

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

2015

Dana Purkytová



**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

Katedra aplikované ekologie

**ZMĚNA KVALITY SUROVÉ VODY NA ÚV BŘEZOVÁ  
ZÁSOBENÉ Z VN STANOVICE V OBDOBÍ 2006 - 2013**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Vedoucí

prof. RNDr. Dana Komínková, Ph.D.

Bakalant

Dana Purkytová

2015

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra aplikované ekologie

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Dana Purkytová

Územní technická a správní služba

Název práce

Změna kvality surové vody na ÚV Březová zásobené z VN Stanovice v období 2006-2013

Název anglicky

Changes of raw water quality in treatment plant Březová supplied from drinking water reservoir Stanovice in the period 2006-2013

---

### Cíle práce

- 1) Vyhodnocení existujících dat vybraných parametrů kvality surové vody na ÚV Březová zásobené z vodárenské nádrže Stanovice v období 2006-2013
- 2) Vyhodnocení chemického stavu vodárenské nádrže a dlouhodobého trendu změn kvality vody
- 3) Porovnání kvality surové vody na úpravárnách vod v ČR

### Metodika

- 1) Rešerše – studium zájmové lokality, problematika vodárenských nádrží v ČR
- 2) Zhodnocení změn chemických ukazatelů kvality surové vody ve vodárenské nádrži Stanovice na základě dostupných dat z let 2006-2013.
- 3) Zhodnocení chemického stavu nádrže v období 2006-2013.

**Doporučený rozsah práce**

40 stran + grafické přílohy

**Klíčová slova**

Stanovická přehrada, surová voda, úpravná pitné vody Březová, chemické ukazatele kvality, dlouhodobý vývoj

---

**Doporučené zdroje informací**

- Baudišová D.: Současné metody mikrobiologického rozboru vody. Příručka pro hydroanalytické laboratoře. Výzkum pro praxi. Sešit 54, VÚV T.G.M. v.v.i., Praha 2007.
- Pitter, P. (1999). Hydrochemie/Praha. SNTL, 1990, 565 s.
- Říhová Ambrožová, J., a kol. (2005). Příručka provozovatele úpravný pitné vody. Líbeznice: Medim pro SOVAK ČR.
- Strnadová, N., & Janda, V. (1995). Technologie vody I. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze.
- Van der Molen, D. T., Breeuwsma, A., & Boers, P. (1998). Agricultural nutrient losses to surface water in the Netherlands: impact, strategies, and perspectives. *Journal of Environmental Quality*, 27(1), 4-11.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/06 (červen)

**Vedoucí práce**

prof. RNDr. Dana Komínková, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 4. 11. 2014

**prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 7. 4. 2015

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan

V Praze dne 08. 04. 2015

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením prof. RNDr. Dany Komínkové, Ph.D. Uvedla jsem veškeré publikace, články a informace, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne \_\_\_\_\_

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych na tomto místě poděkovala všem, kteří mi byli nápomocni s touto prací, zvláště zejména své vedoucí bakalářské práce prof. RNDr. Daně Komínkové, Ph.D., za její odborné rady, trpělivost a pomoc při sestavování této bakalářské práce.

V Praze dne

---

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce vyhodnocuje trendy vývoje jakosti vody ve vodní nádrži Stanovice. Jakost vody je vyhodnocena z naměřených hodnot ve vodárenských odběrech (profil ÚV Březová – surová voda). Data jsou hodnocena za období od roku 2006 do roku 2013. Pozornost je dále věnována otázkám spojených s kontrolou kvality a jakosti vody ve vodárenských nádržích. Obsahem práce je i *obecný popis* charakteristiky vodárenské nádrže Stanovice, laboratoře Březová a úpravně vody Březová.

Výsledky shrnují data získaná z laboratorních kontrol laboratoře Březová. Data jsou vyhodnocena a porovnána dle Nařízení vlády ve znění 23/2011 Sb., příloha č. 3, tab. 1a a dle Vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., příloha č. 13, tab. 1a. Vyhodnocení prokázalo velmi dobrou kvalitu surové vody ve vodárenské nádrži Stanovice. Tato práce také zahrnuje porovnání kvality surové vody na ÚV Březová, ÚV Myslivny a ÚV Žlutice. Zhodnocení těchto tří úpraven se zakládá na objemu, hloubce a ploše vodárenských nádrží.

## **Klíčová slova**

Stanovická přehrada, surová voda, úpravna pitné vody Březová, chemické ukazatele kvality vody, dlouhodobý vývoj

## **ABSTRACT**

The bachelor thesis evaluates the development of water quality trends in the water reservoir Stanovice. The water quality is evaluated with regard to measured values in waterworks samples (profile water treatment plant Březová – raw water). The evaluated details are taken from the period 2006 – 2013. The attention is focused also on questions concerning the water quality in waterworks reservoirs. The thesis includes also the general description of the Stanovice waterworks, the Březová laboratory and the water treatment plant (WTP) Březová.

The results summarize laboratory controls data of the Březová laboratory. The data are evaluated and compared by the Government Decree as amended by Act No. 23/2011 Coll., Appendix No. 3, tab. 1a and by Ministry of Agriculture Regulation No. 428/2001 Coll., Appendix No. 13, tab. 1a. The evaluation proves very good quality of raw water in the Stanovice waterworks reservoir. The bachelor thesis concerns also quality comparison of raw water in the WTP Březová, the WTP Myslivna a the WTP Žlutice. The evaluation of these three water treatment plants is based on volume, depth and area of the waterworks.

## **Keywords**

Water reservoir Stanovice, raw water, water treating plant Březová, drinking water quality parameter, longterm trends



## OBSAH

|   |    |
|---|----|
| 1. ÚVOD .....   | 11 |
| 2. CÍLE PRÁCE.....  | 12 |
| 3. LITERÁRNÍ REŠERŠE .....  | 13 |
| 3.1 Kontrola kvality vody .....   | 13 |
| 3.2 Upravitelnost surové vody .....   | 14 |
| 3.3 Jakost povrchových vod .....  | 14 |
| 3.4 Jakost vody v nádržích .....  | 17 |
| 3.4.1 Eutrofizace .....   | 18 |
| 3.4.2 Teplotní stratifikace vodních nádrží .....                                  | 19 |
| 3.5 Znečišťování vod .....  | 22 |
| 3.5.1 Znečištění přírodního původu .....  | 23 |
| 3.5.2 Znečištění antropogenního původu.....                                       | 24 |
| 3.5.3 Odpadní vody .....  | 25 |
| 3.5.4 Mikrobiologické znečištění .....  | 26 |
| 4. METODIKA .....   | 28 |
| 5. CHARAKTERISTIKA VODÁRENSKÉ NÁDRŽE STANOVICE .....                              | 29 |
| 5.1 Výstavba VN Stanovice .....   | 30 |
| 5.2 Jímání .....  | 32 |
| 5.3 Ochranná pásma VN Stanovice .....   | 32 |
| 5.3.1 Kontrolní dny hospodaření v ochranných pásmech a v povodí VN Stanovice..... | 33 |
| 6. ÚPRAVNA PITNÉ VODY BŘEZOVÁ .....   | 35 |

|      |   |    |
|------|---|----|
| 6.1  | Technologie úpravy vody na ÚV Březová .....                               | 35 |
| 6.2  | Laboratoř Březová .....   | 36 |
| 6.3  | Nabídka laboratorních prací .....   | 36 |
| 6.4  | Stanovované parametry .....   | 37 |
| 7.   | VÝSLEDKY .....  | 40 |
| 7.1  | O <sub>2</sub> .....  | 40 |
| 7.2  | BSK <sub>5</sub> a CHSK <sub>Mn</sub> .....                               | 40 |
| 7.3  | pH .....  | 41 |
| 7.4  | Mangan a železo .....   | 42 |
| 7.5  | Koliformní bakterie a intestinální enterokoky .....                       | 43 |
| 7.6  | Počet organismů .....   | 44 |
| 7.7  | Úroveň hladiny VN Stanovice v letech 2006 - 2013 .....                    | 46 |
| 7.8  | Teploty vody na hladině VN Stanovice v letech 2006 – 2013 .....           | 46 |
| 7.9  | Průhlednost vody VN Stanovice a stav trofie v letech 2006 2013 .....      | 47 |
| 7.10 | Porovnání kvality surové vody na ÚV Březová, ÚV Myslivny a ÚV Žlutice ... | 47 |
| 7.11 | Zhodnocení kvality surové vody na ÚV Březová, ÚV Myslivny a ÚV Žlutice    | 48 |
| 8.   | DISKUZE .....   | 50 |
| 9.   | ZÁVĚR .....   | 54 |
| 10.  | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....   | 56 |
| 11.  | SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK .....  | 60 |
| 12.  | SEZNAM PŘÍLOH .....   | 62 |
| 13.  | PŘÍLOHY .....   | 63 |

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

**ÚV** – úpravna vody

**VN** – vodní nádrž

**O<sub>2</sub>** - rozpuštěný kyslík

**BSK<sub>5</sub>** – biochemická spotřeba kyslíku po pěti dnech

**CHSK<sub>Mn</sub>** – chemická spotřeba kyslíku manganistanem

**CHSK<sub>Cr</sub>** – chemická spotřeba kyslíku dichromanem draselným

**Mn** – mangan

**Fe** – železo

**KNK<sub>4,5 a 8,3</sub>** - kyselinová neutralizační kapacita (celková alkalita)

**ZNK<sub>4,5 a 8,3</sub>** – zásadová neutralizační kapacita (celková acidita)

**NL** – nerozpuštěné látky

**TOL** – těkavé organické látky

**EO** – ekvivalentní obyvatelé

**TOC** – celkový organický uhlík

**ČOV** – čistírna odpadních vod

**RAS** – rozpuštěné anorganické soli

**CO<sub>2</sub>** – oxid uhličitý

**MVE** – malá vodní elektrárna

**OP** – ochranné pásmo

# 1. ÚVOD

Voda je nejrozšířenější látkou na Zemi, patří k základním složkám životního prostředí a spolu se vzduchem tvoří základní podmínky pro existenci života na planetě. Význam vody nespočívá jen v jejím množství a jakosti, ale také v přenosu látek a energie v jejím oběhovém cyklu. V přírodě se voda účastní všech podstatných chemických, fyzikálních a biologických procesů. Je také nezbytnou součástí hospodářského a civilizačního rozvoje a vývoje lidstva. Za normální teploty a tlaku je to bezbarvá, čirá kapalina bez zápachu, v silnější vrstvě namodralá. V přírodě se vyskytuje ve třech skupenstvích: v pevném led a sněh, v kapalném – voda a v plynném – vodní pára. Je především nepostradatelná po stránce anorganické a mechanické (Tlapák a kol. 1992).

Voda na Zemi se dělí na slanou a sladkou. Slaná tvoří 97,5% veškerého vodstva na Zemi a moře, ve kterých se nachází, pokrývají 71% celého povrchu naší planety. Sladká voda se přirozeně vyskytuje převážně v ledovcích, dále v jezerech, řekách a podzemních řekách. Zvláštní kombinace slané a sladké vody se nazývá brakická voda. Voda je v mnoha směrech obživou pro člověka. Vodní toky a vodní plochy jsou využívány k zemědělství, rybolovu a fungují jako zdroj pitné vody.

Potřeby lidstva a obyvatel jsou svázány s produkcí stále vyššího množství odpadů a to vše je směřováno do prostředí povrchových vod. Tím jsou říční sítě a jezera ve světě vystavena intenzivnímu znečištění a voda v těchto tocích je pro člověka obtížně využitelná, ale zároveň nebezpečná i pro ostatní živé organismy. Otázka kvality vody, která se nachází v nádržích, podzemních vodách i řekách představuje jeden ze zásadních problémů současné civilizace. Problém s vodou v souvislosti s životním prostředím vyplývá z nedostatku pitné, zdravotně nezávadné vody v některých oblastech světa, z důvodu vysokého stupně znečištění vodních toků. (Hlavínek, Říha 2004).

## 2. CÍLE PRÁCE

- Vyhodnocení existujících dat vybraných parametrů kvality surové vody na ÚV Březová zásobené z vodárenské nádrže Stanovice v období 2006 - 2013
- Vyhodnocení chemického stavu vodárenské nádrže a dlouhodobého trendu změn kvality vody
- Porovnání kvality surové vody na úpravkách vod v ČR

### 3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

Surová voda je část povrchové nebo podzemní vody, která vstupuje do technologie úpravy vody na vodu pitnou.

Rozdílnost kvality surové vody je dána prostředím, se kterým je voda v kontaktu. Příčinou je skutečnost, že voda je nejběžnějším rozpouštědlem a různé látky mají ve vodě různou rozpustnost. Svým charakterem se od sebe liší vody podzemní a vody povrchové, proto je i úprava těchto vod na pitnou odlišná (Říhová Ambrožová a kol. 2005).

#### 3.1 Kontrola kvality vody

Kvalitu surové vody vhodné pro výrobu pitné vody, kontrolu procesu výroby pitné vody a kvalitu pitné vody určují následující legislativní předpisy.

- Nařízení vlády 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod (nejnovější aktualizace NV č. 23/2001 Sb.)
- Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)
- Zákon 150/2010 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) ve znění platných předpisů
- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů
- Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů
- Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 20/2001 Sb., o způsobu četnosti a měření jakosti vody, kterou se provádí zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů

- Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů

### 3.2 Upravitelnost surové vody

Kategorie surové vody se posuzuje dle Vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., která rozděluje surovou vodu do 3 kategorií A1, A2, A3 podle ukazatelů jakosti (Tabulka 1).

V případě hodnocení surové vody lze eliminovat výsledky pořízené v období povodní či při jiných přírodních katastrofách, při abnormálních povětrnostních podmínkách nebo v případech, kdy voda podléhá přírodnímu obohacování určitými látkami.

Surovou vodu lze zařadit do jedné z kategorií dle vyhlášky 428/2001 Sb.

**Tabulka 1:** Typy úprav pro jednotlivé kategorie surové vody dle vyhlášky č. 428/2001 Sb.

| Pro kategorii | Typy úprav  |
|---------------|---|
| A1            | Jednoduchá fyzikální úprava a dezinfekce, například rychlá filtrace a dezinfekce, popř. prostá písková filtrace, chemické odkyselení nebo mechanické odkyselení či odstranění plynných složek provzdušňováním.  |
| A2            | Běžná fyzikální úprava, chemická úprava a dezinfekce, koagulační filtrace, infiltrace, pomalá biologická filtrace, flokulace, usazování, filtrace, dezinfekce (konečné chlorování), jednostupňové či dvoustupňové odželezňování a odmanganování.                                      |
| A3            | Intenzivní fyzikální a chemická úprava, rozšířená úprava a dezinfekce, např. chlorování do bodu zlomu, koagulace, flokulace, usazování, filtrace, adsorpce (aktivní uhlí), dezinfekce (ozón, konečné chlorování). Kombinace fyzikálně chemické a mikrobiologické a biologické úpravy. |

### 3.3 Jakost povrchových vod

Pokud chceme hodnotit využitelnost povrchových vod jako zdrojů pro různé účely, např. úpravu pitné vody, zavlažování zemědělských pozemků, pro průmysl či rekreaci, nestačí zjišťovat pouze jejich množství. Rozhodující

je v uvedených případech jakost povrchových vod, která v průběhu roku silně kolísá nejen v čase, ale liší se i v jednotlivých vrstvách vody, zejména v hlubších nádržích (Synáčková 1996; Hlavínek, Říha 2004).

Okamžitá jakost povrchové vody je určována řadou faktorů, z nichž nejdůležitější jsou tyto:

- produkce znečištění ve zdrojích
- hodnota znečištění odstraňovaného v čistírnách odpadních vod
- průtočné množství a teplota vody
- intenzita přirozených procesů, zejména samočištění v tocích
- manipulace na vodních dílech (Hlavínek, Říha, 2004).

Okamžitá kvalita vody se zjišťuje pravidelným sledováním a vyhodnocováním vzorků odebrané vody. Při závěrech měření jakosti vod je potřeba měření provádět pravidelně a s dostatečnou četností. ČSN 75 7221 určuje způsob stanovení stupně znečištění a způsob klasifikace jakosti povrchových vod. ČSN 75 7221 všeobecně vychází z hodnot, které jsou získané komplexním rozbořem.

Hlavínek a kol. (2004) rozděluje ukazatele jakosti do šesti základních skupin:

- kyslíkový režim (BKS, CHSK, org. uhlík, sulfidy, rozpuštěný kyslík atd.)
- základní chemické (pH, teplota vody, rozpuštěné látky, org. dusík atd.)
- doplňující chemické (chloridy, sírany, hořčík, fenoly atd.)
- těžké kovy (rtuť, olovo, arsen, chrom, kadmium, stříbro atd.)
- biologické a mikrobiologické (sirobní index, enterokoky atd.)
- radioaktivita (celková objemná aktivita alfa a beta, radium 226 atd.)

Z biologického hlediska Hlavínek a kol. (2004) posuzuje jakost vody podle dvou systémů:

- trofický limnologický systém, který na základě složení živé organické hmoty rozlišuje oligotrofní a autotrofní pásma



- saprobní systém, který podle převládající fáze v procesu samočištění (oxidace či redukce) rozeznává čtyři třídy čistoty vody

Zabezpečení kvality povrchových vod je prováděno podle Nařízení vlády 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod (v platném znění NV č. 23/2001 Sb.) které stanovují limity vypouštěných odpadních vod do vod povrchových. Pro hodnocení jakosti povrchových vod je základním nástrojem klasifikace do 5 tříd jakosti podle normy ČSN 75 7221 (Tabulka 2).

**Tabulka 2:** Příklady využití vod jednotlivých tříd dle ČSN 75 7221

|            |  |
|------------|--|
| I. třída   | <p>Voda je obvykle vhodná pro všechna použití zejména pro:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vodárenské účely po přiměřené úpravě</li> <li>- potravinářský a jiný průmysl, požadující jakost pitné vody</li> <li>- koupaliště</li> <li>- chov lososovitých ryb</li> <li>-</li> </ul> <p>Voda má velkou krajinnotvornou hodnotu.</p> |
| II. třída  | <p>Voda je obvykle vhodná pro všechna použití zejména pro:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vodárenské účely</li> <li>- vodní sporty</li> <li>- zásobování průmyslu vodou</li> <li>- chov ryb</li> <li>-</li> </ul> <p>Voda má krajinnotvornou hodnotu.</p>  |
| III. třída | <p>Voda je obvykle vhodná jen pro zásobování průmyslu vodou, pro vodárenské využití je použitelná jen tehdy, není-li k dispozici zdroj lepší jakosti a to za předpokladu použití vícestupňové technologie úpravy. Voda má malou krajinnotvornou hodnotu.</p>   |
| IV. třída  | <p>Voda je obvykle vhodná jen pro omezené účely</p>  |
| V. třída   | <p>Voda není vhodná pro žádný účel</p>   |

Mezní hodnoty vybraných ukazatelů jednotlivých tříd jakosti vod dle ČSN 75 7221 jsou uvedeny v (Tabulka 3).

**Tabulka 3:** Mezní hodnoty vybraných ukazatelů tříd jakosti vody dle ČSN 75 7221

| Ukazatel                    | Měrná jednotka | I. třída | II. třída | III. třída | IV. třída | V. třída |
|-----------------------------|----------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|
| Rozpuštěný kyslík           | mg/l           | >7.5     | >6.5      | >5         | >3        | <3       |
| Dusičnanový dusík           | mg/l           | <3       | <6        | <10        | <13       | >13      |
| Celkový fosfor              | mg/l           | <0.05    | <0.15     | <0.4       | <1        | >1       |
| Chloridy                    | mg/l           | <100     | <200      | <300       | <450      | >450     |
| Sírany                      | mg/l           | <80      | <150      | <250       | <400      | >400     |
| Elektrolytická konduktivita | mS/m           | <80      | <150      | <250       | <400      | >400     |

### 3.4 Jakost vody v nádržích

Vodní nádrž je omezený prostor sloužící k hromadění vody pro pozdější využití, k zachycení povodňových průtoků, pro ochranu údolí pod nádrží nebo k úpravě vlastní vody. Z hlediska čistoty vod jsou zejména významné větší nádrže vybudované na vodních tocích, slouží hlavně pro zásobování obyvatelstva, zemědělství a průmyslu vodou. Dále pak pro energetické a rekreační účely. Pro každou nádrž je směrodatná kvalita vody ve vtokovém profilu jelikož přísun jednotlivých složek vytváří podmínky pro vývoj poměrů akumulované vody a současně ovlivňuje její další využití (Hlavínek, Říha 2004).

Fyzikální, chemické, biochemické a biologické vlastnosti vody v nádržích jsou závislé na mnoha faktorech. Mezi hlavní faktory patří velikost, hloubka, proudění vody, druh nádrže, klimatické podmínky, geologické a vegetační poměry v povodí a v neposlední řadě jakost a množství vody, která přitéká do nádrže (Hlavínek, Říha 2004).

Vodárenské nádrže jsou důležitým zdrojem pitné vody v našem státě. Kvalita vody v nich je ovlivňována nejen přísunem cizorodého znečištění (jako jsou např. bakterie fekálního původu, které v nádržích přežívají), ale také organickými

látkami, vznikajícími přímo v nádržích autochtonní primární produkcí v důsledku eutrofizace. Cizorodé bakterie přicházejí převážně přítokem a jejich rozmístění i přežití v nádrži je ovlivňováno morfometrií nádrže, teplotní stratifikací, sedimentací a pelagickým společenstvem v nádrži. V našich teplotních podmínkách a koncentracích organických látek v nádrži lze prakticky vyloučit množení bakterií střevního původu ve volné vodě, mohly by však přežívat v sedimentu a po jeho zviření se opět dostávat do vodního sloupce, jak bylo prokázáno v rybnících (Šimek 1982).

Většina našich vodárenských nádrží je korytovitého tvaru a v létě, event. i v zimě, teplotně stratifikovaná, takže k častému míchání a resuspenzi sedimentu obvykle nedochází. Navíc při rozvoji zooplanktonu jsou bakterie vázané na drobné částičky sedimentu i volné bakterie účinně odfiltrovány. Ve většině případů se v dolní části u hráze fekální bakterie (koliformní a fekální streptokoky) vyskytují v množstvích menších než 10 v ml a jejich stanovení v těchto vrstvách nádrže (na rozdíl od přítoků – 100 až tisíce v ml) se nepovažuje za důležité (Straškraba a kol. 1992).

Proniknutí bakterií fekálního původu z přítoku k hrázi bychom ve stratifikovaných hlubokých nádržích mohli očekávat pouze při silně zvýšeném průtoku, který se řadí do určité teplotní vrstvy a rychle postupuje do dolní části. Organické látky, podléhající bakteriálnímu rozkladu (stanovené jako BSK), přicházejí do nádrže s přítokem a už v přítokové zóně je jejich valná část spotřebována bakteriemi ve volné vodě nebo sedimentu. Ve vegetačním období tak můžeme ve výtoku z nádrže najít BSK vyšší než v přítoku – v závislosti na zatížení nádrže živinami a na její morfometrii (Straškrabová 1976, Straškrabová 1982).

### 3.4.1 Eutrofizace

Eutrofizace je soubor přírodních a uměle vyvolaných procesů vedoucích ke zvyšování obsahu anorganických živin stojatých a tekoucích vod. Eutrofizace je přírodní děj, jenž v důsledku lidské činnosti přesáhl přirozené meze. **Přírodní eutrofizace** je způsobena uvolňováním dusíku a fosforu, případně silikátů, z půdy, sedimentů a odumřelých vodních organismů. **Umělá eutrofizace** je způsobena intenzivní zemědělskou výrobou, některými druhy průmyslových odpadních vod, používáním polyfosforečnanů v pracích a čisticích prostředcích a zvýšenou produkcí komunálních odpadních vod a odpadů fekálního charakteru (Smith a kol. 1999).

Prvotním signálem počínající eutrofizace na vodním biotopu je nárůst planktonních sinic, řas a vodních makrofyt. Dále dochází ke zhoršování hydrochemického a kyslíkového režimu, ke vzniku a hromadění jedovatých plynů, k nepříznivým kyslíkovým poměrům u dna a ke zmenšení produkční plochy nádrží zarůstáním. Biocenóza fytoplanktonu je poměrně chudá, zvyšuje se zákal a tudíž se snižuje průhlednost vody, v jednotlivých vrstvách vody během letní stratifikace jsou zaznamenány značné změny koncentrace kyslíku a zvýšení koncentrace živin.

Kalamitou v eutrofizaci je vytvoření vodního květu, monokultury sinic, kdy ve spodních vrstvách postižených lokalit dochází k deficitu kyslíku, ke zvýšení koncentrace železa a manganu a v horších případech k tvorbě sirovodíku a metanu. K vytvoření vodního sinicového květu stačí množství 10 µg fosforu v jednom litru vody. S eutrofizací souvisí i vegetační zbarvení (Ambrožová a kol. 2005).

### **3.4.2 Teplotní stratifikace vodních nádrží**

Teplotní stratifikace v nádržích je dána rozdílnými teplotami v různých hloubkách. Jejich hodnoty se mění v průběhu ročních období a tím vzniká cyklus, který se opakuje každý rok. K teplotní stratifikaci ve vodách dochází typicky v hlubších nádržích, ať už přírodního či antropogenního původu. Termín teplotní stratifikace zavedl v roce 1910 Birge. Podle ročních období rozlišoval v nádrži 4 stavy. Jarní cirkulace, letní stratifikace, podzimní cirkulace a zimní stagnace (Ambrožová 2003).

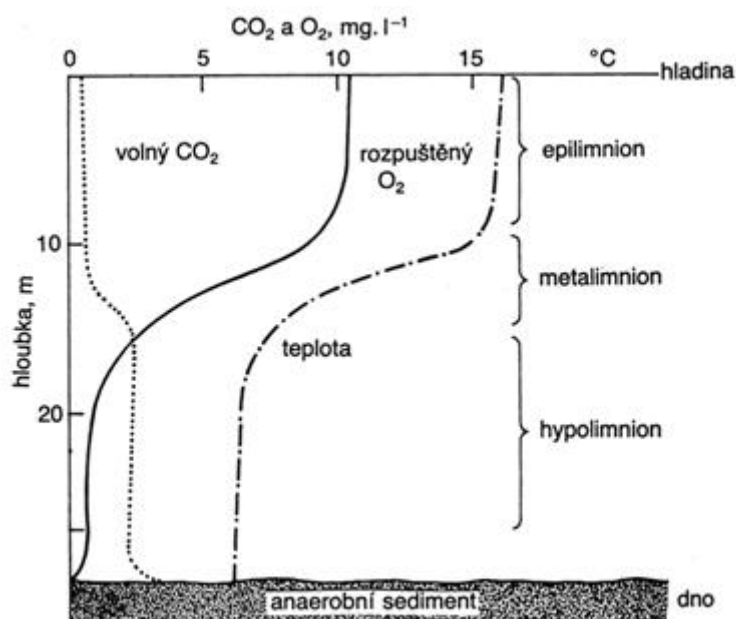
#### **Jarní cirkulace**

Na jaře po roztátí ledového příkrovu vlivem pozvolného ohřívání hladiny dochází k vyrovnání teploty ve vodním sloupci (nejtěžší voda ve vrstvě nade dnem má v hlubokých nádržích trvale cca 4 stupně) a působením větru se vodní masy promíchávají. Toto období jarní cirkulace trvá jen krátkou dobu a v průběhu pokračujícího zvyšování teplot ustupuje letní stratifikaci (Ambrožová 2003).

#### **Letní stratifikace**

Svrchní vrstvy se výrazně oteplují a ustálené klima umožní vznik teplotní stratifikace. Prohřátá voda na hladině má nižší hustotu a nemíchá se s chladnější vodou ve větší hloubce. To vede k vytvoření dvou vodních vrstev, **epilimnionu a hypolimnionu**, oddělených tzv. teplotní skočnou vrstvou **metalimnionu** (Obrázek 1) neboli termoklinou. Ta je definována jako vrstva vody,

kde dochází k teplotnímu gradientu minimálně  $1^{\circ}\text{C}/\text{m}$ . Nejprve se tvoří jako nejasná hranice ve větších hloubkách. V létě, kdy Slunce dodává nejvíce tepelné energie se horní epilimnion rozšiřuje. Termoklina pod ním chrání spodní chladný hypolimnion před rázovými vlivy z hladiny a tedy prolnutím s teplou vrstvou. S poklesem průměrné teploty dochází k promíchávání a ochlazování uvnitř epilimnia a později vlivem dalšího poklesu teploty v nádrži a větru se promíchá celý vodní sloupec a dojde k podzimní cirkulaci (Ambrožová 2003).



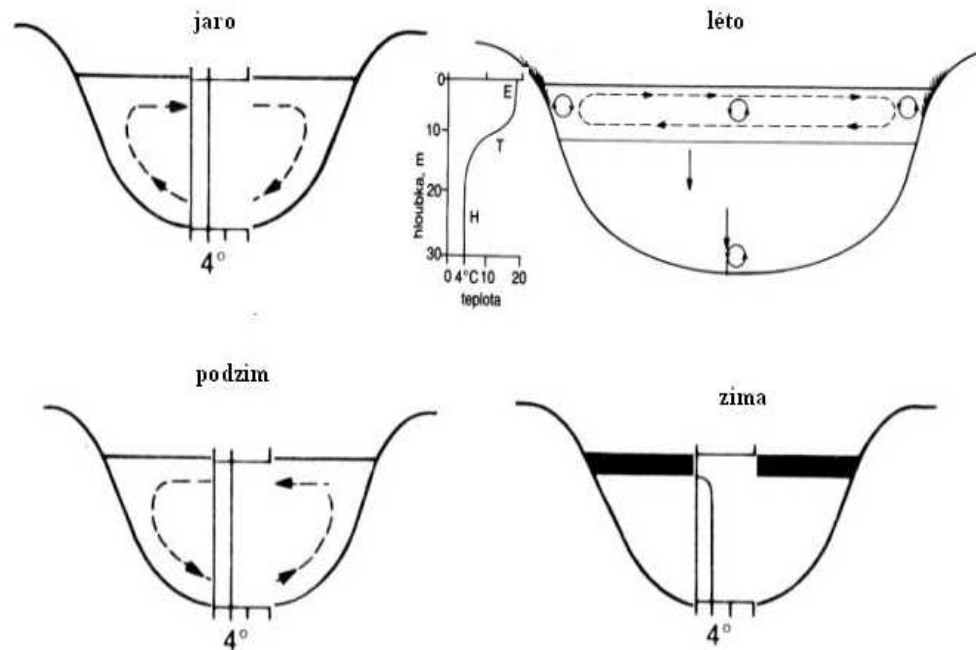
**Obrázek 1:** Stratifikace vod (www.ekologie-v-kostce.blogspot.cz/)

### Podzimní cirkulace

Proces je podobný jako jarní cirkulace, ale má opačný charakter. Postupný pokles teploty v nádrži vede k ustálení na cca  $4^{\circ}\text{C}$  v celé nádrži. Další ochlazování okolního prostředí s nástupem zimních měsíců vede k inverznímu uspořádání vodních vrstev - zimní stagnaci (Ambrožová 2003).

### Zimní stagnace

Vlivem anomálie v závislosti hustoty vody na teplotě, kdy nejtěžší voda není těsně před bodem mrazu, ale ta o teplotě  $3.96^{\circ}\text{C}$ , je vrstva na dně s přibližně touto teplotou oddělena od postupně mrznoucích horních vrstev nádrže. Tato zásadní vlastnost vody umožňuje organismům přežít, i když je teplota okolí nádrže dlouhodobě pod bodem mrazu (Ambrožová 2003).



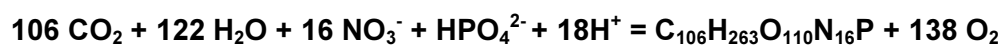
Obrázek 2- Tepelný režim vod (www.enviwiki.cz)

Termální stratifikace podmiňuje i stratifikaci dalších ukazatelů jakosti vody:

- **kyslíková stratifikace** – je z hlediska biochemických a chemických pochodů probíhajících ve vodách velmi významná. Ovlivňuje biologické osídlení a oxidačně-redukční potenciál. Zdrojem kyslíku v nádržích je atmosférická reaerace a fotosyntetická asimilace fytoplanktonu.
- **oxid uhličitý** – v období letní stagnace je v důsledku fotosyntetické asimilace zelených organismů ve dne oxid uhličitý v epilimniu vyčerpáván podle rovnice:

asimilace →

← disimilace



Naopak při disimilaci v noci je oxid uhličitý uvolňován do vody. Snižování koncentrace oxidu uhličitého vede ke zvýšení hodnot pH a naopak zvyšování jeho koncentrace vede ke snížení hodnot pH.

- **železo a mangan** – v oxických podmínkách a ve slabě alkalickém prostředí epilimnia dochází k oxidaci a hydrolyze sloučenin železa a manganu za vzniku sraženin hydratovaných oxidů, které sedimentují. U dna dochází naopak v důsledku anoxických podmínek k redukci  $\text{Fe}^{\text{III}}$  na  $\text{Fe}^{\text{II}}$  resp.  $\text{Mn}^{\text{III-IV}}$

na  $Mn^{II}$ . Redukované formy Fe a Mn jsou rozpustnější než formy oxidované, a to tím spíše, že voda ve spodních vrstvách má menší hodnoty pH. Proto se koncentrace Fe a Mn obvykle směrem ke dnu zvětšuje, zejména v období letní a zimní stagnace.

- **sloučeniny fosforu** – koncentrace fosforu se s hloubkou zvyšuje a nejvyšší je u dna nádrže.
- **sloučeniny dusíku** – jsou způsobeny především biochemickými procesy. Nitrifikací a inkorporací sloučenin dusíku do nové biomasy v epilimniu a denitrifikací a uvolňováním sloučenin dusíku z biomasy při jejím rozkladu v hypolimniu. Proto v epilimniu bývají vyšší koncentrace dusičnanů než amoniakálního dusíku, kdežto v hypolimniu tomu bývá opačně.
- **organické látky** – rozlišuje se vrstva *trofogenní* (totožná s epilimniem, výjimečně i s metalimniem), kde se v důsledku fotosyntetické asimilace tvoří biomasa řas a vrstva *trofolytická* (většinou totožná s hypolimniem), kde dochází k rozkladu nahromaděné biomasy (Pitter 2009).

Pro vodárenské účely je nejvhodnější odběr z vrstvy pod metalimniem, která je nazvána „čistou vrstvou“. (Pitter 2009).

### 3.5 Znečišťování vod

Voda je látka nezbytná pro zajištění života na naší planetě a zároveň důležitá hospodářská surovina. Proto je důležité zabývat se její kvalitou v tocích i nádržích, a uvědomit si, že vše, co projde potrubím našich domácností, může jednou ve vodním toku skončit. Dostatek kvalitní vody patří k nezbytným životním potřebám. Hlavní problémy s hospodařením s vodou vyplývají z nároků na jejich množství vlivem rostoucího počtu lidí, ze změn vodního režimu krajiny, a to stavbou přehrad či regulací vodních toků a ze znečišťování vody. Toky na našem území jsou recipientem splaškových, městských a průmyslových odpadních vod. Jelikož jsou vodní toky zdrojem pitné a užitkové vody, slouží pro rekreaci, závlahu, chov ryb, zvířat měli bychom dbát na minimální vypouštění znečišťujících látek a o čistou vodu v tocích (Pitter 2009).

Znečištění vody v tocích se projevuje především estetickými závadami, nánosy, změnami fyzikálních a chemických vlastností, poškozením biocenózy. Nejnápadnějším projevem znečištění je úhyn ryb. Škodlivé látky mohou působit

toxicky, ovlivňovat kyslíkové bilance nebo poškozovat organoleptické vlastnosti vody (teplota, barva, zákal, chuť, pach). Proto v kritických obdobích nelze využívat takové vody k úpravě na vodu pitnou, ani k rekreačním účelům (Pitter 2009).

Zdroje znečištění můžeme rozdělit na:

- Bodové (např. průsaky z ČOV a zemědělských provozů)
- Liniové (např. průsaky podél silnic, produktovou)
- Plošné (např. průsaky ze zemědělských pozemků, infiltrace srážkové vody)
- Difúzní – dochází k rozptýlení výše popsaných zdrojů (Hubačíková, Oppeltová 2008).

Do vody se mohou ze zdrojů šířit závadné látky především splachem, při havarijním úniku či s odpadními vodami. Znečištění je dále transportováno a při více zdrojích znečištění u toku narůstá koncentrace nebezpečných látek (Tlapák a kol., 1992). Znečištění vod může být původu přírodního, dále může být způsobeno člověkem (antropogenní znečištění) nebo jejich kombinací.

### **3.5.1 Znečištění přírodního původu**

Přírodní znečištění je vyvoláno klimatickými, geomorfologickými, půdními a jinými vlivy. Za nejvýznamnější příčinu lze považovat především erozi půdy, dále sesuvy zeminy, laviny apod. Eroze způsobuje nejen degradaci půdy, ale i fyzikální znečištění a to především povrchovým toků formou splachů, smyvů, výluhů. (Tlapák a kol. 1992)

Produkty eroze zanášejí vodní toky, nádrže, kanalizace a poškozují komunikace. Při zanášení vodních toků se zvyšuje niveleta jejich dna, což zvyšuje riziko vzniku případných povodní a zvyšování hladiny podzemní vody. V zemědělsky využívané půdě se vyskytuje vysoké množství chemických látek, které se vyplavují a kontaminují podzemní i podpovrchové vody. Tyto průmyslová hnojiva a pesticidy hojně používané v zemědělství jsou často vysoce toxické a nejen že představují velké nebezpečí pro vodní zdroje, ale někdy mohou znemožnit jejich využívání (Hubačíková, Oppeltová 2008).

Eroze je sice přirozený proces, ale člověk má vliv na vznik a průběh erozních procesů svými zásahy do přírody. Je výrazným činitelem při vzniku zrychlené eroze



a na erozní procesy působí nepřímo i přímo. Nepřímý vliv se projevuje ničením přirozeného vegetačního krytu, zhoršením fyzikálních, chemických i biologických vlastností půdy, soustředováním povrchového odtoku různými úpravami území, znečištěním půdy odpady apod. Přímý vliv se projevuje zejména realizací technických staveb (eroze vyvolaná stavbou komunikací, intenzifikací zemědělské výroby, aj.) a urbanizací.

### 3.5.2 Znečištění antropogenního původu

Antropogenní znečištění je vyvoláno zejména osídlením, průmyslem a zemědělstvím. K znečišťování vod dochází především vypouštěním odpadních vod do vodních toků a nádrží, nebo na půdní povrch, kde voda zasakuje a znečišťuje vodu podzemní (Tlapák a kol. 1992).

Důležitou roli při znečišťování hraje také intenzivní rybníkářství a s ním spojené hnojení a příkrmování, dále pak doprava a zimní údržba vozovek.

- **Hnojení rybníků** - rybníky jako významná součást hydrologického systému povrchových vod přirozeně integrují veškeré dopady hospodářské činnosti v povodí. Vysoká intenzifikace zemědělské výroby, realizována zejména v minulosti, zasáhla i rybářství. V zájmu zvyšování produkce ryb byly rybníky intenzivně hnojeny, ryby příkrmovány. Velkou mírou se na kvalitě vody také podílí erozní splachy z povodí. Do vodního prostředí se tak dostává podstatně více živin, než může být efektivně transformováno v rybí produkci. Část takto přiváděných živin se průběžně nebo při výloveh dostává do recipientů, část se deponuje v sedimentech a přináší další problémy v podobě zvyšování trofické i saprobní úrovně vodního prostředí v rybnících i v níže ležícím povodí. Dochází tedy k dlouhodobému snižování druhové diverzity rybníčních ekosystémů a narušování rovnováhy mezi dotací a odčerpáváním živin z povodí.
- **Zemědělství** - velký podíl na znečišťování vod má stále více zemědělská velkovýroba a zavádění moderních technologií. Intenzivní rostlinná, ale především živočišná výroba, je tak významným zdrojem znečištění jak povrchových tak podzemních vod.
- **Průmysl** - v České republice pochází nejvíce znečištění z různých druhů průmyslových výrob. Mezi největší producenty znečištění řadíme chemický průmysl a závody na výrobu celulózy. Rozsáhlé úseky toků znečišťují

především vlivem vysokého obsahu organických látek, CHSK, BSK, ropných a toxických látek (Hlavínek, Říha 2004).

### 3.5.3 Odpadní vody

Ke znečišťování vod dochází zejména vypouštěním odpadních vod. Jedná se o vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných objektech, nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (teplotu, složení), jakož i jiné vody z nich odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových či podzemních vod. Za odpadní vodu není považována voda drenážní a přírodní minerální vody (zákon č. 254/2001 Sb. § 38).

Podle původu rozlišujeme odpadní vody:

- splaškové - jsou odpadní vody vypouštěné z domácností, ubytoven, kuchyní atd. Nejvíce znečišťujících látek pak pochází z moči, fekálií a kuchyňského odpadu. Složení splaškových vod se z různých lokalit příliš neliší, ale závisí na specifické denní potřebě vody na 1 obyvatele, která se pohybuje od 20 l do 150 l/den. Při projektování čistíren odpadních vod v ČR se vychází z produkce znečištění v gramech za 1 den na 1 obyvatele (populační ekvivalent), který činí 60g BSK<sub>5</sub>, 120g CHSK<sub>Cr</sub>, 37g TOC.
- průmyslové – jedná se o vody použité a znečištěné při výrobním procesu, které jsou vypouštěny ze závodů (chemický, hutní, potravinářský, atd.), a pro daný proces nejsou již dále použitelné. Průmyslové odpadní vody mají rozmanitý charakter. Může zde dominovat jak organické, tak anorganické znečištění. Největším zdrojem organického znečištění je potravinářský průmysl, zatímco anorganické znečištění pochází zejména z průmyslu keramického, sklářského a z výroby hnojiv.
- městské – jsou směsí splaškových a průmyslových vod, popř. dešťové a jiné vody (např. z čištění ulic a veřejných prostranství) odváděné veřejnou kanalizací
- dešťové – voda z atmosférických srážek (Pitter, 2009; Hubačíková, Opletová 2008).

Speciálním druhem jsou odpadní vody z nemocničních zařízení a léčeben. Tyto vody se od splaškových vod liší jen málo, ale obsahují velké množství desinfekčních prostředků a choroboplodných zárodků.

Odpadní vody jsou obsahově vysoce zdravotně závadné, obsahují velké množství organických a minerálních příměsí. V „čerstvém“ stavu se teplota těchto vod pohybuje od 6-16 °C, mají žlutošedou až šedou barvu, silně zapáchají a při zahnívání jsou slabě kyselé. Příčinou zahnívání, které je spojené se vznikem sirovodíku, je vysoký podíl organických látek (Hlavínek, Říha 2004).

Přestože se znečišťování vodních toků (charakterizované ukazateli BSK<sub>5</sub>, CHSK<sub>Cr</sub>, NL) snižuje, narůstá význam znečišťování látkami, které jsou obtížněji odstranitelné (RAS – rozpuštěné anorganické soli, specifické polutanty, PPCP – Pharmaceuticals and Personal Care Products a další nebezpečné chemické látky). Velmi závažné je zatížení fosfáty a anorganickým dusíkem, které pocházejí ze zemědělství a z domácností (zejména z pracích prášků a prostředků do myček nádobí). Přispívají k tomu i některé bodové zdroje s absencí třetího stupně čištění odpadních vod. Naopak pozitivní dopad na kvalitu vod má zvyšování počtu ČOV umožňujících denitrifikaci a nitrifikaci či chemické srážení fosforu. Proto bylo celé území ČR vyhlášeno jako citlivá oblast s povinností terciárního stupně čištění ve všech obcích nad 2 000 EO (dle směrnice č.91/271/EHS), (Volaufová, Langhammer 2007).

Čištění a likvidace odpadních vod je přísně podchyceno českou legislativou, a sice NV 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, v platném znění (nejnovější aktualizace NV č. 23/2011 Sb.) a stejně tak i předpisy EU. Každé vypouštění odpadních vod do vod povrchových musí být povoleno vodoprávním úřadem a musí taktéž splňovat emisní standardy nebo emisní limity. Emisní standardy jsou nejvyšší přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod (Pitter 2009).

#### **3.5.4 Mikrobiologické znečištění**

Hlavním zdrojem mikrobiologického znečištění jsou kanalizace a důsledkem tohoto znečištění je ovlivněna hygienická kvalita vody. Mezi ukazatele fekálního

znečištění, které je přenašečem infekčních a parazitujících chorob patří bakterie *Escherichia coli*.

Mezi další zdroje znečištění řadíme statková hnojiva, která jsou při správném používání méně závažným zdrojem znečištění. Avšak nesprávné skladovaná nebo aplikovaná hnojiva se mohou stát významným zdrojem znečištění. Při hnojení tekutými organickými hnojivy jako je např. kejda nebo močůvka musíme brát zřetel na aplikované množství či podmínky stanoviště (Hlavínek, Říha 2004; Hubačiková, Oppeltová 2008).

## 4. METODIKA

Použitá data v rámci bakalářské práce nebyla zjišťována vlastními metodami, ani vlastním průzkumem v terénu. Údaje týkající se zjištěných hodnot ÚV Březová – surová voda, byly poskytnuty od Vodáren a kanalizací Karlovy Vary, a. s., se sídlem na Jungmanova stezska 176, Březová a hodnoty VN Stanovice byly poskytnuty od Povodí Ohře, státní podnik, se sídlem Bezručova 4219, 430 03 Chomutov. Následně byly hodnoty ÚV Březová zpracovány a vyhodnoceny do grafů. Celkem bylo vybráno devět ukazatelů (pH, rozpuštěný kyslík, biochemická spotřeba kyslíku, chemická spotřeba kyslíku, mangan, železo, koliformní bakterie, intersticiální enterokoky, počet organismů), které byly graficky znázorněny za období 2006 – 2013 a slovně hodnoceny. Tyto údaje byly dále porovnány s daty z ÚV Myslivny a ÚV Žlutice, které byly zpracovány a vyhodnoceny stejným způsobem, jako data týkající se ÚV Březová. Dále byly statisticky vyhodnoceny do grafů hodnoty týkající se průhlednosti vody, teploty vody a úroveň hladiny ve VN Stanovice v letech 2006 – 2013.

Způsob odběru vzorků se provádí do předem připravených vzorkovnic. Pro většinu ukazatelů se k odběru používají skleněné a plastové vzorkovnice. Všechny vzorkovnice jsou pracovníky laboratoře řádně vyčištěny, aby nedošlo ke kontaminaci, a ihned po odběru jsou označeny (datum, místo odběru), aby nedošlo k jejich záměně. Po odběru jsou vzorky předány do laboratoře, kde jim je přiřazeno evidenční číslo a pod tímto číslem jsou do 24 hodin zpracovány a podrobeny požadované analýze.

Výsledky jakosti surové vody na ÚV Březová byly porovnány s hodnotami dle Nařízení vlády ve znění 23/2011 Sb., příloha č. 3, tab. 1a – Normy environmentální kvality povrchových vod (NEK – RP, roční průměr) a požadavky pro vodárenské účely. A dle Vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., příloha č. 13, tab. 1a, kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů.

## 5. CHARAKTERISTIKA VODÁRENSKÉ NÁDRŽE STANOVICE

Karlovy Vary, město tolika termálních pramenů. Od počátku osídlení bojují s nedostatkem kvalitních podzemních zdrojů vody. Zásobení místa vodou tak vždy záviselo na dovednostech, znalostech, a vynalézavosti místních obyvatel (Jágl a kol. 2012).

V roce 1984 začala do karlovarské vodovodní sítě poprvé dodávat vodu nová vodárna Březová, jejím zdrojem je Stanovická přehrada, která se nachází v Karlovarském kraji v obci Stanovice. Přehrada Stanovice je významným komplexem objektů, které akumulací povrchové vody v povodí Lomnického potoka zajišťují dodávku kvalitní surové vody pro skupinový vodovod Karlovy Vary. Součástí procesu jsou i tzv. asanace, které mají zajistit kvalitu akumulované vody. Účelem tohoto procesu bylo provedení takových opatření v povodí, aby se zmenšilo na únosnou míru riziko znečištění povrchových vod přitékajících do nádrže. Asanace znamenaly řadu dílčích zásahů do provozů různých organizací a činnosti obyvatel. Stupeň těchto zásahů je v podstatě odvislý od polohy provozů vzhledem k nádrži. Pro ochranu kvality vody v nádrži byla stanovena ochranná pásma prvního a druhého stupně. Nutné zásahy směřující k omezení nebezpečí znečištění látkami škodlivými vodám byly v rámci celé stavby plánovány, projektovány a realizovány.



**Obrázek 3** - Vodní nádrž Stanovice (www.poh.cz)

Vodní dílo Stanovice leží 6 km jihovýchodně od Karlových Varů na Lomnickém potoce, který pramení na jižních svazích vrchu Větrovec a ústí zprava do Teplé v obci Březová pod stejnojmenným vodním dílem (Příloha 1). Společně tak mohou obě díla ovlivňovat průtoky v Karlových Varech jak při minimálních průtocích, tak i při průchodu povodní. Stanovice navíc převzaly část protipovodňové ochrany Karlových Varů (Přehrady Povodí Ohře 2010).

Vodárenská nádrž Stanovice zásobuje pitnou vodou asi 80 tisíc obyvatel Karlovarského kraje, mimo vlastní krajské město jsou z této nádrže zásobovány pitnou vodou i města Ostrov, Chodov a přilehlé menší obce.

Na výskyt případného budoucího sucha je Povodí Ohře, státní podnik nyní připraveno zadržením pokud možno co největšího objemu vody v nádrži – od roku 2005 jsou stanoveny vyšší interní řídicí křivky pro hospodaření s vodou na této vodárenské nádrži. Od stejného roku je nádrž celoročně odkalována vypouštěním vody ze spodní výpusti.

Dále je hlavním účelem vodního díla Stanovice, společně s vodním dílem Březová, ochrana města Karlovy Vary před povodněmi, zajištění minimálního průtoku v Lomnickém potoce pod hrází a periodické proplachy koryta vodního toku.

Vedlejším účelem vodního díla je ovlivňování ledového režimu na vodním toku Teplá pod jeho soutokem s Lomnickým potokem vypouštěním teplejší vody z vodního díla Stanovice (spolu s vypouštěním vody z vodního díla Březová), dále výroba elektrické energie a výkon rybářského práva. Dalším účelem vodního díla je též likvidace následků případného havarijního zhoršení jakosti vody ve vodních tocích pod nádrží – zvýšením průtoku dojde k naředění znečištění, udržení minimálního obsahu rozpuštěného kyslíku ve vodě a zachování samočisticích procesů.

## **5.1 Výstavba VN Stanovice**

Stavba byla zahájena v roce 1972 přípravnými pracemi a dokončena v roce 1978. Hráz je sypaná kamenitá s návodním asfaltobetonovým těsněním. Kámen na sypání hráze se těžil v zátopě na levém břehu asi 400 m nad přehradním profilem. Injekční clona v podloží hráze byla prováděna z injekční chodby založené do skalního podloží a navazující na návodní těsnění. V roce 2003 byla po zjištění nárůstu vztlaků provedena dodatečná injektáž podloží. Hráz je vysoká 62,5 m nad základovou spárou, je v koruně široká 8,25 m a dlouhá 258 m. Po koruně hráze vede místní komunikace mezi obcemi Kolová a Stanovicemi. V patě je hráz široká 230 m. Vzniklý nádržní prostor má celkový objem 27, 8 mil. m<sup>3</sup>, při zatopené ploše 142 ha a je čtvrtou největší nádrží v oblasti Povodí Ohře. Sdružený věžový objekt je umístěn při pravém břehu nádrže u hráze. Komora dvou spodních výpustí o průměru 800 mm umístěna ve spodní části objektu je přístupná z podhrází komunikační štolou. V její spodní části se odvádí voda od spodních výpustí,

v komunikační části je uloženo odběrné vodárenské potrubí průměru 1000 mm napojené na věž odběrného objektu. Tu tvoří mokrá šachta se šesti odběrnými etážemi hrazenými tabulovými uzávěry ovládanými z horní strojovny, která je přístupná lávkou z pravého břehu nádrže. Celý věžový objekt je 55,5 m vysoký. Na pravém břehu u hráze se nachází boční nehrazený bezpečnostní přeliv s přelivnou hranou délky 22 m a kapacitou 221 m<sup>3</sup>/s. Na spadiště přelivu navazuje 239 m dlouhý skluz se šířkou ve dně 8 m, zaústěný do společného vývaru s odpadní štolou spodních výpustí.



**Obrázek 4–** Boční bezpečnostní přeliv (www.poh.cz)

Hlavním účelem vodního díla Stanovice a důvodem jeho výstavby bylo zásobování Karlovarska kvalitní pitnou vodou. Stanovený zásobní prostor nádrže byl ale větší, než vyžadovala aktuální situace, a proto byl vymezen ochranný prostor, do něhož je možno zachytit celou stoletou povodeň na Lomnickém potoce, zastavit zcela odtok z nádrže a za povodně tak ulevit řece Teplé v Karlových Varech. Z nádrže je zabezpečován minimální odtok, který je využíván i hydroenergetiky. Pro případné zvýšení možných dodávek pitné vody byla vybudována zároveň s přehradou na řece Teplé v Tepličce (nad nádrží Březová) čerpací stanice, kterou lze nadlepšovat přítok do nádrže až do maximální kapacity čerpadel 420 l/s. Po výrazném poklesu odběrů vody z nádrže po deregulaci cen pitné vody po roce 1989 je čerpací stanice Teplička mimo provoz a zakonzervovaná (Přehrady Povodí Ohře 2010).





**Obrázek 5-** Skluz od bezpečnostního přelivu z odpadní štoly (www.poh.cz)

## **5.2 Jímání**

Voda se odebírá pomocí věžovitého odběrného zařízení (Příloha 2), které je již na první pohled dominantou celé nádrže. Tato odběrná „věž“ dosahuje výšky 64,5 m. Kvalita vody v nádrži se v jednotlivých vrstvách různí. Odběrné zařízení umožňuje střídat vrstvy, ze kterých se voda odebírá, právě v závislosti na kvalitě vody v nádrži, která se pravidelně sleduje. Celkem lze takto odebírat vodu ze šesti různých úrovní, nejčastěji se odebírá ze třetí a čtvrté úrovně ode dna. Vtokové otvory jsou umístěny v šachtě věže, nejnižší se nachází na kótě 476,5 m, další otvory jsou vždy o 6,5 m výše. Surová voda se odebírá z jednoho otvoru, ostatní se uzavírají. Ve spodní části šachty voda vtéká do odběrného potrubí o metrovém průměru, kterým je vedena samospádem až do úpravně vody v Březové. Tento přívodní řád byl budován současně s nádrží (Jágl a kol. 2012).

## **5.3 Ochranná pásma VN Stanovice**

Vzhledem k významu nádrže pro zásobování pitnou vodou jsou v jejím okolí ochranná hygienická pásma (Příloha 3), která zamezují přístupu k nádrži a také omezují zemědělské využití okolních pozemků.

Rozhodnutím referátu životního prostředí Okresního úřadu v Karlových Varech Čj. ŽP/2526/200-231.2 ze dne 28. 12. 2000 byla změněna a nově stanovena ochranná pásma vodárenské nádrže Stanovice následně:

- 1. ochranné pásmo**
- 2. ochranné pásmo**

**Ochranné pásmo prvního (1.) stupně** – slouží k zabezpečení vodního zdroje před možností ohrožení v jeho bezprostředním okolí. Hranice OP 1. stupně je stanovena v rozsahu celé plochy hladiny vodárenské nádrže Stanovice (při maximálním vzduťi), až do vzdálenosti cca 50 až 300 m od hranice zátopy. Ochranné pásmo 1. stupně vodárenské nádrže Stanovice má plochu celkem 377 ha.

Do ochranného pásma 1. stupně je zakázán vstup osob a vjezd vozidel (vyjma pracovníků Povodí Ohře, státní podnik). Hranice ochranného pásma 1. stupně je v terénu vyznačena výstražnými tabulemi.

**Ochranné pásmo druhého (2.) stupně** – je stanoveno za účelem ochrany vydatnosti, jakosti nebo zdravotní nezávadnosti vodního zdroje před ohrožením ze vzdálenějších míst. V souvislém ochranném pásmu 2. stupně vodárenské nádrže Stanovice (navazujícím zvenčí na ochranné pásmo 1. stupně) se nalézá obec Pila, Nové Stanovice a části obcí Stanovice, Kolová a golfové hřiště Háje. Toto ochranné pásmo 2. stupně má plochu celkem 554 ha. Dále jsou vymezeny dvě samostatné zóny 2. ochranného pásma – v povodí nádrže je to Zóna Dražov a Dolní Dražov (34 ha), mimo povodí se nalézá Zóna čerpací stanice Teplička (79 ha).

V ochranném pásmu 2. stupně je omezena přeprava, skladování a používání závadných látek (tj. především ropné látky a dále močůvka, kejda, silážní šťávy, statková hnojiva, pesticidy, přípravky na ochranu rostlin, ad.). Dále je omezena výstavba objektů a zásahy do půdního krytu. Při údržbě komunikací je povoleno používat pouze inertní posypové materiály.

### **5.3.1 Kontrolní dny hospodaření v ochranných pásmech a v povodí VN Stanovice**

Povodí Ohře, státní podnik svolává pravidelně schůzky, hodnotící hospodaření v ochranných pásmech VN Stanovice. Na tyto schůzky jsou zváni pracovníci VaK Karlovy Vary a. s., zástupci Krajského úřadu Karlovarského kraje, Magistrátu města K. Vary, představitelé obcí a zemědělských a lesnických podniků, které se nacházejí v povodí VN Stanovice.

Na těchto jednáních je vyhodnocena aktuální jakost vody na úpravě vody Březová a ve vodních tocích v povodí vodárenské nádrže. Dále je hodnoceno hospodaření na zemědělských a lesních pozemcích (informace o počtu a umístění skotu a dalších hospodářských zvířat na pastvinách v povodí vodárenské nádrže,

informace o místech, objemu a způsobu těžby dřeva, o prostředcích pro ochranu sazenic před okusem zvěře aj.). Komentovány jsou i další činnosti, mající vliv na jakost vodních toků – např. vyvážení obecních septiků, provoz čerpací stanice Pila bez přepadu splaškových vod, vyvážení jímek v areálech farem, legalizace přechodných hnojišť, zahrazení odtoků rybníků nad úroveň sedimentu po ukončení výlovů, identifikace a podněty k likvidaci černých skládek v povodí VN Stanovice (Povodí Ohře, Státní podnik listopad 2013).

## 6. ÚPRAVNA PITNÉ VODY BŘEZOVÁ

Úpravna Březová zásobuje pitnou vodou město Karlovy Vary, Ostrov, Chodov, Horní Slavkov a další obce napojené na skupinový vodovod Karlovy Vary. Počet zásobených obyvatel je 110 000 (původně 65 000).

Výstavba úpravny probíhala v letech 1972 - 1982, k samotnému uvedení do provozu došlo v roce 1984. Nyní prochází velkou modernizací a rekonstrukcí za asi 100 milionů korun, která bude dokončena v roce 2015. Nově bude v Březové použita takzvaná ultrafiltrace. Ta dokáže odstranit z vody nejen nečistoty, ale také bakterie nebo viry. Membránová ultrafiltrace, která propouští jen nízkomolekulární látky, umožní vodárně nejen plnit současné podmínky pro kvalitu vody, ale připravit se i na budoucí možná zprůsnění. Zároveň ale bude lepší úprava vody i pojistkou v případě nenadálého výpadku ze Stanovic. Půjde přes ni dodávat vodu téměř z jakéhokoli zdroje, třeba přímo z Ohře. Obsluhu úpravny zajišťuje v nepřetržitém provozu pouze jeden pracovník. Projektová kapacita úpravny je 650 l/s, současný výkon se pohybuje v rozmezí 230 až 250 l/s.

### 6.1 Technologie úpravy vody na ÚV Březová

Typ úpravny je **chemicko–mechanická** a je užívána klasická dvoustupňová technologie úpravy, tj. (koagulace + filtrace), doplněná ztvzováním (Příloha 4).

Na úpravně je surová voda nejprve přivedena do rychlomísiče, kde se smíchá s koagulantem, chemickou látkou, pomocí níž se vysráží nečistoty obsažené ve vodě do vloček, dojde tedy ke koagulaci.

Na flokulaci navazují tři obdélníkové usazovací nádrže, každá je dvoupatrová s horizontálním usazováním. Zde se usazují nečistoty ve formě těžkých vloček. Kal, který po usazení zůstává, se stírá kruhovými stírači kalu a odvádí na kalové hospodářství, odkud odtéká kanalizací na čistírnu odpadních vod Karlovy Vary.

Voda z usazovacích nádrží následně odtéká na pískové rychlofiltry, kde se přefiltruje přes jemný písek a tím se zbaví veškerých zbylých drobných nečistot.

Jelikož se jako koagulant používá tekutý síran hlinitý, je voda pro filtraci příliš agresivní a mohla by poškodit potrubí. Proto se ještě upravuje ztvzováním za použití dávkování plynného oxidu uhličitého, v kombinaci s dávkováním vápenného hydrátu, a tak se dosahuje optimálního pH a tvrdosti vody.

Pro desinfekce se na závěr přidává plynný chlór spolu s chloridem amonným, čímž se zajistí, že se nezávadná voda dostane až ke spotřebiteli.

V roce 2001 se začaly na úpravně dávkovat inhibitory koroze na bázi fosforečnanů. Tato chemikálie několikanásobně snižuje korozní rychlost ocelového potrubí a výrazně přispívá ke snížení obsahu železa v upravené vodě na vodovodní síti. Tím se zkvalitní dodávky pitné vody až ke kohoutkům spotřebitele.

## **6.2 Laboratoř Březová**

Laboratoř Březová sídlí na adrese Jungmannova stezka 176, 362 15 Březová a je centrální laboratoří Vodáren a kanalizací Karlovy Vary, a. s. Hlavní činností laboratoře je kontrolovat kvalitu pitné vody při výrobě, z podzemních zdrojů a při distribuci vodovodní sítě až ke spotřebiteli. Stejným způsobem sleduje procesy při čištění odpadních vod a kvalitu vypouštěných vod do recipientů. Veškeré analýzy provádí podle normalizovaných postupů a na odpovídajícím laboratorním vybavení.

## **6.3 Nabídka laboratorních prací**

Laboratoř Březová nabízí zákazníkům provádění rozborů všech typů vod, tj. pitných, podzemních, povrchových, vod pro koupání (zejména bazénové), odpadních vod, technologických vod, vod pro stavební účely – stanovení agresivity na beton, záměsová voda do betonu, teplé vody.

Kvalita pitné vody je pečlivě sledována během celého procesu úpravy a distribuce. Požadavky na zdravotní nezávadnost a čistotu pitné vody jsou stanoveny hygienickými limity mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů. Tyto limity jsou upraveny platným prováděcím právním předpisem, nebo jsou povoleny či určeny příslušným orgánem ochrany veřejného zdraví.

Kontrola dodržování hygienických limitů je prováděna v akreditované laboratoři Březová v prostorách vybavených moderními přístroji a špičkovou výpočetní technikou. Laboratoř má dle novelizované normy ČSN EN ISO/IEC 17025:085, která je v souladu s ČSN EN ISO 9001:2001, zavedený systém jakosti, který má prověřený střediskem pro posuzování laboratoří ASlab Praha (Osvědčení č. 229) a Českým institutem pro akreditaci Praha (Osvědčení č. 1443). Laboratoř

je pravidelně těmito orgány kontrolována. Výsledky analýz jsou v elektronické podobě neprodleně předávány orgánu o ochraně veřejného zdraví.

## 6.4 Stanovované parametry

Laboratoř provádí rozborů fyzikálně – chemické, senzorické, mikrobiologické a mikroskopický obraz v plném rozsahu požadovaném platnou legislativou pro příslušný typ vody. Pouze několik speciálních parametrů zajišťuje prostřednictvím akreditovaných subdodavatelů.

**Tabulka 4:** Sledované parametry a číslo normy uvádějící metodiku

| Fyzikálně - chemické stanovení            | Norma                |
|---|----------------------|
| pH  | ČSN ISO 10523-2      |
| Konduktivita                              | ČSN EN 27888         |
| Rozpuštěný kyslík                         | ČSN EN 25814         |
| Rozpuštěný kyslík v terénu                |                      |
| Oxidačně-redukční potenciál               | TNV757367            |
| Teplota                                   | ČSN 75 7342          |
| Tenzidy anionaktivní                      | ČSN EN 903           |
| Dusitany se sulfanylamidem                | ČSN EN 26777         |
| Dusičnany s kys. sulfosalicylovou         | ČSN ISO 7890-3       |
| Amonné ionty                              | ČSN ISO 7150-1 Z1    |
| Fenoly s 4aminoantipyrinem                | ČSN ISO 6439         |
| Fosforečnany anorg. rozp.                 | ČSN EN ISO 6878      |
| Fosfor celk.                              | ČSN EN ISO 6878      |
| Chlór volný a celkový                     | ČSN ISO 7393-2 Z1    |
| Chlor volný a celkový v terénu            | ČSN ISO 7393-2       |
| Kyanidy veškeré                           | TNV 75 74 15         |
| Kyanidy veškeré                           | ČSN 757415           |
| Zákal                                     | ČSN EN ISO 7027      |
| Mangan formaldoximem                      | ČSN ISO 6333         |
| Železo o-fenantrolinem                    | ČSN ISO 6332         |
| Hliník s pyrokatecholovou violetí         | ČSN ISO 10566        |
| Bor azomethinem H                         | ČSN ISO 9390         |
| Barva                                     | ČSN EN ISO 7887      |
| Huminové látky                            |                      |
| Chlorofyl-a                               |                      |
| ChSK <sub>Cr</sub> - metoda ve zkumavkách | ČSN ISO 157 05       |
| Absorbance při 254 nm                     | ČSN 75 73 60         |
| Nepolární extrahovatelné látky - UV       |                      |
| Rtuť                                      | ČSN 757440           |
| Nerozpuštěné látky sušené a žíhané        | ČSN EN872, ČSN757350 |
| Rozpuštěné látky sušené a žíhané          | ČSN 757346, ČSN 7573 |

|   |                      |
|---|----------------------|
| Veškeré látky sušené a žíhané                     | ČSN EN 12880         |
| Extrahovatelné látky                              | ČSN 75 75 08         |
| ChSK <sub>Cr</sub>                                | TNV 75 75 20         |
| ChSK <sub>Cr</sub>                                | ČSN ISO 6060 Z1      |
| ChSK <sub>Mn</sub>                                | ČSN EN ISO 8467 Z1   |
| KNK <sub>4,5</sub> a KNK <sub>8,3</sub>           | ČSN EN ISO 9963-1    |
| Stanovení ZNK <sub>4,5</sub> a ZNK <sub>8,3</sub> | ČSN 757372           |
| Sírany titračně                                   |                      |
| Vápník a hořčík suma                              | ČSN ISO 6059         |
| Vápník  | ČSN ISO 6058         |
| Chloridy titračně                                 | ČSN ISO 9297         |
| Amonné ionty - odm.po dest.                       |                      |
| Agresivní CO <sub>2</sub> dle Heyera              | ČSN EN 13577         |
| Chlór celkový titračně                            | ČSN 653131/N         |
| BSK <sub>5</sub> - zředovací metodou              | ČSN EN 1899-1,2      |
| Stanovení TOL metodou SPME-GC                     | ČSN ISO 10301_SPME   |
| Dusík kjeldalizovatelný a celkový                 | ČSN EN 25663         |
| Kovy polarograficky                               | TNV 75 73 89         |
| Anionty metodou IC - AS 14 A                      |                      |
| Anionty metodou IC - AS 9 -HC                     | ČSN EN ISO 10 304    |
| Stanovení uhlovodíků C10-C40                      | ČSN EN ISO9377-2včZ1 |
| Nepolární extrahovatelné látky -GC                | ČSN EN ISO 9377-2    |
| Dusík celkový vázaný                              | ČSN EN 12260         |
| Celkový organický uhlík                           | ČSN EN 1484          |
| Adsorbovatelné organicky vázané halogeny          | ČSN EN ISO 9562 (Z1) |
| <b>Senzorické stanovení</b>                       | <b>Norma</b>         |
| Pach a chuť                                       | TNV 75 73 40         |
| <b>Mikrobiologické stanovení</b>                  | <b>Norma</b>         |
| Koliformní bakterie                               | ČSN 757837           |
| Termotolerantní kolif.bakt.a Escherichia coli     | ČSN 75 7835          |
| Intestinální enterokoky                           | ČSN EN ISO 7899-2 O1 |
| Kultivovatelné mikroorganismy při 22°C a 36°C     | ČSN EN ISO 6222      |
| Clostridium perfringens                           | vyhl.252/04          |
| Escherichia coli a koliformní bakt.               | ČSN EN ISO 9308-1    |
| E.coli a koliformní -Colilert                     | vyhl.252/04          |
| Pseudomonas aeruginosa                            | ČSN EN ISO 16266     |
| Stafylokoky koag+                                 | ČSN EN ISO 6888-1    |
| Legionella  | ČSN ISO 11731-2 +Z1  |
| <b>Mikroskopický obraz</b>                        | <b>Norma</b>         |
| Bioseston   | ČSN 75 7712          |
| Abioseston  | ČSN 75 77 13         |
| Sinice  | ČSN 75 7717          |
| Aktivace - mikrosk. rozbor                        |                      |
| <b>Kaly</b>                                       | <b>Norma</b>         |
| Kaly - pH   | ČSN EN 12 176        |

|                                      |                     |
|--------------------------------------|---------------------|
| Kaly - veškeré látky sušené a žíhané | ČSN EN 12879, 12880 |
| Kaly - kjeldahlizovatelný dusík      | ČSN EN 13342        |
| Kaly - celkový fosfor                | ČSN EN 14672        |
| Kaly - sediment, kalový index        | ČSN EN 14702-1      |

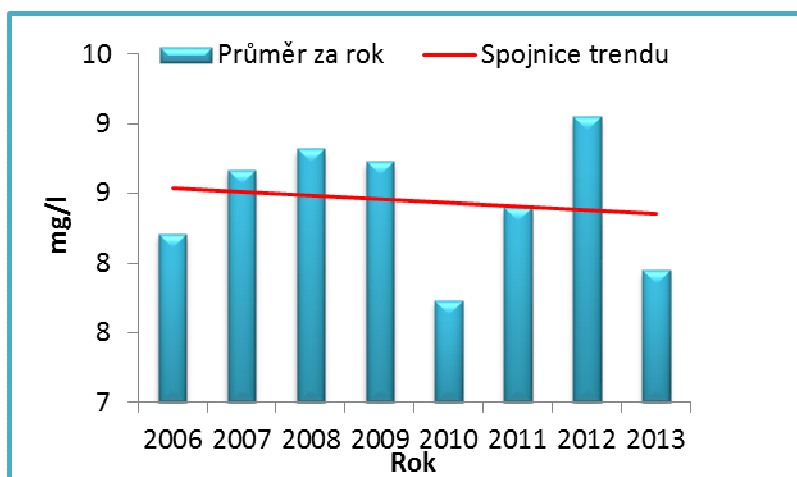


## 7. VÝSLEDKY

V této studii je hodnoceno posledních osm let vývoje jakosti vody ve VN Stanovice z vodárenských odběrů (odběrný profil ÚV Březová – surová voda). Hodnocení výsledků měření je rozděleno v následujících odstavcích podle skupin ukazatelů, charakterizujících složení vod – kyslíkový režim vody a obsah organických látek ( $O_2$ ,  $BSK_5$ ,  $CHSK_{Mn}$ ), chemické ukazatele (pH), železo, mangan, bakteriální (fekální) znečištění vody a mikroskopický rozbor (počet organismů).

### 7.1 $O_2$

Množství kyslíku ve vodě značně ovlivňuje většinu biochemických procesů a často bývá limitujícím faktorem pro život různých organismů. Počet měření v letech 2006-2013 je 110. Podle Nařízení vlády ČR č. 23/2011 Sb., stanovuje limit pro rozpuštěný kyslík  $>9$  mg/l. Je zřejmé dle (Obrázek 6), že téměř všechny hodnoty normu nesplňují. Roční průměry z odběrů nám vykazují klesající trend, který je závislý na obnově vody a v neposlední řadě je to ovlivněno sušším a teplejším obdobím, které se za poslední 4 roky měnilo.

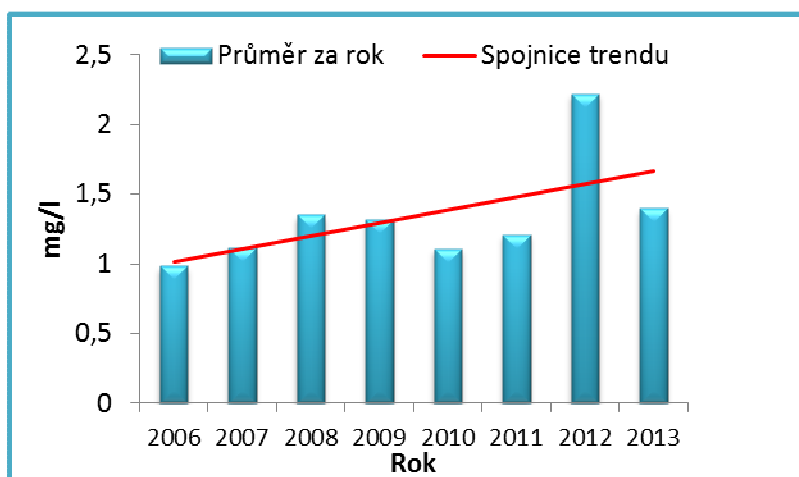


Obrázek 6 –  $O_2$  na ÚV Březová

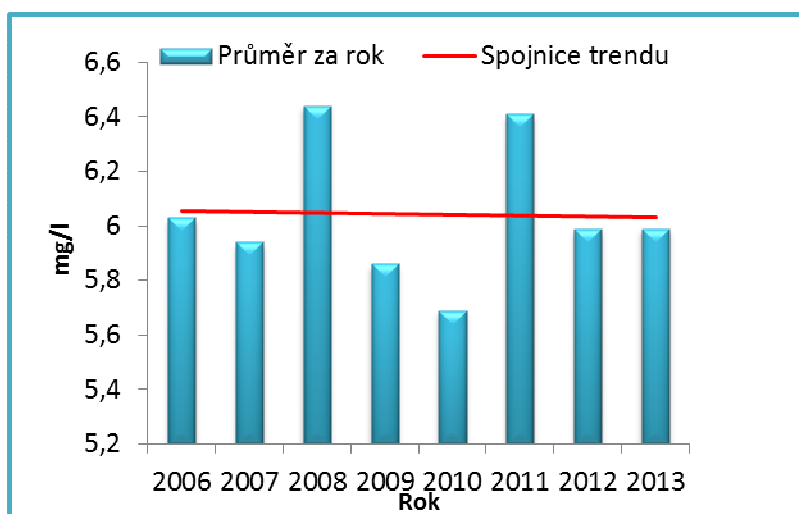
### 7.2 $BSK_5$ a $CHSK_{Mn}$

$BSK_5$  jeden z důležitých ukazatelů čistoty nebo znečištění vody a ukazatele kyslíkového režimu vod. Počet měření v letech 2006-2013 je 116.  $CHSK_{Mn}$  jde o uzanční stanovení míry znečištění vody organickými a oxidovatelnými anorganickými látkami. Počet měření v letech 2006-2013 je 1108. Znečištění vod organickými látkami ( $BSK_5$ ,  $CHSK_{Mn}$ ) se příliš nemění. Zjištěná a naměřená maxima

v letech 2012 (Obrázek 11) jsou způsobené povodní, která byla v červnu tohoto roku. Podle Nařízení vlády ČR č. 23/2011 Sb., kdy je limit pro BSK<sub>5</sub> 3,8 mg/l a CHSK<sub>Mn</sub> 26 mg/l, tak je zřejmé dle (Obrázku 7 a 8), že všechny hodnoty normu splňují. Vyhodnocení a posouzení dle vyhlášky č. 428/2001 Sb. příloha č. 13. požadavky na jakost surové vody spadají do kategorie BSK<sub>5</sub> do A1 a CHSK<sub>Mn</sub> do A2.



Obrázek 7 – BSK<sub>5</sub> na ÚV Březová

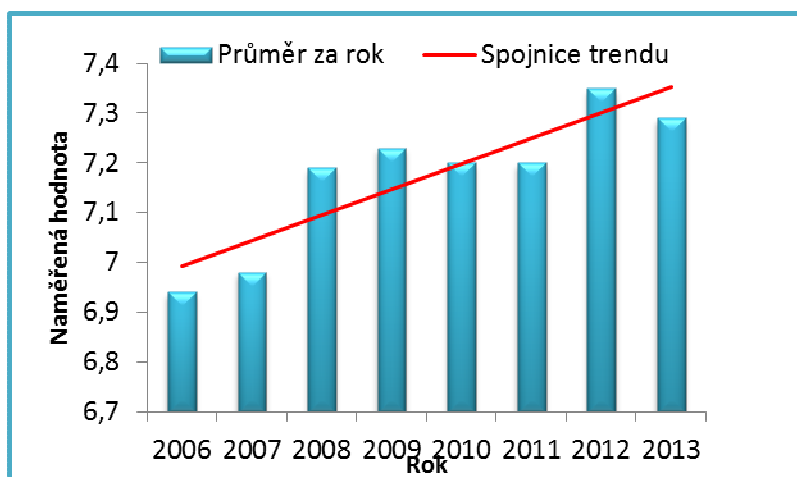


Obrázek 8 – CHSK<sub>Mn</sub> na ÚV Březová

### 7.3 pH

Hodnota pH významně ovlivňuje chemické a biochemické procesy ve vodách. Stanovení tohoto ukazatele je nezbytnou součástí každého rozboru vody. Určení hodnoty pH je ukazatelem acidobazického stavu vody (neutrální voda pH = 7,0). Počet měření v letech 2006-2013 je 446. V surové vodě ÚV Březová

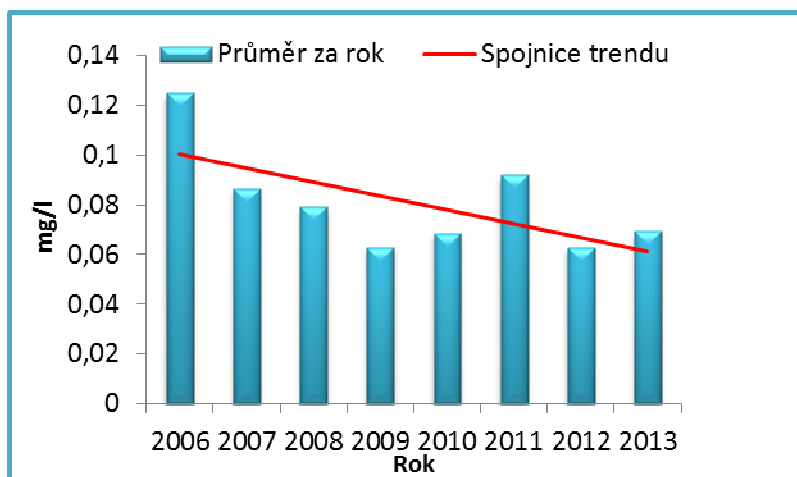
je dlouhodobě mírně vyšší pH (okolo 7,2). Z grafu je zřejmé, že hodnoty stoupají a to je dáno tím, že dochází k odsiřování elektráren a je to také ovlivněno alkalickými horninami Doupovských hor, které jsou tvořeny bazickými čedičovými vyvřelinami. Podle Nařízení vlády ČR č. 23/2011 Sb., které stanovují přípustné pH mezi 6 – 9 je zřejmé dle (Obrázek 9), že všechny hodnoty normu splňují. Vyhodnocení a posouzení dle vyhlášky č. 428/2001 Sb. příloha č. 13. požadavky na jakost surové vody spadají do vyhovující kategorie A1.



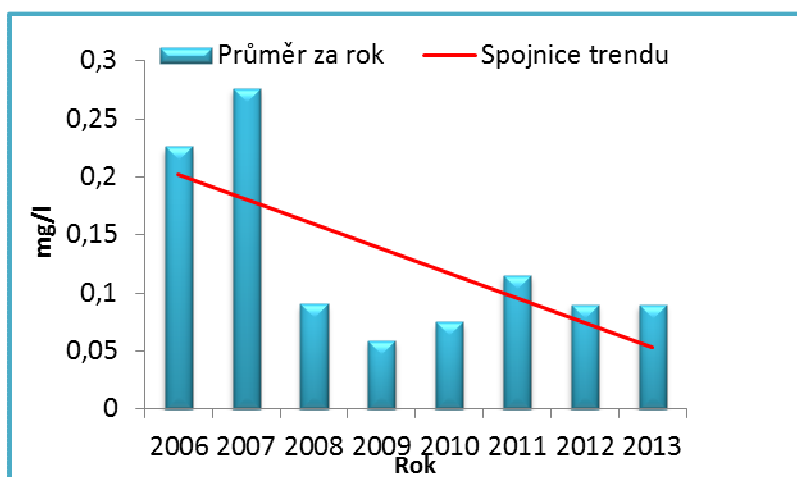
Obrázek 9 – pH na ÚV Březová

## 7.4 Mangan a železo

Mangan se ve vodách vyskytuje spolu se železem. Mangan je z kovů druhou hlavní součástí dnových sedimentů hned po železe. Do vod se dostává vyluhováním z hornin, půdy, sedimentů. Počet měření Mn v letech 2006-2013 je 408 a počet měření Fe v letech 2006-2013 je 414. V obou případech dochází ke klesání trendu a to je způsobené tím, že se Mn a Fe zachytávají v sedimentu. Více se v sedimentu zachytávají z důvodu velkého sucha následovaného odkalováním nádrže v letech 2003 a to se promítá i do roku 2006 v jeho zvýšení (Obrázek 10 a obrázek 11). Koncentrace Mn a Fe nepřekračují normy environmentální kvality podle Nařízení vlády ČR č. 23/2011 Sb. Vyhodnocení a posouzení dle vyhlášky č. 428/2001 Sb. příloha č. 13. požadavky na jakost surové vody spadají do kategorie Mn do A2 a Fe do A1.



Obrázek 10– Mn na ÚV Březová

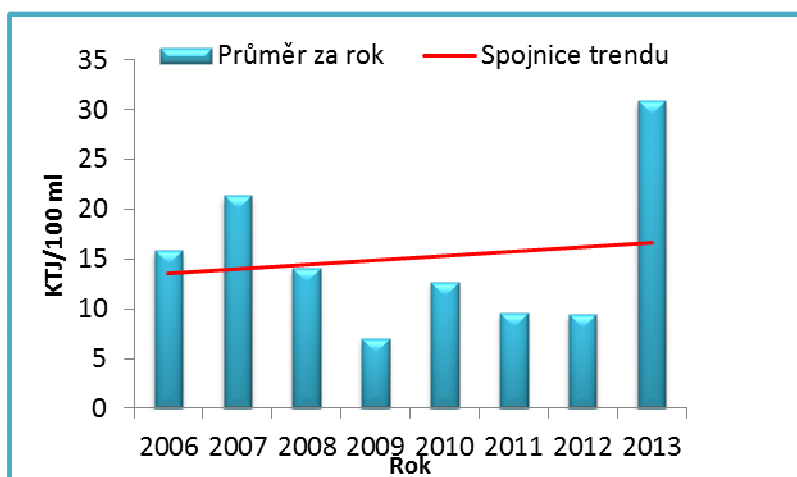


Obrázek 11– Fe na ÚV Březová

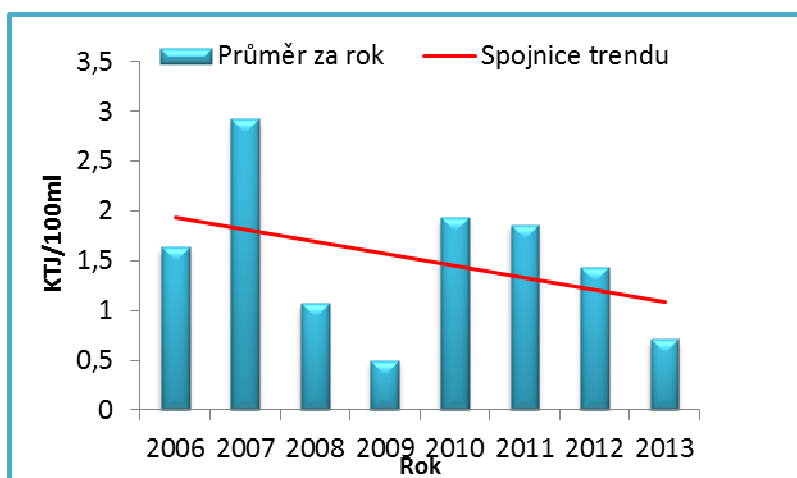
## 7.5 Koliformní bakterie a intestinální enterokoky

Koliformní bakterie byly dříve považovány za hlavní indikátor fekálního znečištění. V současné době je však tento význam z několika důvodů zpochybňován. Jde totiž o heterogenní skupinu bakterií, zahrnující i druhy ve fekáliích se zásadně nevyskytují. Počet měření v letech 2006-2013 je 1411. Za intestinální enterokoky jsou považovány grampozitivní koky. Indikují fekální znečištění, některé druhy patří mezi tzv. potenciální patogeny. Jsou citlivější vůči vnějším vlivům než skupina koliformních bakterií a ve vodě se zřídka pomnožují. Schopnost množit se mají v teplotním rozmezí 10 – 45 °C. Mohou tedy být považovány za ukazatele čerstvého fekálního znečištění (Baudišová 2007). Počet měření v letech 2006-2013 je 112. Na odběru ÚV Březová jsou naměřeny hodnoty bakteriálního znečištění více než desetinásobně nižší než na přítocích. Z těchto

výsledků je patrné, že vodárenská nádrž Stanovice, podporuje významně samočisticí pochody a funguje jako „dočišťovací biologická nádrž“. Hodnoty koliformních bakterií a intestinálních enterokoků nepřekračují normy environmentální kvality dle Nařízení vlády ČR č. 23/2011 Sb. Vyhodnocení a posouzení dle vyhlášky č. 428/2001 Sb. příloha č. 13. požadavky na jakost surové vody spadají do vyhovující kategorie A1.



**Obrázek 12**– Kolifonní bakterie na ÚV Březová



**Obrázek 13**– Intestinální enterokoky na ÚV Březová

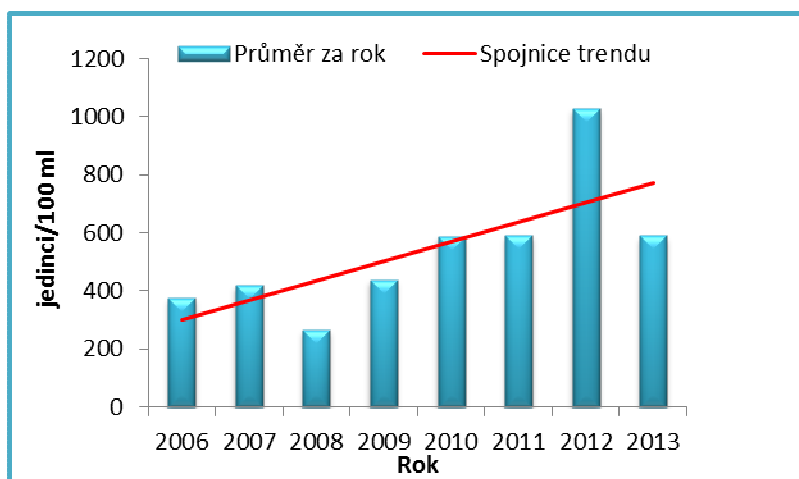
## 7.6 Počet organismů

Počet měření v letech 2006-2013 je 427. Mezi stanovené organismy patří:

- Organismy vázané na povrchové vody: zelené řasy - Chlorococcales g.sp
- Konzumenti (živí se organic. látkami) mohou se pomnožovat na síti: bezbarví bičíkovci (Flagellata apochromatica g.sp.)

- Ostatní organismy: mikromycety (mikroskopické kvasinky a plísně) a železité bakterie

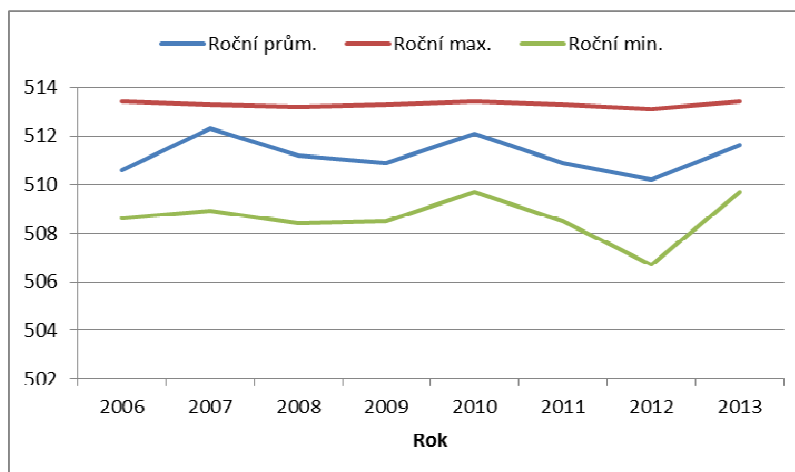
Z níže uvedeného grafu lze vidět stoupání trendu. To je způsobené klimatickými změnami, které přináší teplejší roky a to se odráží na úbytku vody. Dochází také k nárůstu fosforu na přítocích a to je ovlivněno zvyšováním počtu obyvatel a pastvou dobytka. Podle měření laboratoře VaK K. Vary a.s. byly zjištěny maximální počty organismů v surové vodě ÚV v letech 2012. Tyto zjištěná maxima organismů v surové vodě přesně kopírují naměřené maximální teploty na hladině nádrže, což potvrzuje značnou závislost rozvoje organismů na teplotě vody a počtu slunných dní. Vyhodnocení a posouzení dle vyhlášky č. 428/2001 Sb. příloha č. 13. požadavky na jakost surové vody spadají do vyhovující kategorie A1.



**Obrázek 14**– Počet organismů na ÚV Březová

## 7.7 Úroveň hladiny VN Stanovice v letech 2006 - 2013

Použita byla data z let 2006 – 2013, která byla verifikována Vodohospodářským dispečinkem (Příloha 10).



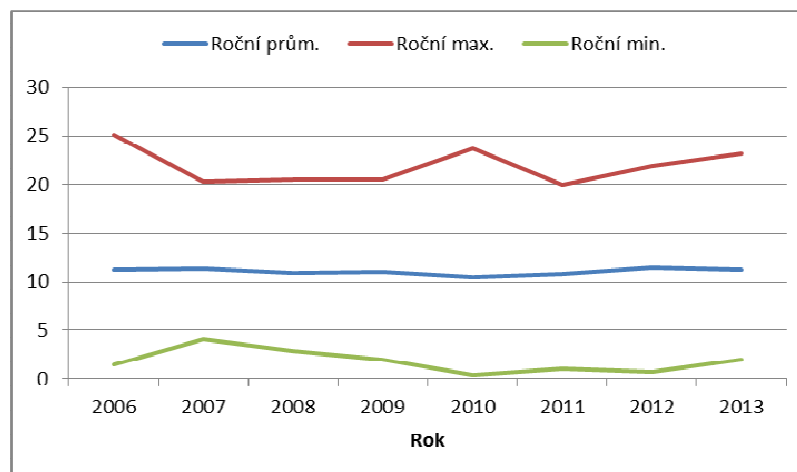
Obrázek 15 – Roční průměrné, max. a min. hladiny VN Stanovice

Tabulka 5: Prům. roční odtok nádrže a prům. roční odběr surové vody na ÚV Březová

| (l/s)      | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| odtok VN   | 496  | 444  | 333  | 181  | 495  | 445  | 376  | 510  |
| ÚV Březová | 265  | 258  | 258  | 249  | 255  | 236  | 240  | 219  |
| celkem     | 761  | 702  | 591  | 430  | 750  | 681  | 616  | 729  |

## 7.8 Teploty vody na hladině VN Stanovice v letech 2006 – 2013

Použita byla data z let 2006 – 2013, která byla verifikována Vodohospodářským dispečinkem (Příloha 11). Z důvodu značné kapacity vodního díla (viz kapitola 5.1) je teplota vody stabilní.

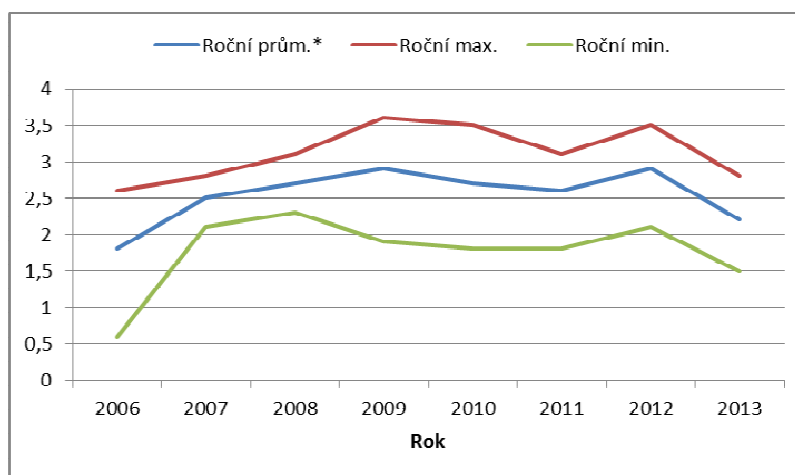


Obrázek 16 - Roční průměrné, max. a min. teplot vody na hladině VN Stanovice

## 7.9 Průhlednost vody VN Stanovice a stav trofie v letech 2006 2013

Použita byla data z let 2006 – 2013, která byla verifikována Vodohospodářským dispečinkem (Příloha 12). Hodnota průhlednosti vody v dubnu 2006 je ovlivněna cca desetiletou velkou vodou na konci března 2006 (Příloha 12).

**Stav trofie\*:** *VN Stanovice je eutrofní nádrž*, neboť roční průměr průhlednosti vody je mezi hodnotami 1,5 a 3,0 m (Příloha 12).



**Obrázek 17** – Graf ročních průměrů, max. a min. průhledností vody (v metrech) na VN Stanovice

## 7.10 Porovnání kvality surové vody na ÚV Březová, ÚV Myslivny a ÚV Žlutice

ÚV Myslivny čerpá vodu z VN Myslivny, která se nachází 3 km západně od Božího Daru na potoce Černá. Byla vybudována jako hlavní zdroj pitné vody pro skupinový vodovod Jáchymov. Hráz je zemní sypaná s vnitřním jílovým těsněním. Je nejvýše položeným vodním dílem v oblasti povodí Ohře. Dílo je krajinným zpestřením území lyžařské turistiky a cykloturistiky nedaleko sjezdových areálů (Broža, 2005).





**Obrázek 18** – VN Myslívny ([www.poh.cz](http://www.poh.cz))

ÚV Žlutice čerpá vodu z VN Žlutice, která leží na řece Střele asi 4 km nad Žluticemi. Hlavním účelem je zajištění pitné vody, která se získává v úpravně v bezprostřední blízkosti hráze a dodává se do širokého okolí. VN slouží i ke snížení účinku povodní a k výrobě elektrické energie. Je zde provozováno také účelové rybí hospodářství. Hráz je sypaná přímá a její koruna je přístupná veřejnosti. Dodatečně zde byly namontovány dvě turbíny s výkonem 130 a 89 kW. Okolí VN je z hygienických důvodů nepřístupné, přesto však pomáhá jednou až dvakrát ročně zvýšeným odpouštěním vody celostátně organizovaným vodáckým akcím (Broža, 2005).



**Obrázek 19** – VN Žlutice ([www.kct-tabor.cz](http://www.kct-tabor.cz))

### **7.11 Zhodnocení kvality surové vody na ÚV Březová, ÚV Myslívny a ÚV Žlutice**

Uvedené grafy (Příloha 5 – 13) porovnávají kvalitu surové vody z vodárenských nádrží (VN) Myslívny, Žlutice a Stanovice (ÚV Březová).

**Objem nádrže:** Nádrže se liší celkovým objemem, kdy výrazně nejmenší jsou Myslivny s celkovým objemem nádrže pouze 0,06 mil. m<sup>3</sup>, následují Žlutice s 15,61 mil. m<sup>3</sup>. Největší nádrž Stanovice má celkový objem 27,8 mil. m<sup>3</sup>. Velikost objemu nádrže se může projevovat především ve stabilitě kvality vody, kdy malá nádrž jako VN Myslivny je náchylná na výkyvy kvality a jakékoli (i menší) změny v kvalitě vody na přítoku se poměrně rychle projeví v kvalitě vody v celé nádrži. Zatímco kvalita vody ve velkých nádržích (závisí ale také na velikosti průtoku vody v nádrži) nepodléhá tak výrazným výkyvům po stránce fyzikálně-chemické i biologické.

**Poloha nádrže, charakteristika povodí:** Na kvalitu vody v nádrži má také zásadní vliv poloha nádrže (v jaké nadmořské výšce se nachází) a charakteristika jejího povodí ( hustota osídlení, způsob obhospodařování půdy v povodí, způsob likvidace odpadních vod atd.). Co se týče nadmořské výšky, Myslivny jsou nejvýše položenou vodárenskou nádrží v České Republice, z čehož by se dalo usuzovat na nízkou míru eutrofizace nádrže. Do nádrže jsou vypouštěny vyčištěné odpadní vody z čistírny odpadních vod v Božím Daru, kdy vybudování ČOV (r. 1996) se také výrazně pozitivně projevilo na kvalitě surové vody pro UV Myslivny. Nicméně v povodí VN se nachází četná rašeliniště, která jsou zdrojem **huminových látek** (organické látky vznikající rozkladem rostlinné a živočišné hmoty). Tyto látky negativně ovlivňují fyzikálně-chemické vlastnosti vody a její upravitelnost, zejména se projevují zvýšením **CHSK<sub>Mn</sub>** a snížením **pH** (Příloha 5 a 10). Voda z rašelinišť je také bohatá na **železo** a **mangan** (Příloha 6 a 7), což je z hlediska kvality vody pro úpravu na vodu pitnou také negativní faktor.

VN nádrže Stanovice a Žlutice se nacházejí v obdobné nadmořské výšce, a výrazně se neliší ani velikostí povodí, zde se tedy v souvislosti s kvalitou surové vody z nádrží projevuje především charakteristika povodí (viz výše), která je příznivější u VN Stanovice.

**Hloubka nádrže:** Dalším faktorem, který se projevuje na kvalitě surové vody pro úpravu na vodu pitnou, je hloubka nádrže. U hlubokých nádrží jako je VN Stanovice (hloubka 57 m) je možnost výběru optimálního odběrného profilu, a snáze se lze vyhnout problému, který nastává u mělkých nádrží, jako jsou Žlutice (hloubka 27 m), kdy při odběru z profilu blíže hladině hrozí zvýšené oživení surové vody, zatímco při volbě odběru z větších hloubek nutno počítat se zvýšenou koncentrací železa a manganu (viz příloha 6, 7 a 13 – porovnání VN Stanovice a Žlutice).

## 8. DISKUZE

Při extrémních dešťových srážkách nebo prudkém tání sněhu, dochází k významnému smyvu znečištění z erozních ploch v povodí vodárenské nádrže Stanovice. Zároveň dochází k odplavení sedimentů, usazených během běžných průtoků v korytech vodotečí. Největší povodňová epizoda ve sledovaném období nastala při jarním tání doprovázeném dešti dne 28. 3. 2006, kdy celkový bilancovaný přítok do nádrže kulminoval okolo 24 m<sup>3</sup>/s, (tj. asi desetiletá velká voda, průměrný dlouhodobý odtok VN Stanovice činí 0,56 m<sup>3</sup>/s).

*Srovnání výsledků měření ze dne 27. 3. 2006 (počátek povodně, 17,5 m<sup>3</sup>/s) v profilech:*

- *Lomnický potok ... CHSK<sub>Cr</sub> = 34 mg/l, fosfor celkový = 0,07 mg/l*
- *Dražovský potok ... CHSK<sub>Cr</sub> = 90 mg/l, fosfor celkový = 0,08 mg/l*

*S dvanáctiletým průměrem měření ve stejných profilech (průměr zahrnuje všechny výsledky):*

- *Lomnický potok ... CHSK<sub>Cr</sub> = 19 mg/l, fosfor celkový = 0,03 mg/l*
- *Dražovský potok ... CHSK<sub>Cr</sub> = 21 mg/l, fosfor celkový = 0,03 mg/l*

Z porovnání ukazatele organického znečištění (CHSK<sub>Cr</sub>) vyplývá dvojnásobně (Lomnický potok) až čtyřnásobně (Dražovský potok) vyšší znečištění povodňových průtoků oproti průměrným průtokům. Při vyhodnocení hodnot ukazatele fosfor celkový (limitující živiny pro rozvoj sinicového vodního květu) jsou výsledky rozdílů znečištění podobné. V surové vodě ÚV Březová nebylo zvýšené znečištění v období po povodni zjištěno. To je způsobené tím, že většina znečištění byla uložena v sedimentu nádrže a zbytek byl vypuštěn spodní výpustí. Významné povodně na přítocích VN Stanovice jsou příčinou několikanásobně vyššího přínosu znečišťujících látek v porovnání s koncentracemi znečištění při obvyklých průtocích. Nárazové povodňové znečištění nemůže být detailně podchyceno pravidelným monitoringem Povodí Ohře, státní podnik, který je dlouhodobě prováděn s četností 1x měsíčně. Množství znečištění, přinášené povodněmi, by bylo vhodné identifikovat mimořádným monitoringem.

Na vodárenské nádrži Stanovice se vyskytla dvě výrazná období sucha, která ohrozila jakost vody v nádrži především masivním rozvojem vodního květu

sinic. Nejvýznamnějším suchem v historii vodárenské nádrže Stanovice bylo víceleté srážkově podprůměrné období, spojené se zaklesnutím hladiny nádrže a vrcholí na konci roku 1992 kalamitním výskytem vodního květu sinic rodu *Limnithrix redekei*. Druhé naštěstí krátké extrémní sucho, nastalo ve druhé polovině roku 2003, kdy se vodní květ nebezpečných sinic masově vyskytoval pouze na hladině nádrže. Důsledkem suchého a teplého období je vždy snížení přítoků až na minimum – například v polovině srpna roku 2003 oba hlavní přítoky do VN Stanovice zcela vyschly a vyjma malé srážkové epizody na konci října byly oba přítoky téměř bez průtoku až do začátku prosince 2003. V důsledku minimálních přítoků výrazně zaklesla hladina nádrže. Snížený objem vody v nádrži je spojen s menší tepelnou kapacitou nádrže a především se zvýšením koncentrace rozpuštěného fosforu, zpětně uvolněného ze sedimentu v anoxickém hypolimniu, při teplotní stratifikaci (surová voda ÚV Březová, max. 2003:  $PO_4 = 0,16$  mg/l). Zvýšená teplota vody a zvýšená koncentrace rozpuštěných orthofosforečnanů (dostupných pro sinice a řasy) způsobují následně i větší rozvoj vodního květu. Na výskyt případného budoucího sucha je proto nutno se připravit zadržením pokud možno co největšího objemu vody ve vodárenské nádrži Stanovice – od roku 2005 jsou stanoveny vyšší interní řídicí křivky pro hospodaření s vodou na této vodárenské nádrži. Od stejného roku je nádrž celoročně odkalována vypouštěním vody ze spodní výpusti.

Do povodí vodárenské nádrže Stanovice je odkanalizováno asi 1 100 trvale bydlících obyvatel. Nejvíce obyvatel má obec **Stružná** (298 obyvatel), vč. Žalmanova (150), Horních Tašovic (63) a Nové Vísky (33). Menší jsou části obce Bochov – Dlouhá Lomnice (98), Javorná vč. Nových Kounic (83), Rybničná (76) a Německý Chloumek (28). Části Dražov (132), Hlinky (120) a Nové Stanovice (22) patří do obce Stanovice (ČOV Stanovice je mimo povodí). Obce Píla (428 obyv.) a Andělská Hora (170 ob.) jsou v současnosti odkanalizovány mimo povodí nádrže – prostřednictvím kanalizačních výtlaků do kanalizace města Karlovy Vary. Největším zdrojem splaškových odpadních vod v povodí VN Stanovice je nyní obecní ČOV Stružná (na tuto ČOV je napojena i čerpací stanice odpadních vod Žalmanov). Menší zdroje splaškových odpadních vod jsou – dva obecní septiky (Dlouhá Lomnice a Nové Stanovice), pět obecních kanalizací nezakončených septiky (Javorná, Horní Dražov, Dolní Dražov, Nové Kounice a Nové Stanovice) a sedm menších sídel bez obecních kanalizací (Hlinky, Rybničná, Horní Tašovice, Nová Víška, Německý Chloumek a dvě rekreační osady Andělské Hory).

V povodí nádrže je rozšířeno především pasení skotu – asi 800 krav, 100 ovcí a 60 koz, což je zvýšení oproti roku 2009. V blízkosti vodárenské nádrže Stanovice bylo v roce 2013 zjištěno 40 krav pod obcí Kolová a dále asi 40 krav nad Novými Stanovicemi. Ve větší vzdálenosti od nádrže – nad Dlouhou Lomnicí 325 a u Hlinek asi 200 krav, dále bylo cca 150 krav pod Javornou, cca 40 krav nad Stružnou, asi 60 koz a 10 krav nad Žalmanovem, asi 100 ovcí v Horních Tašovicích a asi 35 krav v Německém Chloumku. Většina vodních toků, procházejících pastvinami, je zabezpečena před poškozováním průchodem hovězího dobytka výstavbou ohradníků podél břehů.

V povodí nádrže se nachází asi 40 rybníků, z nichž největší rybníky jsou ve vlastnictví *Rybářství Mariánské Lázně s. r. o.* Jedná se o rybníky: Lomnický Velký (8 ha, 79 tis. m<sup>3</sup>-plůdkový výtažník), Modrý Velký (3 ha, 18 tis. m<sup>3</sup>), Tašovický Velký (2 ha), Andělský (1,3 ha), Zámecký Javorná (1,2 ha) a Modrý Malý (1 ha). Ve všech rozhodnutích vodoprávního úřadu, vydaných pro tyto největší rybníky, je uvedeno extenzivní rybochovné hospodaření (bez krmení ryb a hnojení vod) a povinnost provozovatele zahradit rybníky ihned po výlovu tak, aby nedocházelo k vyplavování rybničního sedimentu. Další dva rybníky v povodí VN Stanovice spravují *Vojenské lesy a statky ČR, státní podnik* – rybník Zelený (3,5 ha, 40 tis. m<sup>3</sup>) a rybník Činov (1,5 ha). Dále zde hospodaří *Český rybářský svaz, místní organizace Karlovy Vary* – rybník U Černého (1,5 ha) a kaskáda rybníků Stružná. *Obec Stružná* vlastní Žalmanovský rybník, do kterého do r. 2011 ústí obecní septik Žalmanov *Zemědělec pan Vaňousek* vlastní tři rybníky u obce Javorná, *Lesy ČR, s. p.* rybník Černá voda. Při intenzivním rybochovném hospodaření (tj. při krmení ryb a hnojení vod) mohou být tyto rybníky zdrojem živin a nežádoucího znečištění zárodky sinic. Krmení ryb a hnojení vod na rybnících je podmíněno povolením výjimky z § 39, odst. 7, Zák. o vodách ČR č. 254/2001 Sb. Povodí Ohře, státní podnik spravuje pět malých vodních nádrží (bez obsádky ryb), které jsou umístěny pod výstupy obecních kanalizací (Dlouhá Lomnice, 2x Dražov, 2x Nové Stanovice). Tyto malé vodní nádrže slouží ke zlepšení jakosti povrchových vod v povodí VN Stanovice.

Průchodem vody přes vodárenskou nádrž se výrazně snižuje bakteriální znečištění vody a také se zde snižuje koncentrace vstupního znečištění živinami. VN Stanovice zadržuje v sedimentech více než polovinu fosforu, přinášeného oběma přítoky. V sedimentech nádrže jsou též obsaženy zvláště nebezpečné závadné látky, polychlorované bifenylly (PCB) ze staré ekologické zátěže v Obalovně Bochov.

**Tabulka 6:** Měření PCB, fosforu ad. v sedimentu VN Stanovice v letech 2011 a 2013

| mg/kg suš. | Suma PCB | Fosfor celk. | Fosfor rozp. | TOC   | DOC      | Arsen    | Berylium |
|------------|----------|--------------|--------------|-------|----------|----------|----------|
| 2011       | 0,1      | 3240         | 0,24mg/l     | 81200 | 64mg/l   | 37,7     | 11,4     |
| 2013       | 0,1      | neměřeno     | neměřeno     | 47200 | neměřeno | neměřeno | neměřeno |

Ze sedimentů se během teplotní stratifikace vody zpětně uvolňuje rozpuštěný fosfor (při deficitu kyslíku u dna nádrže) a jeho koncentrace přímo úměrně souvisí s mírou rozvoje sinic. Nejjednodušším opatřením pro snížení účinku znečištění, pocházejícího ze sedimentů nádrže, je udržování co nejvyššího objemu vody v nádrži. Zadržením většího množství vody dojde k naředění znečištění, uvolněného během stratifikace nádrže ze sedimentů. Znečištění, uvolněné u hráze nádrže během stratifikace ze sedimentů, je též možno odkalovat spodní výpustí a to nejlépe co největším průtokem. Účinné odkalování se však může provádět pouze při dostatečném přebytku vody v nádrži – např. při prvním odkalování po suchém období let 2003 až 2004 bylo ve dnech 21 až 22. 9. 2005 průtokem 2 m<sup>3</sup>/s vypuštěno 320 tis. m<sup>3</sup> vody a bylo odkaleno asi 480 kg manganu a cca 9,6 kg fosforu celkového. Od roku 2005 je nádrž celoročně odkalována vypouštěním stanoveného minimálního průtoku (MQ = 58 l/s), případně i vyšších průtoků ze spodní výpusti přes malou vodní elektrárnu.

## 9. ZÁVĚR

VN Stanovice je eutrofní nádrž, ohrožená v suchých obdobích rozvojem nebezpečných sinic. Negativní vliv na jakost vody v nádrži mělo výrazné snížení hladiny (a tím i objemu vody) a to právě v suchých obdobích. Na případné budoucí sucho je nutno se připravit udržením co nejvyšší hladiny vody v nádrži. Zadržením co největšího objemu vody ve VN Stanovice dojde k naředění znečištění, uvolněného během sucha ze sedimentu. Zároveň se zvýší tepelná kapacita nádrže a bude existovat rezerva vody pro odkalování. Na výskyt případného budoucího sucha je Povodí Ohře, státní podnik nyní dobře připraveno – jsou stanoveny vyšší interní řídicí křivky pro hospodaření s vodou v nádrži: První je *řídicí křivka pro optimalizace provozu MVE a zachování kvality vody*, navržená s rezervou podle hladiny ve srážkově běžném roce. Při zaklesnutí hladiny pod tuto křivku je z VN Stanovice vypouštěn pouze stanovený minimální průtok (MQ). Druhou je *řídicí křivka indikující omezení MQ*, tj. křivka kopírující kritické snížení hladiny nádrže v suchých obdobích. Tato křivka indikuje významné sucho a její podkročení je spojeno s nutností snížení MQ za účelem udržení jakosti vody ve VN Stanovice.

Ve vodárenské nádrži Stanovice se vytváří v létě a v zimě *teplotní stratifikace vody* (vytvoření dvou vrstev vody s různou teplotou), které se mezi sebou nemísí. Spodní vrstva vody (hypolimnion) má stabilní celoroční teplotu vody okolo 4 °C. Během teplotní stratifikace vody dochází v hypolimnionu, těsně nade dnem, k vyčerpání kyslíku rozpuštěného ve vodě a v nastalém anoxickém (bezokyslíkatém) prostředí se do vody ze sedimentu uvolňuje letité, dlouhodobě akumulované znečištění v rozpustné formě – mangan, železo, fosfor, organické látky. Toto znečištění se pak při vyrovnání teploty v celém vodním sloupci (při podzimní a jarní cirkulaci vody) promíchá v celém vodním objemu nádrže a rozpuštěný fosfor, uvolněný ze sedimentu, je využit k rozvoji fytoplanktonu. Znečištění, uvolněné během stratifikace ze sedimentu, je velmi vhodné odkalovat spodní výpustí – nejlépe na konci období zimní (březen až duben) nebo letní (září až říjen) teplotní stratifikace vody a to co největším průtokem. Účinné nárazové odkalování nádrže velkým průtokem je však možné pouze při dostatku vody ve vodárenské nádrži Stanovice. Pro udržení jakosti vody je významné, že od roku 2005 je nádrž celoročně odkalována vypouštěním minimálního průtoku, případně i vyšších průtoků ze spodní výpusti (přes MVE).

Dále by bylo ideálním řešením odvedení splaškových vod mimo povodí nádrže. Nejúčinnějším opatřením pro snížení znečištění vod v povodí nádrže

je zachycení tohoto znečištění přímo u jeho zdroje. To by znamenalo především modernizovat stávající septik na ČOV s *odstraňováním fosforu chemickým srážením* (fosfor je rozhodující pro rozvoj vodního květu sinic). Dále je nutná *ochrana vodních toků před znečištěním zemědělského původu* – zabránění vstupu skotu do vodoteče (ohradníky podél břehů toků, instalace napáječek pro skot), zřizování vodohospodářsky zabezpečených hnojišť, skladování a použití hnojiv podle zásad tzv. správné zemědělské praxe a těžbě dřeva s minimálními zásahy do půdního krytu.

Momentálně je VN Stanovice ve stavu, že v kvalitě surové vody nejsou závažnější problémy. V ukazatelích Fe, Mn,  $CHSK_{Mn}$  a huminové látky voda podléhá přírodnímu obohacování. Kvalita vody je ovlivněna antropogenními vlivy z povodí (osídlení, zemědělství). Proto v letních měsících dochází i k mírnému oživení nádrže a je podrobněji sledována s ohledem na možný rozvoj sinic. V období 2012–2015 na nádrži probíhá projekt „Metody optimalizace návrhu opatření v povodí vodních nádrží vedoucí k účinnému snížení jejich eutrofizace“. Projekt provádí Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka v Praze ve spolupráci s Povodí Ohře, státní podnik. Můžeme tedy říci, že kvalita surové vody z vodárenské nádrže Stanovice je v současné době velmi dobrá a je upravitelná stávajícími technologiemi úpravy vody na vodu pitnou.



## 10. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. **Ambrožová J, 2002:** Vodárenská biologie 2002. *Ekomonitor s.r.o., Chrudim.*
2. **Ambrožová J, 2003:** Aplikovaná a technická hydrobiologie. *Vysoká škola chemicko-technologická v Praze.*
3. **Baudišová D, 2007:** Současné metody mikrobiologického rozboru vody. Příručka pro hydroanalytické laboratoře. Výzkum pro praxi. *Sešit 54, VÚV T. G. M. v. v. i., Praha.*
4. **Bjork S, 1972:** Swedish lake restoration program gets results. *Ambio 1, 153 - 165*
5. **Broža V, 2005:** Přehrady Čech, Moravy a Slezska. *Knihy 555.*
6. **Carvalho L, 1994:** Top-down control of phytoplankton in a shallow hypertrophic lake: Little Mere (England). *Hydrobiologia 275/276, 53-63.*
7. **Duras J, 2004:** Změna přísunu živin do vodárenských nádrží – naděje do budoucna? In: Vodárenská biologie 2004, 4. - 5. února 2004, Praha, Česká republika, Ambrožová Jana (*Edits.*), str. 140.
8. **Duras J, Klíčková M, 2006:** VN Žlutice – vztah nádrže a povodí. In: Vodárenská biologie 2006, 31. 1. - 2. 2. 2006, Praha, Česká republika, Ambrožová Jana, Tlustá Petra. (*Edits.*), str. 242.
9. **Geriš R, Kosour D, 2010:** Dvě letní tváře vodárenské nádrže Mostiště. In: Vodárenská biologie 2010. *Ekomonitor s.r.o., Chrudim.*
10. **Hlavínek P, Říha J, 2004:** Jakost vody v povodí. *Akademické nakladatelství CERM.*
11. **Hubačiková V, Oppeltová P, 2008:** Úpravy vodních toků a ochrana vodních zdrojů. *Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 130 s.*
12. **Jágl A, Štafflová V, Dlesk V, 2012:** Voda pro Karlovy Vary. *Vodárny a kanalizace Karlovy Vary, a. s.*
13. **Janeček E, 2007:** Vliv přítoků na kvalitu vody VN Stanovice. *Povodí Ohře, státní podnik, prosinec 2007.*

14. **Lewi P, Janeček E, 2005:** Hodnocení vlivu zdrojů znečištění na kvalitu přítoků VN Stanovice. *Povodí Ohře, státní podnik, květen 2005.*
15. **Lewi P, a kol., 2010:** Zdroje znečištění vodárenské nádrže Stanovice (období 1990-2009). *Povodí Ohře, státní podnik, únor 2010.*
16. **Moss B, Madgwick J, and Phillips G, 1996-1997:** A guide to the restoration of nutrient-enriched shallow lakes. *Life Programme, EU*
17. **Pitter P, 2009:** Hydrochemie/Praha. *SNTL, 1990, 565 s.*
18. **Povodí Ohře, 2010:** Přehrady povodí Ohře. *Povodí Ohře Chomutov, 52 s.*
19. **Povodí Ohře, státní podnik, listopad 2013:** Zdroje znečištění vodárenské nádrže Stanovice 1993-2012.
20. **Říhová Ambrožová J, a kol., 2005:** Příručka provozovatele úpravní pitné vody. *Líbeznice: Medim pro SOVAK ČR.*
21. **Říhová Ambrožová J, Veselá J, 2011:** Vodárenská biologie 2011. *Ekomonitor s.r.o., Chrudim.*
22. **Smith V. H, Tilman G. D, Nekola J. C, 1999:** Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. *environmental pollution 100: (1-3) 179-196.*
23. **Straškrábová V, 1976:** Self-purification capacity of impoundments. *Water Research 9, p. 1171-1177*
24. **Straškrábová V, 1982:** Přísun organického znečištění a bilance organické hmoty v nádrži Římov., p. 38-46, In: Sborník ze semináře „Kvalita vody a hydrobiologie údolní nádrže Římov“, *VTS Biol. Centra ČSAV a VTS JIVAK, Č. Budějovice.*
25. **Straškraba M, a kol., 1992:** Metodika sledování a hodnocení jakosti vody vodárenských nádrží." *HBÚ ČSAV České Budějovice.*
26. **Strnadová N, Janda V, 1995:** Technologie vody I. *Vysoká škola chemicko - technologická v Praze.*
27. **Synáčková M, 1996:** Čistota vod. *České vysoké učení technické, 208 s.*

28. **Šimek K, 1982:** Bakteriologické znečištění přítoků Římovské nádrže., p. 47 - 51, In: Sborník ze semináře „Kvalita vody a hydrobiologie údolní nádrže Římov“, VTS Biol. Centra ČSAV a VTS JIVAK, Č. Budějovice.
29. **Šimek K, 1982:** The occurrence of faecal bacteria in a fish pond with a duck farm. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 76, p. 851-868
30. **Škollová Z, Harnová J, Juránek J, 1985:** Vodní hospodářství. 35 B, 43 s.
31. **Tlapák V, Šálek J, and Legát V, 1992:** Voda v zemědělské krajině. *Zemědělské nakladatelství Brázda*, 320 s.
32. **Van der Molen D. T, Breeuwsma A, & Boers P, 1998:** Agricultural nutrient losses to surface water in the Netherlands: impact, strategies, and perspectives. *Journal of Environmental Quality*, 27(1), 4-11.
33. **Volaufová L, Langhammer J, 2007:** "Specifické znečištění povrchových vod a sedimentů v povodí Klabavy." *Journal of Hydrology and Hydromechanics* 55.2, 122-134
34. **Vyhláška č. 428/2001 Sb. Ministerstva zemědělství**, v platném znění. Kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).
35. **Výsledky rozborů laboratoře Březová.**, Vodárny a kanalizace a. s. dostupných v programu LabSystem (od roku 2006 do roku 2013).

#### **Internetové zdroje:**

36. **EKOLOGIE v kostce**, 2015: Stratifikace vod, online: [http://ekologie-v-kostce.blogspot.cz/2011/07/sladkovodni-ekosystemy\\_17.html](http://ekologie-v-kostce.blogspot.cz/2011/07/sladkovodni-ekosystemy_17.html) [cit. 2015-02-26].
37. **ENVIWIKI**, 2015: Tepelný režim vod, online: <http://www.enviwiki.cz/wiki/Soubor:Untitled.jpg> [cit. 2015-02-26].

38. GEOPORTAL, 2014: Ochranná pásma vodních zdrojů, online:  
**file:///C:/Users/dpurkytova/Desktop/Prohl%C3%AD%C5%BEn%C3%AD%20-%20N%C3%A1rodn%C3%AD%20geoport%C3%A1I%20INSPIRE.htm,**  
[cit. 2014-05-20].
39. HYDROMAGAZÍN, 2014: Lomnický potok, online:  
**<http://www.hydomagazin.cz/download/mapaLomnickyPotok.pdf>,**  
[cit. 2014-05-19].
40. KLUB ČESKÝCH TURISTŮ TÁBOR, 2014: Vodní přehrady, Žlutice, online:  
**<http://www.kct-tabor.cz/gymta/VodniPrehrady/Zlutice/index.htm>,**  
[cit. 2014-11-18].
41. POVODÍ OHŘE, 2014: Vodní dílo Stanovice, online:  
**<http://www.poh.cz/vd/stanovice.htm>,** [cit. 2014-06-30].
42. POVODÍ OHŘE, 2014: Vodní dílo Myslivny, online:  
**<http://www.poh.cz/vd/myslivny.htm>,** [cit. 2014-11-18].
43. POVODÍ OHŘE, 2014: Vodní díla, online:  
**[http://www.poh.cz/vd/vd\\_publikace/Povodi\\_Ohre\\_Vodni\\_dila\\_2010\\_cz.pdf](http://www.poh.cz/vd/vd_publikace/Povodi_Ohre_Vodni_dila_2010_cz.pdf),** [cit. 2014-11-18].
44. STUDENTSUMMIT, 2014: Znečištění vod, online:  
**[http://www.studentsummit.cz/data/1384894871518BGR\\_XIX\\_UNEP\\_II.pdf](http://www.studentsummit.cz/data/1384894871518BGR_XIX_UNEP_II.pdf),** [cit. 2014-12-01].
45. VODÁRENSTVÍ, 2014: Kvalita vody v EU, online:  
**<http://www.vodarenstvi.cz/clanky/kvalita-vody-v-evropske-unii>,**  
[cit. 2014-09-13].
46. ZMĚNY ZÁKONŮ, 2014: Vyhláška ministerstva zemědělství, online:  
**<http://www.zmenyzakonu.cz/zakon.aspx?k=428/2001%20Sb.&d1=01012012&d2=01042014&cmd=compareshort>,** [cit. 2014-11-19].

## 11. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

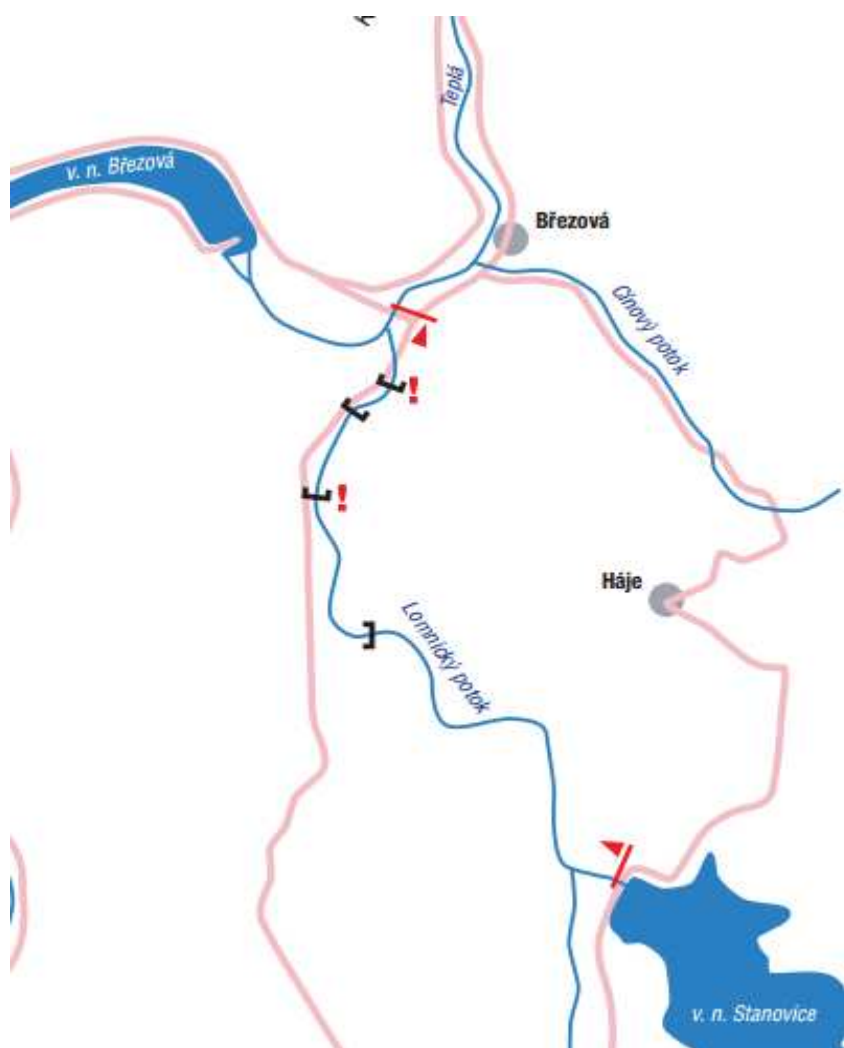
|  |    |
|--|----|
| Obrázek 1: Stratifikace vod ( <a href="http://www.ekologie-v-kostce.blogspot.cz/">www.ekologie-v-kostce.blogspot.cz/</a> ) ..... | 20 |
| Obrázek 2- Tepelný režim vod ( <a href="http://www.enviwiki.cz">www.enviwiki.cz</a> ).....                                       | 21 |
| Obrázek 3 - Vodní nádrž Stanovice ( <a href="http://www.poh.cz">www.poh.cz</a> ).....  | 29 |
| Obrázek 4– Boční bezpečnostní přeliv ( <a href="http://www.poh.cz">www.poh.cz</a> ).....   | 31 |
| Obrázek 5- Skluz od bezpečnostního přelivu z odpadní štolý ( <a href="http://www.poh.cz">www.poh.cz</a> ).....                   | 32 |
| Obrázek 6 – O <sub>2</sub> na ÚV Březová .....   | 40 |
| Obrázek 7 – BSK <sub>5</sub> na ÚV Březová.....  | 41 |
| Obrázek 8 – CHSK <sub>Mn</sub> na ÚV Březová .....   | 41 |
| Obrázek 9 – pH na ÚV Březová .....   | 42 |
| Obrázek 10– Mn na ÚV Březová .....   | 43 |
| Obrázek 11– Fe na ÚV Březová.....  | 43 |
| Obrázek 12– Koliformní bakterie na ÚV Březová.....   | 44 |
| Obrázek 13– Intestinální enterokoky na ÚV Březová.....   | 44 |
| Obrázek 14– Počet organismů na ÚV Březová .....  | 45 |
| Obrázek 15 – Roční průměrné, max. a min. hladiny VN Stanovice.....   | 46 |
| Obrázek 16 - Roční průměrné, max. a min. teplot vody na hladině VN Stanovice .....   | 46 |
| Obrázek 17 – Graf ročních průměrů, max. a min. průhledností vody (v metrech) na VN Stanovice.....                                | 47 |
| Obrázek 18 – VN Myslivny ( <a href="http://www.poh.cz">www.poh.cz</a> ) .....  | 48 |
| Obrázek 19 – VN Žlutice ( <a href="http://www.kct-tabor.cz">www.kct-tabor.cz</a> ) .....   | 48 |

|   |    |
|---|----|
| Tabulka 1: Typy úprav pro jednotlivé kategorie surové vody dle vyhlášky č. 428/2001 Sb..... | 14 |
| Tabulka 2: Příklady využití vod jednotlivých tříd dle ČSN 75 7221.....                      | 16 |
| Tabulka 3: Mezní hodnoty vybraných ukazatelů tříd jakosti vody dle ČSN 75 7221 .....        | 17 |
| Tabulka 4: Sledované parametry a číslo normy uvádějící metodiku.....                        | 37 |
| Tabulka 5: Prům. roční odtok nádrže a prům. roční odběr surové vody na ÚV Březová.....      | 46 |
| Tabulka 6: Měření PCB, fosforu ad. v sedimentu VN Stanovice v letech 2011 a 2013 .....      | 53 |

## 12. SEZNAM PŘÍLOH

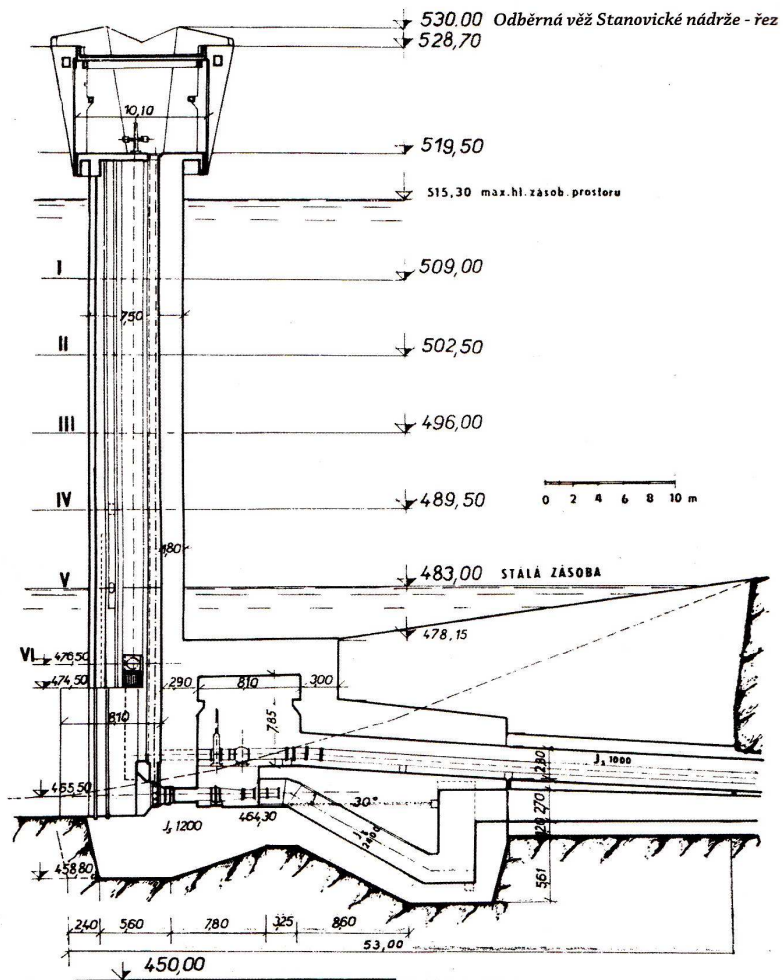
|   |    |
|---|----|
| Příloha 1 - Mapa Lomnického potoka ( <a href="http://www.hydromagazin.cz">www.hydromagazin.cz</a> ).....        | 63 |
| Příloha 2 - Odběrná věž Stanovické nádrže (Jágl a kol., 2012) .....   | 64 |
| Příloha 3 – Ochranná pásma VN Stanovice ( <a href="http://www.geoportal.gov.cz">www.geoportal.gov.cz</a> )..... | 65 |
| Příloha 4 - Technologické schéma ÚV Březová (Vak Karlovy Vary a. s.).....                                       | 66 |
| Příloha 5 – pH porovnání úpraven.....   | 67 |
| Příloha 6 – Fe porovnání úpraven .....  | 67 |
| Příloha 7 – Mn porovnání úpraven.....   | 68 |
| Příloha 8 – O <sub>2</sub> porovnání úpraven .....  | 68 |
| Příloha 9 – BSK <sub>5</sub> porovnání úpraven .....  | 69 |
| Příloha 10 – CHSK <sub>Mn</sub> porovnání úpraven.....  | 69 |
| Příloha 11 – Koliformní bakterie porovnání úpraven .....  | 70 |
| Příloha 12 - Intestinální enterokoky porovnání úpraven .....  | 70 |
| Příloha 13 – Počet organismů porovnání úpraven .....  | 71 |
| Příloha 14 - Úroveň hladiny VN Stanovice (m. n. m.).....  | 71 |
| Příloha 15 - Průměrné měsíční teploty vody na hladině VN Stanovice .....  | 72 |
| Příloha 16 - Průměrné měsíční hodnoty průhlednosti vody VN Stanovice a stav trofie v letech 2006 - 2013.....    | 72 |

## 13. PŘÍLOHY

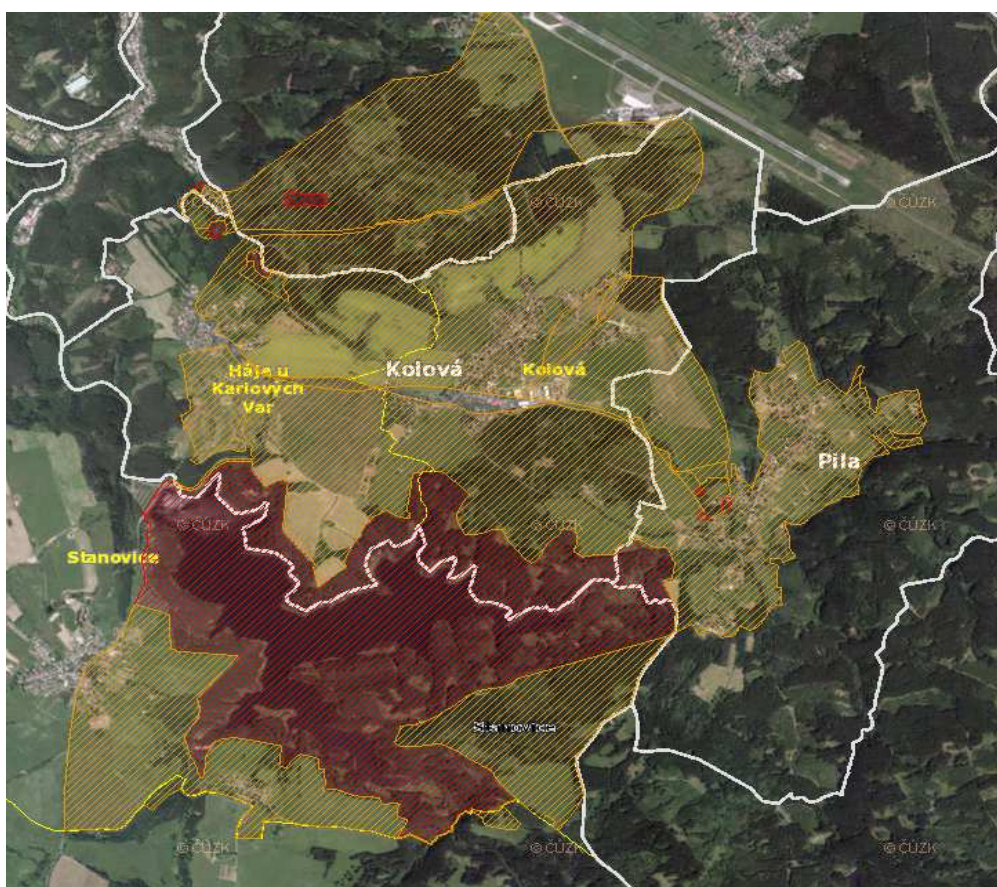




**Příloha 1** - Mapa Lomnického potoka ([www.hydomagazin.cz](http://www.hydomagazin.cz))



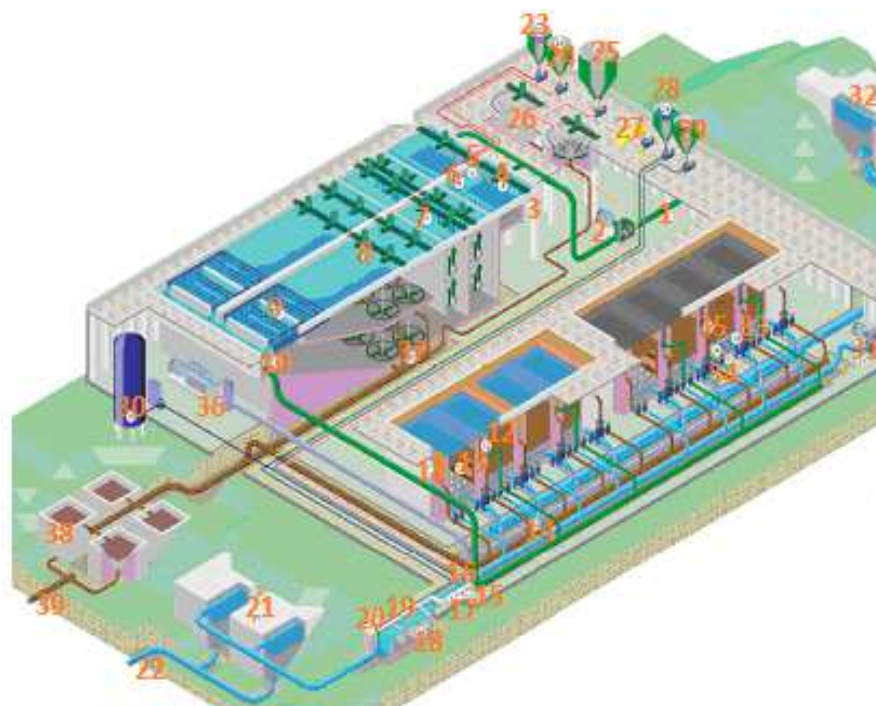


Příloha 2 - Odběrná věž Stanovické nádrže (Jágl a kol., 2012)



 I. stupeň  
 II. stupeň

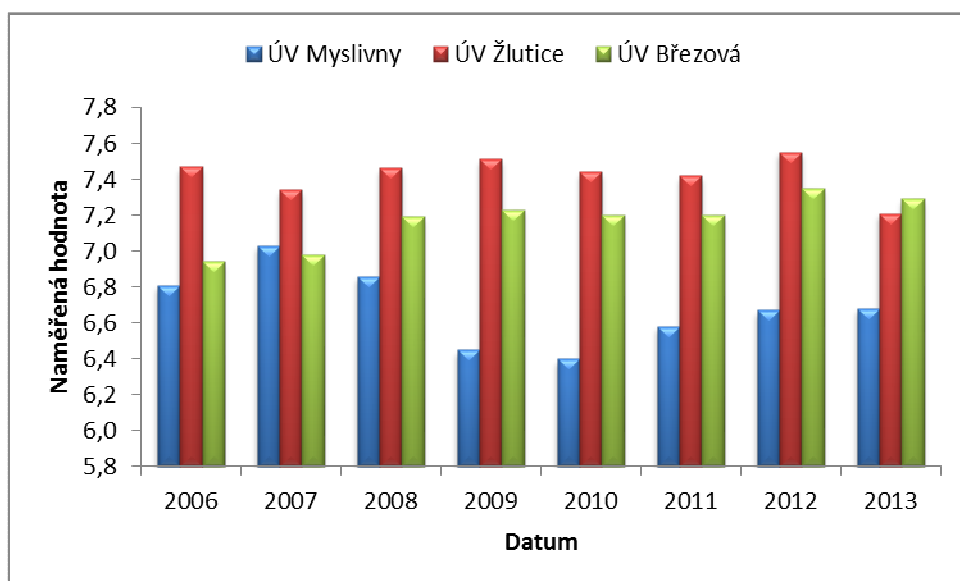
**Příloha 3** – Ochranná pásma VN Stanovice ([www.geoportal.gov.cz](http://www.geoportal.gov.cz))



- |  |   |                                     |
|--|---|-------------------------------------|
| [1] přítok surové vody                 | [16] dávkování inhibitoru koroze                    | [30] kyslíčnik uhlíčitý             |
| [2] hydroelektřárna                    | [17] dávkování kyslíčniku uhlíčitého                | [31] čerpání do vodojemu prací vody |
| [3] usazovací nádrže                   | [18] směšovací komora                               | [32] vodojem prací vody             |
| [4] rychlomiseň                        | [19] dávkování chloridu amonného                    | [33] přítok prací vody              |
| [5] dávkování koagulátu                | [20] dávkování chloru                               | [34] přívod vzduchu                 |
| [6] dávkování manganistanu draselného  | [21] vodojem upravené vody                          | [35] odtok prací vody               |
| [7] flokulace                          | [22] odtok do vodovodní sítě<br>oblastního vodovodu | [36] dmychadlo                      |
| [8] sedimentace                        | [23] manganistan draselný                           | [37] odtah usazeného kalu           |
| [9] sběrné žláby                       | [24] koagulant                                      | [38] kalové hospodářství            |
| [10] odtok usazovací nádrže            | [25] vápenný hydrát                                 | [39] odvod kalu do kanalizace       |
| [11] pískové filtry                    | [26] sytič vápenného hydrátu                        |                                     |
| [12] přítok předčištěné vody           | [27] chlór  |                                     |
| [13] písková náplň a filtrační hlavice | [28] chlorid amonný                                 |                                     |
| [14] odtok z pískových filtrů          | [29] inhibitor koroze                               |                                     |
| [15] dávkování vápenného hydrátu       |   |                                     |

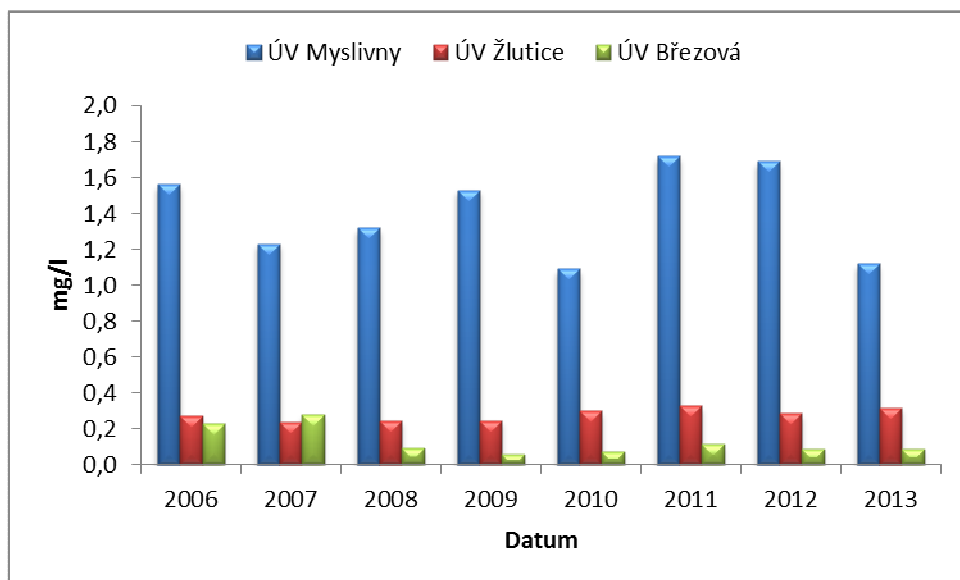
**Příloha 4** - Technologické schéma ÚV Březová (Vak Karlovy Vary a. s.)

## pH



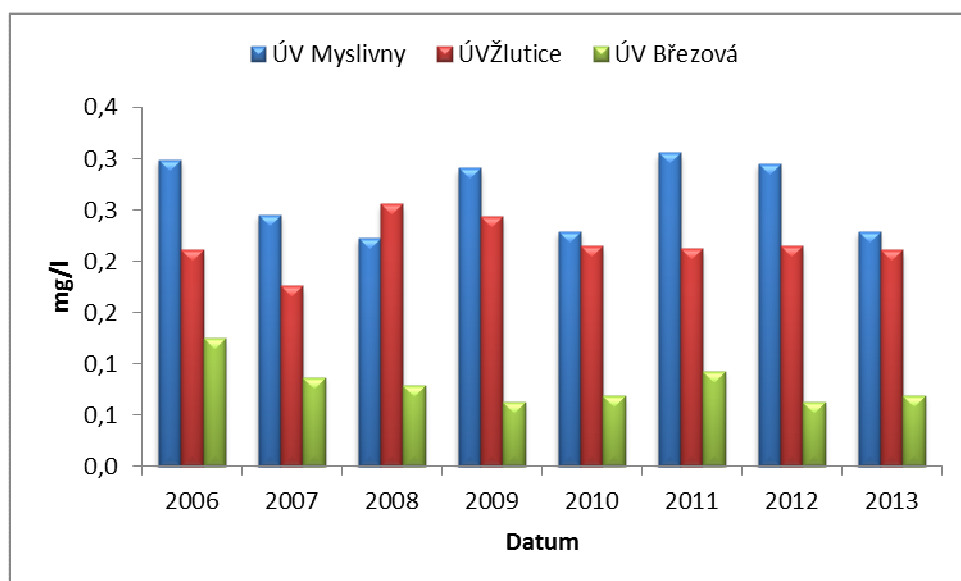
Příloha 5 – pH porovnání úpraven

## Železo



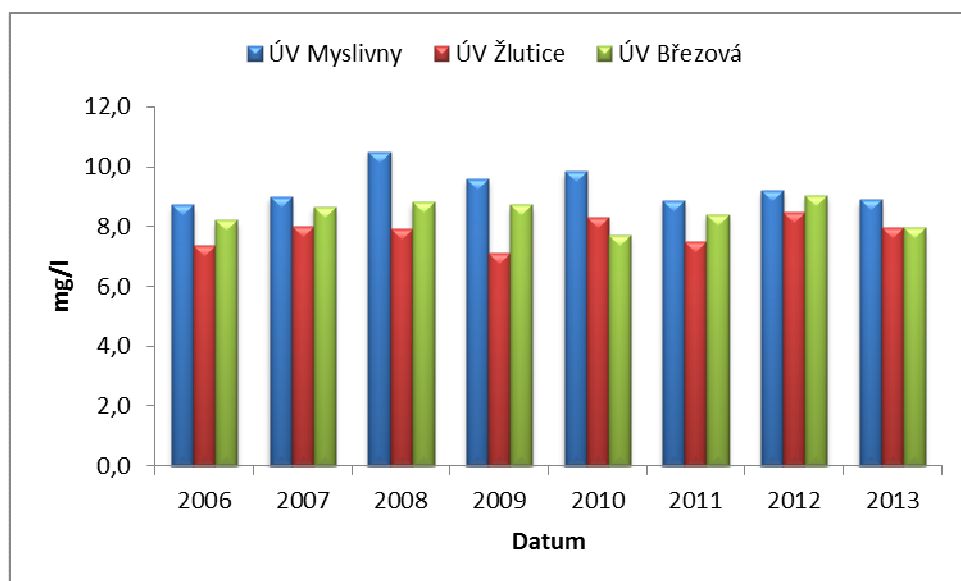
Příloha 6 – Fe porovnání úpraven

## Mangan



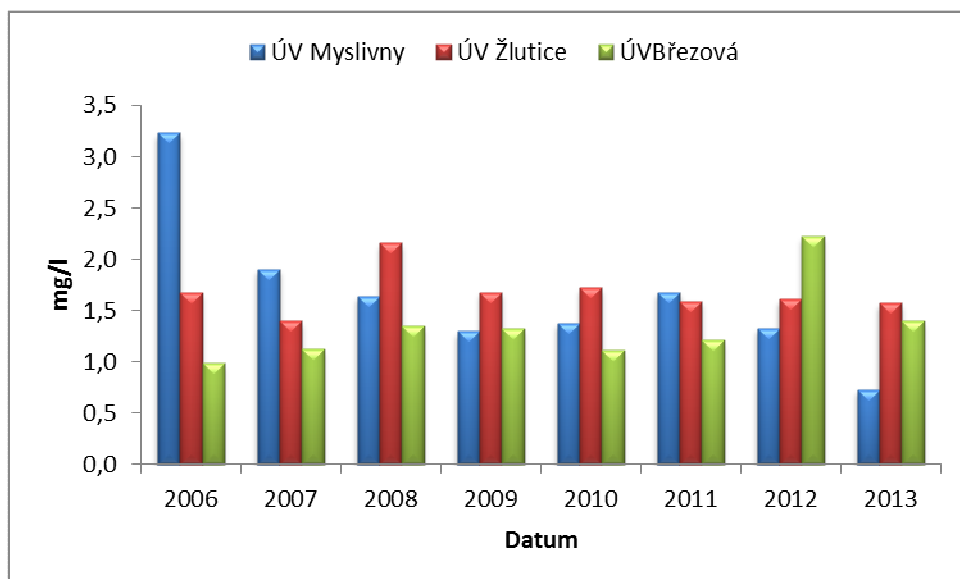
Příloha 7 – Mn porovnání úpraven

## O<sub>2</sub>



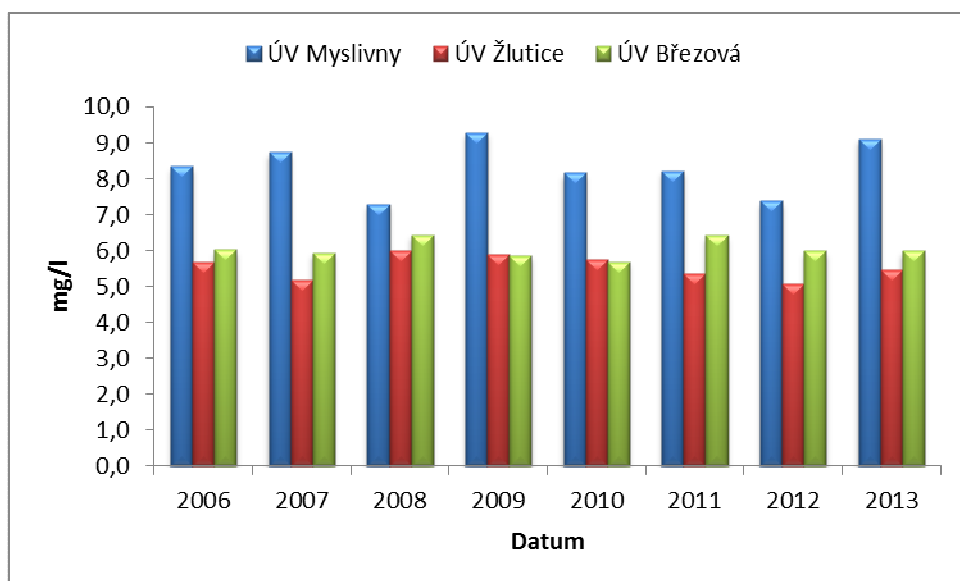
Příloha 8 – O<sub>2</sub> porovnání úpraven

## BSK<sub>5</sub>



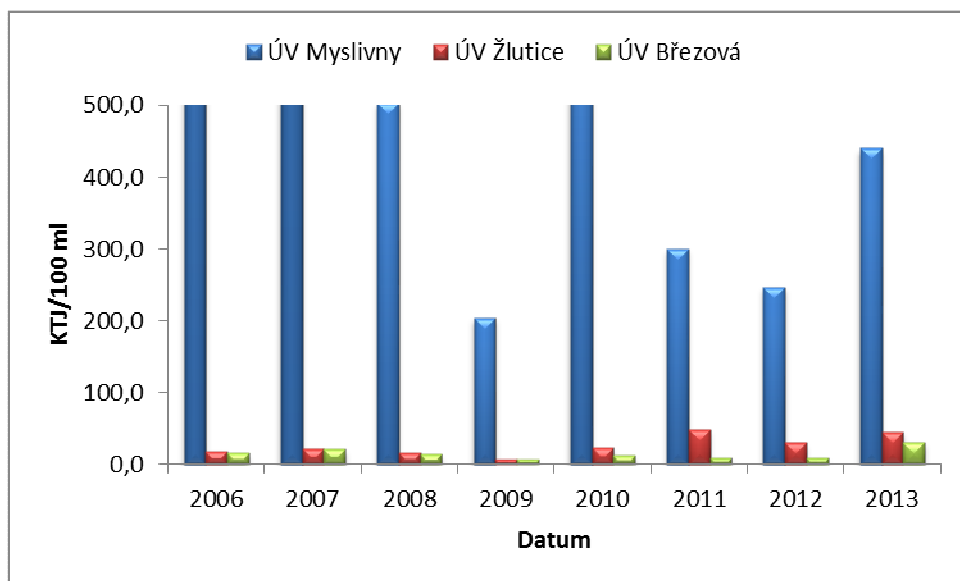
Příloha 9 – BSK<sub>5</sub> porovnání úpraven

## CHSK<sub>Mn</sub>



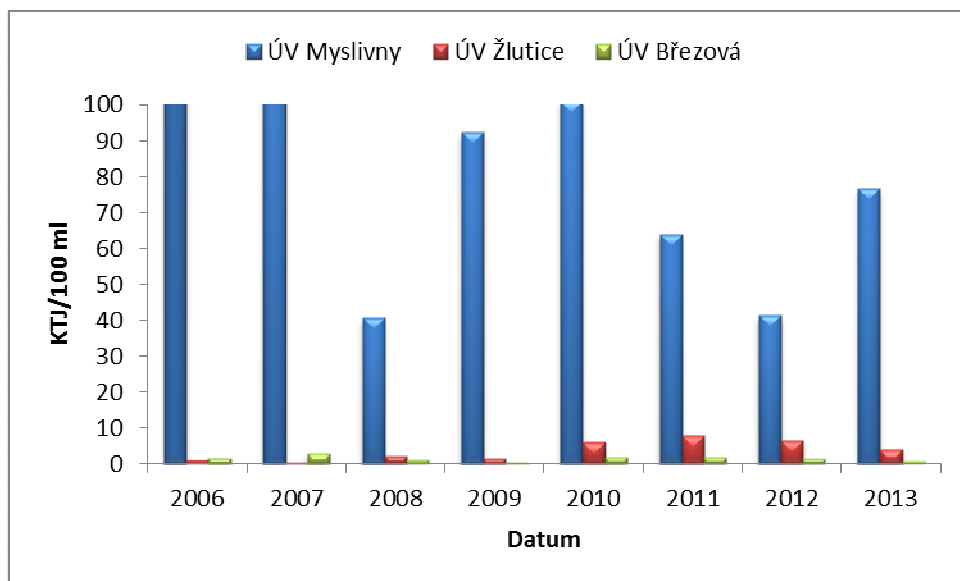
Příloha 10 – CHSK<sub>Mn</sub> porovnání úpraven

## Koliformní bakterie



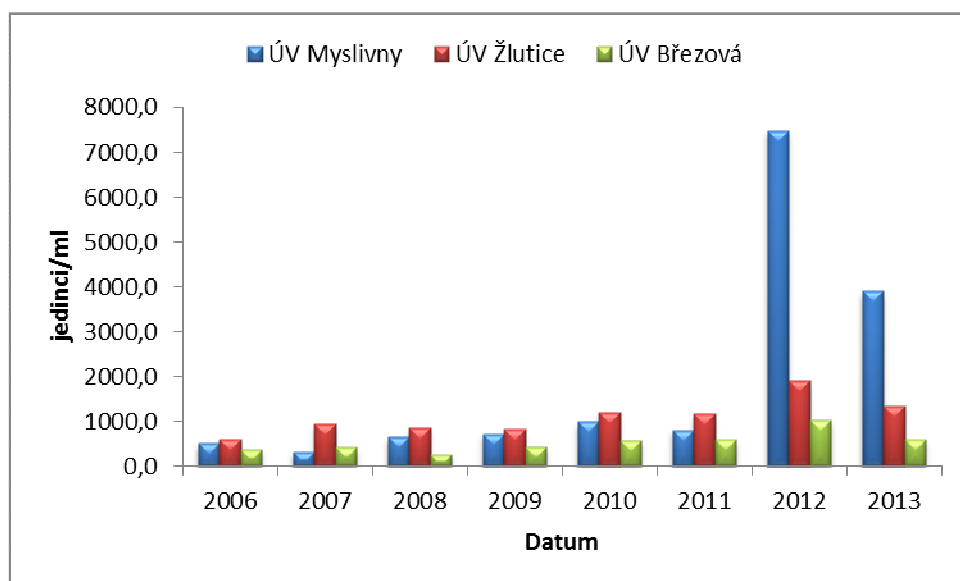
Příloha 11 – Koliformní bakterie porovnání úpraven

## Intestinální enterokoky



Příloha 12 - Intestinální enterokoky porovnání úpraven

## Počet organismů



**Příloha 13 – Počet organismů porovnání úpraven**

| m. n. m.           | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| leden              | 509,25 | 508,86 | 511,54 | 509,28 | 510,07 | 509,28 | 511,73 | 510,05 |
| únor               | 508,64 | 511,2  | 511,84 | 508,46 | 509,74 | 508,46 | 511,73 | 511,67 |
| březen             | 508,98 | 513,01 | 512,5  | 511,23 | 512,01 | 511,23 | 513,22 | 512,56 |
| duben              | 512,63 | 513,09 | 513,08 | 513,27 | 513,35 | 513,27 | 513,11 | 513,05 |
| květen             | 513,44 | 512,65 | 513,18 | 513,22 | 513,15 | 513,22 | 512,71 | 512,99 |
| červen             | 512,96 | 512,42 | 512,3  | 512,78 | 512,81 | 512,78 | 511,61 | 513,42 |
| červenec           | 512,17 | 512,65 | 511,41 | 512,11 | 511,82 | 512,11 | 510,46 | 512,78 |
| srpen              | 511,56 | 513,13 | 510,54 | 511,5  | 512,21 | 511,5  | 509,08 | 512,00 |
| září               | 510,37 | 512,9  | 509,66 | 510,5  | 512,46 | 510,5  | 508,15 | 511,27 |
| říjen              | 509,29 | 513,26 | 508,89 | 509,64 | 513,12 | 509,64 | 507,37 | 510,51 |
| listopad           | 508,8  | 513    | 508,47 | 509,28 | 512,76 | 509,28 | 506,99 | 510,00 |
| prosinec           | 508,7  | 511,42 | 508,43 | 509,24 | 511,72 | 509,24 | 506,65 | 509,69 |
| <b>Roční prům.</b> | 510,6  | 512,3  | 511,2  | 510,9  | 512,1  | 510,9  | 510,2  | 511,6  |
| <b>Roční max.</b>  | 513,4  | 513,3  | 513,2  | 513,3  | 513,4  | 513,3  | 513,1  | 513,4  |
| <b>Roční min.</b>  | 508,6  | 508,9  | 508,4  | 508,5  | 509,7  | 508,5  | 506,7  | 509,6  |

**Příloha 14 - Úroveň hladiny VN Stanovice (m. n. m.)**



| C°                 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| leden              | 1,5  | 4,1  | 3,1  | 2    | 0,7  | 0,5  | 2    | 2,4  |
| únor               | 1,6  | 2,8  | 2,9  | 2,2  | 0,4  | 1    | 7?   | 2,0  |
| březen             | 1,5  | 4    | 3,7  | 2,2  | 1,5  | 2,2  | 2,2  | 2,8  |
| duben              | 6,2  | 10,6 | 6,4  | 11   | 6,9  | 9,1  | 7,7  | 6,0  |
| květen             | 14,2 | 16,6 | 15,8 | 16   | 12,8 | 16,6 | 17,8 | 14,3 |
| červen             | 19,9 | 20,3 | 20,5 | 16   | 19,3 | 19,7 | 19,8 | 19,1 |
| červenec           | 25,1 | 18,8 | 20,3 | 18,4 | 23,7 | 18,9 | 21,7 | 23,2 |
| srpen              | 19,5 | 19,2 | 20   | 20,5 | 20,4 | 20   | 21,9 | 22,4 |
| září               | 18   | 14,5 | 16,4 | 17,5 | 16,2 | 17,3 | 18,1 | 16,9 |
| říjen              | 14,2 | 10,9 | 11   | 14,9 | 11,7 | 12,8 | 12,6 | 11,9 |
| listopad           | 8,7  | 8,4  | 6,3  | 7,4  | 8,1  | 7,6  | 8    | 9,0  |
| prosinec           | 3,9  | 5,9  | 4,1  | 4,1  | 3,3  | 4,1  | 4    | 4,9  |
| <b>Roční prům.</b> | 11,2 | 11,3 | 10,9 | 11   | 10,4 | 10,8 | 11,4 | 11,2 |
| <b>Roční max.</b>  | 25,1 | 20,3 | 20,5 | 20,5 | 23,7 | 20   | 21,9 | 23,2 |
| <b>Roční min.</b>  | 1,5  | 4    | 2,9  | 2    | 0,4  | 1    | 0,7  | 2,0  |

**Příloha 15 - Průměrné měsíční teploty vody na hladině VN Stanovice**

| průhl. v m          | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| leden               |      |      |      |      |      |      |      |      |
| únor                |      |      |      |      |      |      |      |      |
| březen              |      |      |      |      |      |      |      |      |
| duben               | 0,6  | 2,1  | 2,3  | 2    | 1,8  | 1,8  | 2,1  | 1,5  |
| květen              | 1,9  | 2,3  | 3,1  | 1,9  | 2,2  | 2,3  | 2,6  | 2,1  |
| červen              | 1,5  | 2,8  | 3,1  | 3,3  | 2,8  | 2,6  | 2,2  | 2,1  |
| červenec            | 1,9  | 2,7  | 2,9  | 3,6  | 3,5  | 2,8  | 3,5  | 2,2  |
| srpen               | 2,6  | 2,3  | 2,7  | 2,9  | 3    | 2,9  | 3,5  | 2,8  |
| září                | 2,1  | 2,7  | 2,7  | 3,5  | 2,9  | 2,7  | 3,4  | 2,5  |
| říjen               | 2,2  | 2,6  | 2,3  | 3,3  | 2,9  | 3,1  | 2,7  | 2,3  |
| listopad            |      |      |      |      |      |      |      |      |
| prosinec            |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>Roční prům.*</b> | 1,8  | 2,5  | 2,7  | 2,9  | 2,7  | 2,6  | 2,9  | 2,2  |
| <b>Roční max.</b>   | 2,6  | 2,8  | 3,1  | 3,6  | 3,5  | 3,1  | 3,5  | 2,8  |
| <b>Roční min.</b>   | 0,6  | 2,1  | 2,3  | 1,9  | 1,8  | 1,8  | 2,1  | 1,5  |

**Příloha 16 - Průměrné měsíční hodnoty průhlednosti vody VN Stanovice a stav trofie v letech 2006 - 2013**