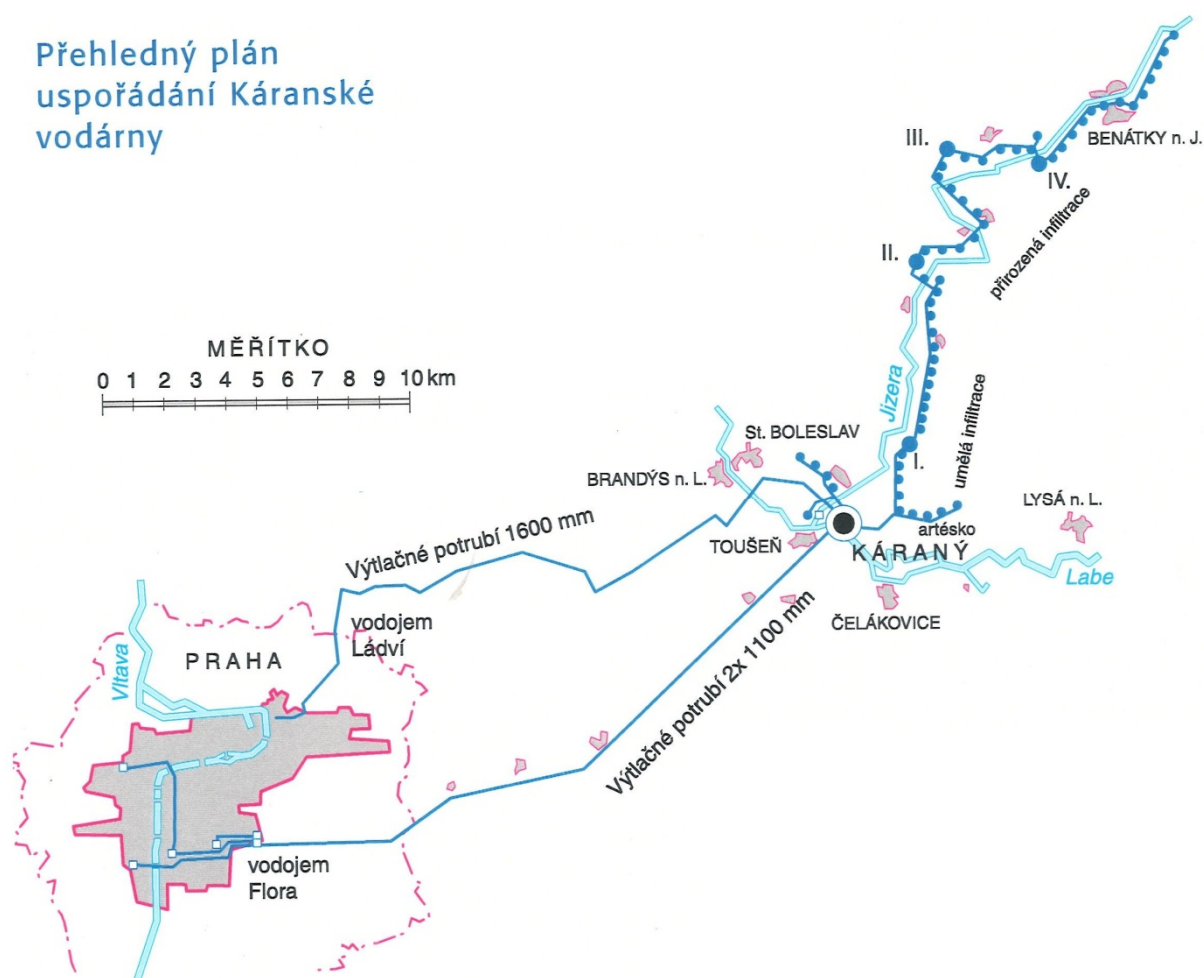
## **Doprava vody do spotřebišť**

Podzemní voda, jímaná principy uvedenými výše, která se dostala do čerpacích jímek umístěných v areálu úpravny, je, po nezbytném zdravotním zabezpečení prováděným chlórem, již jako směs vod ze všech tří systémů dodávána do Prahy a dalších spotřebišť ležících v dostupnosti výtlačných řadů.

Hlavní čerpací stanice je vybavena výkonnými čerpadly, každé toto čerpadlo má výkon kolem 1 000 l/s. čerpadla jsou spouštěna souběžně tak, aby bylo zajištěno celkové dodávané množství 1 750 l/s. Obsluha hlavní čerpací stanice má za úkol koordinovat funkci všech tří zdrojů jímání vody. Koordinace se řídí dlouhodobým zadáním vedoucích provozu, ale také dle okamžité provozní situace a podle případných požadavků ze spotřebišť.

Voda je dodávána pomocí tří výtlačných řadů, řad I. a II. o průměru 1 100 mm a řad III. o průměru 1 600 mm. Tyto řady jsou důležitým vodárenským prvkem spojujícím spotřebišť se zdrojem vody. Jejich funkce je náročná, a to především z pohledu množství a tlaku čerpané vody. (materiály z úpravny)

Obr. č. 8: Přehledný plán uspořádání Káranské vodárny



(Scan z mat. úpravny)

## Ochranná pásma

Kolem jímacích zařízení, ať už se jedná o břehovou nebo umělou infiltraci, byla stanovena dne 18. 3. 1986 hygienická ochranná pásma podzemního zdroje vody v rozsahu:

**Pásmo prvního ochranného stupně** je tvořeno pruhem širokým 15 m podél jímacích řadů. Osová linie studní je v tomto pásmu uprostřed. V tomto pásmu je vyloučena jakákoliv výstavba objektů s výjimkou vlastníka, pokud toto zařízení bude sloužit pro jímání a dopravu vody. V tomto pásmu se mohou pohybovat pouze oprávněné osoby. Tyto osoby jsou především pracovníci, kteří mají na starosti práci v této oblasti, případně ti pracovníci, kteří provádí údržbu a kontrolu zařízení.



**Pásmo druhého ochranného stupně-vnitřní** se nachází okolo ochranného pásma prvního na každou stranu až do vzdálenosti nejbližšího zemědělského honu, nejméně je však tato vzdálenost 108 m (je to vzdálenost zajišťující dobu zdržení minimálně 50 dní).

**Pásmo druhého ochranného stupně -vnější** zahrnuje předpis pro zemědělskou výrobu. Ta se řídí zpracovaným „*Režimem hospodaření v pásmech hygienické ochrany vodních zdrojů Káraný*“. Stavby povolené v tomto pásmu se musí důkladně prozkoumat, zda nemohou mít negativní vlivy na kvalitu vod podzemních. Případné důlní a těžební činnosti zemin a písku se povolují pouze se souhlasem příslušného vodohospodářského orgánu, a to za předpokladu, že to kladně vyhodnotí odborný hydrogeologický posudek.

**Pásmo třetího ochranného stupně** zahrnuje povodí Jizery. Klade se zde důraz na dodržování předpisů při nakládání se škodlivými látkami a následným vypuštěním těchto vod do Jizery.

V současnosti podal správce majetku, kterým jsou Pražské vodovody a kanalizace a.s., návrh na změnu ochranných pásem k příslušnému vodohospodářskému orgánu, kterým je Magistrát Mladé Boleslavi odbor životního prostředí. (Kolektiv autorů, 2012)

#### **8.1.4 Současnost**

Maximální výkon úpravny je 1 800 l/s, v současnosti je průměrná dodávka 1 000 l/s. Počet obyvatel zásobovaných touto úpravnou je přibližně 300 000, a to převážně v Praze. Dále pak tato úpravna zásobuje i města a obce podél výtlačných řadů, řady jsou 3, délky 22 km, patří sem jak Káraný, tak i Nový Vestec, Toušeň, Brandýs nad Labem, Čelákovice, Zeleneč, Dřevčice, Veleň, Polerady, Sluhy a Brázdim.

Zdroje vody, které úpravna využívá, se dají rozdělit do tří skupin jímání:

zdroj infiltrace břehové – 900 l/s

zdroj infiltrace umělé – 900 l/s

zdroj artéské vody – 50 l/s

*Vlastníkem technologie umělé infiltrace – Zdroj pitné vody Káraný a.s.*  
*Správce vodovodu – Pražská vodohospodářská společnost a.s.*  
*Provozovatelem vodovodu – Pražské vodovody a kanalizace a.s.*  
(Křivánek a Kněžek, 2001)

### **8.1.5 Kontrola jakosti**

Pozitivní význam Káranské úpravně se projevil v krátké době po zpuštění provozu počátkem 20. stol., především zlepšením zdravotního stavu obyvatelstva Prahy a jejího předměstí. Pozitivní význam to mělo také v tom ohledu, že se zmírnilo šíření epidemií a nakažlivých nemocí.

Kontrola kvality pitné vody se v současné době provádí v souladu s vyhláškou č. 252/2004 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou vodu a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly, vyhláška je ze dne 22. dubna 2004.

Kontrola se provádí ve firmě Pražské vodovody a kanalizace a.s. Útvar kontroly kvality vody, a to prostřednictvím jejich vlastní akreditovaných laboratoří – OLK Káraný, OLK Praha. (Kolektiv autorů, 2012)

Ukazatele jakosti pitné vody dle vyhlášky jsou:

*Pitná voda musí mít takové fyzikálně-chemické vlastnosti, které nepředstavují ohrožení veřejného zdraví. Pitná a teplá voda nesmí obsahovat mikroorganismy, parazity a látky jakéhokoliv druhu v počtu nebo koncentraci, které by mohly ohrozit veřejné zdraví. Ukazatele jakosti pitné vody a jejich hygienické limity jsou uvedeny v příloze č. 1. Radiologické ukazatele pitné vody a jejich limity stanoví zvláštní právní předpis.*

*Ukazatele jakosti teplé vody podle § 3 odst. 3 věty první a druhé zákona a jejich hygienické limity jsou uvedeny v příloze č. 2 (kde jsou uvedeny Mikrobiologické, biologické, fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele teplé vody podle § 3 odst. 3 zákona a jejich hygienické limity).*

*Ukazatele jakosti teplé vody podle § 41a odst. 1 zákona a jejich hygienické limity jsou uvedeny v příloze č. 3 (kde jsou stanoveny Mikrobiologické, biologické, fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele teplé vody vyráběné z individuálního zdroje pro účely osobní hygieny zaměstnanců a jejich hygienické limity).*

([www.zakonyprolidi.cz](http://www.zakonyprolidi.cz))

### **8.1.6 Provozní zkušenosti, možnosti modernizace**

Způsob, jakým je provozována břehová a umělá infiltrace, se od svého uvedení do provozu nepotýkal s významnými změnami. Významné změny však postihly technologii, rekonstrukce proběhla například v 60. letech minulého století, kde byly převrtány všechny studny břehové infiltrace. Další modernizace jsou strojního charakteru, kdy jsou osazovány moderní a úsporná čerpadla, dále vývěvy s frekvenčními měniči. Energetické části a řídicí systém jsou modernizovány průběžně, výsledkem čehož je dnes možno z velína celé prvky technologie sledovat a ovládat, dále pak jsou veškerá provozní údaje do tohoto velína soustředěny.

V souvislosti se snížením potřeb dodávky vody byla provedena posouzení, která zjišťují, jakým způsobem dále provozovat úpravnu se zdroji cca 1 800 l/s na zmenšené nároky 1 000 l/s. Nyní je průměrně z umělé infiltrace získáváno 400 l/s a z břehové 600 l/s.

V průběhu pozorování bylo vysledováno, že z důvodů změny klimatu a zemědělského hospodaření dochází na povodí Jizery k častým povodňovým stavům. Na tyto stavy je třeba reagovat včasným odstavením jednotlivých studní případně celého jímacího křídla z provozu. Dále také kolísání kvality vody v Jizeře vede k omezení čerpání surové vody do nádrží na umělou infiltraci.

Pozitivním zjištěním je fakt, že výtěžnost vody z umělé je větší, než projektant předpokládal. Projektant předpokládal, že výtěžnost bude dosahovat 80 % a skutečnost odpovídá výtěžnosti 90 %. (Kolektiv autorů, 2012)

## **8.2 Potravinářství**

V potravinářském průmyslu je velká spotřeba vody, mnohé průmysly využívají vodu k výrobním procesům, tudíž potřebují vodu pitnou.

### **8.2.1 Příklady**

Jedním z výrobních procesů využívajících infiltrované vody jsou pivovarské průmysly. Zde se voda rozlišuje na vodu užitkovou a vodu výrobní. Voda užitková neslouží k výrobním procesům a není na ni kladena taková kvalitativní náročnost jako na vodu výrobní. Tato voda slouží například na chlazení kvasných nádrží.

Naproti tomu voda výrobní slouží přímo k výrobě, a proto se na ni klade větší kvalitativní nárok, musí proto odpovídat standardům pitné vody. V důsledku vysokého nároku na kvantitu vody pivovary využívají technologii infiltrace vody.

### **8.2.2 Historie zásobování pivovarů vodou**

Kvůli své velké spotřebě vody se pivovary budovaly na březích řek, potoků a rybníků, zde byl dostatek vody, dále se pivovary budovaly v místech, kde mají studny vydatný pramen. Postupem času však voda byla i do pivovarů dodávána z vodárenských věží, v dnešní době převažuje používání vod z úpraven. V budějovickém pivovaru se opět začala využívat voda z artéských studní.

### **8.2.3 Požadavky na varní vodu**

Voda jímáná k výrobě se dá rozdělit do dvou skupin, na vodu povrchovou a podzemní. Podzemí voda je jímána především ze studní nebo z pramenů. Voda z těchto zdrojů má vyšší obsah iontů a rozpuštěných plynů, na druhou stranu tato voda obsahuje nižší množství organických látek.

Voda povrchová se jímá z přehrad, jezer a rybníků. Oproti vodě podzemní tato voda obsahuje částice nerozpuštěných zemin, organické a anorganické látky a mikroorganismy.

Jedny z nejdůležitějších rozpuštěných látek ve vodě jsou vápenné a hořečnaté soli.

Důležitým kritériem pro posuzování kvality vody pro pivovarské účely je její tvrdost, rozlišujeme vody tvrdé a vody měkké. Pro výrobu světlých piv je vhodné použít vody měkké s menšími podíly hořčíku a přechodné tvrdosti vody. Naproti tomu k výrobě piva tmavého tvrdší voda nijak nepřekáží. (Chládek, 2007)

## 9. Závěr

Vzhledem k tenčícím se zásobám kvalitní podzemní vody se břehová a umělá infiltrace považuje za jednu z nejvhodnějších přírodních úprav povrchové vody na vodu podzemní. Musíme ovšem pohlédnout na geologické a hydrogeologické podmínky oblasti, nejvhodnější lokalita pro tento princip je proto oblast Káraného, dále také rozhoduje kvalita vody povrchové. Díky ochranným pásmům se infiltrace stala vhodnou volbou. Ačkoliv se kladou na úpravny vody čím dál větší nároky, a to jak na funkci provozu a vyspělost technologií, která s postupným technologickým vývojem stoupá vpřed, tak na kvalitu a kvantitu vod. Úpravna vody v Káraném si dlouhodobě udržuje kvalitu vody a předpokládá se, že se kvalita bude dlouhodobě udržovat.

V práci jsou uvedeny i možnosti a principy břehové a umělé infiltrace vody, v součtu od začátku jsou zde charakterizovány principy jímání povrchové a podzemní vody, břehová a umělá infiltrace, ochranná pásma okolí a příklady použití tohoto způsobu úpravy vody.

## 10. Použitá literatura

- Broncová, D., 2006:ed. Voda pro všechny. MILPO MEDIA. Praha.  
ISBN: 80-903481-9-X
- Chládek, L., 2007: Pivovarnictví.GradaPublishing, a.s. Praha.  
ISBN: 978-80-247-1616-9
- Kolektiv autorů, 2012: Podzemní vody České republiky. MILPO MEDIA s.r.o. Praha. ISBN: 978-80-87040-24-9
- Křivánek O., Kněžek M., 2001: Zdroje pitné vody v Káraném, Pražské vodovody a kanalizace. Káraný.
- Kněžek M., Křivánek O., 2001: Zdroje pitné vody v Káraném(Rukověť pro zaměstnance), Pražské vodovody a kanalizace. Káraný.
- Materiály shromážděné z úpravny vody Káraný.
- Pitter P., 1999: Hydrochemie. VŠCHT Praha. ISBN: 80-7080-340-1 (80-03-00525-6 vydání 1990)
- Rossi, Zásobování Prahy pitnou vodou, ČZU Fakulta životního prostředí 2008, Sobota J.
- Roth, J., Kroupa, P., 1970: Vodárenství 1. Praha. Státní nakladatelství technické literatury.
- Sobota, J., 2008: Úprava pitných a čištění odpadních vod. Studijní texty ČZU Praha.
- Sobota, J., 2012: Vodní hospodářství, studijní texty Praha. ČZU.
- Stuchlík, H., 1962: Filtrace vody. Státní nakladatelství technické literatury.
- Tesařík, I., 1985: Vodárenství technický průvodce 7. SNTL Praha.
- Tesařík, I., Pelikán, V., Vostrčil, J., 1984:Vodárenství I. VUT.

### Internetové zdroje

- Zakonyprolidi.cz, *Předpis 252/2004 Sb.* [cit. online 09-04-2014]. Dostupný na:  
<<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-252>>
- Vodarnakaray.cz, [cit. online 09-04-2014]. Dostupný na:  
<<http://www.vodarnakarany.cz>>
- Mve.energetika.cz, Násoskový regulátor [cit. online 09-04-2014]. Dostupný na:  
<<http://mve.energetika.cz/regulace/nasoska.htm>>

## **Legislativa**

Sbírka zákonů České republiky, Úplné znění zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)

**Zákon 20/2004**, kterým se mění zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů

**Vyhláška č. 252/2004 Sb.**, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody

## Seznam obrázků

Obr. č. 1: Vrtaná studna .....	16
Obr. č. 2: Doprava vody ze studní do svodného řadu.....	18
Obr. č. 3: Nádrž umělé infiltrace .....	22
Obr. č. 4: Pohled na úpravnu vody Káraný .....	35
Obr. č. 5: Schéma.....	38
Obr. č. 6: Mapka sedmi vrtů artéských propojených se svodným řadem .....	40
Obr. č. 7: Přehled studen břehové a umělé infiltrace.....	40
Obr. č. 8: Přehledný plán uspořádání Káranské vodárny.....	42
Tab. č. 1: Rozdíly mezi pravou podzemní vodou a vodou z břehové infiltrace .....	13



## **Seznam příloh**

Příloha č. 1: Vyhláška o jakosti Káranské vody.....	52
Příloha č. 2: Vyhláška způsobilost pitné vody .....	53

Ref. X a, D 490/12  
11

# VYHLÁŠKA.

Odborným a soustavným zkoumáním, jež trvalo téměř půl druhu roku, zjistilo se nepochybně, že

**voda Káranská je jakosti přímo ideální**

neboť prosta jsou jakýchkoli zárodků **choroboplodných**, jest velmi příznivého **chemického** složení a **chuti** výborné.

Proto považuje rada městská — na popud městské zdravotní komise — za svou povinnost, **doporučiti** pražskému obyvatelstvu, aby zejména k **pítí, vaření, praní potravin** a pod.

**používalo výhradně vody Káranské,**

kteráž pohodlné, u každého výtoku a v každé době jest po ruce ve **stejně, ustálené** jakosti.

Voda Káranská do Prahy dodávaná zkoumána jest i na dále **nepřetržitě a každodenně** po stránce chemické i bakteriologické. Přimísení nečisté vody vltavské či jiné jest zcela **vyloučeno**. Časem a pouze místy snad ještě vyskytující se zkalení vody jest zdravotně **nezávadno**.

V městské komisi zdravotní bylo pak zjištěno, že případy tyfu břišního, ojediněle ještě vyskytnuvši se po zavedení vody Káranské do Prahy, vznikly **výhradně** u lidí, kteří **ne-používali** k pítí této vody.

Jest proto nyní již pouze věcí obyvatelstva Pražského, aby — nedbajíc lichých předsudků a pověstí — **využítkovalo v nejvlastnějším svém zájmu všech výhod zdravotně bezvadné vody Káranské** a vyvarovalo se tak možné nákazy ze studní soukromých, byť sebe vyhlášenějších, u nichž — z důvodů technických — nelze zaručiti trvalé a nezměnitelné nezávadnosti po stránce zdravotní.

**Rada královského hlavního města Prahy,**

dne 8. dubna 1914.

Starosta:

**JUDr. Karel Groš.**

# VYHLÁŠKA.

Více než před rokem přivedena byla do potrubí obce Smíchovské **voda Káranská** a od té doby konány byly stálé zkoušky chemické a bakteriologické za účelem zjištění její bezzávadnosti. Zkouškami těmito bylo prokázáno, že vodovodní potrubí jest již dokonale vyčištěno a že vody jím procházející lze **bezzávadně užívatí ke všem účelům.**

Vzhledem k tomu prohlašuje rada městská vodu Káranskou **za způsobilou k pití.**

Vedle této Káranské vody možno k pití používatí i nadále dosavadní **pitné vody z uličních stojanů.**

Obojí tato voda jest zdravá, naprosto nezávadná a jest podrobena stálé zdravotní kontrole a městská rada proto důtklivě doporučuje, aby se k pití a pod. používalo **jedině vody Káranské nebo pitné vody z uličních stojanů.**

Naproti tomu **varuje městská rada co nejdůrazněji před pitím vody z různých studní soukromých** a mohlo by této vody býti použito k pití jen po důkladném svaření.

**Městská rada na Smíchově,**

dne 16. září 1914.

Starosta:

**Dr. A. Koldinský.**