

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**Fakulta životního prostředí**

**Katedra aplikované ekologie**



# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Vliv vodního díla Jirkov na kvalitu vodního toku**

**Bílina**

Vedoucí práce: prof. RNDr. Komínková Dana, Ph.D.

Diplomant: Bc. Petra Křížová

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra aplikované ekologie

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Petra Křížová

Regionální environmentální správa

Název práce

**Vliv vodního díla Jirkov na kvalitu vodního toku Bílina**

Název anglicky

**Impact of the Jirkov reservoir on quality of the Bílina River**

---

### Cíle práce

Cílem práce je posoudit, jak vodní dílo Jirkov a manipulace s ním ovlivňuje kvalitu vodního toku Bílina

### Metodika

Rešerše studium zájmového území, identifikace zdrojů znečištění v zájmovém povodí

Rešerše - Faktory ovlivňující kvalitu vody v recipientu (stojaté x tekoucí vody)

Zmapování dostupných dat jejich zpracování a vyhodnocení

**Doporučený rozsah práce**

70 stran + grafické přílohy

**Klíčová slova**

kvalita vody, vodní dílo Jirkov, Bílina,

---

**Doporučené zdroje informací**

- Ambrožová, J. 2003: Aplikovaná a technická hydrobiologie. 2. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha, 2003.
- Hejzlar, J. 2010: Metodika bilanční analýzy zdrojů živin v povodí. Biologické centrum Akademie věd ČR, v. v. i. – Hydrobiologický ústav, České Budějovice.
- Kočí, V., Burkhard, J. & MAaršálek, B. 2000. Eutrofizace na přelomu tisíciletí. Eutrofizace 2000, Praha, 2000, str. 3-13. Vodní hospodářstv
- Krejčí a kol. (2002): Odvodnění urbanizovaných území koncepční přístup, NOEL 2000, Brno.
- Pitter, P. 1999. Hydrochemie. VŠCHT

---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/01 (leden)

**Vedoucí práce**

prof. RNDr. Dana Komínková, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 4. 11. 2014

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

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 6. 11. 2014

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan

V Praze dne 12. 04. 2015

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením prof. RNDr. Dany Komínkové, Ph.D. a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala. Další informace mi poskytli pracovníci Povodí Ohře s. p.

## **Poděkování**

Děkuji tímto vedoucí mé práce prof. RNDr. Daně Komínkové, PH. D. za její rady a odborné připomínky, které mi v průběhu psaní této práce poskytovala, za cenný čas, který věnovala mému vedení. Rovněž děkuji zaměstnancům Povodí Ohře, s. p., kteří mi poskytli potřebná data pro sepsání této diplomové práce a rovněž mi ochotně věnovali svůj čas.

## **ABSTRAKT:**

Jakost vody vodárenské nádrže Jirkov na Bílině může být ohrožována několika faktory: erozním materiálem, eutrofizací, nevyrovnaností hydrologického režimu a pesticidy. Riziko eutrofizace v tomto případě není akutní, ale je třeba se mu věnovat a to snížením emisí fosforu bodovými zdroji. Erozní materiál zase ohrožuje nádrž zanášením sedimenty a v neposlední řadě hydrologický režim, který může snížit objem vody a nádrž se může chovat eutrofněji.

Práce shrnuje výsledky dlouhodobého monitoringu ukazatelů AOX, O<sub>2</sub>, BSK<sub>5</sub>, pH, CHSK<sub>Cr</sub>, CHSK<sub>Mn</sub>, TP, N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub> v letech 2000 – 2012 na přítocích vodního toku Bílina, Malá voda, na hladině vodní nádrže a na odtoku vodního toku Bílina. Na základě vyhodnocení získaných dat, které byly zprůměrovány na roční průměry, nebyly nikdy překročeny použité normy environmentální kvality. U čtvrtletních průměrů ukazatelů TP, N-NO<sub>3</sub> a N-NH<sub>4</sub> jsou výrazně vyšší hodnoty v II. a III. čtvrtletí roku.

V druhé části práce jsou statisticky dle R-programu lineárního regresivního modelu hodnoceny závislosti ukazatelů TP, N-NO<sub>3</sub> a N-NH<sub>4</sub> na přítoku a odtoku z vodárenské nádrže u čtvrtletních a ročních dat. Zde byla prokázána statisticky významná závislost u ukazatele N-NO<sub>3</sub>.

## **KLÍČOVÁ SLOVA:**

Kvalita vody, vodní dílo Jirkov, vodní tok Bílina, eutrofizace, znečištění vody, ukazatelé jakosti vody

## **ABSTRACT:**

The quality of water in the water tanks Jirkov na Bílině may be at risk by several factors: material erosion, eutrophication, imbalance of hydrological regime and pesticides. In this case the risk of eutrophication is not acute, but it is necessary to devote the attention to it by reducing the emission of phosphorus by point sources. The erosion material endangers the reservoir by clogging it with sediments,

and then ultimately the hydrological regime, which may reduce the volume of water, therefore the tank may behave eutrophically

This work summarizes the result of long-term monitoring of indicators such as AOX, O<sub>2</sub>, BSK<sub>5</sub>, pH, CHSK<sub>Cr</sub>, CHSK<sub>Mn</sub>, TP, N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub> in the years 2000-2012 in tributaries of watercourse Bílina, Malá voda , also on the surface of water tank and the outflow.

Based on the evaluation of the data, which were averaged to annual averages, the standards of environmental quality were never exceeded. The quarterly averages indicators TP, N-NO<sub>3</sub> and N-NH<sub>4</sub> are significantly higher in the second and third quarter of the year.

In the second part of the work there are the statistics of the R-linear program of regressive model in the dependence of indicators TP, N-NO<sub>3</sub> and N-NH<sub>4</sub> on the inflow and outflow of water tanks for quarterly and annual data. Here was demonstrated a statistically significant dependence with the N-NO<sub>3</sub>.

## **KEYWORDS:**

Water quality, water works Jirkov, the Bílina River, eutrofization, water pollution, indicators of water quali

## Obsah:

<b>1. Úvod .....</b>	<b>10</b>
<b>2. Cíl.....</b>	<b>12</b>
<b>3. Literární rešerše .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Stav vodního hospodářství v České republice .....</b>	<b>13</b>
3.1.1 Kvalita povrchových vod .....	13
3.1.2 Nakládání s vodami v České republice .....	14
<b>3.2 Stav vnitrozemských vod v zemích Evropské unie .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Povrchové vody a jejich znečištění .....</b>	<b>21</b>
3.3.1 Primární znečištění vod .....	22
3.3.2 Sekundární znečištění.....	24
<b>3.4 Fyzikálně – chemické podmínky stojatých vod .....</b>	<b>25</b>
3.4.1 Chemické podmínky ve vodách .....	25
3.4.2 Fyzikální podmínky ve vodách .....	28
<b>3.5 Eutrofizace vod .....</b>	<b>29</b>
3.5.1 Přirozená eutrofizace .....	30
3.5.2 Indukovaná eutrofizace.....	30
<b>3.6 Význam a výstavba vodárenských nádrží .....</b>	<b>31</b>
3.6.1 Vodárenské nádrže v ČR a jejich znečištění.....	32
3.6.2 Vliv vodních nádrží v zahraničí na životní prostředí .....	35
<b>3.7 Vliv eutrofizace a eroze na vodní nádrže v ČR.....</b>	<b>37</b>
<b>3.8 Legislativa v oblasti vodního hospodářství .....</b>	<b>39</b>
3.8.1 Vodní politika Evropské unie.....	39
3.8.2 Vodní politika České republiky.....	40
<b>4. Charakteristika zájmového území .....</b>	<b>42</b>
4.1 Vodní dílo Jirkov .....	42
4.2 Účel a popis vodního díla Jirkov.....	43
4.3 Funkce a technické parametry vodního díla .....	44
<b>5. Metodika .....</b>	<b>55</b>
5.1 Odběr vzorků z povrchových vod .....	55
5.2 Odběr vzorků Povodí Ohře .....	57



5.2.1 Odběr vzorků hladina – vlastní odběr .....	57
5.2.2 Profily odběrů.....	58
5.3 Jakost vody dle normy ČSN 757221 .....	63
5.4 Zpracování dat.....	64
<b>6. Výsledky a diskuse.....</b>	<b>66</b>
6.1 Ukazatel AOX.....	69
6.2 Ukazatelé N – NH <sub>4</sub> , N – NO <sub>3</sub> .....	71
6.3 Ukazatel pH.....	75
6.4 Ukazatel TP .....	77
6.5 Ukazatelé CHSK <sub>Cr</sub> , CHSK <sub>Mn</sub> .....	79
6.6 Ukazatel O <sub>2</sub> .....	82
6.7 Ukazatel BSK <sub>5</sub> .....	84
6.8 Přítoky a odtoky vodního toku Bílina a jejich vliv na ukazatele TP, N-NO <sub>3</sub> , N-NH <sub>4</sub> .....	86
6.9 Vyhodnocení dlouhodobého monitoringu v jednotlivých čtvrtletích .....	91
6.9.1 Vyhodnocení sezonních změn TP .....	91
6.9.2 Vyhodnocení sezonních změn N – NO <sub>3</sub> .....	94
<b>9. Závěr.....</b>	<b>97</b>
<b>10. Přehled literatury a použitých zdrojů.....</b>	<b>99</b>
<b>11. Přílohy: .....</b>	<b>106</b>

# 1. Úvod

Voda je surovina beze sporu vzácná a pro život na Zemi zcela nezbytná, což uvádí rovněž Evropská vodní charta, vyhlášená Evropskou radou dne 6. května 1968 ve Štrasburku ([www.svh.cz](http://www.svh.cz)). Každý z nás si jistě uvědomuje, že zásoby sladké vody nejsou nevyčerpatelné. Na Zemi se nachází území se zásobami podzemní vody i rozlehlé vodní toky na povrchu, ale častěji se vyskytují oblasti, kde je nedostatek vody a srážkové úhrny jsou spíše zanedbatelné. Polovina velkých světových řek disponuje vodou silně znečištěnou nebo tyto toky vysychají, voda z nich není vhodná ani k závlahám, natož jako zdroj pitné vody (*Pecharová, Svoboda, Vrbová, 2011*).

Množství vody na naší planetě je konstantní, což dokládá pravidlo koloběhu vody v přírodě. Počet obyvatel na Zemi ovšem stále stoupá, čímž se voda stává vzácnější. Je proto velmi důležité hospodařit s vodními zdroji tak, aby potřebná kvalita a množství vody bylo zajištěno nejen současným ale i budoucím generacím. Je třeba zlepšovat stav vodních toků a napravovat škody, které jsme - vědomě či nikoliv - na našich tocích v minulosti napáchali. Úroveň vodního hospodářství každé země bez pochyby vypovídá o její ekonomické, kulturní a technické vyspělosti (*Sojka, 2001*).

S vývojem lidské společnosti docházelo k nešetrným zásahům člověka do přírody. Řeky se postupně stávaly stokami, sloužícími jako zdroj vody pro rozrůstající se průmysl na straně jedné a na straně druhé jako odpadní kanál pro narůstající množství odpadů. S rozvojem nových technologií se do vodních toků dostávaly stále více i toxické látky jako DDT, PCB, AOX a těžké kovy, které se usazují v říčních sedimentech a představují hrozbu i po desetiletích ([www.iforum.cuni.cz](http://www.iforum.cuni.cz)). To vše vedlo k nenapravitelným škodám na fauně, flóře a následnému úbytku živočišných a rostlinných druhů na planetě.

I dnes se velká část veřejnosti začíná zajímat o stav toků a vodních děl až ve chvíli, kdy dochází k povodňovým situacím. Povodně způsobují značné škody na majetku a zdraví osob a představují další znečištění vodních toků naplaveným materiálem. V důsledku mají dopad na celý ekosystém. Režim vodních toků pochopitelně není ovlivněn pouze antropogenní činností, ale také hydrologickými a meteorologickými aspekty v konkrétním místě. Z hlediska antropogenní činnosti vodní režim negativně ovlivňují zejména technické úpravy vodních toků, nevhodné

hospodaření na zemědělské půdě a v lesích a značný nárůst zastavěných ploch (Voženílková, Horecký, 2012).

Úpravy vodních toků a výstavba vodních děl jsou výraznými antropogenními zásahy do krajiny. Může dojít ke zhoršení ekologického stavu toku a jeho okolí, zrychlení průchodu povodňových vln, snížení nebo vyloučení přirozené retence vody v říční nivě. Je ovlivněn chod splavenin, může dojít k narušení přirozeného krajinného rázu ([http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Vin/ke\\_stazeni/Vodni\\_toky.pdf](http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Vin/ke_stazeni/Vodni_toky.pdf)). Přehrady v minulosti často vznikaly bez ohledu na životní prostředí i estetické aspekty. Nové přístupy a zkušenosti v oblasti ochrany přírody napomáhají tomu, že při výstavbě vodních děl je v současnosti postupováno mnohem citlivěji.

Vodní díla - zejména přehrady a nádrže - jsou lidmi vyhledávány i za účelem rekreace a sportovního vyžití. V některých případech se stávají dokonce architektonicky zajímavým celkem a vyhledávaným turistickým cílem (Obr. 1 a 2).



**Obr. 1** – Přehrada Les Království u Dvora Králového, jedna z nejstarších přehrad v ČR. Hodnocena zároveň jako nejkrásnější vodohospodářské dílo v naší zemi, od roku 1964 chráněna jako technická památka, ([www.itras.cz](http://www.itras.cz)).



**Obr. 2** – Letecký pohled na vodní dílo Jirkov a její umístění v okolní krajině, častý cíl cyklistických výletů, ([www.poh.cz](http://www.poh.cz)).

## **2. Cíl**

Cílem této diplomové práce je posoudit, zda a jakým způsobem ovlivňuje vodní dílo Jirkov kvalitu vodního toku Bílina v období 2000 – 2012. Vyhodnotit zda se v období 2000 – 2012 změnil vliv vodního díla Jirkov na kvalitu vodního toku Bílina. Vyhodnotit kvalitu vody na přítocích Bílina a Malá voda a na odtoku z vodního díla Jirkov.

## 3. Literární rešerše

### 3.1 Stav vodního hospodářství v České republice

#### 3.1.1 Kvalita povrchových vod

Kvalita vody ve vodních tocích v České republice se za posledních dvacet let výrazně zlepšila. Ubylo vodních toků hodnocených jako velmi znečištěné nebo velmi silně znečištěné toky ([www.vakinfo.cz](http://www.vakinfo.cz)). Kvalita povrchových vod je dle platné normy ČSN 757221 řazena do pěti kvalitativních tříd. Do první a druhé třídy jsou řazeny vody neznečištěné a mírně znečištěné, do třetí třídy vody znečištěné, velmi znečištěné do čtvrté třídy a do páté pak vody velmi silně znečištěné.

Ještě na počátku 90. let byla naprostá většina našich toků řazena do třídy 3. - 5., přičemž podíl toků s nejhorší kvalitou vody nebyl rozhodně zanedbatelný. Takové toky umožňují existenci jen velmi nevyváženého a nestabilního ekosystému. Velmi často byly překračovány hodnoty pro fosfor, což částečně způsobila intenzivní zemědělská činnost na území našeho státu. Nepříznivých hodnot bylo dosahováno u ukazatelů CHSK<sub>Cr</sub>, BSK<sub>5</sub>, celkového dusíku a dalších polutantů, jakými jsou například radioaktivní prvky. Toto znečištění se do vod dostávalo velmi často výpustmi z důlních vod, průsaky z odvalů hlusiny v místech těžby, z úpraven uranových rud a podobných provozů (*MZE, 2013; Richter, 2011*).

Porovnáme-li tuto situaci se současnou, došlo ke zlepšení kvality vody ve vodních tocích v České republice. Jasně to dokládá obrázek 8. Do 5. třídy, tedy nejhorší kvality, spadá jen velmi malý počet vodních toků, většina náleží nyní ke kvalitativní třídě 2 – 3. Došlo tedy ke značnému zlepšení v oblasti kvality našich vod, nicméně stále se v našich vodních tocích a také ve zdrojích podzemních vod nalézají zdraví škodlivé látky poměrně často (*MZE, 2013*).

Kvalita vodních toků a nádrží a rovněž míra eutrofizace v nich se v různých částech naší země liší. Je ovlivněna antropogenní činností člověka, ale také klimatickými podmínkami v jednotlivých oblastech a při monitorování kvality vody se v jednotlivých letech liší. Například v letech, kdy bylo velmi suché a teplé léto, byly podmínky mnohem příznivější pro intenzivní rozvoj sinicových vodních květů, nežli tomu bylo v letech s chladnějším počasím (*Geriš, Jahodová, 2013*). Také vodní toky a nádrže, které se rozkládají ve výrazně průmyslových oblastech, jakou stále představují i severní Čechy, budou disponovat vodními zdroji horší kvality, nežli je

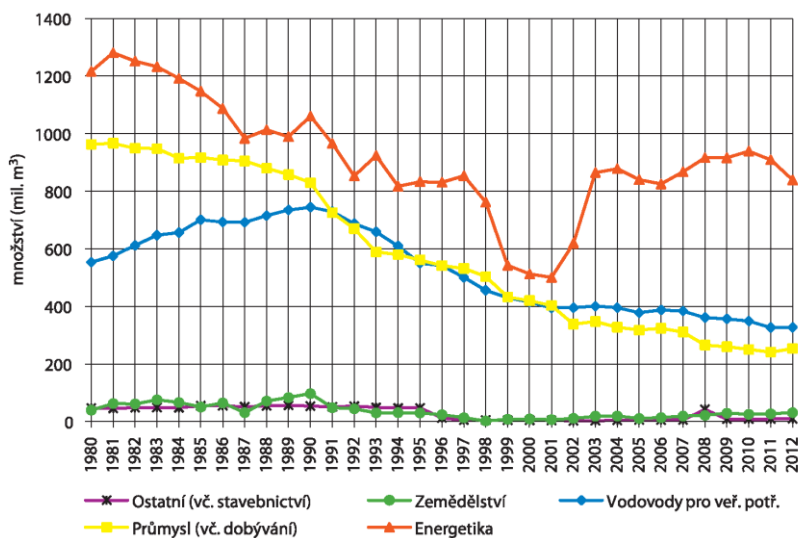
tomu v oblastech rekreačních bez nadměrného průmyslového zatížení ([www.homel.vsb.cz](http://www.homel.vsb.cz))

Také ve vodních nádržích došlo (v návaznosti na zvýšení kvality vody ve vodních tocích) ke zlepšení jakosti vody. Přesto je obsah živin v nádržích na mnoha místech naší země stále vysoký a následná nadměrná eutrofizace není ojedinělým jevem. V České republice je proces eutrofizace podmíněn především přebytkem fosforu ve vodě, zejména jeho rozpuštěných forem, a to zejména v období vhodném pro rozvoj řas a sinic. Eroze zemědělské půdy vede stále ke značnému zhoršování kvality vody (*Krása a kol., 2013; MZE, 2013*).

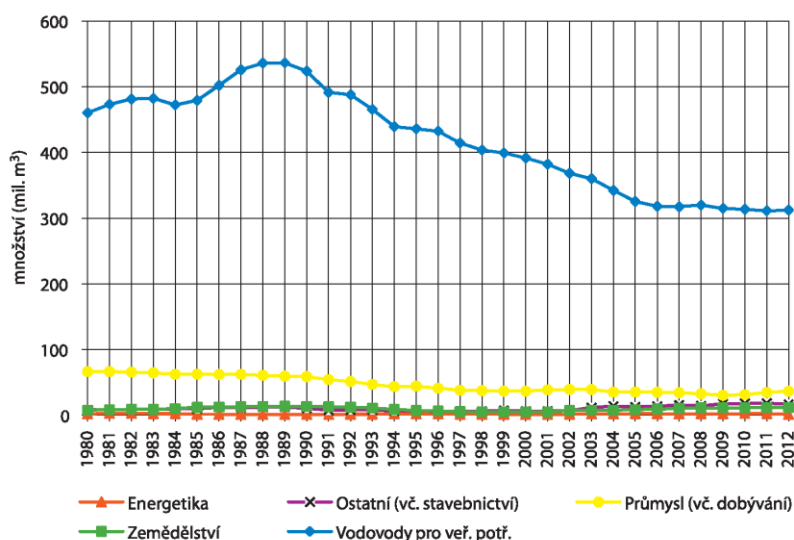
Ze zprávy o stavu vodního hospodářství České republiky z roku 2012 lze vyčíst, že přes prokazatelné zlepšení stavu našich vodních toků od konce 20. století je stále situace poměrně nepříznivá v lososových a kaprových vodách. V roce 2012 35 % z nich překračovalo povolené limity znečištění. Nejčastěji se jednalo o amonné ionty (*MZE, 2013*). Vysoký obsah amoniaku ve vodách je pro ryby prokazatelně toxický, nízká koncentrace kyslíku pak životní podmínky pro ryby ještě výrazněji zhoršuje (*Svobodová a kol., 1987; Tomasso, 1994*).

### **3.1.2 Nakládání s vodami v České republice**

Hodnotíme-li nakládání s vodami v naší zemi, odběr povrchových vod v posledním desetiletí je poměrně vyrovnaný a vykazuje spíše mírný pokles (*Obr. 3*). K mírně zvýšenému odběru vod dochází pouze v zemědělství nebo v kategorii „ostatní“, kam spadá například oblast stavebnictví. Odběr podzemních vod zůstává dlouhodobě konstantní (*Obr. 4*). K snížení odběru vod mohl přispět také růst cen a to u vodného i stočného o více než 6 % při meziročním srovnání cen (*MZE, 2013*).

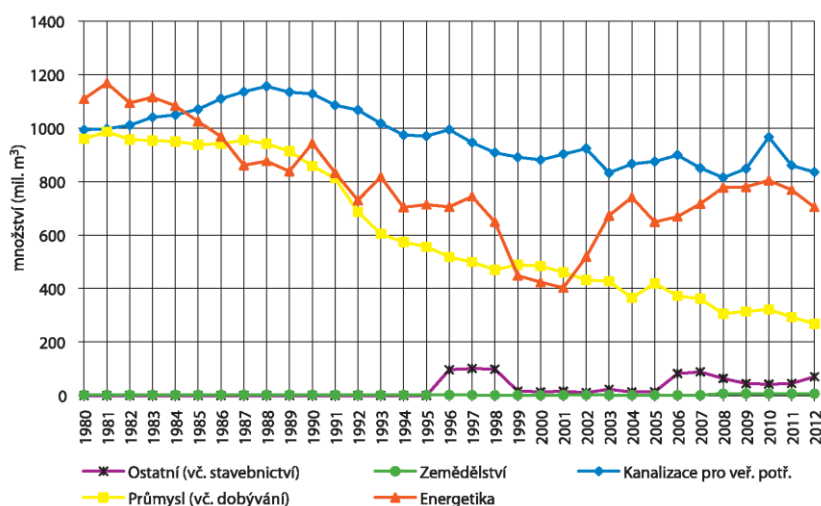


Obr. 3 – Odběry povrchových vod v ČR v letech 1980 – 2012, (MZE 2013)



Obr. 4 – Odběry podzemních vod v ČR v letech 1980 – 2012, (MZE 2013)

V oblasti vypouštění podzemních vod došlo v roce 2012 ke snížení objemu vypouštěných odpadních vod o 4,5 %, což je velmi pozitivní a vděčíme za to zejména snížení množství vypouštěných odpadních vod z průmyslu, energetiky ale také z kanalizačních systémů pro veřejnou potřebu. K výraznému nárůstu, bohužel, došlo v oblasti stavebnictví (Obr. 5).



**Obr. 5** – Vypouštění odpadních vod v ČR v letech 1980 – 2012, (MZE 2013)

V současné době je 93,5 % obyvatel České republiky zásobováno pitnou vodou z veřejných vodovodů. Ke kanalizaci je pak připojeno 82,5 % obyvatel. Většina odpadních vod je čištěna (více než 97 %). U všech těchto ukazatelů stavu vodního hospodářství došlo oproti letům minulým ke značnému zlepšení a v mezinárodním srovnání si Česká republika v této oblasti stojí velmi dobře (MZE, 2013; [www.issar.cenia.cz](http://www.issar.cenia.cz)).

Čistotu našich vod ovlivňují rovněž havárie. V roce 2012 došlo k 196 zaznamenaným případům úniku znečištění do povrchových vod a ve 4 případech také do vod podzemních. Při těchto haváriích se do vodních zdrojů dostaly zejména ropné a další chemické látky (MZE, 2013).

Legislativa EU je v oblasti vodního hospodářství hodnocena jako velmi přísná, ale zároveň nám umožňuje čerpat různé dotace pro budování nové vodohospodářské infrastruktury či obnovu stávající. Zejména je možno získat finanční prostředky pro budování systémů a prvků protipovodňové ochrany, neboť záplavy stále častěji páchají nemalé škody na majetku soukromých osob i státu, případně na životech. V této oblasti je nutná spolupráce také na mezinárodní úrovni a to zejména na tzv. hraničních vodách (MZE, 2012; [www.dotacni.info](http://www.dotacni.info)).

Ministerstvo životního prostředí se snaží přispívat ke zlepšování jakosti vod především v oblasti legislativy a spolu s Ministerstvem zemědělství řeší plošné a difúzní zdroje znečištění převážně v zemědělství.



Rovněž stále dokonalejší technologie v oblasti čištění odpadních vod, nové poznatky a zkušenosti na mezinárodní úrovni nám umožňují efektivněji odstraňovat znečištění povrchových i podzemních vod, lépe odstraňovat nadměrné množství živin (zejména fosforu a dusíku) z vodního prostředí.

Dosažení co nejlepší možné kvality vody je pro každou zemi jednou z prvořadých záležitostí. Je nutno zabezpečit dostatečné množství pitné vody pro obyvatelstvo, k zajištění zemědělské produkce a pro různá odvětví průmyslu. Kvalita vody bez sporu ovlivní biodiverzitu vodních a na vodu vázaných rostlin a živočichů a tedy celý ekosystém. Rozhodne o našem budoucím přírodním bohatství (MŽP, 2012).

### **3.2 Stav vnitrozemských vod v zemích Evropské unie**

Členské státy Evropské unie v roce 2012 předaly Evropské komisi podklady o řekách (1,17 mil. km) a jezerech (19 tisíc jezer s plochou 88 tis. km<sup>2</sup>) a podzemních vodách. Tyto informace zahrnují údaje o 127 000 útvarech povrchových vod a více než 13 300 útvarech podzemních vod podle požadavků Rámcové směrnice vodní politiky (2000/60/ES). Z těchto údajů je provedeno vyhodnocení ekologického stavu vod (Punčochář a kol., 2014).

Ekologický stav byl hodnocen na základě abiotických faktorů, jako je hydromorfologie (ohrazování vodních útvarů, posuzování opevnění, migrační prostupnost, změny tras koryt vodních toků aj.) a fyzikálně-chemických dat z vodních útvarů. A dále byl hodnocen na základě biotických charakteristik (fyto-bentos, makrofyta, fytoplankton, ryby aj.). Zjištěný stav byl poté porovnán s „přírodě blízkým stavem“ vodního útvaru, to je stav, který by existoval, kdyby se neprojevovaly negativní vlivy v užívání vod. Rámcová směrnice vodní politiky (2000/60/ES) klasifikuje vodní útvary do pěti kategorií na základě velikosti odchylky od „přírodě blízkého stavu“.

Do těchto pěti kategorií patří:

High, nejmenší odchylka - vodní útvar s velmi dobrým ekologickým stavem

Good - dobrý ekologický stav

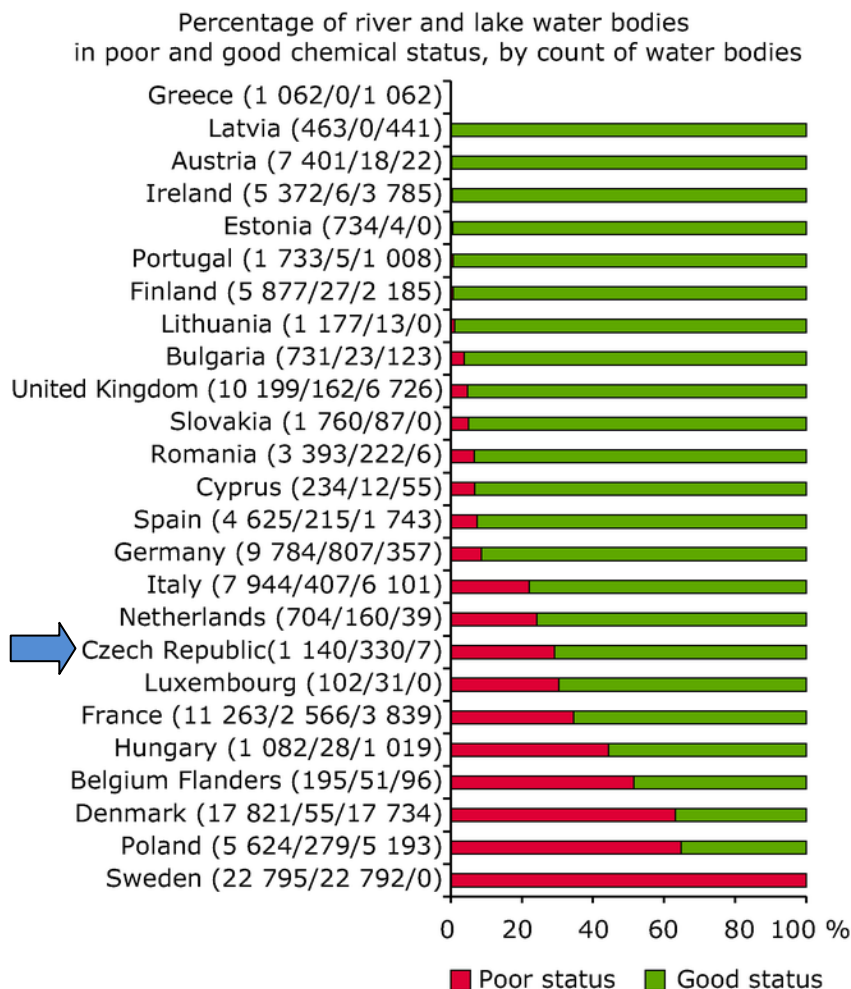
Moderate - průměrný ekologický stav

Poor - poškozený ekologický stav

Bad, největší odchylka - zničený ekologický stav

U hodnocení umělých vodních útvarů a silně ovlivněných se používá pojem ekologický potenciál, který zohledňuje i omezení vyplývající z požadavků na ekonomické a sociální využití vodních útvarů (EEA, 2012).

Fyzikálně – chemický stav povrchových vod byl hodnocen dle směrnice 2008/105/ES v současnosti již platí směrnice 2013/39/ES, kde jsou limity prioritních znečišťujících látek hodnoceny až o několik řádů přísněji. Byly hodnoceny pesticidy, těžké kovy, průmyslové chemikálie a jiné „ostatní“ látky. Z vyhodnocení chemického stavu tekoucích a stojatých vod v členských státech Evropské unie vykazuje u tekoucích vodních útvarů dobrý chemický stav asi 40% vodních útvarů, u stojatých vodních útvarů asi 30%. Celkové zastoupení dobrého a nevyhovujícího chemického stavu tekoucích a stojatých vod v jednotlivých státech ukazuje obr. 6 v procentech. V grafu je uveden členský stát za ním v závorce následuje celkový počet hodnocených vodních útvarů, počet vodních útvarů vykazujících nevyhovující chemický stav a počet vodních útvarů bez dat o jejich chemickém stavu (nejsou na obr. 6 zobrazeny).

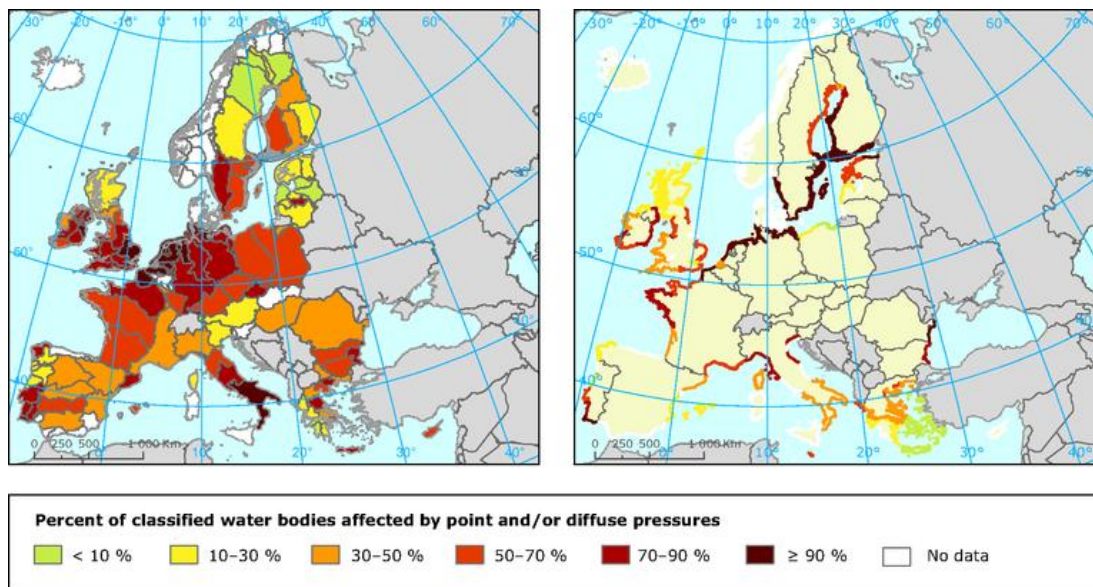


**Obr. 6:** Zastoupení vodních útvarů tekoucích a stojatých vod s dobrým a nevyhovujícím chemickým stavem v jednotlivých členských státech v procentech, (*eea.europa.eu*)

Z obr. 6 je zářející situace ve Švédsku, která ukazuje 100% nevyhovující chemický stav, Punčochář uvedl, že po dotazu na švédském ministerstvu životního prostředí situaci vysvětlily, že Švédsko bralo přísné environmentální standardy pro koncentraci rtuti a výsledkem je jeden nevyhovující parametr = celý vodní útvar nevyhovující, to však mělo být uvedeno v textu EEA (*Punčochář a kol., 2014*).

Důležitým hodnocením jsou významné vlivy a dopady na vodní útvary. Jde hlavně o zatížení sloučeninami dusíku a fosforu, který zásadně ovlivňuje eutrofizaci. Zdroje mohou být plošné (sklárky, sklady zemědělských hnojiv a hlavně hnojení) a bodové (vypouštění vod z průmyslu, z čistíren odpadních vod aj.). Těmito zdroji je ovlivňováno 30 – 50% vnitrozemských vodních útvarů. Z plošných zdrojů znečištění je největší zatížení vodních útvarů (asi 40% tekoucích vodních útvarů) a bodovými zdroji je zatíženo 20 – 25% tekoucích vodních útvarů. Na obr. 7 jsou jednotlivá povodí, kde je procentuálně vyjádřeno zastoupení tekoucích a stojatých útvarů,

ovlivněných plošným nebo/a bodovým zdrojem, více než 90% je na území Belgie, Nizozemska, jižní Itálie, jihovýchodní Anglie a severního Německa. U nás je v Čechách 50 – 70% a na Moravě 70 – 90% vodních útvarů tekoucích a stojatých vod ovlivněno plošným nebo/a bodovým znečištěním.



**Obr. 7:** Zastoupení vodních útvarů tekoucích a stojatých vod ovlivněným plošným nebo/a bodovým znečištěním pro jednotlivá povodí v %, (*eea.europa.eu*)

U vyhodnocení hydromorfologického stavu vodních útvarů v členských státech Evropské unie v jednotlivých povodích je patrné, že více než 40% všech vodních útvarů tekoucích vod je nevyhovující. Povodí Německa, Nizozemska, Polska, Maďarska a jihovýchodní Anglie vykazuje největší míru ovlivnění tekoucích a stojatých vodních útvarů (90% a více). Vlivem antropogenní činnosti dochází k přeměnám vodních útvarů a vytváření umělých vodních útvarů. Největší procento silně ovlivněných a umělých vodních útvarů stojatých vod je v Belgii, České republice, Nizozemsku, Francii, Itálii, Maďarsku, Bulharsku, Spojeném království a v případě tekoucích vod je to v Belgii, Německu, Nizozemsku a Maďarsku (*EEA, 2012*).

### 3.3 Povrchové vody a jejich znečištění

Dle zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů jsou povrchové vody definovány jako vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu; tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních.

Znečištění vod je např. dle Světové zdravotnické organizace (WHO) definováno jako změna jejího složení následkem přímé nebo nepřímé antropogenní činnosti. Změny jsou způsobovány organickými a anorganickými látkami, toxickými či inertními látkami. Může se ovšem jednat také o změnu fyzikálních vlastností, např. nadměrné zvýšení teploty vody v důsledku vypouštění výrazně oteplených odpadních vod (*Lellák, Kubiček, 1991*).

Kvalitu ve vodním prostředí dále ovlivňují látky, které nejsou toxické, ale jejich vlastnosti způsobují či podporují jiné negativní jevy. Mezi takové látky patří organické živiny (dusíku a fosforu), které svojí narůstající koncentrací v povrchových vodách zvyšují jejich úživnost – trofii (*Kočí a kol., 2000*).

V dnešní době transformovaný dusík s proměnlivou účinností skončí v rostlinné složce naší stravy (mléce, mase atd.), dále v exkrementech zvířat a v odpadech z rostlinné výroby atd. To co sníme, pak odejde do kanalizace a zpět do pozemského ekosystému. Dříve byl cyklus dusíku uzavřený, dnes je právě díky obecnému zvyšování rostlinné a živočišné produkci otevřený. Dnes se také navíc tvoří oxidy dusíku při spalování paliv ve vysokoteplotních topeništích, spalovacích motorech atd. Velký problém nastává v řekách. Například z období 1886 – 1914 ukazují data z Labe a Vltavy koncentrace amoniakálního a dusičnanového dusíku velmi nízké (*Fuksa, 2014*). Teď máme k dispozici rozsáhlá data ze státního monitoringu jakosti vody v tocích od roku 1970 na stránkách ČHMÚ. V dnešní době poklesly koncentrace N-NH<sub>4</sub> z důvodu poklesu produkce odpadních vod a zlepšení jejich čištění, ale stále neubývá dusičnanů. Velkým problémem je přísun dusíku z nebudových zdrojů a také procesy v řece. Dnes v řekách nevznikají anoxické situace, nevznikají podmínky pro denitrifikaci, veškerý dusík je nitrifikován. Takže se dostane ve formě dusičnanů až do moře a tam se zapojuje do globálních procesů. Udává se, že do moře odtéká s řekami mezi 20 až 30% dusíku, který byl do povodí přinesen, vyprodukován atd. (*Billen a kol., 2013*).

### 3.3.1 Primární znečištění vod

Primární znečištění vod je způsobováno samotným vstupem závadných látek pro vodní prostředí. Tyto závadné látky negativně ovlivňují celkový stav vodního toku, jakost a kvalitu vody v něm. Negativní ovlivnění vodního toku má pak za následek změnu celého vodního ekosystému a ekosystémů vázaných na vodu.

Znečišťující látky lze rozdělovat do jednotlivých kategorií:

Dle složení:

- anorganické (např. písek)
- organické (např. bílkoviny, cukry, tuky atd.)

Dle skupenství znečišťujících látek:

#### 1) tuhé látky

- rozpuštěné látky (tvoří roztoky)
- nerozpuštěné v objemu vody (neusazující, usazující látky)
- nerozpuštěné (plovoucí na hladině)

#### 2) plynné látky rozpuštěné ve vodě

#### 3) kapalné látky

- tvoří roztoky dokonale smíchané s vodou
- tvoří roztoky a emulze částečně mísitelné s vodou
- látky plovoucí po hladině nemísitelné s vodou

Dle povahy znečištění:

- toxickými látkami
- znečištění půdními a jílovitými částicemi
- eutrofizace
- radioaktivitou (těžba uranové rudy) – radioaktivní látky mohou dlouhodobě ovlivnit vodní faunu a flóru a jsou přenášeny do potravních řetězců (*Richter, 2005*)
- anorganickými průmyslovými kaly
- průmyslovými tuky a oleji
- teplem
- mikrobiálním znečištěním (patogenní zárodky)

Dle původu znečišťujících látek pocházejících:

- ze zemědělství
- z těžeb

- z dopravy
- ze služeb
- z průmyslové výroby a skladování
- z přirozených zdrojů (sopečná činnost, sesuvy půdy, zvyšování teploty vody, vyplavování toxických látek vznikajících při geologické činnosti z podloží, anebo velké množství uhynulých organismů).

Rozpuštěné látky ve vodě nejvíce ohrožují kvalitu vody, protože mění kvalitu vody v celém objemu. Pokud jde o organické látky, které podléhají biochemickému rozkladu, pak tyto látky za aerobních podmínek snižují koncentraci kyslíku ve vodě (Synáčková, 1996).

Kvalita povrchových vod je vyjadřována v třídách jakosti vody. Tyto třídy jsou v ČSN 75 7221 „Klasifikace jakosti povrchových vod“ (s účinností od října 1998) definovány pro řadu ukazatelů. Rovněž zde jsou definovány intervaly hodnot jednotlivých tříd pro jednotlivé ukazatele. Od roku 1999 se dle předpisů EU posuzuje zejména 17 prioritních polutantů, ovlivňujících kvalitu vody, uvedených v základní Směrnici EU 76/464 EHS o znečištění způsobeném určitými nebezpečnými látkami a na ni navazujících Směrnících EU.

Třídy jakosti vody podle normy ČSN 75 7221:

třída I. velmi čistá voda

třída II. čistá voda,

třída III. znečištěná voda,

třída IV. silně znečištěná voda,

třída V. velmi silně znečištěná voda.

Jednotlivé ukazatele jsou rozděleny do skupin podle charakteru. Ve výše uvedené normě jsou definovány následující skupiny:

- obecné, fyzikální a chemické ukazatele (např. konduktivita, rozpuštěný kyslík, BSK<sub>s</sub>, CHSK<sub>Mn</sub>, chloridy, vápník atd.),
- specifické organické látky (např. chlorbenzen, chloroform, PCB, PAU – suma atd.),
- kovy a metaloidy (chrom, rtuť, mangan, železo, kadmium atd.),
- biologické a mikrobiologické ukazatele (saprobní index makrozoobentosu, enterokoky, chlorofyl atd.),

– radiologické ukazatele (celková objemová aktivita  $\alpha$ , uran, tritium atd.) ([www.voda.chmi.cz](http://www.voda.chmi.cz)).

Nařízením vlády 23/2011 ze dne 22. prosince 2010 se mění nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění nařízení vlády č.229/2007Sb. ([www.aquatec-vfl.cz](http://www.aquatec-vfl.cz)).

### **3.3.2 Sekundární znečištění**

Sekundární znečištění, neboli druhotné, je způsobeno především nadměrným rozvojem některých organismů (např. sinic) ve vodním prostředí. Tento nadměrný výskyt organismů se projevuje na základě působení tepla a přísunu dostatečných živin (zejména dusičnanů a fosforečnanů). Nastává tedy v důsledku prvotního znečištění (např. vypouštění odpadních vod). Mezi typické příklady patří tzv. eutrofizace vodních nádrží, stojatých či mírně tekoucích vodních toků. Ty zarůstají sinicemi, řasami a rozsivkami (vodním květem). Sinice, řasy a rozsivky dále produkují při své existenci metabolity, které jsou často toxické. Jedná se o proces velmi složitý s možnými až katastrofálními následky pro zasažený biotop. ([www.homen.vsb.cz](http://www.homen.vsb.cz)).

K dalšímu znečištění vod dochází užíváním hnojiv v zemědělství. Hnojiva jsou smývána ze zemědělských ploch, vsakována do půdy, přes kterou se pak dostávají do vod podzemních. Dalším faktorem ovlivňujícím vodní prostředí je erozní činnost nejen větru, ale i samotné vody. (*Kráska a kol., 2013*).

Výše uvedené faktory negativně ovlivňují kvalitu vody, zvyšují se náklady na úpravu znečištěné vody na pitnou, zhoršuje se ekologický potenciál celých vodních útvarů, jejich celkový ekologický stav a také útvarů navazujících v blízkosti vodního prostředí. (*Kráska a kol., 2013*).

#### **Znečištění povrchových vod z bodových zdrojů**

Toto znečištění je způsobováno prostřednictvím bodových zdrojů znečištění, tj. soustředěné vypouštění vod (z městských a obecních čistíren odpadních vod, z průmyslových závodů apod.)



### **Plošné znečištění povrchových vod**

Plošným znečištěním se rozumí znečištění, které se do vod povrchových dostává především splachem z okolní zemědělsky obdělávané půdy, případně aplikací rozstřikem, atmosférickou depozicí a v neposlední řadě i přísunem znečištění z rozptýlených zdrojů splaškových vod (volné kanalizační výusti v obcích, zasakování nečištěných splaškových vod do horninového prostředí). Plošným znečištěním dochází ke kontaminaci vod zejména dusíkem, fosforem a pesticidy. Kromě znečištění z bodových zdrojů je plošné znečištění jedním z nejvýznamnějších vlivů, který určuje výslednou jakost vod.

Problematika plošného znečištění je úzce spjata s plošnou vodní erozí. Ta má za následek nejen snižování orní vrstvy půd, ale i zhoršování jejich fyzikálních a chemických vlastností a zhoršení vodního režimu ([www.eagri.cz](http://www.eagri.cz)).

## **3.4 Fyzikálně – chemické podmínky stojatých vod**

Abiotické faktory jsou představovány chemickými a fyzikálními podmínkami. Molekula vody  $H_2O$  z fyzikálního a chemického hlediska nemá mezi dalšími sloučeninami obdoby, jelikož vykazuje anomálie snad ve všech fyzikálně chemických vlastnostech. Ramena molekuly vody svírají úhel  $105^\circ$ , proto má základní tvar rovnoramenného trojúhelníku. Specifické vlastnosti vody udávají jednotlivé molekuly vody, které se navzájem spojují vodíkovými můstky. Jednou anomálií vody je zvětšení objemu při přechodu do pevného skupenství, tato anomálie se vysvětluje právě vodíkovými můstky. Další anomálií je tepelná roztažnost, kdy největší hustota vody je při  $4^\circ C$  (Ambrožová, 2003).

### **3.4.1 Chemické podmínky ve vodách**

Na produkci biomasy má velký vliv obsah chemických látek ve vodách. Organismy potřebují živiny k metabolickým pochodům, vývoji, rozmnožování a také k existenci v biotopu. Voda má schopnost rozpouštět organické a minerální látky, umožňuje tím biologické složce (řasám, sinicím a mikroorganismům) přijímat potravu celým povrchem těla. Největší význam pro produkci má ten prvek, chemická látka a sloučenina, která je ve vodách v nižší koncentraci (Sládečková, 1995).

Ve vodách se celkový obsah látek v průběhu vývoje nádrže mění a se stářím nádrže se zvyšuje úživnost vody.

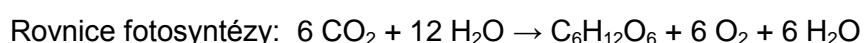
### **Koloběh kyslíku**

Aktuální obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě určitého toku pochází ze vzduchu a z fotosyntetické činnosti vodních rostlin. Je závislý na řadě vlivů, mezi ně patří teplota vody, poměr producentů, kteří kyslík produkují a konzumentů, kteří ho spotřebovávají. Kyslík se také spotřebovává při rozkladu organických látek. Biochemická spotřeba kyslíku (BSK<sub>5</sub>) je množství kyslíku spotřebovaného mikroorganismy při rozkladu organických látek za aerobních podmínek. Podle BSK<sub>5</sub> můžeme odhadnout stupeň rozložitelného organického znečištění (*Krupauer a kol., 1984*).

### **Koloběh oxidu uhličitého**

Důležitý biogenní prvek je uhlík, který získávají fototrofní organismy z oxidu uhličitého. Z biologického hlediska je obsah rozpuštěného oxidu uhličitého ve vodách velmi důležitý, jeho rozpustnost vyjadřuje Henryho zákon.

Zjednodušeně anorganická forma uhlíku se využívá při fotosyntéze asimilujícími organismy. Organickou formu uhlíku využívají heterotrofní organismy. Biomasa autotrofního a heterotrofního organismu se rozkládá a formy uhlíku zůstávají na dně nádrže. Význam oxidu uhličitého z hydrochemického hlediska je v uhličitanovápennatém systému v závislosti na pH prostředí. Při posunu pH hodnoty na 10 – 11 a intenzivní fotosyntézou se rozpustný hydrogenuhličitan mění na nerozpustný uhličitan vápenatý, který je vysrážen v podobě povlaků na povrchu vegetace (*Ambrožová, 2003*).



### **Koloběh fosforu**

Fosfor se ve volné přírodě vyskytuje v minimálních koncentracích v biotopech a limituje procesy produkce ve vodách. Fosfor se ve volné v přírodě vyskytuje ve formě fosfátových bazických hornin (apatit), dále je dodáván lidskou činností ve formě fosforečnanový hnojiv a dalším zdrojem jsou ložiska guana (trus mořských ptáků). Ve vodě se fosfor vyskytuje ve formě fosforečnanu železitého a ortofosforečnanů. Fosfor je využíván při fotosyntéze řasami, bakteriemi, a je zabudován do buněčné hmoty biomasy, z níž se následně uvolňuje po odumření těl do vodního prostředí a usazuje se na dno. Se zvýšeným výskytem fytoplanktonu v období vegetace dochází k vyčerpání rozpustných forem fosforečnanů.

### **Koloběh dusíku**

Spolu s kyslíkem, vodíkem a uhlíkem představuje dusík kvantitativně hlavní biogenní prvek. Nebývá ve vodě limitujícím prvkem. Vyšší koncentrace dusíku se vyskytují v nádržích s vodním květem. V ekosystému dochází k zvýšenému podílu dusíku vlivem používání dusíkatých hnojiv v zemědělství a také spalováním fosilních paliv. V přírodě se vyskytuje v podobě atmosférické molekuly dusíku, anorganických sloučenin (dusitanu, dusičnanů, amoniaku) a organických sloučenin (močoviny, bílkovin a nukleových kyselin). Koloběh dusíku je složitým systémem reakcí biologické fixace, nitrifikace, denitrifikace a amonifikace.

### **Koloběh železa**

Iont železa se ve vodním prostředí vyskytuje v dvojmocné a trojmocné podobě a to závisí na oxidačně redukčních procesech. V období stagnace stratifikované nádrže v redukčním prostředí se trojmocné železo uvolňuje do vodního roztoku jako dvojmocné, ale nesmí být přítomen sirovodík. Dvojmocný iont železa poutá sulfan, pokud je přítomen a tvoří sirník železa, který na dně nádrže pokrývá sediment černou mikrovrstvou sirníku (Ambrožová, 2003).

### **Koloběh síry**

Síra se vyskytuje v ekosystému jako síranový anion. Uvolňuje se do atmosféry spalováním fosilních paliv a za pomoci srážek je vymývána tzv. mokrým spadem. Anaerobní organismy pro svůj metabolismus využívají sírany jako zdroj kyslíku a síru dávají do biomasy, odkud se stává součástí bílkovin. Do prostředí se dostává zpětně rozkladem organické hmoty.

### **Rozpuštěné organické látky**

Vedle biogenních prvků a jejich sloučenin jsou ve vodách přítomny organické látky složité struktury a různého původu. Uvolňují se do vod jako meziproducty rozkladu a hydrolýzy, producty a metabolity fotosyntézy, růstové faktory, enzymy a vitamíny (Ambrožová, 2003)

### 3.4.2 Fyzikální podmínky ve vodách

#### Teplota vody

Je jedním z rozhodujících faktorů, které ovlivňují procesy a vlastnosti ve vodě např. intenzitu rozkladu organických látek, obsah kyslíku atd. (Lusk, 1990). V tocích teplota vody vykazuje sezónní a denní oscilace. Kolísání teploty toku je závislé na hydrologických, geografických a antropických jevech. Teplota našich toků má nejpravděpodobněji průměrnou denní teplotu mezi desátou a dvanáctou hodinou dopoledne (Lellák, Kubíček, 1991). Dlouhodobý roční průměr v našich tocích je 5,4 až 11,9 °C, nejčastěji však kolem teploty 9°C (Dub a kol., 1969).

#### Světlo

Je ve vodním prostředí primárním zdrojem energie pro živé organismy. V tocích a ve stojatých vodách jsou základní podmínky světelného režimu a vlivu světla na organismy stejné. Při větších srážkách se zvyšuje zákal vody, který vzniká vyplavováním materiálů z břehů a povodí. Při zvýšeném průtoku a zakalení se zhoršuje pronikání světla ke dnu. Přístup světla je také omezován vegetací, která zastiňuje vodní plochu u břehů (Lellák, Kubíček, 1991).

#### Proudění vody

V povrchových vodních útvarech je základní charakteristikou směr proudění a rychlost. Proudění vody v toku přináší do vodních děl splaveniny z okolního prostředí a rychlost vody má vliv na mísení vod.

#### Redox potenciál, pH a hydrostatický tlak

Redox potenciál charakterizuje oxidačně redukční procesy probíhající ve vodách a ukazuje míru schopnosti převést jednu reakční složku do oxidovaného stavu. Hodnota pH vyjadřuje alkalickou nebo kyselou reakci vody. Alkalita je způsobena nadbytkem hydroxylových iontů  $\text{OH}^-$  a kyselost nadbytkem vodíkových iontů  $\text{H}^+$ . Rovnovážný stav v povrchových vodách je pH 7. Vyšší hodnoty než 7 indikují oblast alkalickou a nižší hodnoty oblast kyselou. Reakce vody, pH nebo také záporně dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů má úzký vztah s probíhající fotosyntézou. V jarním období při tání sněhu se nejvíce setkáváme s nízkým pH vody. Vysoké pH vody je hlavně v eutrofizovaných nádržích, kdy zelené rostliny odčerpávají velké množství  $\text{CO}_2$ . Neutralizační kapacita vody se porušuje a zvyšuje se její pH na 9,0-10,0 (Svobodová a kol., 1987).

Neutralizační kapacita vody je vlastně látkové množství silné jednosytné kyseliny nebo silné jednosytné zásady v mmol, které spotřebuje 1 l vody pro

dosažení určité hodnoty pH. Proto existují dvě neutralizační kapacity: kyselinová a zásadová.

### 3.5 Eutrofizace vod

Soubor přírodních a uměle vyvolaných procesů mající za následek zvyšování obsahu anorganických živin v tekoucích a stojatých vodách se nazývá eutrofizace. Důsledkem antropogenní činnosti eutrofizace vod přesáhla přirozenou mez (Kočí a kol., 2000).

Eutrofizace je proces znehodnocování a zhoršování kvality povrchové vody. Je to složitý proces obohacování stojatých a tekoucích povrchových vod živnými minerálními látkami, které vedou ke zvýšení biologické produkce (Ambrožová, 2003). Můžeme nalézt i práce, které zdůrazňují, že eutrofizace je přirozený proces, jehož důsledkem byly velké nárůsty řas i sinic i v historicky dávné době (Mc Govan a kol., 1999). Ale je těžké souhlasit se závěry, že tyto nárůsty jsou normální a že není nutné tento výskyt považovat za nežádoucí.

Za příčinou eutrofizace je považována zvýšená koncentrace biogenních mikroelementů sloučenin dusíku a fosforu. Tyto zdánlivě málo nebezpečné látky mohou ve vodách způsobovat závažný problém pro celý ekosystém. Pokud se jedná o amoniak, dochází při jeho nadměrném množství k úhynu ryb, ale vzhledem k jeho schopnosti velmi rychle reagovat s vodním prostředím, dochází díky samočisticímu procesu vodních toků, k jeho přeměně na dusičnany (Pečenka, 2007).

Zvýšený přísun fosforu a dusíku do vod se projevuje vysokou produktivitou některých organismů na úkor druhové bohatosti a rovnováhy. Zvýšené hladiny živin ve vodách umí nejlépe využít řasy a sinice (fytoplankton), které se rychle množí a rapidně rozšiřují svou populaci. V případě řas dochází k rozvoji vegetačního zákalu, zatímco sinice způsobují vodní květ. Zanedlouho se v ekosystému začne hromadit ohromná biomasa odumřelých sinic. To zapříčiňuje snížení koncentrace kyslíku. Následný výrazný pokles množství kyslíku může vést až k úhynu ryb a bezobratlých organismů. Ve vodách postižených eutrofizací dochází kromě nedostatku kyslíku také ke zvyšování obsahu železa a manganu, v horším případě k tvorbě sirovodíku a metanu ([www.daphne.cz](http://www.daphne.cz)).

Tento jev nejvíce nastává v letních měsících, kdy je dostatek slunečního světla a tepla. Tím se snižuje samočisticí funkce řek a jezer. Dalším negativním

faktorem zvýšeného výskyt sinic a řas je narušení kyslíkového režimu. Při hladině se činností fotosyntetickou vytvářejí podmínky přesycené kyslíkem. Během dne autotrofní fytoplankton kyslík produkuje, ale v nočních hodinách dochází k úbytku rozpuštěného kyslíku v důsledku jeho respirační aktivity. K úbytku kyslíku ještě dochází mikrobiálním rozkladem většího množství odumřelých řas a sinic. Tato biomasa klesá ke dnu, kde vlivem činností bakterií, které rozkládají řasovou hmotu, dochází k úbytku rozpuštěného kyslíku a vznikají anoxické zóny.

Odumíráním těl sinic a jejich rozkladem vzniká řada toxinů, které mají vliv na zdravotní stav lidí a živých organismů. U citlivějších organismů se to projevuje kožní vyrážkou, záněty očních spojivek a otoky. Byl prokázán i vliv uschlého vodního květu ve vzduchu v okolí rybníků na zvýšený výskyt průduškového astmatu u rybářů a místních obyvatel (*Ressom a kol., 1994*).

### **3.5.1 Přírozená eutrofizace**

Přírozená eutrofizace je představována postupným zvyšováním trofie nádrže v průběhu vývoje a zrání nádrže. Tento proces je nevratný a má narůstající intenzitu.

Trofie, toto slovo znamená úživnost. Bylo použito E. Neumannem, ten rozděloval vody dle ukazatelů: obsahu vápníku, dusíku, fosforu a podle humínových látek a letní teploty při hladině. Rozdělil vody do tří tříd: autotrofní, mezotrofní, oligotrofní (*Strnadová a kol., 1976*).

### **3.5.2 Indukovaná eutrofizace**

Indukovaná eutrofizace je způsobena přísunem biogenních prvků odpadními vodami, přísunem hnojiv a výluh z hnojiv. Odpadní vody jsou vydatný zdroj fosforu a dusíku, proto jejich zaústění do nádrže má velmi silný eutrofizující charakter. Dusíkaté látky přinášejí hlavně vody ze zemědělské výroby, z potravinářského průmyslu. Na eutrofizaci se také podílí hnojení nádrží.

Eutrofizace je problém celého světa, není lokální a netýká se pouze středoevropského regionu nebo jen naší republiky. Zhruba v 50. letech 20tého století začala nadměrná eutrofizace povrchových vod, kdy se započalo s intenzivním a velkoplošným hnojením zemědělských ploch a začala růst lidská populace. Eutrofizovány jsou skoro všechny velké evropské řeky- Dunaj, Labe, Seina i Tajo (*Marques a kol., 1997*). Velmi silně eutrofizovaný je i Balaton i německé

jezero Arendsee (*Scharf, 1998*). Ve Švédsku je vedle acidifikace jezer druhým nejzávažnějším problémem zvyšování úživnosti. Oba jevy jsou společně zkoumány a účinnými zásahy bylo docíleno snížení přísunu fosforu na hodnoty z dvacátých let. Ale i přesto z 90 000 švédských jezer je 14 000 eutrofizovaných včetně jezera Mälaren a Hjälmaren (*Bernes, 2000*). Ale i u nejstarších jezer v Makedonii a v Řecku je pozorována silná anoxie, pravděpodobně byla způsobena v důsledku nešetrného znečištění (*Loeffler a kol., 1998*).

Příkladem mimo Evropu je floridské jezero Apopka, které bylo v 50 letech velmi čisté s makrofytickou vegetací, ale změnilo se v kalnou vodní plochu s nadměrným nárůstem řas. Bohužel i přes omezený přísun živin by k zlepšení nedošlo, neboť velké množství nutrietů je vázáno v sedimentech. Přírodním procesům by toto odstranění trvalo několik století (*Bachmann, 1999*). Mezi další znečištěná jezera v USA patří jezero Travis v Texasu, Mendota ve Wisconsinu a Coeur d' Alene v Idahu. Velký nárůst lidské populace a velký rozvoj užívání hnojiv způsobil velký problém i africkým jezerům a přehradním nádržím. Například ve Viktoriině jezeře zmizelo za posledních několik let 300 endemických druhů ryb. Příčinou je eutrofizace způsobená vzdušnou emisí a hlavně narůstajícím množstvím odpadních vod (*Kling, 1996*).

### **3.6 Význam a výstavba vodárenských nádrží**

Vodárenské nádrže slouží jako zdroj pitné vody pro velký počet obyvatelstva. Jsou vymezeny vyhláškou Ministerstva zemědělství č. 137/1999Sb., kterou se stanoví seznam vodárenských nádrží a zásady pro stanovení a změny ochranných pásem vodních zdrojů. Jednotlivé podniky Povodí jsou pověřeny správou těchto nádrží. Povodí Labe má vymezeno 5 vodárenských nádrží. Podle zákona č. 254/2001 Sb. § 30 zákona o vodách, ve znění pozdějších předpisů, jsou kolem těchto nádrží vymezená ochranná pásma. Ochranné pásmo I. stupně slouží k ochraně vodního zdroje v bezprostřední blízkosti jímacího a odběrného zařízení a ochranné pásmo II. stupně, které slouží k ochraně vodního zdroje v území a nachází se vně I. stupně. Toto území stanoví vodoprávní úřad, tak aby nedocházelo k ohrožení jakosti, vydatnosti a zdravotní nezávadnosti. Ochranné pásmo II. stupně je dáno podle místních podmínek a jeho režim je volnější. Ochranná pásma poznáme podle výstražných tabulí (*Krmela, 1984*).

Na vodárenských nádržích je prováděn systematický monitoring, který provádí správci Povodí a vodárenské společnosti. V nádržích pro posouzení jakosti vody je důležité znát látkový přísun do nádrže a výsledky procesů vně nádrže.

Vodní díla můžeme řadit mezi technicky zajímavé, důmyslné, různorodé a také esteticky výrazné stavby. Tyto stavby mají velký vliv na krajinný ráz. V minulosti se při výstavbách vodních děl nepřihlíželo k vlivu stavby na životní prostředí, to se pak odráželo na celém ekosystému. Nejvíce přehrad bylo vystaveno v šedesátých a v sedmdesátých letech minulého století. Gigantické přehrady vznikaly převážně v Číně, Japonsku, Brazílii a v Turecku. Přehrady měly zajistit zdroj pitné vody, dostatek vody pro zavlažování, trvalý zdroj čisté elektřiny, ochranu před povodněmi, splavnění říčních úseků a také rekreační využití. V osmdesátých letech výstavba přehrad v severní Americe a Evropě rapidně klesla z důvodu rozepří mezi ekonomy a ekologickými aktivisty ([www.enviweb.cz](http://www.enviweb.cz)).

V současné době se již tento názor zcela změnil a stavby vodních děl se navrhují tak, aby byly co nejvíce šetrné k životnímu prostředí (Šlesingr, 2010).

### 3.6.1 Vodárenské nádrže v ČR a jejich znečištění

Pro město Jihlavu je největší zásobárnou pitné vody vodárenská nádrž Hubenov. Nádrž Hubenov je napájena ze tří dílčích povodí, a to povodí Jedlovského potoka, Jiřínského potoka a Maršovského potoka. Dlouhodobé sledování čistoty povrchových vod na odtoku z nádrže a přítoku do nádrže provádí Povodí Moravy s. p. od roku 1986. Sleduje se hlavně rozpuštěný kyslík, zatížení toku dusíkem (sledován ve formě N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub>), BSK<sub>5</sub> a CHSK<sub>Mn</sub>.

Dále byly vyhodnocovány pouze N-NO<sub>3</sub> a nerozpustné látky a to vzhledem k opatřením krajinných pozemkových úprav KPÚ. V příslušných odběrových místech v letech 2000 až 2007 byly vyhodnocovány změny koncentrace N-NO<sub>3</sub> a nerozpustných látek. Výsledky těchto koncentrací byly porovnány s platným nařízením vlády č. 61/2003Sb. v jeho plném znění a dále nařízením vlády 229/2007Sb., kde byly dány imisní standardy, což jsou maximální hodnoty koncentrací, kterých může být dosaženo v povrchových vodách. Na závěr bylo vyhodnoceno, že nejlepší situace je na Maršovském potoce, kde se nachází pokles koncentrace dusičnanového dusíku a nerozpuštěných sušených látek. Změna k lepšímu nastala realizací ochranných zařízení a opatření pomocí KPÚ. Oproti tomu na Jedlovském přivaděči dochází k stoupající koncentraci dusičnanu, ale i nerozpuštěných sušených látek. Jelikož zde došlo také k realizaci ochranných



zařízení a opatření pomocí KPÚ, není tato stoupající tendence tak vysoká. Situace na Jiřínském potoce je nejhorší, jelikož zde nebyla realizována žádná opatření a zařízení KPÚ, je tendence četnosti vysokých hodnot koncentrace dusičnanového dusíku stoupající. Z výsledků je patrné, že povodí vodárenské nádrže Hubenov je zasaženo vodní erozí a protierozní ochrana je nedostačující. (*Stejskalová a kol., 2010*).

Vodárenská nádrž Švihov na Želivce představuje nejvýznamnější zdroj pitné vody v ČR, který je provozován více než 40 let. Vodárenská nádrž Švihov je dlouhodobě znečištěna hlavně z plošných zemědělských zdrojů. Zatížení představuje cca 75-85% celkového rozsahu znečištění nutriety. V této oblasti je velký problém s erozí půdy, výsledkem je zanášení vodních nádrží, místních rybníků, předzdrží sedimenty. Sedimenty spolu s nutrienty společně potenciálně ohrožují jakost vody (*Pečenka a kol., 2007*). Hlavní pozornost monitoringů toků v okolí vodárenské nádrže Švihov se zaměřila na tři toky Bělou, Trnavou a prameniště řeky Hejlovky. Sledoval se soubor těchto ukazatelů N-NO<sub>3</sub>, P-PO<sub>4</sub>, DOC (rozpuštěný organický uhlík), BDOC (biodegradabilní rozpuštěný organický uhlík, který vyjadřuje číselnou hodnotu biologické stability určující, zda je voda biologicky stabilní nebo ne) po dobu tří let. Tříletý monitoring povodí zaměřený na koncentraci základních nutrientů dokazuje problém v samotném hospodaření v povodí při nesprávné aplikaci statkových a umělých hnojiv (hnojí se na podzim), dále pak většina malých obcí nemá čistírnu odpadních vod, takže veškeré odpadní vody jsou vypouštěny do vodních toků (*Černá a kol., 2012*). Kvalitou vody v povodí Švihov a jeho výsledky se zabýval Liška a Duras v období 2001 – 2010. Laboratoře povodí Vltavy, s. p. sledují kvalitu vody v povodí od roku 1972, ale pravidelný monitoring jakosti vody se provádí od roku 1993 a podílí se na něm i akciová společnost Pražské vodovody a kanalizace. Kvalita vody vodárenské nádrže Švihov na Želivce je ohrožována vícero faktory např. erozním materiálem, eutrofizací, nevyrovnaností hydrologického režimu a pesticidy. Do pravidelného monitoringu patří také 3 předzdrže- nádrže Trnávka, Němčice, Sedlice a retenční rybníky (Všebořický, Keblov, Sedmpanský). Nejdůležitějším úkolem těchto nádrží je ochrana vodárenské nádrže Švihov před znečištěním, zejména záchytem erozního materiálu a živinovou retencí. Na to má vliv látkové složení přitékající vody, velikost průtoku a způsob manipulace s vodou. VN Němčice a VN Sedlice zadržují asi 35% fosforu (*Hejzlar a kol., 2006*).

Zajímavá je zkušenost s nádrží Němčice v souvislosti se schopností předzdrží zachycovat fosfor. Bylo zjištěno, že v létě roku 2007, kdy bylo velké sucho, byla

obměna vody v nádrži zpomalena a kyslík byl u dna spotřebován, došlo v srpnu procesem denitrifikace k vyčerpání dusičnanových iontů u dna. Následovalo uvolnění fosforu a železa ze sedimentu. Jelikož je VN Němčice poměrně mělká asi 8m, došlo k smíchání uvolněného fosforu i do povrchových vrstev vody, kde se stal zdrojem pro sinice. U rybníků Všebořice a Sedmpanský se v roce 2010 zjišťoval vliv na kvalitu protékající vody. Bylo zjištěno, že koncentrace fosforu je vlivem rybníků snižována v průměru o 40%, oba rybníky jsou velmi důležitý na záchyt fosforu (*Duras a kol., 2011*). Situace z pohledu eutrofizace u VN Švihov a jejího povodí je stabilní. Pro dlouhodobou stabilizaci podmínek v nádrži je důležité snížení zatíženosti nádrže fosforem o 30% oproti současnému stavu. Předzdrže Trnávka, Sedlice, Němčice a záchytné rybníky zadržují fosfor s velkou účinností 35 až 50% přestože jsou eutrofní. V nádrži je od 90. let trend koncentrací dusíku stálý až mírně klesající. Dusíkaté pesticidy to je hlavní problémem vodárenské nádrže Švihov a jeho povodí a to patrně s vysokými srážkovými úhrny, které je z půdy vymývají (*Duras a kol., 2010*).

Hornoveská nádrž se nachází ve Zlínském kraji na okraji města Fryšták. V rámci diplomové práce bylo zjišťováno určení zdrojů fosforu eutrofizované Hornoveské nádrže. Na nádrži pomáhalo s měřením a odběrem vzorků Oddělení experimentální fytoekologie a ekotoxikologie botanického ústavu AV ČR (*Biela a kol., 2014*). Měření byla prováděna od dubna do listopadu 2011 celkem 6x. Byla prozkoumána oblast nad nádrží, převážnou část tvoří lesní plocha až 87,6% plochy a zbytek zemědělská plocha, která není v dnešní době využívána jako orná, ale jako louka. Zdrojem fosforu je pravděpodobně i les, který vnáší alochtonní znečištění do Hornoveského potoka, především se jedná o rozklad jehličí a listů stromů. Výluh z horniny lze vyloučit na základě geologické stavby území, kde se nacházejí neuzpevněné sedimenty, jako jsou štěrky, písky, spraše a ty jsou bohaté na přírodní fosfor. Takže jedním ze zdrojů fosforu Hornoveské nádrže je Hornoveský potok. Zvýšená koncentrace fosforu a dusíku je způsobena kombinací dozníváním hnojení zemědělské půdy v minulých letech a alochtonním znečištěním. Druhým a hlavním zdrojem fosforu je sediment. Byla odebrána vrstva od 15 do 35 cm. Bylo možno rozlišit černý sediment a hnědý sediment. Ve spodní vrstvě je černé bahno, kde anaerobní hnití probíhá bez absence kyslíku. Hnědá vrstva se nachází na rozhraní dna – voda a indikuje zmineralizovaný sediment, kde se na mineralizaci podílí kyslík. Ta vytváří tzv. „pokličku“ na sedimentu a zabraňuje uvolňování fosforu z tmavého sedimentu. V letních měsících však hnědá vrstva slábne a někde vymizí úplně. Úbytek má na svědomí chybějící kyslík u dna nádrže a proto dochází

k uvolňování fosforu. Tento proces ještě urychlují některé druhy ryb, které víří sediment zarýváním se do dna nádrže (Biela a kol., 2014).

### 3.6.2 Vliv vodních nádrží v zahraničí na životní prostředí

Jedním z velkých vodních děl byla výstavba soustavy vodních děl Gabčíkovo-Nagymaros obr. č. 8., která se týkala i naší České republiky. V roce 1977 totiž uzavřela Československá republika s Maďarskem mezistátní smlouvu o výstavbě Soustavy vodních děl Gabčíkovo – Nagymaros. Hlavními důvody přehrazení Dunaje byla ochrana před ničivými povodněmi, využití energetického potenciálu řeky a zlepšení podmínek plavby. V průběhu výstavby však maďarská strana začala protestovat z důvodu obav o lužní lesy, zásoby pitné vody a jedinečného ekosystému oblasti Szigetköz (země tisíce ostrovů) mezi hlavním korytem a Mošonským ramenem Dunaje. Rozepře mezi ČSFR a Maďarskem se dostala až k Mezinárodnímu soudu v Haagu. Od spuštění v roce 1992 sledovala organizace World Wide Fund pět let dopady přehrady na životní prostředí a zjistila, že 8 tisíc hektarů záplavového území bylo odkloněním Dunaje vážně poškozeno. Slovenský svaz ochránců přírody a krajiny uvedl, že v důsledku odklonění Dunaje došlo k vyschnutí 5% lužních lesů a vyhynutí 5 druhů chráněných ryb na maďarské straně. Na slovenské straně šlo spíše o ztrátu vysoce kvalitní orné půdy a vykácením lužních lesů spojenou s výstavbou přehrady (Kalouzová a kol., 2008).



Obr. 8: Vodní dílo Gabčíkovo, ([www. Gabčíkovo.sk](http://www.Gabčíkovo.sk))

Negativní vliv v rozvojových zemích na zemědělství mají vodní díla, která zachycují splaveniny, které před výstavbou přirozeně zúrodnily zemědělskou půdu úrodnými kaly erodovanými v povodí.

Výstavba některých hospodářských děl bývá doprovázená záměrnou

velkolepostí jako důkaz mimořádně technologické vyspělosti. Tato výstavba bývá převážně s ne příliš demokratickými režimy, v tomto případě nikdo stavbu nezdržuje, nekritizuje a lidé neprotestují. Příkladem jsou přehrady v Číně. Anebo nejvyšší přehrada Nurek na území Tádžikistánu. Jedna věc však stojí za povšimnutí, poté co těleso hráze bylo dokončeno a přehrada se začala napouštět, byl v oblasti zaznamenán nárůst seismické aktivity (*Soboleva a kol., 1976*).

Například Asuánská přehrada v Egyptě přinášela blahobyt už od roku 1902, v průběhu 60. let však došlo k přestavbě přehrady a ta zvětšila svou kapacitu. Zátopová oblast teď sahá až ke starým egyptským památkám (např. slavný komplex Abú Simbel), který musel být přestěhován (*Hrušková, 2011*)

Aralské jezero v Asii zase bylo ještě v roce 1960 jako čtvrté největší jezero na této planetě. Vodu přiváděly řeky Amudarja a Syrdarja, ale v 60. letech byly vybudovány zavlažovací systémy, které odváděly vodu na zavlažování zemědělské půdy, hlavně bavlníkových plantáží a rýžových polí. Také vypařování jezera značně převyšuje množství vody z dešťových srážek, podzemní vody a tání sněhu. Jezero se velmi zmenšilo až na 10% původní rozlohy. Rozdělo se na dvě části – Malý Aral (severní část) a Velký Aral (jižní část). Jižní jezero se do roku 2007 rozdělilo na východní mělkou část a západní hlubokou část. Z důvodu malých přítoků a velké koncentrace soli došlo k úhynu ryb.

Velké dno jezera zůstalo holé a vyschlé. Napříč obydlenými oblastmi vítr rozfoukal sůl a toxické látky ze dna, což obyvatelstvu způsobilo velké zdravotní potíže. Vzduchem se přenášel kyselý uhličitán sodný, síran sodný a chlorid sodný a ten zabíjí a zpomaluje růst zemědělských plodin a místní vegetace. Velkou ironií je, že zavlažování pávě těchto plodin ničí jezero.

V roce 2005 pomohla severní části Malý Aral vybudovaná přehrada, která zvýšila hladinu vody a snížila koncentraci soli. Začaly se vracet ryby a obnovovat mokřiny, tím pádem se začala oživovat ekonomika. Ze dvou jižních částí jsou prozatím mrtvé moře. Na jejich obnovu nejsou finance (*Píšková, 2011*).

Příběh Aralského jezera představuje velkou negativní úlohu moderních společností, ale i ohromný potenciál k obnově prostředí. Proto plánovači při výstavbě různých vodních děl musejí velmi opatrně vyhodnotit důsledky zásahu do přírodních systémů. I když zavlažování probíhalo po staletí a nic se nedělo, další rozšiřování v 60. letech však posunulo hydrologický systém za udržitelnou mez.

Spotřebovává se ve světě více vody než je příroda schopna doplnit. Nejvíce však v zemědělství a to hlavně v rozsáhlých zavlažovacích systémech, které dokážou zlikvidovat i mohutné řeky. Příkladem může být čínská Žlutá řeka.

Například v Sýrii je postaveno 160 přehrad, jako první byla přehrada na řece Eufrat v roce 1947 v oblasti Jusef Basha. Sýrie je v poslední době zemí s razantním růstem populace a je spíše suchou zemí, proto v některých oblastech nastal vážný nedostatek vody. Průměr na obyvatele je 700-900 m<sup>3</sup>/rok vody. Ještě nutno dodat, že Sýrie přispívá 25% do HDP ze zemědělství, které má velké nároky na vodu. Přehrady v Sýrii slouží hlavně jako zdroj pitné vody a také poskytují vodu k zavlažování půdy v zemědělství a omezení povodní (Bredy, 2014). V Sýrii také došlo ke katastrofě přehrady Zayzoun v roce 2002, která byla uvedena do provozu v roce 1996. Hlavními důvody bylo nedodržení technické dokumentace, ukládání většího množství vody, trhliny a průsaky v těle přehrady, kontrolní vrty v těle přehrady nebyly provedeny dle projektové dokumentace. V současné době je v Sýrii občanská válka, proto je velmi obtížné získat informace týkající se studia přehrad, ale je známo, že na Eufratské přehradě je trhlina o průměru 40 cm a území pod hrází bylo evakuováno. Toto zaplavení by zničilo veškerý život ve východní části Sýrie a jsou zde i ohroženy nejvýznamnější památky Sýrie (Bredy, 2014).

### 3.7 Vliv eutrofizace a eroze na vodní nádrže v ČR

Z velké míry jsou vodní nádrže v ČR ohroženy jednak eutrofizací, ale také vnosem erozního materiálu. Malé vodní nádrže (rybníky) jsou vlivem eroze zaneseny a nemohou sloužit k produkčním a meziprodukčním účelům. Základní funkce nádrží velmi omezuje eutrofizace a ta také zhoršuje ekologický potenciál daného vodního útvaru. Proces eutrofizace v podmínkách ČR je podmíněn převážně přebytkem fosforu ve vodě, zejména rozpuštěnými formami fosforu. Tomu hodně napomáhá eroze zemědělské půdy, která v ČR vede k trvalému zhoršování kvality vody a ke ztrátě kvalitní ornice (Krása a kol., 2013).

Pro hodnocení míry eutrofizace v ČR se používá prověřený princip závislosti na roční koncentraci fosforu, kterou definovali ve 20. století Vollenweider (1968) a Dillon s Riglerem (1974). Později byly tyto principy rozpracovány a vydány v materiálu OECD (1982). OECD udává míru eutrofizace jezer a nádrží podle ultra-oligotrofní až hypertrofní škály. K zařazení používá vztah koncentrace celkového

fosforu ke koncentraci chlorofylu-a a průhlednosti vody v nádrži. V tomto principu, i když se univerzálně používá, nejsou zohledněny přírodní podmínky nad vodními nádržemi, které mohou ovlivnit koncentrace dusíku a fosforu a tím i měnit přirozený stupeň trofie. Podle tohoto principu nepoznáme, zda je nádrž v přirozeném stavu nebo ovlivněna antropogenní činností. Tento problém nazírání na škálu trofie řeší Rámcová vodní směrnice (ES, 2000). Rámcová vodní směrnice má typově specifické hodnocení vodních útvarů a nastavuje hodnocení podle stavu přirozených podmínek jednotlivých povodí (Krása a kol., 2013).

Česká republika nemá vodní nádrže přirozeného typu až na některé výjimky ledovcových jezer např. Čertovo a Černé jezero na Šumavě a menších přirozených vodních ploch (Pokorný a kol., 2006).

Malých vodních nádrží je v ČR přibližně 24 000. Většina z nich je využívána pro intenzivní chov ryb. V těchto nádržích je usazeno menší nebo větší množství sedimentu, který se transportuje do nádrží prostřednictvím přítoků. V poslední době se uvádí, že tyto nádrže výrazně ovlivňují kvalitu vody pod nádrží a to chemickými látkami rozpuštěnými ve vodě, případně sorbovaným na sedimentu (Čítek a kol., 1998).

Hlavním zdrojem transportu půdních částic v povodí jsou erozní procesy v zemědělství. Erovaný sediment obsahuje značné množství vázaného fosforu a jeho množství se může měnit vzhledem k dalším zdrojům fosforu v povodí např. sorpce rozpuštěného fosforu z bodových zdrojů znečištění (Borovec a kol., 2010). Například koncentrace celkového fosforu ve vodním sloupci je závislá na koncentraci fosforu v přítoku, ale tato hypotéza platí jen při běžných průtocích, kdy nedochází v nádrži k nárazovému víření sedimentů. Při povodňových průtocích nastává jiná situace, kdy dochází k promíchání vody v nádrži, ke vznosu již sedimentovaných částic na dně nádrže. Do vznosu s půdními částicemi se dostává fosfor sorbovaný na sediment. K odtoku vody, ale také transportovaných půdních částic spolu s vázanými látkami dochází přes přelivnou hranu bezpečnostního přelivu. U povodní nelze tento proces ovlivnit. Dalším netypickým příkladem transportu sedimentu v nádrži, který byl zkoumán, je odtok vody z nádrže při vypouštění nádrže před výlovem ryb. Tady dochází k transportu sedimentu a na něm vázaného fosforu pomocí výpustného zařízení. Při experimentu byl zkoumán Sirákovický rybník a Jezuitský rybník v povodí Hostačovky a jejího pravostranného přítoku Vohánčického potoka na podzim v roce 2010 při výlovu ryb. Závěry byly takové, že koncentrace nerozpuštěných látek i obsahu celkového fosforu v odtoku je nízká po celou dobu vypouštění až do doby výlovu. Kde vlivem snížení hladiny

dochází k víření usazeného sedimentu a ten se dostává do toku pod nádrží (Mikšíková a kol., 2012).

### **3.8 Legislativa v oblasti vodního hospodářství**

Legislativa v oblasti vodního hospodářství vznikala již za Rakouska – Uherska, kdy byl přijat první zákon omezující užívání vody a nakládání s ní a to v roce 1870. Platil až do roku 1954, kdy byl přijat nový vodní zákon. Tím začala II. etapa vodního hospodářství v ČR. Ústřední správa vodního hospodářství vznikla v roce 1953 a byl sepsán Státní vodohospodářský plán (1954). Byl zaměřen převážně na hospodaření s vodou v souvislosti s rozvojem průmyslu. V roce 1972 byl přijat inovovaný plán jako Směrný vodohospodářský plán. V něm dominuje problematika zdrojů pitné vody a ochrana těchto zdrojů.

Zásadní zlom v legislativě nastal až po roce 1989, kdy ČR přijala Rámcovou směrnici pro vodní politiku EU (2000). Legislativa vodního hospodářství je v právním systému ES součástí kapitoly „Životní prostředí“ spadající do podoblasti „Kvalita vody“.

#### **3.8.1 Vodní politika Evropské unie**

Pro zachování přírodního bohatství, které je pro veškerý život na Zemi nenahraditelným zdrojem, byla členskými státy Evropské unie, mezi něž patří od roku 2004 i Česká republika ustanovena Směrnice parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. 10. 2000. Směrnice stanovuje rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Cílem této směrnice je zlepšení a udržení vodního prostředí v rámci Evropského společenství, zejména jakosti dotčených vod a řízení jejich množství. Následně byla přijata opatření, která mají snížit vzrůstající požadavky na množství kvalitní vody pro různé účely. Směrnice také koordinuje a integruje zkušenosti předchozích ustanovení a vytváří rámec pro udržitelné využívání vody v Evropském společenství (Hlavínek, Říha, 2004).

Tímto jednotícím přístupem navazuje legislativa na principy péče o vodní zdroje, které byly formulovány v zásadách Evropské vodní charty přijaté ve Štrasburku již v roce 1968 (Němec a kol., 2006).

### 3.8.2 Vodní politika České republiky

V České republice je obecným cílem státní politiky v oblasti vod vytvořit podmínky pro udržitelné hospodaření s omezeným vodním bohatstvím. Proto musí existovat soulad požadavků na využívání vodních zdrojů s požadavky ochrany vod a vodních ekosystémů.

Důležité zásady státní politiky v oblasti vod jsou uvedeny v tzv. Rámcové směrnici Evropské unie o vodní politice, dalších směrnic z oblasti vod a z obnovené strategie Evropské unie pro udržitelný rozvoj ([www.mzp.cz](http://www.mzp.cz)).

Ústředním vodoprávním úřadem je odbor ochrany vod Ministerstva životního prostředí a to v následujících oblastech:

- Ochrana před povodněmi
- Ochrana množství a jakosti povrchových a podzemních vod
- Plánování v oblasti vod na národní a mezinárodní úrovni spolu s programy opatření
- Mezinárodní spolupráce v oblasti ochrany vod
- Tvorba legislativy a norem v oblasti vod
- Finanční, ekonomické a administrativní nástroje v ochraně vod

Klíčovým legislativním nástrojem v oblasti vod je zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění a jeho prováděcí předpisy, tzv. nařízení vlády, vyhlášky a metodické pokyny (*Jágllová a kol., 2009*).

Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zlepšení a zachování jakosti povrchových a podzemních vod, zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství a vytvořit vhodné podmínky v době povodní a sucha. Hlavním cílem tohoto zákona je zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou, ochrana vodních ekosystémů a na nich závislých suchozemských ekosystémů ([www.mzp.cz](http://www.mzp.cz)).

Neopomenutelný je zákon č. 20/2004 Sb. ze dne 11. 12. 2003, kterým se mění zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) ve znění pozdějších předpisů. Jedná se o zákon kodexového typu, který komplexně upravuje právní prostředí v oblasti vod. Vymezuje právní vztahy k podzemním a povrchovým vodám, povolení k vypouštění odpadních vod s obsahem zvlášť



nebezpečné závadné látky do kanalizace, plánování v oblasti vod, cíle ochrany vod jako složky životního prostředí, plán hlavních povodí České republiky, plán oblastí povodí, programy opatření, odpadní látky, stanovuje správce vodních toků, užívání vodních děl jinými osobami, povodňové orgány krajů, poplatky za odebrané množství podzemní vody (MV, 2004).

Zákon 181/2008 Sb. ze dne 24. dubna 2008, kterým se mění zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů. Změna se týká území chráněných pro akumulaci povrchových vod a území určených k rozlivům povodní (MV, 2008).

Dalším důležitým zákonem, který se zabývá vodním hospodářstvím, je zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). Zákon upravuje některé vztahy vznikající při rozvoji, výstavbě a provozu vodovodů a kanalizací, které slouží veřejné potřebě, a přípojek na ně. S tím související působnost orgánů územních samosprávných celků a správních úřadů na tomto úseku (Hlavínek a Říha, 2004). Návrh tohoto zákona zpracovalo Ministerstvo zemědělství a následně vydalo vyhlášku č. 428/2001 Sb., kterou se tento zákon provádí.

#### **Z prováděcích předpisů je vhodné uvést:**

- Vyhláška č. 137/1999 Sb. Ministerstva životního prostředí, která se stanoví seznam vodárenských nádrží a zásady pro stanovení a změny ochranných pásem vodních zdrojů
- Vyhláška č. 428/2001 Sb. Ministerstva zemědělství, 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)
- Vyhláška č. 20/2002 Sb., o způsobu a četnosti měření množství a jakosti vody
- Vyhláška č. 391/2004 Sb., o rozsahu údajů v evidencích stavu povrchových a podzemních vod a o způsobu zpracování, ukládání a předávání těchto údajů do informačních systémů veřejné správy
- Vyhláška č. 98/2011 Sb., o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod

- Nařízení vlády č. 103/2003 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech.
- Nařízení vlády č. 71/2003 Sb., o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod
- Nařízení vlády č. 169/2006 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 71/2003 Sb., o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod
- Nařízení vlády č. 23/2011 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech
- Nařízení vlády č. 143/2012 Sb., o postupu pro určování znečištění odpadních vod, provádění odečtů množství znečištění a měření objemu vypouštěných odpadních vod do povrchových vod (*www. mzp.cz*).

## **4. Charakteristika zájmového území**

### **4.1 Vodní dílo Jirkov**

Přehrada se nachází v hlubokém údolí řeky Bíliny v Krušných horách, tak 2 km nad městem Jirkov. Jejími přítoky je řeka Bílina, která pramení na hřebeni Krušných hor západně od osady Zákoutí, přítok Bíliny je do nádrže posilován gravitačním trubním přivaděčem z vedlejšího povodí potoka Lužec (Nivský potok). Dalším přítokem nádrže a to z pravé strany je potok Malá voda, který přitéká od osady Květnov.

Vodní dílo Jirkov je na toku Bílina říční km 72,700, dle technické evidence ISyPo (Informační systém Povodí Ohře) k 01/2010 říční km 72,148. V kraji Ústeckém, okres Chomutov, obec Blatno, Jirkov.

## 4.2 Účel a popis vodního díla Jirkov

Hlavní účel nádrže je akumulace vody pro zásobování severočeské hnědouhelné oblasti pitnou vodou a zajištěním minimálního průtoku 10 l/s v Bílině v profilu limnigrafu Jirkov (odtok).

Vedlejšími účely nádrže jsou energetické využití odtoku MVE a snížení povodňových průtoků v Bílině a také částečná ochrana území pod hrází před povodněmi. Malá vodní elektrárna (MVE), která využívá energii vody toku Bílina v profilu hráze vodní nádrže Jirkov k výrobě elektrické energie dodávané do veřejné rozvodné sítě (*Povodí Ohře, 1986*).

Stavba hráze byla realizována v letech 1960-1965, hráz je sypaná kamenitá z místního materiálu s vnitřním těsněním z jílovitých zemin. Po zahájení provozu byly zaznamenány deformace hrázového tělesa a špatné sedání návodní a hlavní stabilizační části. Tyto problémy byly způsobeny volným sypáním návodní části hráze bez zhutňování. Z důvodu deformace byla v letech 1982 - 85 uskutečněna celá rekonstrukce hráze, byly obě dosypávané stabilizační části hráze po 1,5 m hutněny a návodní svah hráze byl opevněn kamennou rovnaninou. V roce 2000 byla také provedena definitivní úprava koruny hráze do dnešní polohy a spolu s tím bylo nutno opravit příjezdové komunikace.

Hráz má výšku 55,6m nad základem, šířku v koruně 5,5m, šířku v patě 200m a délku hráze 190m. Objem nádrže je celkem 2, 769 mil. m<sup>3</sup> při zatopené ploše 16,4 ha. Předpokládaný roční výpar z nádrže Jirkov je uveden v tabulce č. 1.

Pod vodním dílem je stálý průtok v toku Bílina 5 m<sup>3</sup>/s. Svým retenčním účinkem při plném zásobním prostoru vodní nádrže Jirkov sníží kulminační průtok 100leté povodňové vlny z hodnoty 37,06 m<sup>3</sup>/s na hodnotu 26,25 m<sup>3</sup>/s. V nádrži hladina dosáhne kóty 452,23 m n. m. (*Manipulační řád vodního díla Jirkov*).



**Obr. 9:** Odtok řeky Bíliny pod hrází, (Křížová, 2013)

**Tab. 1:** Výpar z vodní hladiny (2010), (Manipulační řád VD Jirkov)

Předpokládaný roční výpar z nádrže Jirkov (mm)						
600						
Předpokládané rozdělení výparu na jednotlivé měsíce						
měsíc	I	II	III	IV	V	VI
výpar (mm)	10	13	28	54	77	101
měsíc	VII	VIII	IX	X	XI	XII
výpar (mm)	104	93	61	32	15	12

### 4.3 Funkce a technické parametry vodního díla

Hráz vodní nádrže Jirkov má výšku 55,6 m nad základem, šířku v koruně 5,5 m, šířku v patě 200 m a délku hráze 190 m. Objem nádrže je celkem 2, 769 mil. m<sup>3</sup> při zatopené ploše 16,4 ha.

Výpustní a odběrné zařízení- spodní výpusti tvoří potrubí DN 800. Do potrubí výpusti jsou vtoky nálevkovitě rozšířeny. Do výpusti před toky jsou umístěny česle. Provozní (návodní) uzávěry výpustí tvoří šoupata DN 800 se zavodňovacím obtokem a vzdušné regulační uzávěry tvoří kuželový uzávěry DN 800. Oba tyto

uzávěry jsou ovládány elektropohonem z místa I z domku hrázného a to dálkově. Dají se ovládat i ručně.

Kóta osy vtoků spodních výpustí 404,80m n. m. Kapacita spodních výpustí při hladině v nádrži na úrovni:

- hladina ovladatelného ochranného prostoru- koruna přelivu - 451,60 m n. m.  
2x 11,3 m<sup>3</sup>/s
- hladina zásobního prostoru- 448,00 m n. m.  
2x 10,9 m<sup>3</sup>/s
- hladina stálého nadržení – 420,90 m n. m.  
2x 6,6 m<sup>3</sup>/s

Bezpečnostní přeliv je šachtový kruhového průřezu obr. 11. Povrch nálevky je jako beztlaková plocha a je opatřen 4 spirálovými žebry. Vodárenské odběry jsou umístěny v šachtovém tělese.

vnitřní průměr šachty..... 3 m

kóta dna šachty..... 404, 00 m n. m.

průměr koruny šachtového přelivu ..... 9, 4 m

kóta přeřadové hrany..... 451, 60 m n. m.

Celková kapacita přelivu při maximální hladině v nádrži na kótě 453, 30 m n. m. je 117, 7 m<sup>3</sup>/s. (*Manipulační řád vodního díla Jirkov*).



**Obr. 10:** Vodní dílo Jirkov – bezpečnostní přeliv, (Křížová, 2013)

Odpadní štola- je beztlaková a navazuje na šachtový přeliv, je tvořena Benešovými rámy. Z boků do ní ústí spodní výpusti. Na odpadní štolu také navazuje vývar se šípovými rozražeči.

délka štoly..... 201,65 m

podélný spád.....  $i = 2,5 \%$

průtočný profil odpadní štoly..... 3 x 2,5 m

Při netlakových poměrech kapacita odpadní štoly činí  $56,8 \text{ m}^3/\text{s}$  (Povodí Ohře, Chomutov, 2010)

Vodárenské odběry jsou v šachtovém přelivu umístěny ve stěně, vtoky odběrů jsou opatřeny vyjímatelnými česlemi, můžeme je provizorně hradit zátkovým uzávěrem. Tyto uzávěry jsou ovládány elektropohonem z místa a dálkově z domku hrázného. Ovládat lze i ručně pomocí ručního kola na elektropohonu. V uzávěrové komoře jsou propojena potrubí vodárenských odběrů, odtud pokračuje jedno potrubí DN 500, které se nachází v komunikační štole obr. 11. V uzávěrové komoře se nachází rozmrazovací zařízení šachtového přelivu (Manipulační řád vodního díla Jirkov).



**Obr. 11:** Potrubí DN 500 na vodárenské účely v komunikační štolě, (Křížová, 2014)

Kóty vtokových otvorů máme tři:

- a) odběrný horizont 418,0 m n. m.
- b) odběrný horizont 426,6 m n. m.
- c) odběrný horizont 440,0 m n. m.

Provizorní vodárenský odběr slouží k odběru vody z koryta Bíliny v době vyprázdnění nádrže po dobu oprav. Maximální kapacita odběrného objektu je 165 l/s. Nachází se na konci nádrže na kótě 435,5 m n. m. Odběr je dnový. Objekt má příčný betonový práh přes koryto řeky Bíliny s odběrným žlabem a šikmými česlemi. Žlab vede do usazovací komory, tam se nachází kalová jímka s odkalovacím potrubím. Ve výšce 1 m nade dnem komory začíná vodárenský odběr DN 500. Usazovací komora je pokryta podlahou z borových fošen. Horní část je osazena zábradlím.

Z usazovací komory vede odběrné potrubí délky kolem 700 m DN 530. Potrubí vede údolní nivou z pravé strany koryta Bíliny, protíná koryto toku Malá voda, pokračuje po pravém břehu nádrže a dále zaústíje do spodního vodárenského odběru.

Malá vodní elektrárna (MVE) zajišťuje výrobu elektrické energie v závislosti na hydrologických podmínkách až do maximálního instalovaného výkonu 132 kW.

Maximální hltnost turbíny je 500 l/s. Soustrojí je provozováno v automatickém režimu, pouze s občasným dohledem, může však být také řízeno ručně dle požadovaných odtoků pod hráz.

Hlavní parametry MVE: spád - 38,0m, instal. Výkon 132kW, dosažitelný výkon - 130kW.

Malá vodní elektrárna je osazena turbínou Cink 3,4 B4x320/2, která má maximální výkon 149 kW, hltnost 125-500 l/s. MVE je usazena přímo uvnitř hráze vodního díla Jirkov obr. 12. V šachtovém tělese bezpečnostního přelivu vedou tři turbíny k malé vodní elektrárně. Od ní vede jedna turbína, která slouží k vodárenským odběrům (*Manipulační řád vodního díla Jirkov*).



**Obr. 12** : Malá vodní elektrárna, (Křížová, 2014)

Zařízení pro kontrolu a řízení hospodaření s vodou – vodní stav v nádrži se měří BD Sensorem se zobrazením v domku hrázného s dálkovým přenosem na VHD POh (vodohospodářský dispečink Povodí Ohře), anebo vodotečnou latí umístěnou na levé straně hráze.

Měření přítoků do nádrže je provedeno za pomoci BD Sensoru umístěného na vodním toku Bílina a Malá voda, který se zobrazuje v domku hrázného s dálkovým přenosem na VHD POh. Měření odtoku z nádrže je také provedeno za pomoci BD Sensoru umístěného na vodním toku Bílina, s přenosem dat do domku hrázného a



na VHD POh. Měření odběru z nádrže je za pomoci průtokoměru KROHNE ve štolě vodního díla Jirkov s místním zobrazením a s dálkovým přenosem na VHD POh.

#### Ostatní měření:

- teplota ovzduší se měří ručně rtuťovým teploměrem, anebo čidlem Pt 100, jehož údaje se přenášejí do domku hrázného a na VHD POh, denní teplotní extrémy ovzduší se měří maximo- minimálním teploměrem ručně
- dešťové srážky se měří francouzským srážkoměrem- princip překlopných nádobek
- teplota vody se měří na odtoku čidlem Pt 100, tyto údaje se přenášejí do domku hrázného a na VHD POh
- poloha a funkce uzávěrů pomocí převodníku IMPAL s osazením měřícího přístroje ZEPAX pro místní zobrazení a s přenosem dat do domku hrázného
- mikroprocesorový řídicí systém MVE s místním zobrazením a přenosem automatickým do domku hrázného a na VHD POh (*Manipulační řád vodního díla Jirkov*).

Vodní dílo Jirkov se nachází na řece Bílině. Patří do soustavy vodárenských nádrží Křímov, Kamenička, Janov a Fláje. Tato soustava vodních děl zásobuje obyvatelstvo severozápadních Čech pitnou vodou. Kolem přehrady je proto stanoveno pásmo ochrany I. stupně a II. stupně, což znamená, že je přehrada pro veřejnost uzavřena. Je zde i zákaz rybolovu a vodních sportů. Přehrada také plní funkci jako částečná ochrana před povodněmi a dále zajišťuje minimální průtok ve vodním toku Bílina.

Přehrada se rozkládá v Ústeckém kraji v nadmořské výšce 454,8 m n. m. Krušné hory v délce 130 km ohraničují od jihozápadu k severovýchodu Českou kotlinu. Jejich nejvyšším vrcholem je Klínovec, který měří 1244 m n. m. Oblast Krušných hor je po Šumavě největší nebo spíše nejbohatší oblastí na rašeliniště u nás (*Švorc a Švorcová, 2006*).

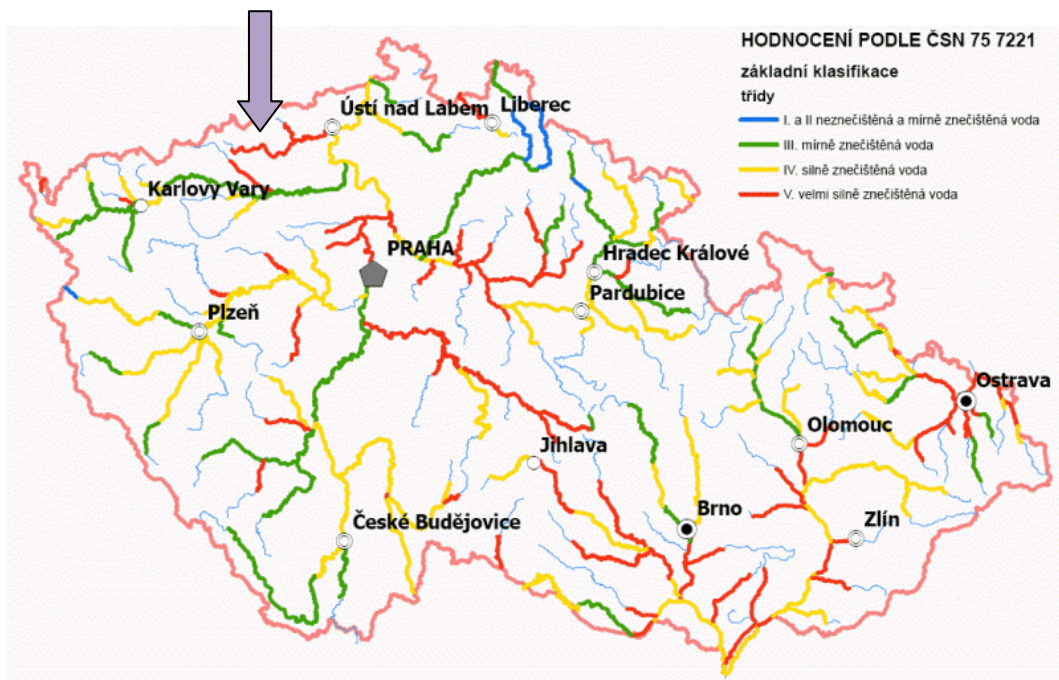
Bílina pramení západně od osady Zákoutí ve výšce 785 m n. m. a její povodí leží vedle západněji pramenící Kameničky. Která již spadá do povodí říčky Chomutovky a řeky Ohře. Přítok Bíliny do vodního díla je posilován gravitačním trubním převodem ze sousedního povodí potoka Lužec, kterému se také říká Nivský potok. Do nádrže ústí také potok Malá voda, který přitéká od vesničky Květnov.

Řeka Bílina je, co se týká kvality vody zajímavou řekou. Prochází ve svém toku velkými proměnami. Ve svém horním toku až k Jirkovu je to velmi čistý, horský

potok s přírodním korytem. V Jirkově pod vodní nádrží ústí do Bíliny otevřeným korytem převod vody z povodí řeky Ohře, tzv. Přivaděč průmyslové vody. Ten by měl posilovat průtoky v Bílině pro energetiku a průmysl především na Mostecku. Do Bíliny je zaústěn odtok z čistírny odpadních vod, která se nachází za Jirkovem směrem na Most. Dále pak teče pod nádrží Újezd 3,5 km v potrubí po tzv. Ervěnickém koridoru a napříč Mosteckou pánví. V této části do Bíliny zaústuje Mračný potok. V Mostecké pánvi se po řadu let měnil různě průtok Bíliny. V dnešní době už nemůžeme přesně identifikovat původní koryto. V minulosti však řeka u Komořan procházela obrovským jezerem tzv. Komořanské jezero, které podle historických zdrojů bylo plné ryb a velmi čisté. Za mosteckou pánví míří řeka do údolí na okraji Českého středohoří, kterým protéká, až do řeky Labe v Ústí nad Labem.

Ještě v roce 2006 byla řeka považována za nejvíce znečištěný tok v zemi, z pětistupňové škály, kterou se hodnotí kvalita řeky, patřila velká část řeky Bíliny do V. stupně- velmi silně znečištěná voda. Znečištění začínalo v Jirkově, kde kvalitu vody ovlivňovalo prostředí, do řeky mířily splašky ze všech domácností, přestože procházely přes čistírnu odpadních vod. Další znečištění způsobovaly odpadní vody z povrchové těžby hnědého uhlí a místní chemičky. V úseku Spolchemie Ústí nad Labem, bylo běžné, že během dne dokázala řeka změnit svou barvu i třikrát (*Broža a kol. 2005*).

Kvalita vody řeky Bíliny se v průběhu let 2000 – 2012 velmi zlepšila, to můžeme sledovat na obr. č. 13 a obr. č. 14, kde je přehledná mapa vodních zdrojů, zpracována dle ČSN 757221 Jakost vod- klasifikace jakosti povrchových vod. Z uvedených obrázků č. 13. a 14. vyplývá, že vodní tok Bílina se z V. stupně znečištění vlivem technického pokroku zlepšila na úroveň III. a IV. stupně znečištění.



Obr. 13: Porovnání jakosti vody v tocích v letech 1991 - 1992, (MZE, 2013)



Obr. 14 : Porovnání jakosti vody v tocích v letech 2011 - 2012, (MZE, 2013)

Území vodárenské nádrže Jirkov patří do povodí Dolního Labe na severozápadě Čech. Krušnohorská soustava zahrnuje skoro dvě třetiny území

povodí Dolního Labe. Krušné hory vytvářejí srážkový stín, který velice ovlivňuje klimatické podmínky v oblasti podkrušnohorských pánví. V této soustavě také pramení převážně většina přítoků řeky Labe. Vysoké pohoří také ovlivňuje další složky přírodního prostředí např. srážkové poměry, odtoky, půdu, ale také hustotu osídlení, která se snižuje při vyšší nadmořské výšce.

Geomorfologicky toto území patří k České vysočině. Ta se skládá z 30 % vrchoviny, z 23 % pahorkatiny, z 22 % hornatiny. Na zbytku území je rovina akumulčního rázu, dále pánve, brázdy, kotliny.

Hodnocené území je v oblasti středoevropského klimatu, kde převládá vliv přímořského nebo kontinentálního podnebí. Teplota je v dlouhodobém průměru cca 8° C. Dlouhodobé srážkové úhrny se sledují na meteorologické stanici Chomutov (340 m n. m.) Průměrné roční srážky jsou od 450 mm v nížinné části do 950 mm na hřebenu Krušných hor. Převládají zde západní a jihozápadní větry.

Hydrologicky patří území do hlavního povodí dolního Labe a do dílčího povodí Ohře a Bíliny. Řeka Bílina odvodňuje 133 km<sup>2</sup> v Ústeckém kraji. Dnešní říční soustava na Chomutovsku vznikla v době konečného zdvihu Krušných hor.

Základní údaje N-letých průtoků jsou sestaveny z evidenčních listů hlásných profilů, které najdeme u ČHMÚ. V oblasti povodí Ohře a dolního Labe máme 39 profilů. Ve 34 profilech jsou uvedeny m-denní průtoky.

**Tab. 2:** Základní hydrologické údaje pro tok Blina nad vodním dílem Jirkov - říční km 69,60, (ČHMÚ)

Tok		Profil												
Bílina		Nad VD Jirkov - ř. km 69.60												
Plocha povodí A [km <sup>2</sup> ]		Průměrná dlouhodobá roční hodnota												
		Srážek Pa [mm]						Průtok Qa[l/s]						
27,6		805						287,0						
M- denní průtoky [l/s]												třída IV.		
M		30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q <sub>Md</sub>		680	454	347	285	247	204	181	155	126	109	92	30,0	15,2
N- leté průtoky [m <sup>3</sup> /s]												třída IV.		
N		1	2	5	10	20	50	100						
Q <sub>N</sub>		3	4,3	5,3	7,3	12,6	23,8	33,1						

Půda je velmi důležitá pro koloběh vody, reguluje vodní poměry a naopak. Vodní poměry, převážně srážková činnost, ovlivňují její vytváření a půdní složení. Na půdu má velký vliv klima, lidská činnost, vegetace a mateční podklad. Na Chomutovsku převládají půdy jílovité a jíly.

Z geologického a tektonického hlediska náleží území povodí Dolního Labe k Českému masivu. Předčtvrtohorním podkladem, který pokrývá 58 % plochy povodí, jsou vrásněné sedimenty (třetihorní usazeniny, křídové útvary). A 16 % území pokrývají metamorfované a vrásněné horniny prekambričké. Vytvářejí velkou část krušnohorských hornatin a vrchovin a převážnou část Sudetské soustavy. Hlavními horninami jsou žuly, ruly a fylity. Vodní nádrž Jirkov je v soustavě Český masiv- krystalinikum a prevariské paleozoikum, oblast sasko – durynská, region krušnohorsko-smrčinské krystalinikum ([www.geology.cz](http://www.geology.cz)).

Velké území asi 35 % povodí Dolního Labe pokrývají horniny nepropustné, nebo velmi slabě propustné. Území vodní nádrže Jirkov patří do hydrogeologického rajónu 613, která zahrnuje skupiny krušnohorského krystalinika. Krušnohorské krystalinikum je velmi složitý souhrn tzv. šedých a červených rul a migmatitů prostoupených postmetamorfními grafity krušnohorského plutonu. Významnou tektonickou linií je podkrušnohorský zlom, který je ve směru Chomutov- Jirkov- Jezeří. Hlavním tektonickým prvkem metamorfítů je břidličnatost. V lokalitě vodní

nádrže Jirkov jsou horniny krystalinika tvořeny proterozoickými ortorulami a pararulami, které mají také puklinovou propustnost (Manipulační řád vodního díla Jirkov).

Na geologické mapě obr. 15 podle legendy převládá pararula.

■ pararula

Eratém: proterozoikum, Útvar: neoproterozoikum, Horniny: pararula, Typ hornin: metamorfit, Mineralogické složení: dvojslídny až muskovit biotit, Soustava: Český masiv - krystalinikum a prevariské paleozoikum, Oblast: sasko-durynská oblast (saxothuringikum), Region: krušnohorskó-smrčinské krystalinikum



**Obr. 15:** Zjednodušená geologická mapa zájmového území 1:50 000, ([www.geology.cz](http://www.geology.cz))

## 5. Metodika

### 5.1 Odběr vzorků z povrchových vod

Pro zajištění správného odběru vzorků jsou zpracovány obecně dané postupy, které pomáhají získání dobře odebraných vzorků s minimálním rizikem chyb. Těmito obecnými postupy jsou české normy a platná legislativa. Vzorky se odebírají a zkoušejí pro stanovení chemických, fyzikálních, biologických a radiologických ukazatelů jakosti povrchových vod. Odebraný vzorek má v co největší míře reprezentovat celek, který má být charakterizován.

Nejprve je nutné určit vzorkovací území, profil a odběrný bod. Po důkladném prozkoumání terénu a prověření místní situace můžeme stanovit místo pro odběr vzorků. Poté se zpracuje Program vzorkování, ve kterém budou podrobně popsány všechny zjištěné skutečnosti, postupy při odběru vzorků, sledované ukazatele, použitá konzervační činidla, odběrové nádoby, použité vzorkovače a vzorkovnice, přesná poloha místa odběru, a tím se zajistí opakovatelnost odběrů.

U odebírání vzorků je velmi důležité, kdo vzorky odebírá. Nejlépe se kvalita odběru vzorků zajistí tak, že odběr vzorků provede certifikovaný vzorkač, oprávněná osoba nebo akreditovaná laboratoř. Za odběr vzorků, které provádí jiná osoba, nezodpovídá laboratoř za kvalitu vzorkování, transport a kvalitu uchování vzorku.

O každém odebraném nebo přijatém vzorku se vede podrobná dokumentace. Protokol o odběru vzorku musí být zpracován pro každý odběr samostatně. Zpracovává se přímo na místě odběru vzorku a zapisují se do něj všechny údaje, potřebné k identifikaci vzorku a jeho analýze. Dalším velmi důležitým krokem je označení vzorkovnice štítkem. Označení vzorkovnice se provádí přímo na místě odběru, aby nemohlo dojít k záměně s jiným vzorkem. Štítek pro označení vzorků obsahuje stejně jako protokol o odběru název lokality odběru, označení nebo číslo vzorku, název vzorku, požadovaná stanovení, datum a čas odběru, teplotu okolí, identifikaci osoby provádějící odběr vzorku, popřípadě použití konzervačního činidla.

Výběr vhodné vzorkovnice a konzervačních činidel se provádí na základě ukazatelů, které se budou v odebraném vzorku stanovovat. Je velmi nutné mít vhodné vzorkovnice připraveny již před samotným odběrem vzorků.

Veškerá evidence o vzorkování včetně evidenční knihy vzorků, protokoly o odběru vzorků, protokoly výsledků rozborů, protokoly o použitém druhu odběrového

zařízení, o klimatických podmínkách při odběru vzorku, o použitých vzorkovnicích, konzervačních činidlech atp. musí být po dobu 5 let uchovávány pro případné kontroly (*Řízená dokumentace Povodí Ohře s. p., 2013*).

U vodárenských nádrží je vzorkování komplikováno vertikální stratifikací, která se vytváří v průběhu letního období a způsobuje po určitou část roku nehomogenitu vodního sloupce. Proto se provádějí směsné vzorky hladin pomocí přístroje IWS (hlubinný vzorkovač s čerpadlem) nebo pomocí ITWS (trubkový vzorkovač). Na zónačních profilech se provádějí vzorky vody v rozsahu hloubek směsná hladina 5 m, 10 m a dále po 10 m až ke dnu.

Podrobné měření stratifikace vybraných parametrů v rozsahu celého vodního sloupce se provádí obdobně. K tomu se používají multiparametrické datasondy. Datasondy zaznamenávají v průběhu měření údaje o teplotě, hloubce, pH, vodivosti, obsahu kyslíku, redox potenciál a také údaj o zákalu, chlorofylu- a cyanobakteriích.

Pro uchování kvality vzorků vody používáme konzervační činidla specifická pro daný sledovaný ukazatel. Konzervační činidla dáváme do vzorkovnic již v laboratoři při jejich přípravě.

Velmi důležitá je konzervace, doprava a uchování vzorků. Odebrané vzorky se uchovávají v izolovaném boxu ochlazeném chladicími vložkami. Po příjezdu do laboratoře jsou ihned zpracovávány nebo uloženy v chladicím boxu ve tmě při teplotě cca 4 °C.

#### Použitý normy:

ČSN EN ISO 5667-3 (75 7051) Jakost vod. Odběr vzorků - část 3: Návod pro konzervaci vzorků a manipulaci s nimi

ČSN EN ISO 5667-4 (75 7051) Jakost vod. Odběr vzorků – část 4: Pokyny pro odběr vzorků z vodních nádrží.



## 5.2 Odběr vzorků Povodí Ohře

### 5.2.1 Odběr vzorků hladina – vlastní odběr

Dne 12. 6. 2013 jsem byla přítomna odběru vzorků na hladině vodní nádrže Jirkov. Za Povodí Ohře měřil a zpracovával data pan Bc. M. Neuhofer.

Místo odběru:

203401            Hladina – VN Jirkov směsný vzorek - číslo vzorku 3041, 3042

203405            5m – VN Jirkov – číslo vzorku 3043

20340110        10m – VN Jirkov – číslo vzorku 3044

20340120        20m – VN Jirkov – číslo vzorku 3045

20340130        30m – VN Jirkov – číslo vzorku 3046

203401            Dno – VN Jirkov - 3047



**Obr. 16:** Odběrné místo – hladina, (Křížová, 2013)

V odebraném vzorku se zjišťovali organoleptické vlastnosti vody (teplota, barva, zákal, průhlednost, pach, chuť), průhlednost vody za pomoci Sechiho desky, což je kruhová plocha o průměru 25-30cm, která je rozdělena na 4 kvadranty (dva bílé a dva černé naproti sobě). Deska je připevněna na laně s měřítkem a spouští se do vody, tak dlouho dokud jsou viditelné barvy. Průhlednost vody nám představuje množství světla, které proniká vodním sloupcem, závisí na barvě a zákalu vody a míra průhlednosti se udává v centimetrech.

Určí se sloupec vody, který se musí odebrat a odebere se celý sloupec, k tomu slouží Vandorn vzorkovač – 5,10,20,30 m, dno. Současně se proměřuje sondou Hydrolab DS 5 obr. č. 53 příloze, kterou se měří pH, rozpuštěný kyslík, nasycení kyslíkem, konduktivita, teplota vody. Pro tyto parametry se vede regulační diagram v systému Labsys. Naměřené hodnoty jsou za pomoci počítačového programu Hydras 3 LT ukládány přímo do grafického programu Excel a tady jsou editovány a dále zpracovávány.

Odebíral se směsný vzorek na fytoplankton- síť 20 $\mu$  tahem obr. 54 v příloze a zooplankton ode dna tah 30 m sítkou obr. 55 v příloze. Fixuje se formaldehydem a zpracovává v laboratoři.

## 5.2.2 Profily odběrů

### Přítok Malá voda

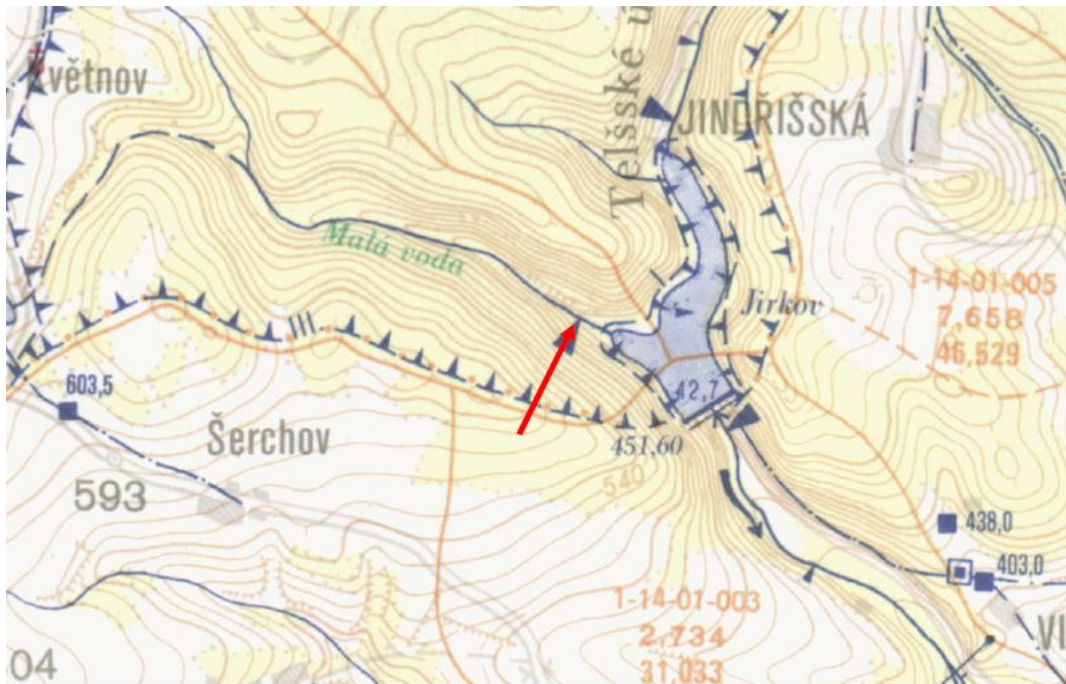
Číslo a název kontrolního profilu: 1178/ Malá voda vodní nádrž Jirkov přítok

Místo odběru: potok Malá voda, okolí vodní nádrže Jirkov

Bod odběru: u limnigrafické stanice, střed

Způsob odběru: bodový, přímo z proudnice

Doporučený typ vzorkovače: nádoba na tyči



**Obr. 17:** Mapa lokality Malá voda- přítok, (Povodí Ohře, evidence kontrolních profilů povrchových vod)



**Obr. 18 :** Místo odběru Malá voda, (Povodí Ohře, evidence kontrolních profilů povrchových vod)

## Přítok Bílina

Číslo a název kontrolního profilu: 1179/ Bílina přítok vodní nádrže Jirkov

Místo odběru: řeka Bílina říční km 73,7, okolí vodní nádrže Jirkov

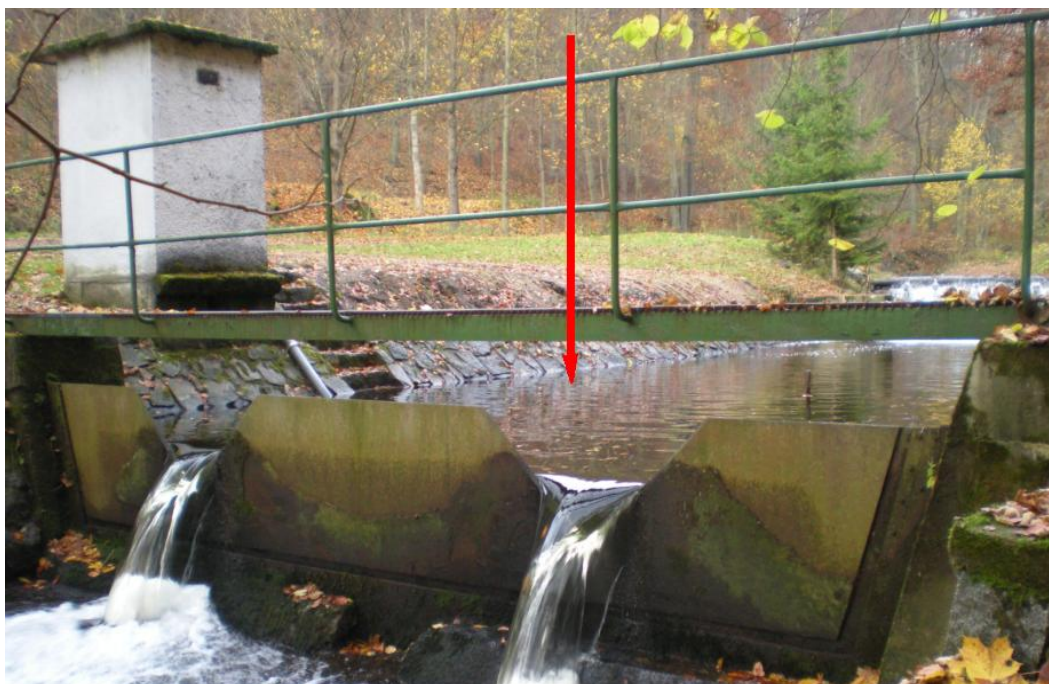
Bod odběru: u limnigrafické stanice, střed

Způsob odběru: bodový, přímo z proudnice

Doporučený typ vzorkovače: nádoba na tyči



**Obr. 19:** Mapa lokality Bílina - přítok, (Povodí Ohře, evidence kontrolních profilů povrchových vod)



**Obr. 20** : Místo odběru Bílina, (Křížová, 2013)

### **Úpravna vody Jirkov**

Číslo a název kontrolního profilu: 1176/ úpravna vody Jirkov vodní nádrž Jirkov

Místo odběru: úpravna Jirkov- Bod odběru: přítokové potrubí surové vody z vodní nádrže Jirkov uvnitř objektu

Způsob odběru: bodový, přímo z kohoutu potrubí



**Obr. 21:** Mapa lokality úprava vody Jirkov, (Povodí Ohře, evidence kontrolních profilů povrchových vod)



**Obr. 22 :** Místo odběru úprava vody, (Povodí Ohře, evidence kontrolních profilů povrchových vod)

### 5.3 Jakost vody dle normy ČSN 757221

V následující tabulce 4 jsem za sledované období 2000 – 2012 vyhodnotila na přítoku a odtoku vodního toku Bílina do vodního díla Jirkov jakost vody dle ČSN 757221 Jakost vody – klasifikace jakosti povrchových vod.

Kvalita povrchových vod je vyjadřována v třídách jakosti vody. Podle normy ČSN 75 7221 jsou tyto třídy definovány do 5 tříd:

*I. třída - neznečištěná voda* – stav povrchové vody, který nebyl význačně ovlivněn lidskou činností, při kterém ukazatele jakosti vody nepřesáhly hodnoty dané běžnému přirozenému pozadí v tocích

*II. třída - mírně znečištěná voda* - stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností takovým způsobem, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které stále umožňují existenci bohatého vyváženého a udržitelného ekosystému

*III. třída - znečištěná voda* – stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností takovým způsobem, že ukazatele jakosti vod dosahují hodnot, které nemusí vytvořit podmínky pro existenci bohatého vyváženého a udržitelného ekosystému

*IV. třída – silně znečištěná voda* – stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností takovým způsobem, že ukazatele jakosti vod dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky jen pro existenci nevyváženého ekosystému

*V. třída – velmi silně znečištěná voda* – stav povrchové vody, který byl velmi ovlivněn lidskou činností, ukazatele jakosti vod dosahují hodnot, které umožňují existenci velmi nevyváženého ekosystému (ČSN 757221, 1998)

Podle normy jsem hodnotila tyto ukazatele: rozpuštěný kyslík (mg/l), reakce vody (pH), amoniakální dusík (mg/l), dusičnanový dusík (mg/l), chemická spotřeba kyslíku manganistanem draselným a dichromanem draselným (mg/l), celkový fosfor (mg/l) a biochemická spotřeba kyslíku (mg/l). Rozdělení do tříd je podle tabulky 3.

Tab. 3: Třídy kvality vod a ukazatele NEK, ČSN 757221

	O <sub>2</sub> , mg/l	pH	N - NH <sub>4</sub> , mg/l	N - NO <sub>3</sub> , mg/l	CHSK <sub>Mn</sub> , mg/l	CHSK <sub>Cr</sub> , mg/l	TP, mg/l	BSK <sub>5</sub> , mg/l
<b>I. třída</b>	>7,5	6,0-8,5	<0,3	<3	0-5	<15	<0,03	<2
<b>II. třída</b>	7,5-6,5	6,0-8,5	0,3-0,7	3 -6	5-10	<25	<0,15	<5
<b>III. třída</b>	6,5-5	6,0-8,5	0,7-2	6-10	10-15	<35	<0,4	<10
<b>IV. třída</b>	5 - 3	5,5-9,0	2-4	10-13	15-25	<55	<1,0	<15
<b>V. třída</b>	<3	<5,5;>9,0	>4	>13	>25	>55	>1,0	>15
<b>Hodnota NEK</b>	<b>&gt;9</b>	<b>6-9</b>	<b>0,23</b>	<b>5,4</b>		<b>26</b>	<b>0,15</b>	<b>3,8</b>

## 5.4 Zpracování dat

Na základě údajů poskytnutých zástupci Povodí Ohře s. p. odbor statistických výpočtů jsem vypočítala průměrné hodnoty v jednotlivých ukazatelích sledovaných na přítoku Malá voda, přítok Bílina, hladina vodní dílo Jirkov, úpravna vody Jirkov. Tyto hodnoty byly sledovány za období 2000 – 2012. V úpravně vody je to jen rok 2000 – 2008. Od roku 2009 byla úpravna vody v rekonstrukci.

Na začátku práce jsem si vytvořila tabulky pro jednotlivé ukazatele za období 2000 - 2012 na přítoku Malá voda, přítok Bílina, hladina vodní nádrže Jirkov a úpravna vody Jirkov. Ke skutečnosti, že v určitých letech nebyly provedeny odběry, rozhodla jsem se vypočítat roční průměr u každého profilu a ten dosadit do tabulky, tam kde odběr nebyl uskutečněn je prázdná tabulka. Z tohoto důvodu jsem zvolila sloupcový graf, který je lépe přehledný v dané situaci. Všechny tabulky jsem sloučila do jedné tab. 4.



Tab. 4: Aritmetické průměry ukazatelů za sledované období 2000 – 2012, *Povodí Ohře*

<b>Ukazatel AOX</b>													
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
MV přítok				6,55	8,72	14,10	14,20						
Bílina - přítok				9,90	8,85	12,44	12,11		12,85				
VN - hladina			15,40	3,90	3,95	6,30							
ÚV Jirkov	11,50	14,02	17,40	16,85	11,10								
<b>Ukazatel N- NH<sub>4</sub></b>													
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
MV přítok	0,15	0,04	0,03	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03
Bílina - přítok	0,13	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
VN - hladina	0,02	0,04	0,05	0,15	0,04	0,05	0,03	0,07	0,03	0,04	0,05		
ÚV Jirkov	0,11	0,04	0,03	0,05	0,05	0,04	0,12	0,04	0,03	0,04	0,04		
<b>Ukazatel pH</b>													
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
MV přítok	6,85	6,94	7,18	7,11	7,11	6,96	7,04	6,90	6,96			7,00	
Bílina - přítok						7,20	7,11	7,15	7,29	7,67	7,51	7,62	
VN - hladina	7,15	7,40	7,40	7,15	7,38	7,85	8,20		7,65	6,73	6,65	7,03	
ÚV Jirkov	6,54	6,69	6,80	6,62	6,68	6,73	6,73	6,73	6,74				
<b>Ukazatel CHSK -Cr</b>													
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
MV přítok	15,00	10,50	14,84	7,25	11,50	11,50	10,38	13,99	9,61	11,39	11,54	16,54	11,96
Bílina - přítok	17,00	12,00	13,60	11,96	10,50	10,75	9,35	10,17	8,67	11,77	10,75	16,02	13,58
VN - hladina				10,00	10,50	10,50	11,00		10,20	10,80	13,25	10,50	12,93
ÚV Jirkov	13,55	12,28	13,05	10,23	8,30	12,25		11,53	6,74	7,38	9,25		
<b>Ukazatel TP</b>													
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
MV přítok	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Bílina - přítok	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01
VN - hladina	0,02	0,05	0,03	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01
ÚV Jirkov	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>Ukazatel CHSK - Mn</b>													
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
MV přítok	3,87	4,17	7,05	4,03	3,80	4,80	4,58		4,45	4,71	5,17	5,45	4,73
Bílina - přítok	4,98	5,32	6,85	5,67	4,46	4,76	4,26		4,78	5,60	5,33	5,90	4,37
VN - hladina	4,25	4,50	6,90	5,48	4,35	5,23	5,30	4,50	3,80	4,90	4,68	3,85	0,01
ÚV Jirkov	4,50	4,81	6,16	4,97	4,06	4,82	4,61	4,54	4,10	3,83	4,24		
<b>Ukazatel O<sub>2</sub></b>													
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
MV přítok	10,83	11,02	10,70	10,21									
Bílina - přítok	11,53	11,43	11,00	11,20									
VN - hladina	9,10	9,00	11,35	8,73	9,04	8,71	10,02						
ÚV Jirkov	10,09	9,93	9,48	10,17									
<b>Ukazatel BSK<sub>5</sub></b>													
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
MV přítok	0,63	0,73	0,73	0,55	1,40	0,80	1,09		1,26	0,97	1,11	1,71	1,01
Bílina - přítok	0,93	1,03	0,68	0,69	1,29	1,02	0,80	0,91	1,12	1,00	1,03	1,31	0,90
VN - hladina									1,27	1,38	1,80	2,08	
ÚV Jirkov	0,97	0,90	0,78	1,10	1,39	0,87	0,67	0,79	0,72				
<b>Ukazatel N- NO<sub>3</sub></b>													
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
MV přítok	0,65	0,67	0,72	0,64	0,85	0,52	0,55	0,70	0,58	0,60	0,63	0,61	0,69
Bílina - přítok	1,28	1,28	1,41	1,12	1,23	1,10	1,12	1,23	1,06	1,05	0,96	1,05	1,17
VN - hladina	0,80	0,90	1,01	0,90	0,73	0,63	0,75	0,75	0,62	0,58	0,68	0,61	1,04
ÚV Jirkov	1,10	1,03	1,15	1,21	1,00	0,95	0,83	1,07	0,84	1,20	0,96		

## 6. Výsledky a diskuse

Získané hodnoty byly hodnoceny podle ČSN 757221. V tabulce 5 jsou uvedeny průměrné hodnoty vybraných ukazatelů ze všech odběrných míst. Rozdělení do tříd kvality v tomto případě bylo provedeno podle průměrných ukazatelů. Vysvětlivky jednotlivých barev jakostních tříd jsou uvedeny v tabulce 3.

Ukazatel  $O_2$  za sledované období 2000 – 2003 ve všech profilech patří do I. třídy. Ukazatelé pH, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, BSK<sub>5</sub> za období 2000 – 2012 ve všech profilech u zprůměrovaných hodnot patří do I. třídy. Ukazatel CHSK<sub>Cr</sub> v roce 2000 u profilu Bílina – přítok patří do II. třídy, v roce 2002 u přítoku Malá voda a Bílina do II. třídy a pak v roce 2011 také u obou přítoků patří do II. třídy a v roce 2012 u profilu hladina vodní nádrže patří do II. třídy, ostatní profily a roky jsou v I. třídě jakosti vody. Ukazatel CHSK<sub>Mn</sub> v roce 2000, 2009, 2011 patří do II. třídy u profilu přítok Bílina, v roce 2001, 2010 na přítoku a odtoku Bíliny, v roce 2002 u všech čtyř profilů patří do II. třídy, v roce 2003 mimo přítoku Malá voda patří všechny profily do II. třídy, rok 2005 patří do II. třídy profil hladina. Všechny ostatní profily za sledované období patří do I. třídy jakosti vod. U celkového fosforu patří v roce 2001 a 2002 do II. třídy jakosti vod profil hladina.

Tab. 5 : Jakost vody dle ČSN 757221, Povodí Ohře

		O <sub>2</sub>	pH	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	CHSK <sub>Cr</sub>	CHSK <sub>Mn</sub>	TP	BSK <sub>5</sub>
		Průměr							
2000	MV-přítok	10,9	6,8	0,18	0,7	15	4,1	0,01	0,8
	Bílina -přítok	11,6	6,7	0,18	1,3	17	5,3	0,02	1,1
	VN-hladina	9,1		0,02	1		4,3	0,02	
	ÚP-Jirkov	10	6,6	0,13	1,1	12	4,4	0,02	1
2001	MV-přítok	11	6,8	0,04	0,7	11	4,3	0,02	0,7
	Bílina -přítok	11,4	6,8	0,03	1,3	13	5,5	0,02	1
	VN-hladina	9	7,1	0,04	1		4,5	0,04	
	ÚP-Jirkov	10,1	6,7	0,04	1	13	5	0,01	0,8
2002	MV-přítok	11,1	7	0,03	0,8	16	7,7	0,02	0,9
	Bílina -přítok	11,2	7	0,03	1,3	16	6,9	0,02	0,8
	VN-hladina	11,4	7,4	0,06	1		7,2	0,03	
	ÚP-Jirkov	10,1	6,8	0,03	1,3	13	5,8	0,02	0,9
2003	MV-přítok	10,3	7,2	0,05	0,7	8	4,2	0,02	0,7
	Bílina -přítok	11,2	7	0,05	1,2	14	5,7	0,02	0,7
	VN-hladina	8,9	7,7	0,2	0,8	11	5,5	0,01	
	ÚP-Jirkov	10	6,6	0,05	1,2	10	5	0,02	1,1
2004	MV-přítok		7,1	0,05	0,8	11	3,6	0,01	1,3
	Bílina -přítok		7	0,03	1,2	11	4,5	0,01	1,3
	VN-hladina		7,2	0,03	0,7	10,5	4,4	0,01	
	ÚP-Jirkov		6,7	0,05	1,1	9	4,2	0,01	1,4
2005	MV-přítok		7	0,04	0,5	12	4,7	0,02	1
	Bílina -přítok		7	0,03	1,1	11	4,3	0,01	1
	VN-hladina			0,05	0,6	10,5	5,2		
	ÚP-Jirkov		6,7	0,04	0,9	11	4,8	0,01	0,9
2006	MV-přítok		7	0,03	0,5	10	4,7	0,01	1,1
	Bílina -přítok		7	0,03	1,1	9	4,3	0,01	0,8
	VN-hladina						4,2		
	ÚP-Jirkov		6,7	0,03	0,9		4,5	0,01	0,7
2007	MV-přítok		7	0,03	0,7	14		0,01	
	Bílina -přítok		7	0,03	1,2	10		0,01	0,9
	VN-hladina			0,07	0,8		3,8	0,01	
	ÚP-Jirkov		6,8	0,04	1	12	4,6	0,01	0,8
2008	MV-přítok		7	0,03	0,5	10	4,7	0,01	1,2
	Bílina -přítok		6,9	0,08	1	9	4,8	0,02	1,1
	VN-hladina		7,7	0,03	0,6	11	3,8	0,01	1,3
	ÚP-Jirkov		6,8	0,03	0,9	7	3,7	0,01	0,8
2009	MV-přítok			0,03	0,5	11	4,7	0,01	1
	Bílina -přítok		6,6	0,03	1	10,8	5,6	0,01	1,1
	VN-hladina		7	0,04	0,5	11	4,8	0,01	1,5
	ÚP-Jirkov			0,02	1,2	10	4,4	0,01	
2010	MV-přítok			0,04	0,6	13	5	0,01	1,3
	Bílina -přítok			0,03	1,1	11	5,4	0,02	1
	VN-hladina		6,6	0,05	0,6	13	4,8	0,01	1,7
	ÚP-Jirkov			0,04	1	9	4,5	0,01	
2011	MV-přítok			0,04	0,6	15	4,9	0,02	1,5
	Bílina -přítok		6,9	0,03	1,1	15	5,5	0,02	1,3
	VN-hladina		7	0,04	0,7	10,6	3,9	0,02	2,1
	ÚP-Jirkov								
2012	MV-přítok		7	0,04	0,7	12	4,7	0,02	1
	Bílina -přítok			0,04	1,1	11	4,2	0,02	0,9
	VN-hladina			0,09	0,6	15		0,01	
	ÚP-Jirkov			0,05	0,4	8		0,01	

Podkladová data pro hodnocení byla poskytnuta zástupci Povodí Ohře s. p. Z celkového počtu 31 naměřených hodnot státního podniku Povodí Ohře za období 2000 – 2008 u ukazatele AOX na přítoku Malá voda byl překročen limit jen v roce 2006 a to na hodnotu 28  $\mu\text{g/l}$ , u přítoku Bílina z počtu 55 naměřených hodnot byl překročen limit u dvou hodnot v roce 2003 na 31  $\mu\text{l}$  a v roce 2012 na 29  $\mu\text{g/l}$ . Na odtoku v úpravně vody Jirkov z celkového počtu 44 naměřených hodnot došlo k překročení dvakrát a to na podzim v roce 2002 na hodnotu 60  $\mu\text{g/l}$  a v roce 2003 na hodnotu 110  $\mu\text{g/l}$ , což už je překročení limitu o více jak 300 %.

U ukazatele N-NO<sub>3</sub> jsem měla k dispozici naměřených 132 hodnot na přítoku Malá voda za sledované období 2000 – 2012, na přítoku Bílina 151, na hladině vodního díla Jirkov 48 a v úpravně vody 119. U těchto hodnot nedošlo ani jednou k překročení limitu.

U ukazatele N-NH<sub>4</sub> za sledované období 2000 – 2012 jsem měla k dispozici naměřených 99 hodnot na přítoku Malá voda, kde byl překročen limit třikrát a to v roce 2000 v období únor, březen na hodnoty 0,26 - 0,31 mg/l. Na přítoku Bílina bylo naměřeno 112 hodnot, i zde byly tyto překročeny rovněž v roce 2000 v období února a března na hodnoty 0,32 – 0,38 mg/l, hladina vodního díla měla naměřeno 19 hodnot a z toho byla jedna překročena v roce 2003 v měsíci srpnu 0,8 mg/l, což je překročení limitu o více než 200 %. V úpravně vody bylo naměřeno 95 hodnot a překročeno dvakrát v roce 2000 únor, březen na hodnoty 0,24 - 0,26 mg/l.

U celkového fosforu bylo za sledované období 2000 – 2012 naměřeno na přítoku Malá voda 73 hodnot, na přítoku Bílina 85, hladina vodního díla Jirkov 30 a úpravna vody 60 hodnot a ani jedna hodnota nepřekročila stanovený limit.

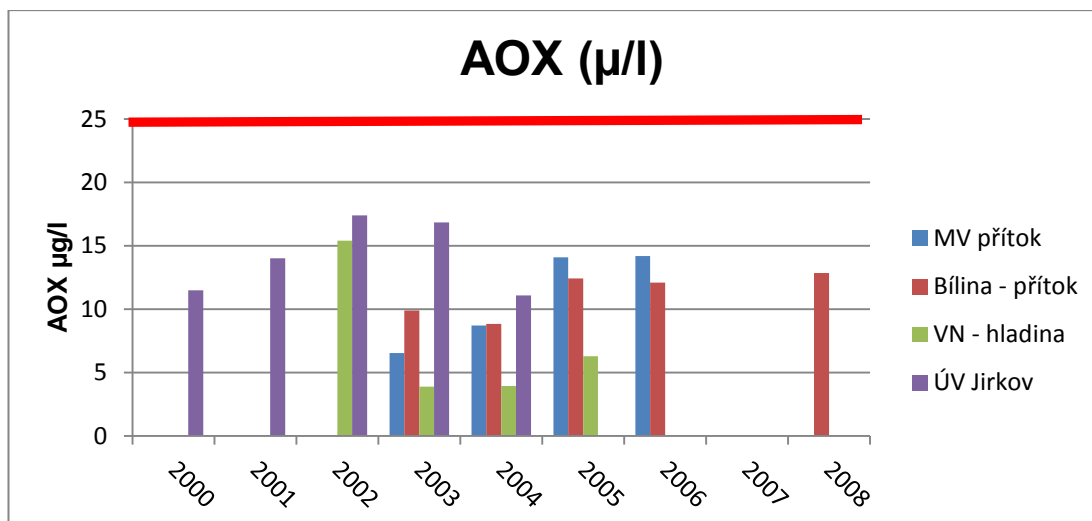
U ukazatele O<sub>2</sub> bylo za sledované období 2000 – 2003 naměřeno na přítoku Malá voda 35 hodnot, z toho 6 x byl limit překročen (pouze limit minimální). U přítoku Bílina bylo naměřeno 41 hodnot, zde byl vždy limit dodržen, hladina vodního díla Jirkov bylo naměřeno 12 hodnot a u dvou v roce 2003 došlo k mírnému překročení. V úpravně vody z celkového počtu 52 hodnot došlo k překročení limitu u 16 hodnot každoročně v letech 2000 – 2003 a to v měsících červenec až srpen.

U ukazatele BSK<sub>5</sub> za sledované období 2000 - 2012 naměřeno na přítoku Malá voda 106, přítoku Bílina 139, hladině vodního díla Jirkov 16 a v úpravně vody 81 hodnot, ani jedna nepřekročila stanovený limit.

U ukazatele CHSKCr za sledované období 2000 – 2012 bylo naměřeno na přítoku Malá voda 76 hodnot, z toho jedna byla překročena v roce 2002 na hodnotu 34 mg/l, na přítoku Bílina 133 hodnot, z toho limit byl překročen čtyřikrát a to v roce 2002 – 28 mg/l, v roce 2003 – 40 mg/l, v roce 2011 – 52 mg/l. Z hladiny vodního díla Jirkov bylo k dispozici 35 hodnot ani jedna nepřekročila stanovený limit, v úpravně vody pak ze 76 naměřených hodnot ani jedna nepřekročila stanovený limit.

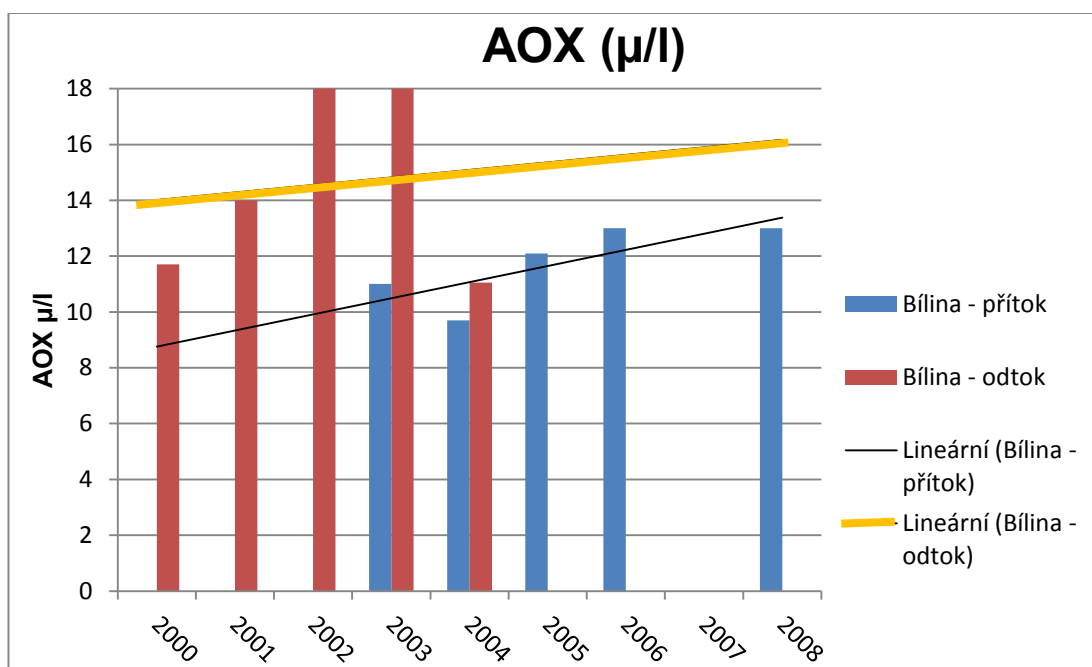
## 6.1 Ukazatel AOX

Ukazatel AOX (adsorbovatelné organicky vázané halogeny) je použitelný pro kontrolu jakosti vod v tom daném ukazateli. Jedná se o množství organických látek obsahující vázaný chlor, brom a jod, které za specifických podmínek adsorbují na aktivním uhlí (*Pitter, 2009*). Graf (obr. 23) prezentuje meziroční srovnání průměrných ročních koncentrací AOX ( $\mu\text{g/l}$ ) na přítoku Malá voda, Bílina, na hladině vodního díla Jirkov a v úpravně vody Jirkov. Hodnoty z celkových dat poskytnutých Povodím Ohře na přítoku Malá voda se pohybovaly v rozmezí min. 5 max. 28  $\mu\text{g/l}$ , na přítoku Bílina min. 5 max. 29  $\mu\text{g/l}$ , hladina vodní nádrže Jirkov min. 3,90 max. 20  $\mu\text{g/l}$ , úpravna vody min. 5 max. 110  $\mu\text{g/l}$ . tabulka 7 v příloze, kde je uvedena i směrodatná odchylka. U maximálních limitů je hodnota označena žlutě pokud překračuje maximální limit dle NV 61/2003 Sb. (příloha č. 3) - 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, ve znění nařízení vlády č. 229/2007 Sb. a nařízení vlády č. 23/2011 Sb. ve znění pozdějších předpisů. V našem grafu je patrné, že hodnoty ve všech 4 profilech nepřekračují maximální limit, který je 0,025 mg/l dle NV 61/2003 Sb. (příloha č. 3). Maximální limit je v grafu znázorněn červenou čarou.



Obr. 23: Průměrné roční hodnoty ukazatele AOX v období 2000 - 2012, Povodí Ohře

Graf (obr. 24) prezentuje v období 2000 až 2012 spojnicí trendu ukazatele AOX na přítoku a odtoku vodního toku Bílina na vodním díle Jirkov. Spojnice trendu má na odtoku stoupající charakter a na přítoku má také stoupající charakter, ale u ukazatele je velmi málo dat a v některých letech úplně chybí, proto výsledek trendu může být zavádějící.



Obr. 24: Lineární spojnice trendu na přítoku a odtoku vodního toku v období 2000 - 2012, Povodí Ohře

V příloze je tabulka 6, která nám ukazuje minimální hodnoty, maximální hodnoty, průměry a směrodatné odchylky za jednotlivé roky u ukazatele AOX.

## 6.2 Ukazatelé N – NH<sub>4</sub>, N – NO<sub>3</sub>

Amoniakální dusík pochází nejčastěji z rozkladu organických látek a je také jedním z jakostních parametrů pro základní kvalifikaci jakosti vod podle jakostních tříd znečištění. Ve všech čtyřech profilech není žádný problém s amoniakálním dusíkem a splňuje maximální limit, který je stanoven na 0,23 mg/l dle NV 61/2003 Sb. (příloha č. 3). V grafu je znázorněn červenou čarou.

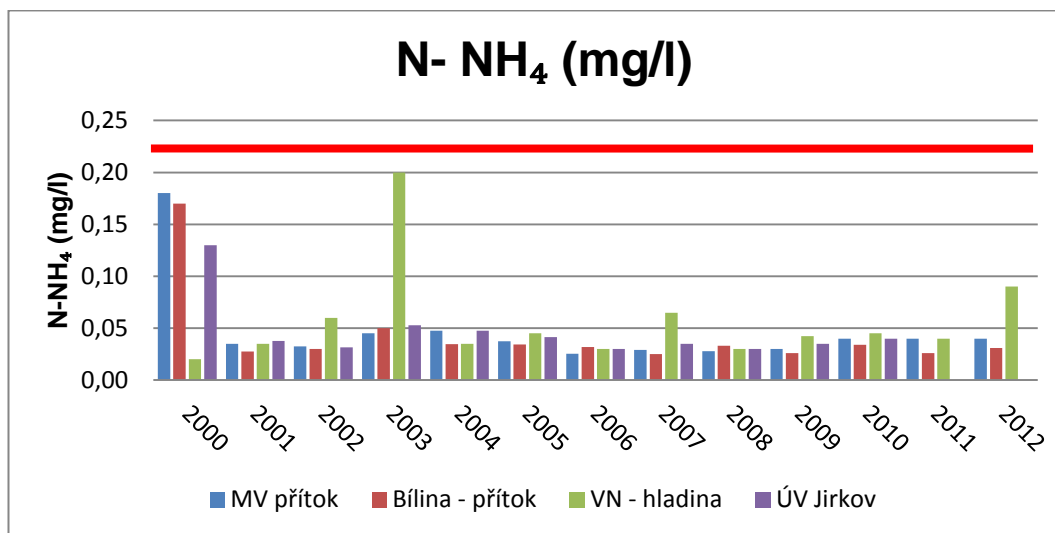
Graf (obr. 25) prezentuje meziroční srovnání průměrných ročních koncentrací N – NH<sub>4</sub> na přítoku Malá voda, Bílina, na hladině vodního díla Jirkov a v úpravně vody Jirkov. Zde je vidět, že maximální limit nepřekračuje v žádném profilu.

Hodnoty z celkových dat poskytnutých Povodím Ohře se pohybovaly na přítoku Malá voda v rozmezí min. 0,02 max. 0,31 mg/l, na přítoku Bílina min. 0,02 max. 0,38 mg/l, hladina vodní nádrže Jirkov min. 0,02 max. 0,8 mg/l, úpravna vody Jirkov min. 0,02 max. 0,26 mg/l tabulka 8 v příloze. Podle těchto číselných údajů vyplývá, že na obou přítocích došlo u určitého odběru k překročení limitu. Podle celkových dat z Povodí Ohře šlo o rok 2000 a 2003, ale na odběru z hladiny vodní nádrže Jirkov, se to na kvalitě vody neprojevovalo.

Pokud jde o profil hladina tak pro většinu sledovaných let je málo dat (3-4) na výpočet a použití průměrné hodnoty je nevhodné, z toho vyplývá, že jedna zvýšená hodnota změnila celkovou hodnotu, jako je tomu v roce 2003. Zvýšené hodnoty v roce 2000 mohou být zapříčiněny změnou metody stanovení. Přejít z klasických metod na CFA v letech 1999-2000 a v roce 2011 přechod na diskrétní spektrofotometrii.

Velkým problémem zůstává zatížení vodních toků dusičnany (*Kaiml, 2000*), ale v případě vodohospodářské soustavy v oblasti severočeské hnědouhelné pánve, do které patří spolu s vodárenskou nádrží Jirkov i Fláje, Přisečnice, Kamenička, Křímov, tento problém není. V letech 2000 – 2012 podle průměrných ročních hodnot nepřekročil ukazatel N-NH<sub>4</sub> a N-NO<sub>3</sub> u žádné vodárenské nádrže maximální limit. Hodnoty z celkových dat se pohybovaly u vodárenské nádrže Fláje v roce 2000 u N-NH<sub>4</sub> na hodnotě 0,07 mg/l a každým rokem se snižovaly. V roce 2012 byla hodnota 0,035 mg/l, u N-NO<sub>3</sub> v roce 2000 1,1 mg/l a v roce 2012 to bylo 0,8 mg/l. Ve

vodárenské nádrži Přisečnice v roce 2000 byla hodnota N-NH<sub>4</sub> 1,1mg/l a v roce 2012 klesla na 0,035mg/l, u N-NO<sub>3</sub> v roce 2000 0,9mg/l a v roce 2012 klesla na hodnotu 0,4 mg/l. U vodárenské nádrže Kamenička je ten samý trend jen u N-NH<sub>4</sub>, v roce 2000 byla hodnota 0,07mg/l a v roce 2012 klesla na 0,035mg/l, ale u ukazatele N-NO<sub>3</sub> byla hodnota v roce 2000 0,8mg/l a v roce 2012 se zvýšila na 0.9mg/l (www.poh.cz).

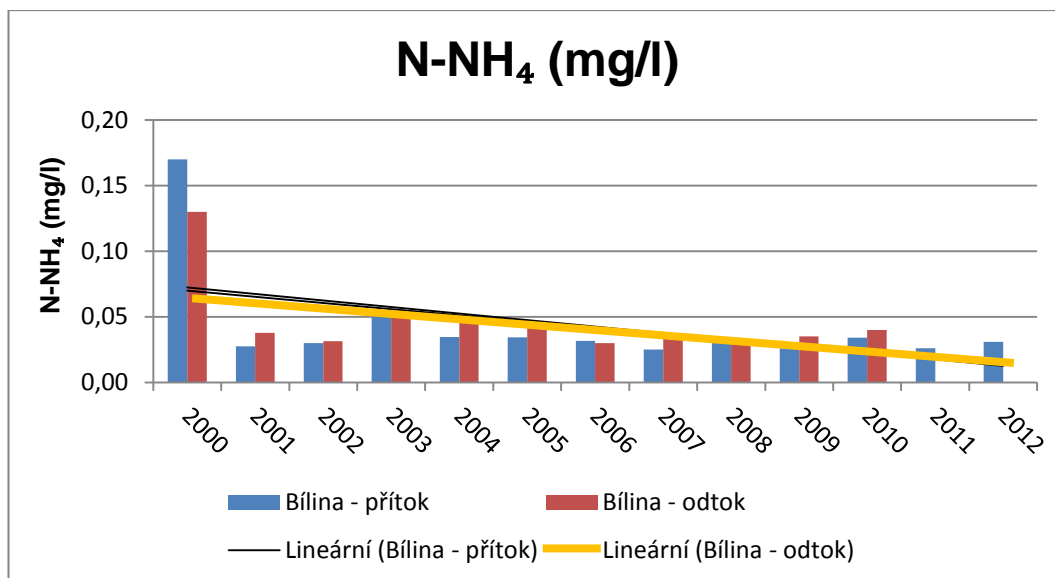


Obr. 25: Průměrné roční hodnoty ukazatele N – NH<sub>4</sub> v období 2000 - 2012, Povodí Ohře

Graf (obr. 26) prezentuje v období 2000 až 2012 spojnice trendu ukazatele N - NH<sub>4</sub> na přítoku a odtoku vodního toku Bílina na vodním díle Jirkov. Spojnice trendu má na odtoku klesající charakter a na přítoku má také klesající charakter.

Bez použití roku 2000 by měla spojnice trendu mírnější pokles. Hodnoty na odtoku Bíliny z nádrže jsou vyšší než na přítoku. Je to důsledek chování nádrže, kdy u dna dochází k dekompozičním a denitrifikačním procesům a tím uvolňování amoniakálního dusíku, sama nádrž tedy nemá, nebo jen minimálně, vliv na zadržování N-NH<sub>4</sub> a ani jeho odstraňování, v tělese nádrže je autonomní cyklus tohoto ukazatele.



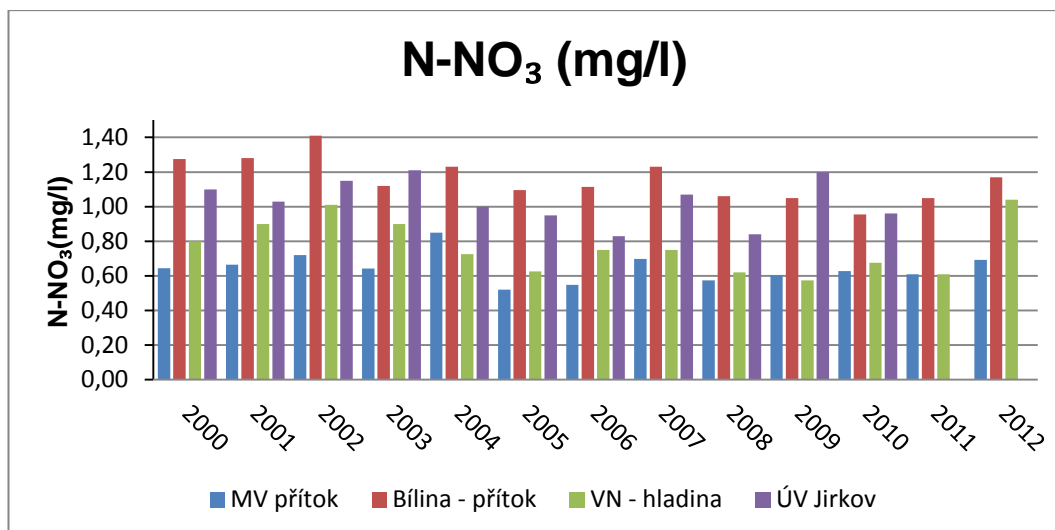


**Obr. 26:** Lineární spojnice trendu na přítoku a odtoku vodního toku v období 2000 - 2012, *Povodí Ohře*

Dusičnanový dusík vzniká jako konečný produkt rozkladu vázaného dusíku. Velké množství dusičnanů se dostává do vody ze zemědělství používáním hnojiv převážně minerálních. Obsah dusičnanů pak souvisí se stupněm eutrofizace v povrchových vodách.

V grafu (obr. 27) je zřejmé, že na všech čtyřech profilech je vše v pořádku a v žádném profilu není překročen maximální limit, který je stanoven na 5,4 mg/l. dle NV 61/2003 Sb. (příloha č. 3).

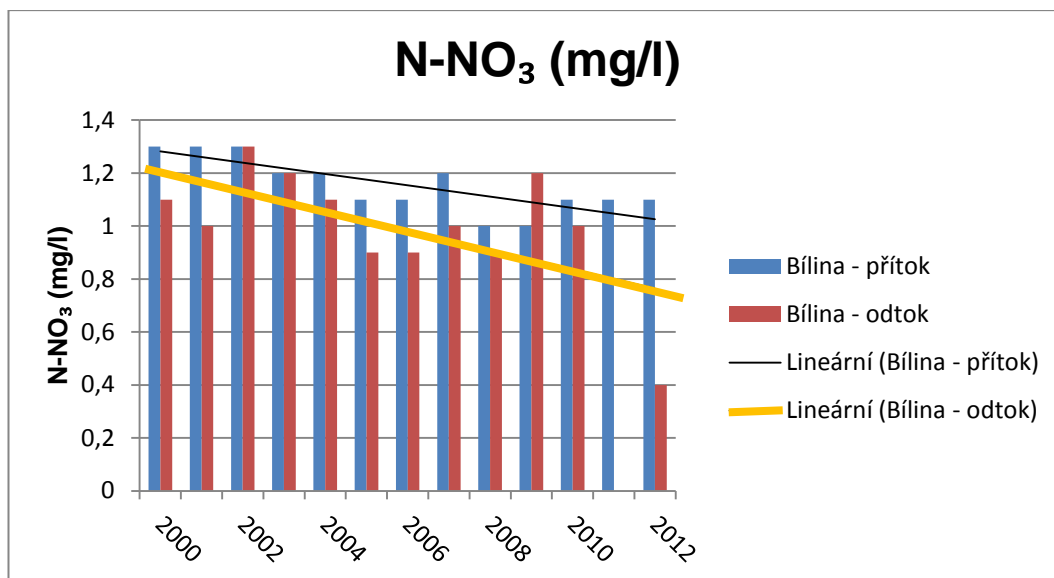
Graf (obr. 27) prezentuje meziroční srovnání průměrných ročních koncentrací N – NO<sub>3</sub> na přítoku Malá voda, Bílina, na hladině vodního díla Jirkov a v úpravně vody Jirkov. Hodnoty z celkových dat poskytnutých Povodím Ohře se pohybovaly na přítoku Malá voda v rozmezí min. 0,10 max. 1,5 mg/l, na přítoku Bílina min. 0,5 max. 1,9 mg/l, hladina vodní nádrže Jirkov min. 0,24 max. 1,2 mg/l, úpravna vody Jirkov min. 0,4 do 1,8 mg/l, tabulka 7 v příloze.



**Obr. 27:** Průměrné roční hodnoty ukazatele N – NO<sub>3</sub> v období 2000 - 2012, *Povodí Ohře*

Graf (obr. 28) prezentuje v období 2000 až 2012 spojnicí trendu ukazatele N - NO<sub>3</sub> na přítoku a odtoku vodního toku Bílina na vodním díle Jirkov. Spojnice trendu má na odtoku klesající charakter a na přítoku má také klesající charakter. Průměrné hodnoty na přítoku a odtoku se výrazně neliší, přesto je patrné, že především v pozdním létě a na podzim dochází ke snížení koncentrace na odtoku. Důvodem je jeho spotřeba na pufraci kyslíkových deficitů vznikajících u dna.

Trendy poklesu nejsou až tak výrazné, na přítoku mohou mít souvislost se změnou zemědělského hospodaření a nakládání s odpadními vodami, ale to by musela být provedena podrobnější analýza vývoje půdního krytu a osídlení včetně čištění odpadních vod.



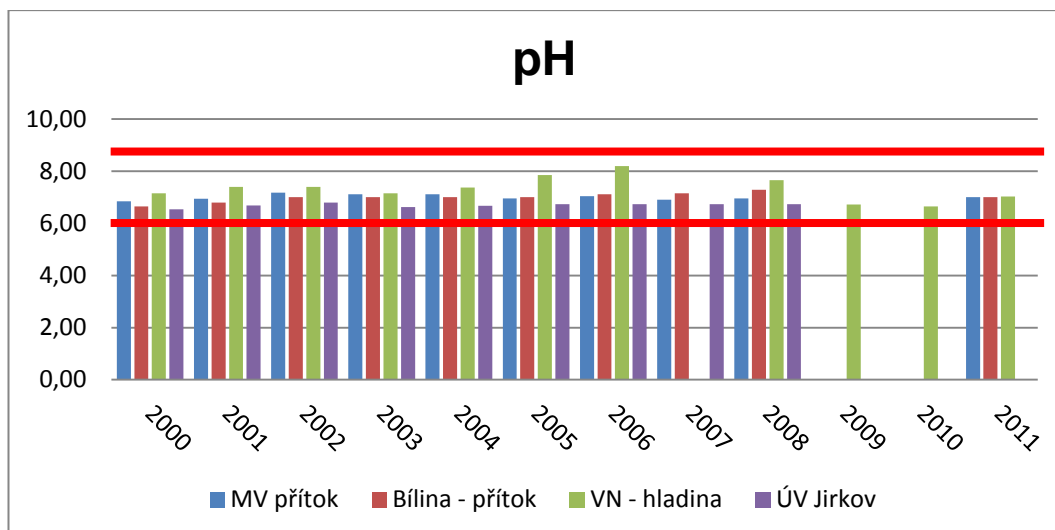
Obr. 28: Lineární spojnice trendu na přítoku a odtoku vodního toku v období 2000 - 2012, Povodí Ohře

### 6.3 Ukazatel pH

Ukazatel hodnoty pH výrazně ovlivňuje většinu chemických a fyzikálně-chemických a biologických procesů. Hodnoty pH jsou dány od 0 – 14, kde neutrální reakci vyjadřuje hodnota 7. Kyselé vody mají pH nižší než 7, alkalické (zásadité) mají naopak hodnotu pH vyšší než 7 (Pitter, 2009).

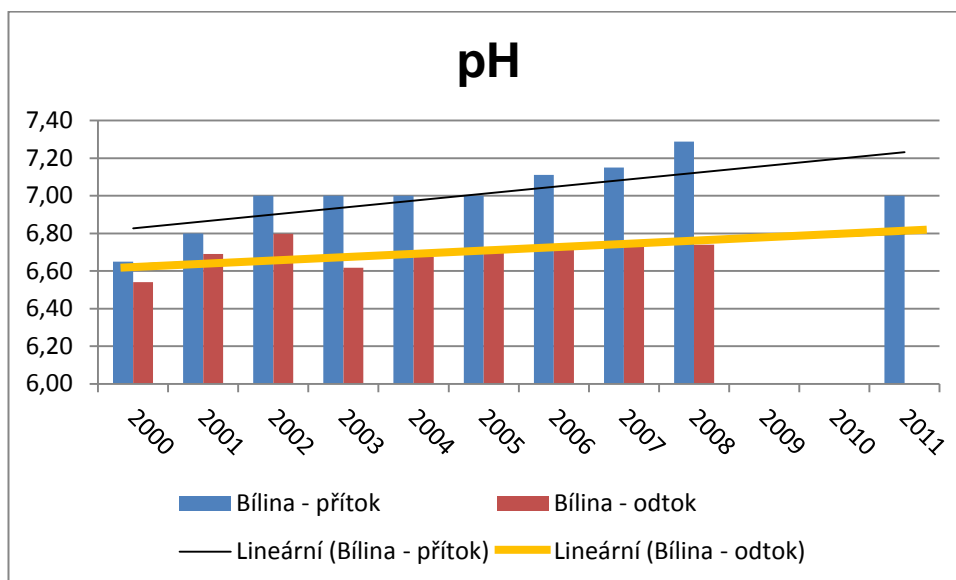
V grafu (obr. 29) prezentuje meziroční srovnání průměrných ročních hodnot pH na přítoku Malá voda, Bílina, na hladině vodního díla Jirkov a v úpravně vody Jirkov. Hodnoty z celkových dat poskytnutých Povodím Ohře se pohybovaly na přítoku Malá voda v rozmezí min. 6,6 max. 7,6, na přítoku Bílina min. 6,3 max. 7,3, hladina vodní nádrže Jirkov min. 6,0 max. 8,7, úpravna vody Jirkov min. 6,2 max. 7,7.

Maximální limit je stanoven pro rozmezí pH 6-9 dle NV 61/2003 Sb. (příloha č. 3) který jsou v grafu znázorněny červenými čarami. Graf (obr. 29) ukazuje splnění limitu na všech čtyřech profilech za celé sledované období 2000 - 2012.



Obr. 29: Průměrné roční hodnoty ukazatele pH v období 2000 - 2012, Povodí Ohře

Graf (obr. 30) prezentuje v období 2000 až 2012 spojnicí trendu ukazatele pH na přítoku a odtoku vodního toku Bílina na vodním díle Jirkov. Spojnice trendu má na přítoku stoupající charakter a na odtoku má mírnější stoupající charakter. Hladina pH má velmi úzký vztah s probíhající fotosyntézou. Při velmi intenzivní fotosyntéze se odčerpává oxid uhličitý, dochází k narušení uhličitánovápennaté rovnováhy. Hodnota pH se pak posouvá do alkalické oblasti.



Obr. 30: Lineární spojnice trendu na přítoku a odtoku vodního toku v období 2000 - 2012, Povodí Ohře

V příloze je tabulka 9, která nám ukazuje minimální hodnoty, maximální hodnoty, průměry a směrodatné odchylky za jednotlivé roky u ukazatele pH.

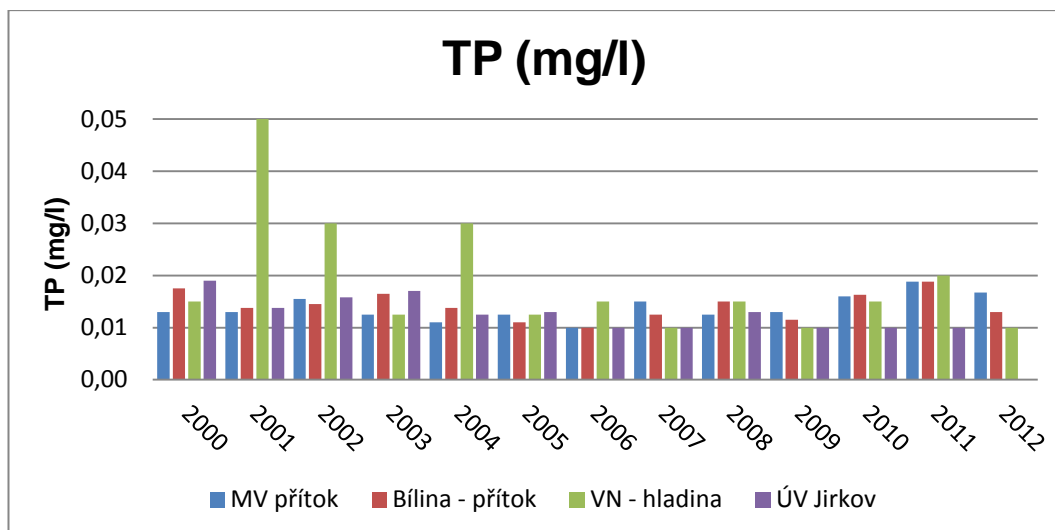
## 6.4 Ukazatel TP

Celkový fosfor TP je dán množstvím anorganických polyfosforečnanů, orthofosforečnanů a organicky vázaného fosforu. Fosfor se dostává do vod ve formě polyfosforečnanů a orthofosforečnanů nejčastěji z hnojiv a pracích a chemických přípravků. Od roku 2006 byl podpořen pokles vnosu fosforu omezením používání fosfátů do pracích prostředků. Organicky vázaný fosfor pochází z rozkladných produktů flóry a fauny, ze živočišných odpadů a chemických prostředků používaných v zemědělství (*Pitter 2009*).

Hodnoty celkového fosforu za sledované období nám ukazuje graf (obr. 31). Celkový fosfor, kde je maximální limit dle NV 61/2003 Sb. (příloha č. 3) stanoven na 0,15 mg/l není v žádném období překročen.

Graf (obr. 31) prezentuje meziroční srovnání průměrných ročních koncentrací TP na přítoku Malá voda, Bílina, na hladině vodního díla Jirkov a v úpravně vody Jirkov. Hodnoty z celkových dat poskytnutých Povodím Ohře se pohybovaly na přítoku Malá voda v rozmezí min. 0,01 max. 0,04 mg/l, na přítoku Bílina min. 0,01 max. 0,04 mg/l, hladina vodní nádrže Jirkov min. 0,01 max. 0,09 mg/l, úpravna vody Jirkov min. 0,01 max. 0,03 mg/l tabulka 10 v příloze.

V roce 2001 v profilu hladina je průměr 0,05 mg/l a to v důsledku malého množství dat pro hodnocení (zpravidla se pracuje s minimálně 12 hodnotami, pro hodnocení spíše s 24; dělat trendy z menšího množství je zavádějící. V našem případě jde o tři odběry za rok, kdy jeden odběr provedený v květnu měl hodnotu 0,09mg/l.

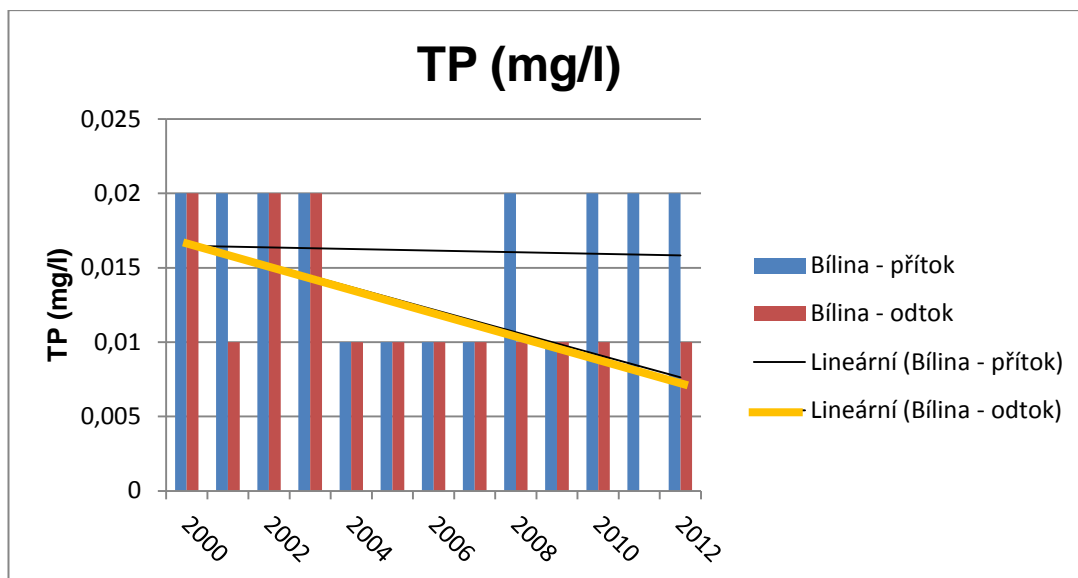


**Obr. 31:** Průměrné roční hodnoty ukazatele TP v období 2000 - 2012, *Povodí Ohře*

Graf (obr. 32) prezentuje v období 2000 až 2012 spojnicí trendu ukazatele TP na přítoku a odtoku vodního toku Bílina na vodním díle Jirkov. Spojnice trendu má na odtoku klesající charakter na přítoku velice mírný pokles.

Z trendů vývoje koncentrace celkového fosforu na přítoku a odtoku a z poznatků chování VN Jirkov za různých situací můžeme konstatovat, že akutní riziko propuknutí eutrofizačních projevů v podobě vodních květů a hustých vegetačních zákalů nehrozí. Je patrné, že úroveň eutrofizace nádrže se rozhodně nezhoršuje obr. 32.

Na Brněnské přehradě potíže s celkovým fosforem řeší dávkováním síranu železitého při vtoku do nádrže. Jak se ukázalo, tento projekt je velmi účinný, až 96%-tní účinnost odbourávání fosforečnanů. Tento projekt firmy ASIO byl oceněn organizací IWA (Project Innovation Awards) Mezinárodní asociací pro vodu v mezinárodní soutěži čestným uznáním ([www.asio.cz](http://www.asio.cz)).



Obr. 32: Lineární spojnice trendu na přítoku a odtoku vodního toku v období 2000 - 2012, Povodí Ohře

V příloze je tabulka 10, která nám ukazuje minimální hodnoty, maximální hodnoty, průměry a směrodatné odchylky za jednotlivé roky u ukazatele TP.

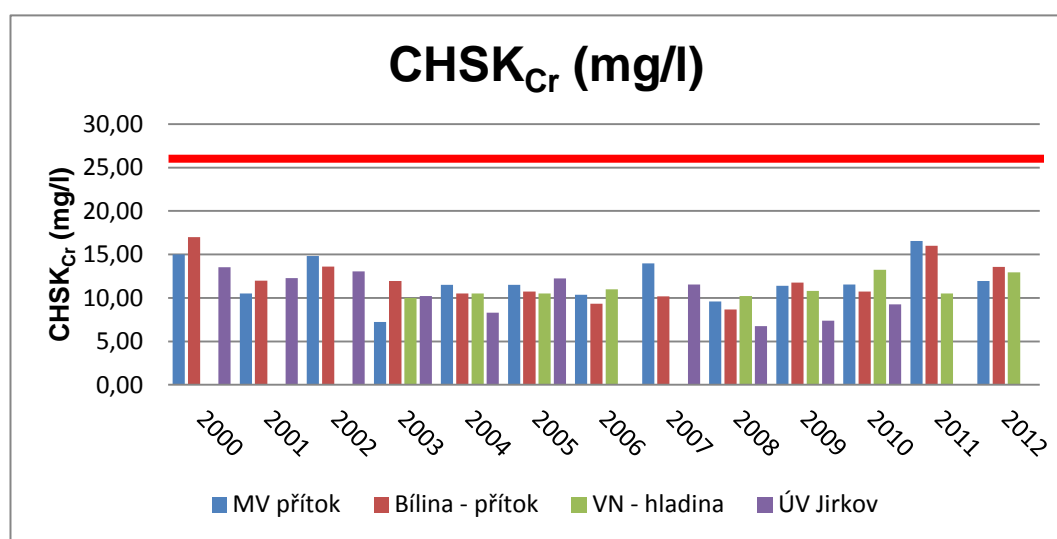
## 6.5 Ukazatelé $CHSK_{Cr}$ , $CHSK_{Mn}$

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK) vyjadřuje množství kyslíku, které se spotřebuje za přesně daných podmínek na oxidaci organických látek ve vodě se silným oxidačním činidlem. Mírou celkového obsahu organických látek ve vodě je hodnota CHSK. Stanovení CHSK se provádí za pomoci dichromanové metody  $CHSK_{Cr}$  (odměrným roztokem je  $K_2Cr_2O_7$ ) nebo manganistovou metodou  $CHSK_{Mn}$  (odměrným roztokem je  $KMnO_4$ ). Organické látky pocházejí z různých zdrojů, ať už antropogenních (průmyslové odpadní vody, splaškové vody a vody ze zemědělství nebo přírodních jako jsou látky humínové (Pitter, 2009).

Celkovou koncentraci organických látek ve vodě vystihuje dichromanovou metodou  $CHSK_{Cr}$ , která oxiduje mnohem větší množství organických látek než  $CHSK_{Mn}$ . V grafu (obr. 33) je patrné, že v žádném ze čtyř profilů není překročen maximální limit, který je stanoven na 26 mg/l dle NV 61/2003 Sb. (příloha č. 3), maximální limit je znázorněn červenou čarou.

Graf (obr. 33) prezentuje meziroční srovnání průměrných ročních koncentrací  $CHSK_{Cr}$ , na přítoku Malá voda, Bílina, na hladině vodního díla Jirkov a v úpravně vody Jirkov. Hodnoty z celkových dat poskytnutých Povodím Ohře se pohybovaly na

přítoku Malá voda v rozmezí min. 5 max. 34 mg/l, na přítoku Bílina min. 4 max. 52 mg/l, hladina vodní nádrže Jirkov min. 7 max. 25 mg/l, úpravna vody Jirkov min. 4 max. 23 mg/l tabulka 11 v příloze. Podle těchto číselných údajů vyplývá, že na obou přítocích došlo u určitého odběru k překročení limitu. Podle celkových dat z Povodí Ohře šlo o rok 2002, 2003 a rok 2007 na přítoku Bílina byl limit dokonce překročen o dvojnásobek, ale na odběru z hladiny vodní nádrže Jirkov, se to na kvalitě vody neprojevilo.

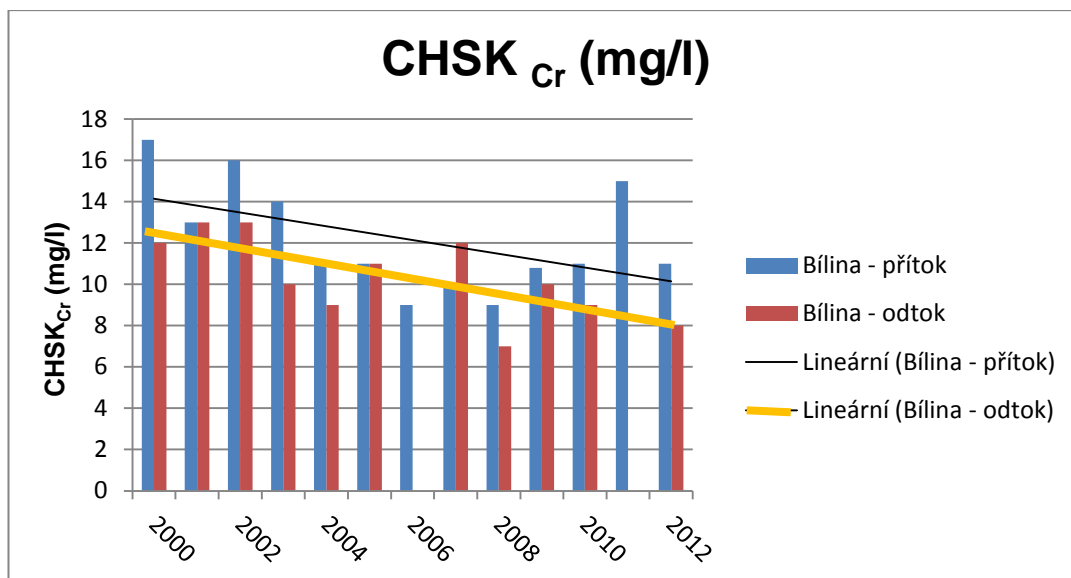


**Obr. 33:** Průměrné roční hodnoty ukazatele CHSK<sub>Cr</sub> v období 2000 - 2012, Povodí Ohře

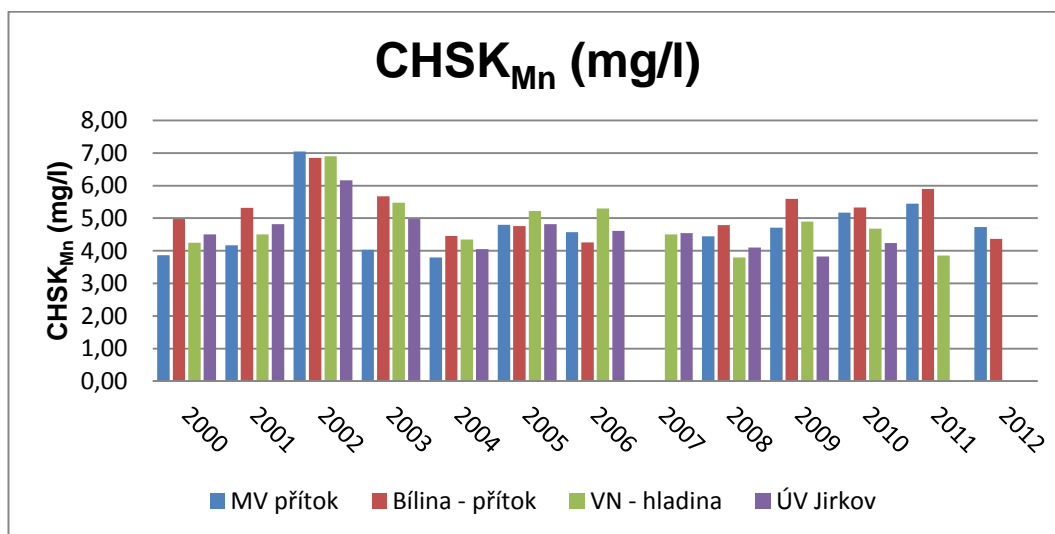
Graf (obr. 35) prezentuje meziroční srovnání průměrných ročních koncentrací CHSK<sub>Mn</sub> na přítoku Malá voda, Bílina, na hladině vodního díla Jirkov a v úpravně vody Jirkov. Hodnoty z celkových dat poskytnutých Povodím Ohře se pohybovaly na přítoku Malá voda v rozmezí min. 2,2 max. 19 mg/l, na přítoku Bílina min. 1,9 max. 16 mg/l, hladina vodní nádrže Jirkov min. 3,4 max. 10 mg/l, úpravna vody Jirkov min. 1,9 max. 8,3 mg/l, tabulka 12 v příloze.

Graf (obr. 34) prezentuje v období 2000 až 2012 spojnicí trendu ukazatele CHSK<sub>Cr</sub> na přítoku a odtoku vodního toku Bílina na vodním díle Jirkov. Spojnice trendu na přítoku řeky Bíliny klesá a na odtoku tak též.



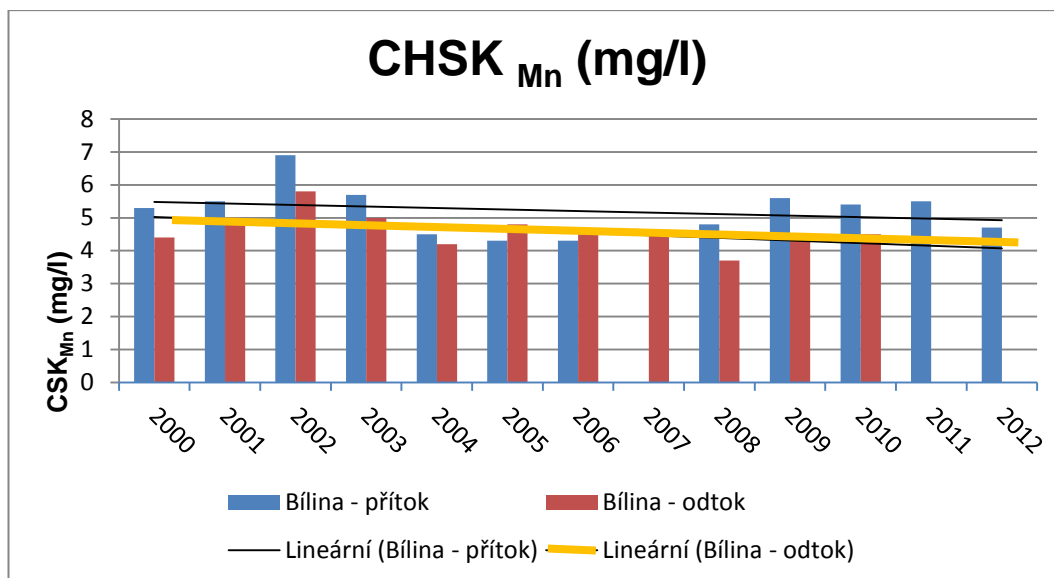


**Obr. 34** : Lineární spojnice trendu na přítoku a odtoku vodního toku v období 2000 - 2012, *Povodí Ohře*



**Obr. 35**: Průměrné roční hodnoty ukazatele CHSK<sub>Mn</sub> v období 2000 - 2012, *Povodí Ohře*

Graf (obr. 36) prezentuje v období 2000 až 2012 spojnice trendu ukazatele CHSK<sub>Mn</sub> na přítoku a odtoku vodního toku Bílina na vodním díle Jirkov. Spojnice trendu na přítoku řeky Bílina klesá a na odtoku má také klesající charakter.

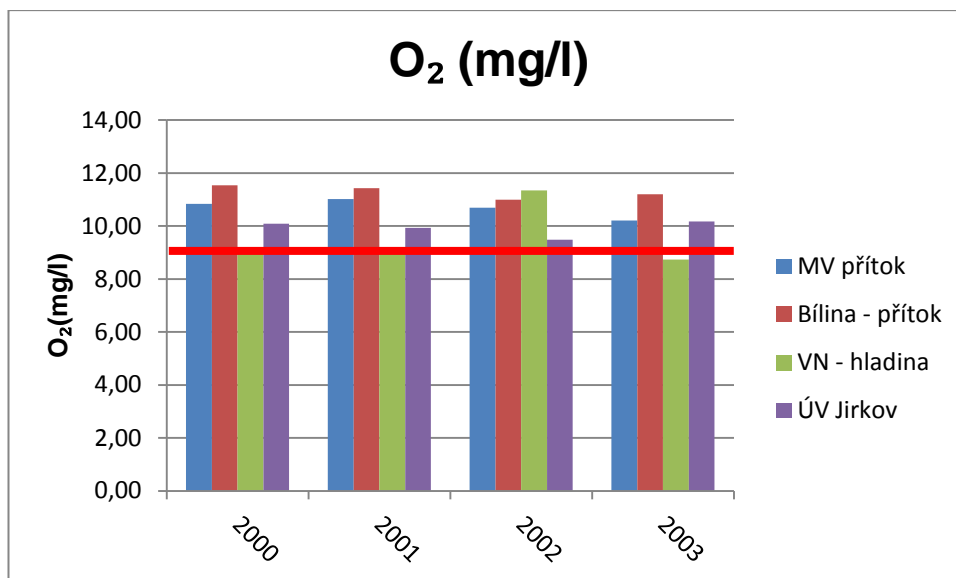


**Obr. 36** : Lineární spojnice trendu na přítoku a odtoku vodního toku v období 2000 - 2012, *Povodí Ohře*

## 6.6 Ukazatel O<sub>2</sub>

Významným ukazatelem jakosti vod v daném prostředí je koncentrace rozpuštěného kyslíku. Pro většinu vodních živočichů je životně důležitý plynný kyslík rozpuštěný ve vodě. V našich sledovaných profilech byl limit, který je (> 9 mg/l) dle NV 61/2003 Sb. (příloha č. 3) dodržen, jen v profilu hladina vodního díla Jirkov byl průměr 8,73 mg/l v roce 2003.

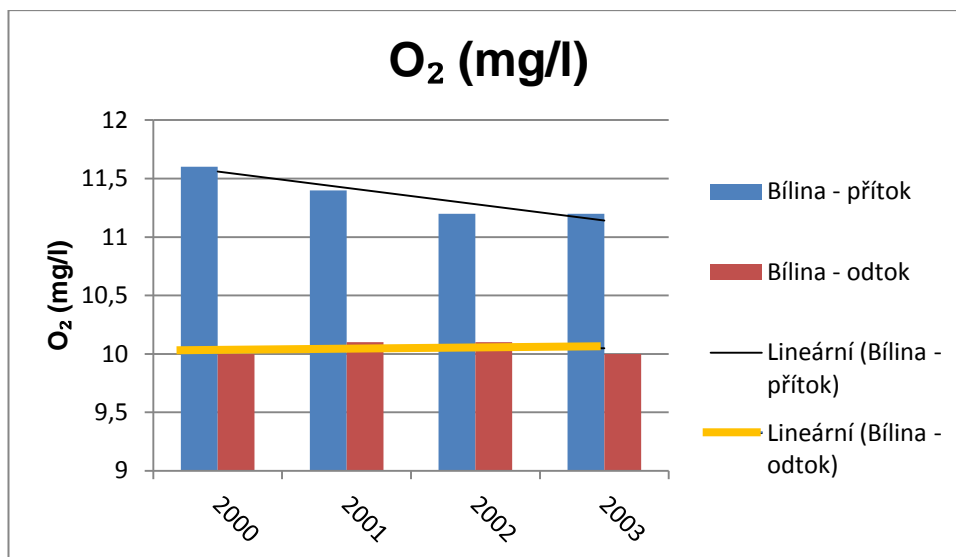
Graf (obr. 37) prezentuje meziroční srovnání průměrných ročních koncentrací O<sub>2</sub> na přítoku Malá voda, Bílina, na hladině vodního díla Jirkov a v úpravně vody Jirkov jen za období 2000 – 2003, poté se už ukazatel O<sub>2</sub> nezjišťoval ani na jednom ze čtyř profilů. Hodnoty z celkových dat poskytnutých Povodím Ohře se pohybovaly na přítoku Malá voda v rozmezí min. 8,2 max. 13,6 mg/l, na přítoku Bílina min. 9 max. 13,3 mg/l, úpravna vody Jirkov min. 4,3 max. 15,8 mg/l, tabulka 13 v příloze.



**Obr. 37:** Průměrné roční hodnoty ukazatele O<sub>2</sub> v období 2000 - 2003, *Povodí Ohře*

Graf (obr. 38) prezentuje v období 2000 až 2012 spojnice trendu ukazatele O<sub>2</sub> na přítoku a odtoku vodního toku Bílina na vodním díle Jirkov. Spojnice trendu na přítoku řeky Bíliny klesá a na odtoku má vyrovnaný charakter.

Kyslík rozpuštěný ve vodě kromě tlaku a teploty ovlivňuje rozpouštění kyslíku z atmosféry do vody (velikost styčné plochy s ovzduším), pohyb povrchových vrstev, turbulence a salinita. Podstatná je skutečnost, že teplotní závislost spotřeby kyslíku dýchajícími organismy je právě opačná, než teplotní závislost množství ve vodě rozpuštěného kyslíku. Rozpustnost kyslíku ve vodě s rostoucí teplotou klesá a spotřeba kyslíku respirační stoupá s rostoucí teplotou (<http://rum.prf.jcu.cz>).



**Obr. 38** : Lineární spojnice trendu na přítoku a odtoku vodního toku v období 2000 - 2012, Povodí Ohře

V příloze je tabulka 13, která nám ukazuje minimální hodnoty, maximální hodnoty, průměry a směrodatné odchylky za jednotlivé roky u ukazatele O<sub>2</sub>.

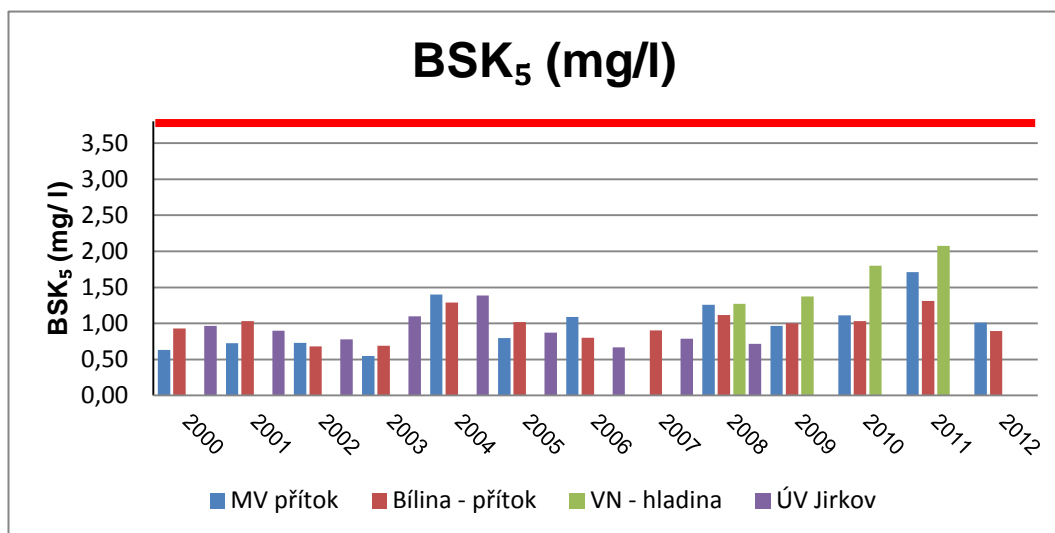
## 6.7 Ukazatel BSK<sub>5</sub>

Biochemická spotřeba kyslíku pětidenní BSK<sub>5</sub> se stanoví jako biochemická spotřeba kyslíku zředovací metodou 5 dnů, při teplotě 20 C° za aerobních podmínek. Postihuje pouze znečištění biologicky rozložitelnými látkami. Důležitým ukazatelem jakosti povrchových a odpadních vod je biochemická spotřeba kyslíku (BSK), vyjadřuje množství kyslíku spotřebovaného mikroorganismy pro mineralizaci organických látek. Platí obecně, že vyšší hodnoty BSK z hlediska rozpuštěných látek vykazují větší znečištění (Pitter, 2009).

V našem grafu (obr. 39) nepřekračují hodnoty ani v jednom ze 4 profilů maximální limit, který je 3,8 mg/l dle NV 61/2003 Sb. (příloha č. 3).

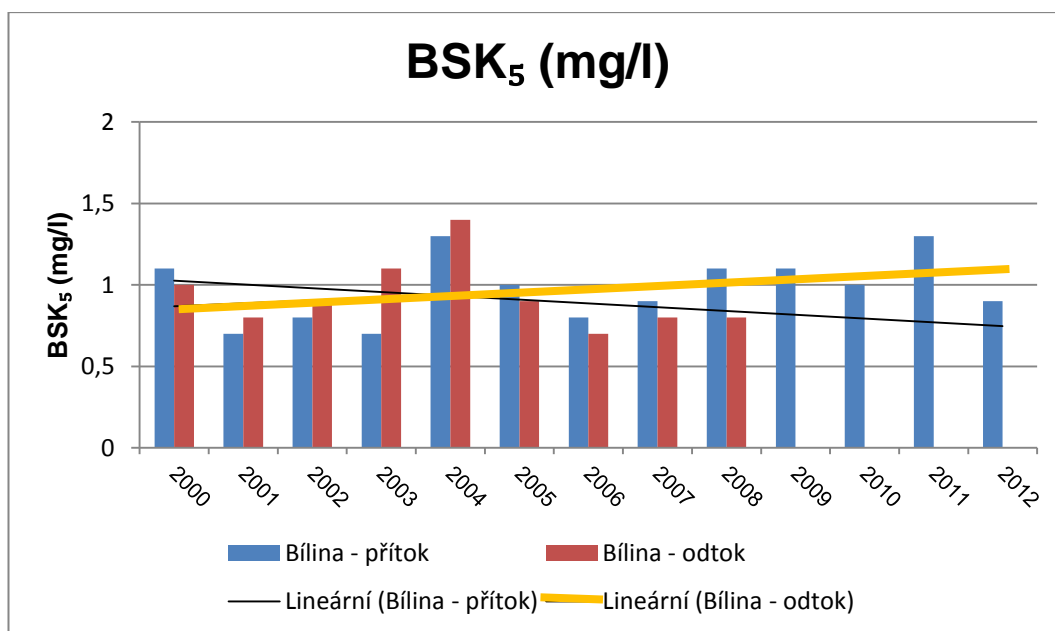
Graf (obr. 39) prezentuje meziroční srovnání průměrných ročních koncentrací BSK<sub>5</sub> na přítoku Malá voda, Bílina, na hladině vodního díla Jirkov a v úpravně vody Jirkov. Hodnoty z celkových dat poskytnutých Povodím Ohře se pohybovaly na přítoku Malá voda v rozmezí min. 0,3 max. 3,6 mg/l, na přítoku Bílina min. 0,3 max. 3,1 mg/l, hladina vodní nádrže Jirkov min. 0,8 max. 2,1 mg/l, úpravna vody Jirkov min. 0,3 max. 3,1 mg/l, tabulka 14 v příloze.

Kompletní data ke všem profilům máme jen v roce 2008. Od roku 2008 do 2011 se zvyšuje biochemická spotřeba kyslíku v profilu hladina, a to může způsobovat rozklad organické hmoty, tím se stává povrchová voda z hlediska rozpuštěných organických látek znečištěnější.



Obr. 39: Průměrné roční hodnoty ukazatele BSK<sub>5</sub> v období 2000 - 2012, Povodí Ohře

Graf (obr. 38) prezentuje v období 2000 až 2012 spojnicí trendu ukazatele BSK<sub>5</sub> na přítoku a odtoku vodního toku Bílina na vodním díle Jirkov. Ukazatel na přítoku ve sledovaném období klesá, avšak na odtoku má stoupající trend.



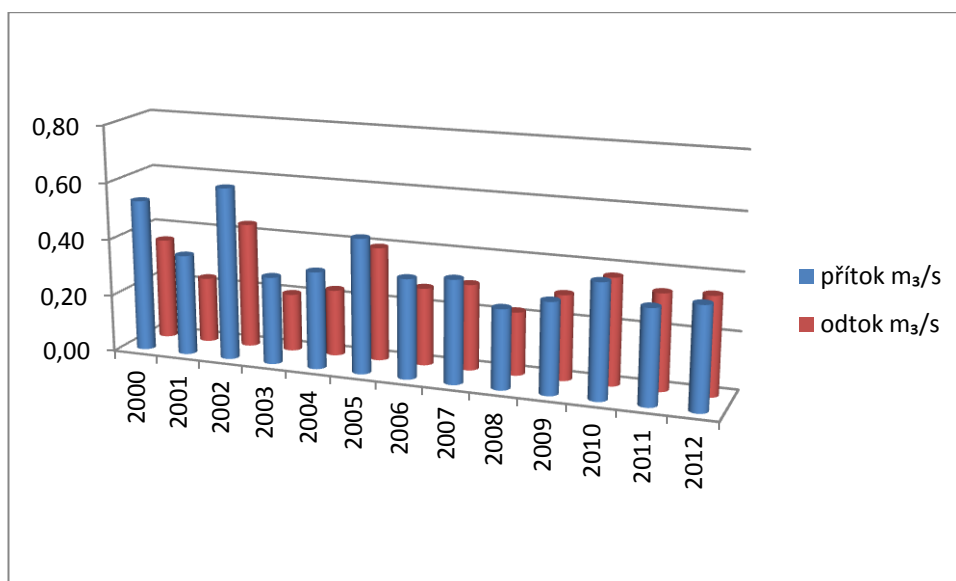
Obr. 40 Lineární spojnice trendu na přítoku a odtoku vodního toku v období 2000 - 2012, Povodí Ohře

V příloze je tabulka 14, která nám ukazuje minimální hodnoty, maximální hodnoty, průměry a směrodatné odchylky za jednotlivé roky u ukazatele BSK<sub>5</sub>.

## 6.8 Přítoky a odtoky vodního toku Bílina a jejich vliv na ukazatele TP, N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub>

Vliv na koncentraci živin ve vodním toku mohou velmi ovlivnit průtokové poměry. Dokumentuje to i článek „Trend vývoje koncentrace živin a biomasy fytoplanktonu v profilu Vltava – Zelčín“, který se zabývá sledováním koncentrace živin v profilu Vltava – Zelčín v období 1998 – 2008 (Desortová, 2011).

V mé práci jsou uvedeny přítoky a odtoky vodního toku Bílina do vodního díla Jirkov za sledované období 2000 – 2012 v grafu (Obr. č. 41). V jednotlivých letech jsou přítoky a odtoky vyrovnané kolem 0,3 m<sup>3</sup>/s, jen v roce 2000, 2002, 2005 jsou přítoky větší a pohybují se v rozmezí 0,4 – 0,6 m<sup>3</sup>/s.



Obr. 41: Průběžné přítoky a odtoky za období 2000- 2012, ([www.poh.cz](http://www.poh.cz))

V následující části práce jsem se zaměřila na ukazatele TP, N-NO<sub>3</sub> a N-NH<sub>4</sub>. Jelikož mají za sledované období 2000 - 2012 dostatek dat, mohla jsem statisticky vyhodnotit údaje pomocí R- programu.

Pro odhad vlivu přítoku a odtoku na ukazatele (TP, N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub>) jsem použila lineární regresní model v R-programu. Nejprve jsem použila data čtvrtletní a poté roční. U jednotlivých měsíců to nebylo možné z důvodu nedostatku dat.

### Čtvrtletní data pro přítok:

U čtvrtletních dat jsem nejprve vytvořila průměry ukazatelů za jednotlivá čtvrtletí a průměry přítoků vodního toku Bílina.

Matematický zápis lineárního regresního modelu:

$$\text{Přítok} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TP\_přítok} + \beta_2 \cdot \text{N-NO}_3\text{\_přítok} + \beta_3 \cdot \text{N-NH}_4\text{\_přítok} + \epsilon$$

Kde  $\epsilon$  je náhodná složka (residuum). Koeficienty  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  budeme odhadovat lineární regresí v R.

Výstup z R-ka v případě přítoku:

Odhad 1:

call:

```
lm(formula = prítok ~ TP_přítok + N_NO3_přítok + N_NH4_přítok,  
    data = ctvrtletni)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.38487	-0.16629	-0.04204	0.12730	0.61378

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-0.3170	0.2313	-1.370	0.176979
TP_přítok	-2.3832	6.8179	-0.350	0.728206
N_NO3_přítok	0.5973	0.1571	3.802	0.000405 ***
N_NH4_přítok	1.6597	0.8981	1.848	0.070775 .

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.2375 on 48 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.3866, Adjusted R-squared: 0.3483

F-statistic: 10.09 on 3 and 48 DF, p-value: 2.893e-05

Vysvětlení:

- Odhadnuté koeficienty najdeme v sloupci „Estimate“
- Pokud je odhadnutý koeficient +, je pozitivní závislost mezi přítokem a daným ukazatelem, když je -, je závislost negativní.

- Interpretace odhadnutých koeficientů: vidíme, že odhadnutý koeficient u TP\_přítok je -2,3832, to znamená, že když klesne přítok o -2,3832, zvýší se TP o 1.
- Sloupec "Pr(>|t|)" znamená tzv. p-hodnotu, která nám říká, zda je odhadnutý vliv daného ukazatele statisticky významný. Když je p-hodnota menší než 0,05 (tj. 5% hladina významnosti – standardní hladina významnosti) je koeficient statisticky významný (tzv. daný ukazatel je statisticky významný)
- Můžeme říci, že čím je p-hodnota nižší, tím je koeficient statisticky významnější
- V mém případě vyšel významný vliv na ukazatel N-NO<sub>3</sub>, protože p-hodnota je 0,000405 je menší než 0,05
- Interpretace významného koeficientu N-NO<sub>3</sub> přítok = 0, 5973 je, že když vzroste přítok o 0, 5973 zvýší se N-NO<sub>3</sub> o 1.
- Koeficient se neinterpretuje, jedná se o tzv. urovnanou konstantu (anglicky intercept)

Call:

```
lm(formula = prítok ~ TP_přítok + N_NO3_přítok + N_NH4_přítok,
    data = ctvrtletni)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.38487	-0.16629	-0.04204	0.12730	0.61378

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
(Intercept)	-0.3170	0.2313	-1.370	0.176979	←odhad koeficient
TP_přítok	-2.3832	6.8179	-0.350	0.728206	←odhad koeficient
N_NO3_přítok	0.5973	0.1571	3.802	0.000405 ***	
N_NH4_přítok	1.6597	0.8981	1.848	0.070775 .	

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.2375 on 48 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.3866, Adjusted R-squared: 0.3483

F-statistic: 10.09 on 3 and 48 DF, p-value: 2.893e-05

Čtvrtletní data pro odtok:



Matematický zápis lineárního regresního modelu:

$$\text{Odtok} = \quad + \quad *TP\_odtok + \quad *N\text{-}NO_3\_odtok + \quad *N\text{-}NH_4\_odtok +$$

Odhadnutý model (odhad 2):

```
Call:
lm(formula = odtok ~ TP_odtok + N_NO3_odtok + N_NH4_odtok, data =
ctvrtletni)
```

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.36610 -0.12568 -0.02577  0.10899  0.59159
```

```
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -0.455799   0.177477  -2.568 0.015444 *
TP_odtok     2.781268   8.805847   0.316 0.754308
N_NO3_odtok  0.695920   0.161205   4.317 0.000159 ***
N_NH4_odtok  0.002293   0.575435   0.004 0.996847
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 0.212 on 30 degrees of freedom
(18 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.4222, Adjusted R-squared:  0.3644
F-statistic: 7.308 on 3 and 30 DF, p-value: 0.0008087
```

Výsledek: na 5% hladině významnosti jsou významné 2 ukazatele - urovnaná konstanta (tzv. intercept) a ukazatel N-NO<sub>3</sub> odtok (p-hodnota=0, 000159). Odhadnutý koeficient u N-NO<sub>3</sub> odtok je kladný (+0, 695920), to znamená, že když vzroste odtok o 0,695920, zvýší se N-NO<sub>3</sub> o jednotku.

Roční data pro přítok:

Matematický zápis lineárního regresního modelu:

$$\text{Přítok} = \quad + \quad *TP\_přítok + \quad *N\text{-}NO_3\_přítok + \quad *N\text{-}NH_4\_přítok +$$

Odhadnutý model (odhad 3):

```
Call:
lm(formula = pritok ~ TP_pritok + N_NO3_pritok + N_NH4_pritok,
    data = rocni)
```

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.08006 -0.04830 -0.01028  0.03068  0.13095
```

```
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -0.04146   0.26441  -0.157 0.8789
TP_pritok    -1.99478   9.48002  -0.210 0.8380
N_NO3_pritok  0.35907   0.19122   1.878 0.0931 .
N_NH4_pritok  1.52132   0.90695   1.677 0.1278
```

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.07846 on 9 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.5049, Adjusted R-squared: 0.3399  
F-statistic: 3.06 on 3 and 9 DF, p-value: 0.08419

Výsledek: na 5% hladině významnosti není významný ani jeden ukazatel. Na 10% hladině významnosti je významný ukazatel N-NO<sub>3</sub> (p-hodnota = 0,0931)

Roční data pro odtok:

Matematický zápis lineárního regresního modelu:

Odtok = + \* TP\_ odtok + \* N-NO<sub>3</sub>\_odtok + \* N-NH<sub>4</sub>\_ odtok +

Odhadnutý model (odhad 4):

Call:  
lm(formula = odtok ~ TP\_odtok + N\_NO3\_odtok + N\_NH4\_odtok, data = rocni)

Residuals:  
Min 1Q Median 3Q Max  
-0.110875 -0.056201 0.002127 0.026359 0.127334

Coefficients:  
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
(Intercept) 0.12984 0.28221 0.460 0.662  
TP\_odtok 6.93121 11.86861 0.584 0.580  
N\_NO3\_odtok 0.07319 0.27634 0.265 0.800  
N\_NH4\_odtok 0.14255 1.12913 0.126 0.904

Residual standard error: 0.09741 on 6 degrees of freedom  
(3 observations deleted due to missingness)  
Multiple R-squared: 0.1042, Adjusted R-squared: -0.3437  
F-statistic: 0.2327 on 3 and 6 DF, p-value: 0.8705

Výsledek: na 5% hladině významnosti není významný ani jeden ukazatel (u odhadu na ročních datech. Dokonce ani na 10% hladině významnosti.

Celkový závěr:

Preferuji odhad na čtvrtletních datech. Jinak nejsou závislosti statisticky významné. U modelů přítok a odtok (odhad 1+2) byla nalezena (statisticky významná) závislost na přítoku a odtoku u ukazatele N-NO<sub>3</sub>. Odhadnuté koeficienty jsou významné na 5% hladině významnosti.

## 6.9 Vyhodnocení dlouhodobého monitoringu v jednotlivých čtvrtletích

Za závažný problém v celé Evropě výjimkou severských zemí je zatížení povrchových vod živinami (EC, 2009). V důsledku přítomnosti vysokých koncentrací anorganických živin, fosforu a dusíku dochází k velkému rozvoji autotrofních organismů. Fosforu je přisuzována hlavní role v nadprodukci biomasy fytoplanktonu, který se dostává do vody v důsledku antropogenní činnosti v povodí toků (Desortová, 2011)

Proto jsem si vybrala v této části práce dva ukazatele celkový fosfor a dusík, které mají velký vliv na eutrofizaci vod, hlavně v letních měsících při dostatku tepla a slunečního záření.

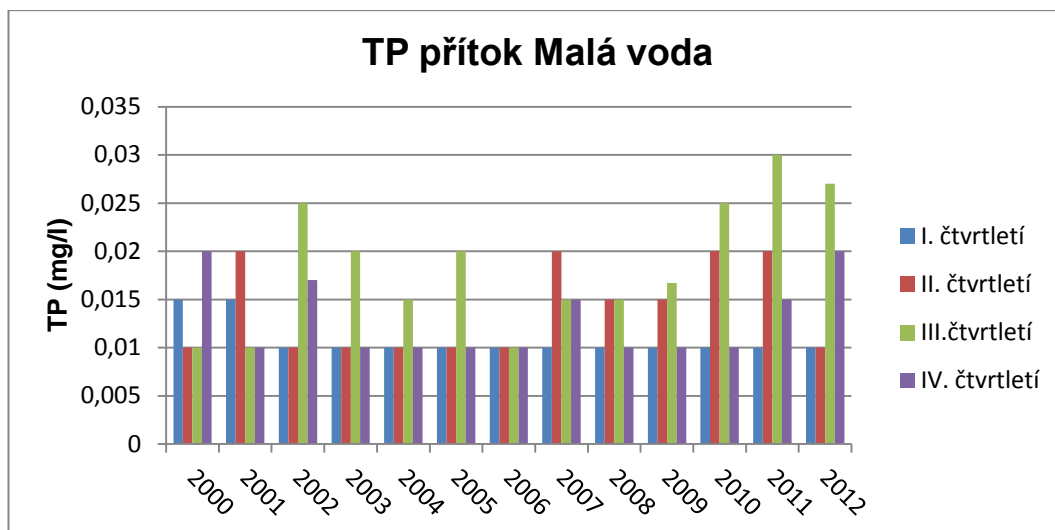
Vytvořila jsem si tabulky na jednotlivá čtvrtletí roku, abych zjistila z celkových dat z Povodí Ohře, jestli se mění hodnoty u těchto ukazatelů v průběhu ročního období.

V povodí vodárenské nádrže Švihov se také zaměřily na monitoring v roce 2005 z hlediska posouzení vlivu bodových i plošných zdrojů na kvalitu vody v nádrži. Sledován byl vnos zvýšených koncentrací sloučenin dusíku (dusičnanů) a fosforu (fosforečnanů) – nutrietů. V současné době probíhá v povodí vodárenské nádrže Švihov monitoring na 20 měrných profilech v rámci nitrátové směrnice ([www.bids.cz](http://www.bids.cz)).

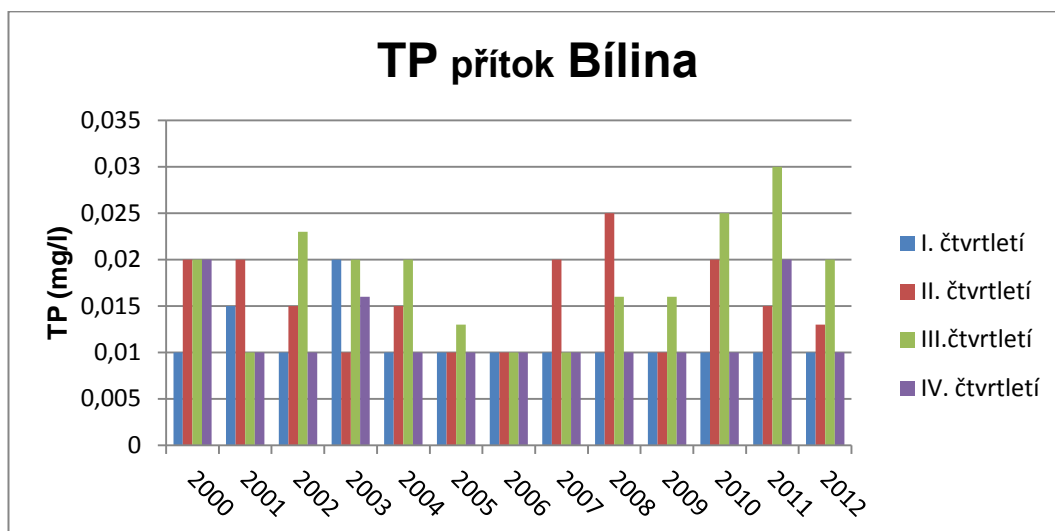
### 6.9.1 Vyhodnocení sezonních změn TP

U všech 4 grafů (obr. 42, 43, 44, 45 na 4 profilech, a to na přítoku Malá voda, přítok Bílina, hladina vodní nádrže Jirkov a úpravně vody Jirkov) je dokázáno, že největší hodnoty jsou v II. a III. čtvrtletí a to u všech profilů. V tomto období rovněž probíhá intenzivní zemědělská výroba (rostlinná i živočišná) v okolních vesnicích nad vodním dílem Jirkov a to by mohlo být jako jedna z příčin zvýšení celkového fosforu.

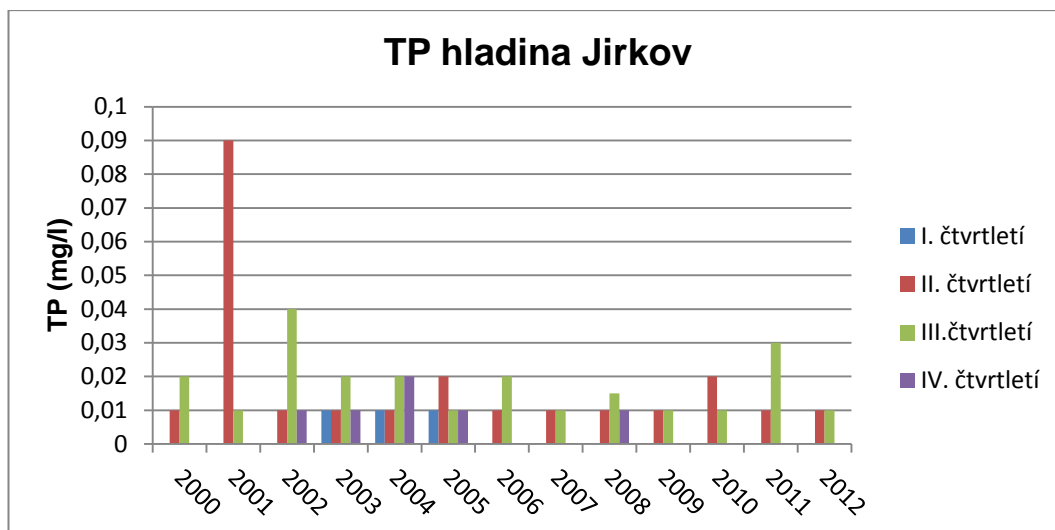
Obr. 42 nám ukazuje celkový fosfor na přítoku Malá voda u jednotlivých čtvrtletí. Zvýšené hodnoty jsou u II. a III. čtvrtletí. Největší nárůst je na vodní hladině ve II. čtvrtletí v roce 2001 až na hodnotu 0,09 mg/l, v ostatních letech se pohybuje průměrná hodnota 0,01 mg/l.



**Obr. 42:** Průměrné hodnoty za jednotlivá roční čtvrtletí – přítok Malá voda

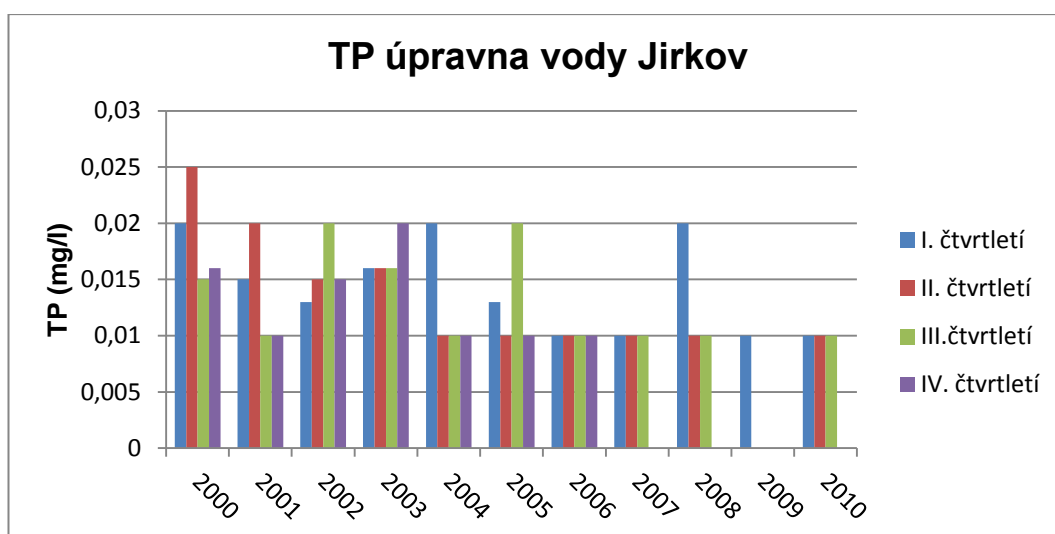


**Obr. 43:** Průměrné hodnoty za jednotlivá roční čtvrtletí – přítok Bílina



**Obr. 44:** Průměrné hodnoty za jednotlivá roční čtvrtletí – hladina vodního nádrže Jirkov

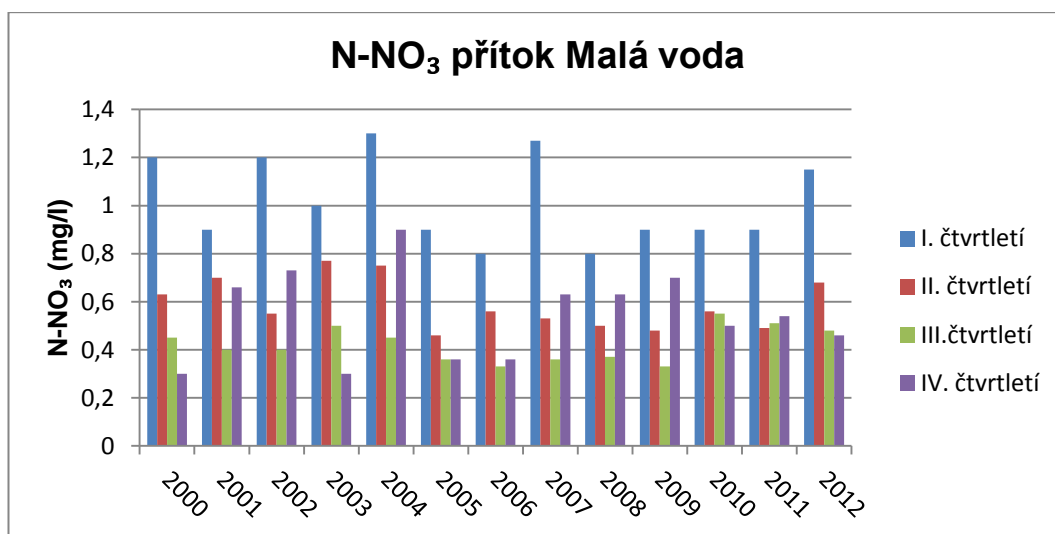
Hodnoty celkového fosforu v profilu hladina nemají dostatek dat pro jednotlivá čtvrtletí jenom v letech 2003 až 2005. Pro hodnocení musí být dostatek dat (zpravidla se pracuje s minimálně 12 hodnotami, pro hodnocení spíše s 24). Největší nárůst je na vodní hladině ve II. čtvrtletí v roce 2001 až na hodnotu 0,09 mg/l, v ostatních letech se pohybuje průměrná hodnota 0,01 mg/l. V roce 2001 je to z důvodu pouze jednoho odběru, který byl na hodnotě 0,09 mg/l.



**Obr. 45:** Průměrné hodnoty za jednotlivá roční čtvrtletí – úpravna vody Jirkov

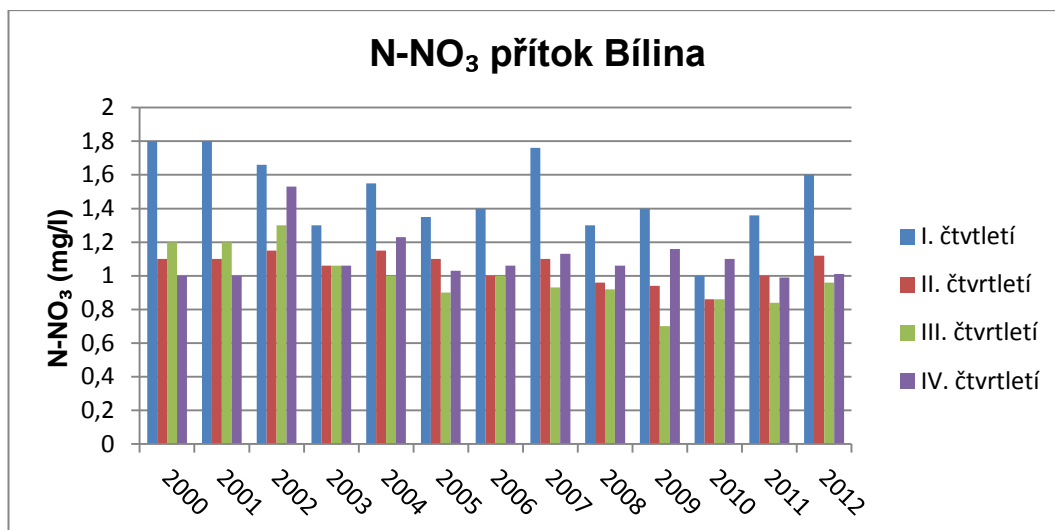
## 6.9.2 Vyhodnocení sezonních změn N – NO<sub>3</sub>

Průměrné hodnoty ukazatele N-NO<sub>3</sub> na přítoku Malá voda (obr. 46) v jednotlivých letech nám ukazují, že v I. čtvrtletí roku je velký nárůst hodnot, velké výkyvy jsou i ve IV. čtvrtletí, ale jsou velké rozdíly v jednotlivých letech např. v roce 2003 je průměrná hodnota 0,3 mg/l a v roce 2004 je průměrná hodnota 0,9 mg/l. Ve III. čtvrtletí se hodnoty pohybují od 0,35 mg/l do 0,55 mg/l a ve II. čtvrtletí jsou hodnoty od 0,45 mg/l do 0,75 mg/l.



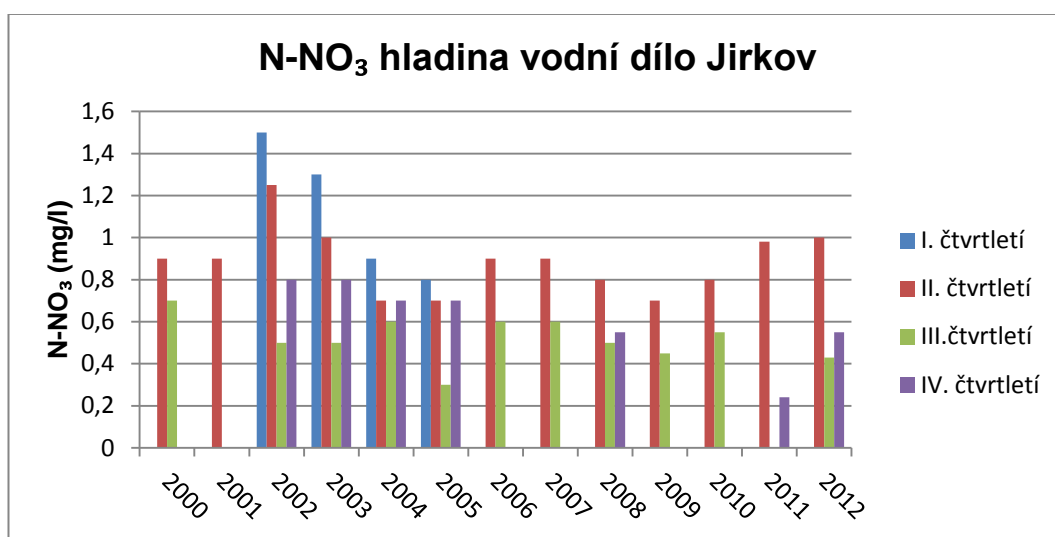
Obr. 46: Průměrné hodnoty za jednotlivá roční čtvrtletí – přítok Malá voda

Průměrné hodnoty ukazatele N-NO<sub>3</sub> na přítoku Bílina (obr. 47) mají velký nárůst ve sledovaném období 2000-2012 v I. čtvrtletí. Ostatní čtvrtletí mají skoro stejné hodnoty, jen v roce 2002 je zvětšení hodnot ve IV. čtvrtletí.



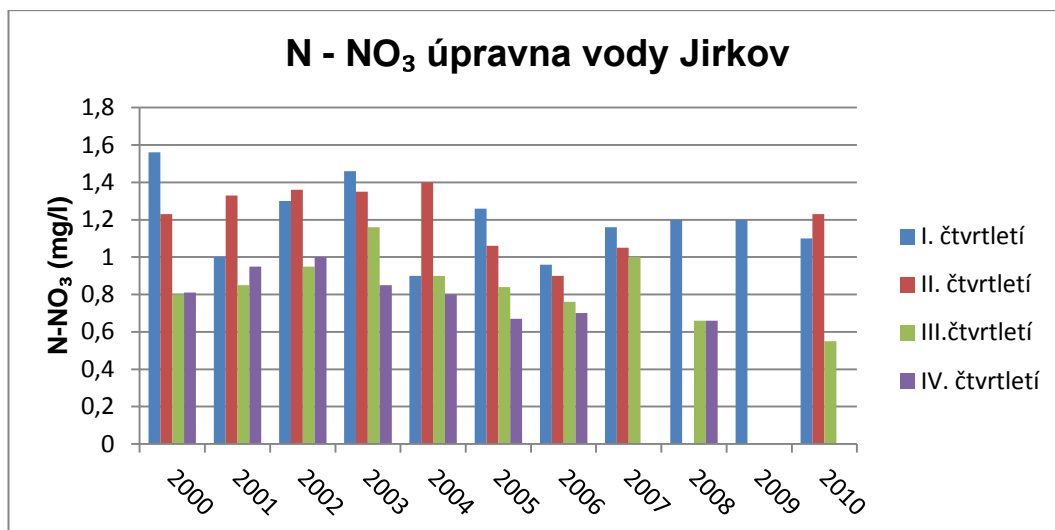
**Obr. 47:** Průměrné hodnoty za jednotlivá roční čtvrtletí – přítok Bílina

Průměrné hodnoty ukazatele N-NO<sub>3</sub> na vodní hladině Jirkov nám ukazuje (obr. 48), zde je patrné, že v určitém čtvrtletí nebyly ani provedeny odběry. Kompletní odběry jsou jen v letech 2002 až 2005. V těchto letech je také velký nárůst v I. čtvrtletí a u roku 2002, 2003 i u II. čtvrtletí.



**Obr. 48:** Průměrné hodnoty za jednotlivá roční čtvrtletí – hladina vodního nádrže Jirkov

Průměrné hodnoty N- NO<sub>3</sub> v úpravně vody Jirkov (obr. 49) jsou kompletní jen v roce 2000 – 2007, zde je velký nárůst v I. a II. čtvrtletí.



**Obr. 49:** Průměrné hodnoty za jednotlivá roční čtvrtletí – úpravna vody Jirkov



## 9. Závěr

Výstavba vodních děl představuje výrazné přímé ovlivnění přirozeného hydrologického režimu vodních toků, o této problematice pojednává četná odborná literatura. Tato diplomová práce pojednává o vodním díle Jirkov, které bylo budováno od roku 1965. Podstatou práce bylo zjistit jeho vliv na vodní tok Bílina.

K dispozici mi byla data z Povodí Ohře za období 2000 – 2012. Podle výpočtů průměrů u jednotlivých ukazatelů na přítoku řeky Bílina, Malá voda, vodní nádrže Jirkov a na odtoku v úpravě vody Jirkov nedochází k žádným změnám v hodnotách vybraných ukazatelů (pH, TP, AOX, O<sub>2</sub>, BSK<sub>5</sub>, CHSK<sub>Cr</sub>, CHSK<sub>Mn</sub>, N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub>) Podle ČSN 757221 jakost vody u mezních hodnot ukazatelů řadí řeku Bělínu, jak na přítoku do vodní nádrže Jirkov, tak na odtoku do I. nebo II. třídy jakosti vody.

Z dosažených výsledků je zřejmé, že vodní dílo Jirkov má na vodní tok Bílina pozitivní, ale i negativní vliv. Pozitivní vliv nám dokazuje rok 2000, kdy byly překročeny maximální limity ukazatele N - NH<sub>4</sub> na obou přítocích Malá voda a Bílina. Ale při odběru na profilu hladina vodní nádrže a úpravny vody Jirkov byl maximální limit dodržen.

Získané hodnoty od státního podniku Povodí Ohře byly při odebrání vzorků ovlivněny dvěma proměnnými, které ovlivňují kvalitu vodního toku Bílina. První proměnnou je doba odběru vzorku, tedy hledisko časové, a druhou proměnnou je místo odběru vzorku, hledisko prostorové. Výsledky nejsou zprůměrovány, proto nám poskytují podrobnější informace o změně kvality vody ve vodním toku Bílina a jeho průtoku vodním dílem Jirkov za sledované období 2000 – 2012.

U nich se ukazuje nepatrné zhoršení hodnot na odtoku z vodního díla Jirkov v II. a III. čtvrtletí roku. Je to důsledek chování nádrže, kdy u dna dochází k dekompozičním a denitrifikačním procesům a tím uvolňování amoniakálního dusíku.

Hlavním pozitivem je zachování minimálního průtoku ve vodním toku Bílina, který je stanoven na 10 l/s. Respektuje zachování podmínek pro biologickou rovnováhu v toku a v jeho nejbližším okolí, umožňuje obecné užívání vody, které nevyžaduje povolení vodárenských orgánů.

Možnými lokálními zdroji znečištění vodárenské nádrže Jirkov mohou být obce Boleboř, Orasín, Radenov, Mezihoří, které se nacházejí v ochranném pásmu II. stupně. V Boleboři na ploše 640 ha hospodaří drobný zemědělec s cca 550 ks

skotu. Travní porosty udržuje pasením, mulčováním a sečením. Hlavním problémem dříve bylo napájení dobytka přímo z potoka, proto se této lokalitě stále věnuje zvýšená pozornost. Byl zamezen přístup dobytka k vodnímu toku Bílina a tím se rovněž zabránilo rozšlapávání jeho břehů. Pastviny byly řádně oploceny a vybaveny napáječkami. Boleboř a Orasín nemají centrální kanalizaci ani čistírnu odpadních vod, jsou odkanalizovány jednotlivě (domovní čistírna vod, žumpy, septiky).

V Radenově firma Integraz s.r.o. měla stejný problém s volně pobíhajícím dobytkem a hlavně s výběhem dolní stáje. Výběh byl rozbahněn a močůvka volně vytékala do vodoteče, která je přítokem Bíliny.

Malé obce velmi často nedisponují čistírnami odpadních vod, neboť jim tuto povinnost neukládá legislativa. Mají pouze hrubé předčištění nebo vypouštějí odpadní vody do povrchových vod, což může mít značně negativní vliv na znečištění vodních zdrojů v okolí.

Pro zachování čistého toku je také důležité vhodné hospodaření v povodí vodárenské nádrže Jirkov. Pokud lesy ČR provádějí těžební zásahy v ochranné zóně I. nebo II., používají k přibližování dřeva lanovky nebo koňské potahy, což je mnohem šetrnější způsob nežli pojezd těžkou mechanizací. Ochrana proti buření se provádí ošlapáváním, nelze používat pesticidy, repelenty a minerální hnojiva (kromě bazických hornin a vápence). V těchto zónách platí zákaz změny kultury pozemků v těsné blízkosti toku v neprospěch zatravnění nebo lesa.

## 10. Přehled literatury a použitých zdrojů

**AMBROŽOVÁ J., 2003:** Aplikovaná a technická hydrobiologie. 2. vyd. Vysoká škola chemicko- technologická, Praha, 226 s.

**BACHMANN R. W., HOYER M. V., CANFIELD D. E., 1999:** The restoration of lake Apopka in relation to alternative stable states. *Hydrobiologia* 394: pp 219- 232.

**BERNES C., 2000:** Eutrophication of soil and water. Swedish environmental protection agency. Swedien environet.

**BIELA R., MARŠÁLKOVÁ E., ČECH D., PALČÍK J., 2014:** Určení zdrojů fosforu eutrofizované Hornoveské nádrže. Brno, *Vodní hospodářství ročník 64, číslo 5*, s. 14-17.

**BILLEN G., GARNIER J., LASSALETTA L., 2013:** The nitrogen cascade from agricultural soils to the sea biological science 368

**BOROVEC J., HEJZLAR J., JAN J., MOŠNEROVÁ P., 2010:** Eutrofizační potenciál různých zdrojů fosforu v povodí VN Římov. Sborník příspěvků konference revitalizace Orlické nádrže 2010. Svazek obcí regionu Písecko biologické centrum AVČR, Hyšdrobiologický ústav, s. 47 – 52

**BREDY S., 2014:** Přehrady v Sýrii, Brno. *Vodní hospodářství, ročník 64 číslo 4*, s. 34-37.

**BROŽA V., BÁČA V., BÍZA P., BLÁHA J., JÍLEK M., KOPŘIVOVÁ J., MANÍČEK J., SAKAŘ K., SATRAPA L., VÍT P., 2005:** Přehrady Čech, Moravy a Slezska. Nakladatelství Knihy 555, Liberec, 256 s.

**ČERNÁ L., STRNADOVÁ L., PEČENKA M., 2012:** Monitoring kvality vody významných přítoků řeky Želivky, Hejlovky a Bělé. Praha. *Vodní hospodářství, ročník 62, číslo 11*, s. 369 – 372.

**ČÍTEK J., KRUPAUER V., KUBŮ F., 1998:** Rybníkářství, Praha, Informatorium, 306 s.

**DESORTOVÁ B., 2011:** Trend vývoje koncentrace živin a biomasy fytoplanktonu v profilu Vltava- Zelčín. Praha. *Vodní hospodářství, číslo 3*, s. 8 -10.

**DUB O., NĚMEC J. a kol., 1969:** Hydrologie. SNTL, Technický průvodce, Praha.

**DURAS J., LIŠKA M., 2010:** VN Švihov- vývoj jakosti vody v nádrži. Vodárenská biologie ČR, Praha, s. 143 – 153.

**EC, 2009:** Guidance dokument on eutrophication assessment in the kontext of European water policies. Guidance Doc. No. 23, Technical Rep. 2009-030, 138 p.

**FUKSA J., 2014:** Dusík před sto lety. Praha. Vodní hospodářství, ročník 64, číslo 02, s. 13-14.

**GERIŠ R., JAHODOVÁ D., 2013:** Biologie vodárenských nádrží v roce 2013. Povodí Moravy, s. p., Brno

**GUJER W., KREJČÍ V., 1987:** Ziele und Aufgaben der Siedlungsentwässerung, 17.VSA – Fortbildungskurs: GKP – Generelles Kanalisationsprojekt, VSA, Zürich.

**HEJZLAR J, 2006:** Vodárenská nádrž Švihov na Želivce. Interní zpráva povodí Vltavy za období 2001 - 2005

**HLAVÍNEK P., ŘÍHA J., 2004:** Jakost vody v povodí. Vysoké učení technické Brno, 209 s.

**HRUŠKOVÁ I., 2011:** Asuánská přehrada neboli Násirovo jezero. Desperado. Cz

**JÁGLOVÁ V., KLIMENT V., REIDINGER J., NISTLER J., KULT A., 2009:** Voda České republiky v kostce. Ministerstvo životního prostředí ČR. Praha, 38 s.

**KAIML P., 2000:** Kvalita povrchových vod v povodí Litavky. Magisterská práce. Praha.

**KALOUZOVÁ S., STEJSKAL J., 2008:** Gabčíkovo: patálie bez konce. Ekolist. Cz Praha

**KLING G. W. REINTHAL P. N., GIBLIN A. E., 1996:** Strukture and fiction of a tropical ecosystem. Fedrip diabase, National technical information service, Lake Victoria.

**KOČÍ V., BURKHARD J. & MARŠÁLEK B., 2000:** Eutrofizace na přelomu tisíciletí. Eutrofizace 2000, Vodní hospodářství, Praha, str. 3-13.

**KRÁSA J., ROSENDORF P. HEJZLAR J., BOROVEC J., DOSTÁL T., DAVID V. a kol., 2013:** Hodnocení ohroženosti vodních nádrží sedimentem a eutrofizací podmíněnou erozí zemědělské půdy. ČVUT Praha, 55 s.

**KRMELA J., 1984:** Hospodaření v pásmech hygienické ochrany vodárenské nádrže. Praha, 24 s.

**KRUPAUER v., JIRÁSEK J., KÁLAL L., 1984:** Cvičení z rybářství a ochrany vod. VŠZ, Praha, 163 s.

- LELLÁK, J., KUBÍČEK, F., 1991:** Hydrobiologie. Univerzita Karlova, Vydavatelství Karolinum, Praha, 257s.
- LOEFFLER H., SCHILLER E., KUSEL E., KRAILL H., 1998:** Lake Prespa. A european natural monument, Hydrobiologia, Vol. 384, No. 1-3, pp. 69-74.
- MARQUES R. T., BOAVIDA M. J., 1997:** Monitoring water quality in the portuguese reservoirs of the river tejo watershed. Theor appl. Vol. 26, No. 2, Schweizerbartsche.
- MC GOVAN S., BRITTON G., HAWORTH E., MOSS B., 1999:** Ancient blue – green blooms, Limnology and oceanography vol. 44, No. 2, pp. 436- 439.
- MIKŠÍKOVÁ K., DOSTÁL T., VRÁNA K., ROSENDORF P., 2012:** Transport sedimentu a fosforu při výlovu malých vodních nádrží. Fakulta stavební ČVUT Praha, Vodní hospodářství ročník 62 č. 6, s. 203 – 208.
- NĚMEC J., HLADNÝ J., BLAŽEK V., 2006:** Voda v České republice. Consult. Praha. 253 s.
- PEČENKA M., HOLAS J., WANNER J., VOJTĚCHOVSKÝ R., 2007:** Zhodnocení zátěže povodí vodárenské nádrže Švihov nutrienty. VŠCHT, Praha. 53 s.
- PECHAROVÁ E., SVOBODA I., VRBOVÁ M., 2011:** Obnova jezerní krajiny pod Krušnými horami. Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, str. 11 (102).
- PITTER P., 2009:** Hydrochemie, VŠCHT Praha, 579s.
- PÍŠKOVÁ A., 2011:** Aralské jezero. Vesmír č. 90 str. 82 – 86.
- POKORNÝ D., PEŠEK V., MEDUNOVÁ A., 2006:** Voda v ČR do kapsy. Ministerstvo zemědělství, Praha. ISBN 80-7084-498-1, str. 95
- PUNČOCHÁŘ P., ŠLINGER J., 2014:** Stav vnitrozemských vod v zemích Evropské unie. Vodní hospodářství
- RESSOM R., SOONG F. S., FITZGERALD J., TURCYNOWICZ L., ELL SAADI O., RODER D., 1994:** Health effects of toxic cyanobacteria, National health and medicci research council, Austrálie, pp. 108.
- RICHTER P., 2011:** Vyhodnocení jakosti vody z hlediska možného znečištění důlní činností: Svatava 1997 – 2008 in Náhledy do aplikované ekologie – Kostelecké Barborky 2011. Str. 172 – 182.
- SLÁDEČKOVÁ A., ŠTASTNÁ G., 2009:** Biologické hodnocení zdrojů znečištění a eutrofizace ve vodárenských povodích. VŠCHT Praha.

**SCHARF B. W., 1998:** Eutrophication history of lake arendsee. Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology. Germany, Vol. 140, No. 1-4, pp. 85-96

**SOBOLEVA O. V., MAMADALIEV U. A., 1976:** The influence of the Nurek reservoir on local earthquake activity. Engineering geology, volume 10, pp. 293-305

**SOJKA J., 2001:** Malé čistírny odpadních vod. ERA, Brno.

**STEJSKALOVÁ D., PODHRÁZSKÁ J., KARÁSEK P., 2010:** Opatření v komplexních pozemkových úpravách a čistota vody ve vodárenské nádrži Hubenov. Vodní hospodářství 8/10, Praha, s. 226 - 228

**STRNADOVÁ N., JANDA V., 1999:** Technologie vody I, Vydavatelství VŠCHT, Praha.

**SVOBODOVÁ Z. a kol., 1987:** Toxikologie vodních živočichů. MzaV ČSR a ČRS, Praha.

**SYNÁČKOVÁ M., 1996:** Čistota vod. Praha: ČVUT

**ŠVORC L., ŠVORCOVÁ V., 2006:** České řeky a říčky. Praha, 230-232 s.

**ŠLESINGR M., 2010:** Revitalizace: příspěvek k problematice úprav vodních toků, VUTIUM, Brno, 37 s.

**ULLIK F., 1881:** Pojednání král. čes. spol. nauk, VI (10), s. 1-58.

**VOŽENÍLKOVÁ E., HORECKÝ J., 2012:** Voda v krajině - společné řešení na lokální úrovni. Ministerstvo životního prostředí Praha, 2012.

### **Internetové zdroje:**

**Aquatec.cz.** Legislativa. [online]. 2014 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z:

<http://www.aquatec-vfl.cz/cz/legislativa/>

**BOKR, Pavel.** Geologická mapa. [online]. 2014 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z:

<http://www.geology.cz>

**DAPHNE.CZ.** Ochrana vod. [online]. 2013 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z:

<http://www.daphne.cz/projekty/ochrana-vod>

**DOTAČNÍ. INFO.** Mosty a vodní stavby. [online]. 2014 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z:

<http://www.dotacni.info/mosty-a-vodni-stavby/>

**EAGRI.CZ.** Zpráva o stavu vodního hospodářství ČR. [online]. 2013 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z:

[http://eagri.cz/public/web/file/341044/Modra\\_zprava\\_2013\\_komplet.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/341044/Modra_zprava_2013_komplet.pdf)

**ENVIWEB.CZ.** Vodní díla. [online]. 2004 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z:

<http://www.enviweb.cz/clanek/voda/50075/vodni-dila>

**EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY.CZ.** [online]. 2012 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z:

<http://www.eea.europa.eu/publications/european-waters-synthesis-2012>

**HAVLÍK, Aleš.** Vodní toky. [online]. 2005 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z:

[http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Vin/ke\\_stazeni/Vodni\\_toky.pdf](http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Vin/ke_stazeni/Vodni_toky.pdf)

**HYDROLOGICKÁ ROČENKA ČR.** Hydrologická bilance jakosti vody. [online]. 2004 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z:

<http://voda.chmi.cz/hr04/kap3.html>

**ISSAR. CENIA,** Vodní hospodářství a jakost vody. [online]. 2014 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z:

<http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=1575>

**ITRAS,** Les království. [online]. 2009 - 2012 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z:

<http://itras.cz/les-kralovstvi/galerie/6596/>

**LANGHAMMER, Jakub.** Znečištění povrchových vod v ČR. [online]. 2005 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z:

<https://iforum.cuni.cz/IFORUM-1130-version1.pdf>

**OBEC GABČÍKOVO.** VODNÉ DIELO. [online]. 2014 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z:

<http://www.gabcikovo.sk/sk/vodne-dielo.html>

**PALČÍK, Jiří.** Potlačení masového rozvoje sinic na Brněnské údolní nádrži. [online]. 2013 [cit. 2015-04-09]. Dostupné z:

<http://www.asio.cz/cz/212.potlaceni-masoveho-rozvoje-sinic-na-brnenske-udolni-nadrzi>

**PEČENKA, Martin.** Zhodnocení zátěže povodí vodárenské nádrže Švihov nutriety. [online]. 2007 [cit. 2015-04-09]. Dostupné z:

[http://www.bids.cz/files/20090209-131-Monitoring\\_Svihov\\_2007.pdf](http://www.bids.cz/files/20090209-131-Monitoring_Svihov_2007.pdf)

**PLATNÁ LEGISLATIVA.** [online]. 2014 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z:

<http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/>

**Povodí Ohře s. p.,** VD Jirkov, Přísečnice, Kamenička, Fláje. [online]. 2014 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z:

<http://www.poh.cz/vd/jirkov.htm>

[http://www.poh.cz/popis/vyvoj\\_jakosti\\_vody/Nadrz\\_Kamenicka-1168.htm](http://www.poh.cz/popis/vyvoj_jakosti_vody/Nadrz_Kamenicka-1168.htm)<http://www.poh.cz/vd/prisecnice.htm>

<http://www.poh.cz/vd/flaje.htm>

**RUM.PRF.JCU.CZ.** Biochemie. [online]. 2011 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z:

<http://rum.prf.jcu.cz/public/biochemie/>

**Svh.cz,** Základní informace o vodním hospodářství v ČR. [online]. 2014 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z:

[http://www.svh.cz/documents/evropska\\_vodni\\_charta.pdf](http://www.svh.cz/documents/evropska_vodni_charta.pdf)

**VŠB TU Ostrava.** Úprava a čištění vody. [online]. 2010 [cit. 2014-04-09]. Dostupné z:

[http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka\\_2010/samo.html](http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka_2010/samo.html)



## **Zdroje ostatní:**

**ČSN 757221**

**EEA – European Environment Agency, 2012:** European waters – assessment of status and pressures. Office for Official Publications of the European Union, Copenhagen, 96 p. ISBN: 978-92-9213-339-9

**Povodí Ohře, 1986:** Významná vodohospodářská díla povodí Ohře. Praha

**Povodí Ohře, 2010:** Přehrady povodí Ohře. Chomutov

**MŽP, 2012:** Kvalita vody v České republice se stále zlepšuje. Ministerstvo životního prostředí. Praha

**MZE, 2013:** Zpráva o stavu vodního hospodářství 2012, Praha

**MV, 2004:** Sbírka zákonů České republiky. Ministerstvo vnitra. Praha, 338 – 356 s.

**MV, 2008:** Sbírka zákonů České republiky. Ministerstvo vnitra. Praha, 2337 – 2338 s.

Manipulační řád vodního díla Jirkov

Nařízení vlády č. 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, ve znění nařízení vlády č. 229/2007 Sb. a nařízení vlády č. 23/2011 Sb.

Řízená dokumentace Povodí Ohře s. p., 2013

Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů

## 11. Přílohy:



Obr. 50: Informační tabule pro veřejnost u VD Jirkov, (Křížová, 2013)



Obr. 51: Domek hrázného pod VD Jirkov, (Křížová, 2013)



**Obr. 52:** Potok Malá voda, (Křížová, 2013)



**Obr. 53:** Sonda Hydrolab DS 5, (Křížová, 2013)



**Obr. 54:** Odběr fytoplanktonu -síť 20 µm, (Křížová, 2013)



**Obr. 55:** Odběr zooplanktonu – síť, (Křížová, 2013)



**Obr. 56:** Připravená lodka k odběru vzorky, (Křížová, 2013)

**Tab. 6:** Hodnoty ukazatele AOX za sledované období 2000 - 2012

<b>AOX (<math>\mu\text{g/l}</math>)</b>					
		Min	Max	Průměr	Směrodatná odchylka
2000	MV-přítok				
	Bílina -přítok				
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	6,2	21	11,7	4,332
2001	MV-přítok				
	Bílina -přítok				
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	8	23	14	4,629
2002	MV-přítok				
	Bílina -přítok				
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	5	60	18	14,114
2003	MV-přítok	5	8,6	7,08	1,051
	Bílina -přítok	5	31	11	7,679
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	5	110	18	29,313
2004	MV-přítok	5	11	8,5	1,512
	Bílina -přítok	5	15	9,7	3,357
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	8,1	14	11,05	2,95
2005	MV-přítok	5	24	13,9	4,818
	Bílina -přítok	5	26	12,1	6,145
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov				
2006	MV-přítok	5	28	14	6,136
	Bílina -přítok	5	25	13	6,345
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov				
2008	MV-přítok				
	Bílina -přítok	7,8	16	13	3,141
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov				
2012	MV-přítok				
	Bílina -přítok	8	29	17	8,026
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov				

Tab. 7: Hodnoty ukazatele N - NO<sub>3</sub> za sledované období 2000 - 2012

N- NO <sub>3</sub> (mg/l)					
		Min	Max	Průměr	Směrodatná odchylka
2000	MV-přítok	0,3	1,3	0,7	0,391
	Bílina -přítok	0,8	1,9	1,3	0,371
	VN-hladina	0,7	0,9	1	0,09
	ÚP-Jirkov	0,7	2	1,1	0,412
2001	MV-přítok	0,2	1,5	0,7	0,406
	Bílina -přítok	0,9	1,9	1,3	0,333
	VN-hladina	0,8	1	1	0,1
	ÚP-Jirkov	0,7	1,6	1	0,249
2002	MV-přítok	0,3	1,4	0,8	0,382
	Bílina -přítok	0,9	1,8	1,3	0,324
	VN-hladina	0,5	1,5	1	0,4
	ÚP-Jirkov	0,9	1,8	1,3	0,293
2003	MV-přítok	0,3	1	0,7	0,3
	Bílina -přítok	0,9	1,6	1,2	0,262
	VN-hladina	0,05	1,3	0,8	0,4
	ÚP-Jirkov	0,8	1,5	1,2	0,246
2004	MV-přítok	0,5	1,3	0,8	0,325
	Bílina -přítok	0,9	1,6	1,2	0,229
	VN-hladina	0,6	0,9	0,7	0,1
	ÚP-Jirkov	0,7	1,7	1,1	0,322
2005	MV-přítok	0,3	1	0,5	0,259
	Bílina -přítok	0,8	1,4	1,1	0,18
	VN-hladina	0,3	0,8	0,6	0,2
	ÚP-Jirkov	0,6	1,3	0,9	0,238
2006	MV-přítok	0,3	1	0,5	0,229
	Bílina -přítok	0,9	1,4	1,1	0,182
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	0,7	1,5	0,9	0,241
2007	MV-přítok	0,3	1,4	0,7	0,363
	Bílina -přítok	0,9	2,1	1,2	0,349
	VN-hladina	0,6	0,9	0,8	0,15
	ÚP-Jirkov	0,8	1,5	1	0,201
2008	MV-přítok	0,2	1	0,5	0,233
	Bílina -přítok	0,7	1,5	1	0,221
	VN-hladina	0,4	0,9	0,6	0,146
	ÚP-Jirkov	0,6	1,3	0,9	0,197
2009	MV-přítok	0,3	0,9	0,5	0,217
	Bílina -přítok	0,5	1,4	1	0,252
	VN-hladina	0,3	0,7	0,5	0,169
	ÚP-Jirkov	1,1	1,3	1,2	0,082
2010	MV-přítok	0,2	1	0,6	0,294
	Bílina -přítok	0,8	1,5	1,1	0,251
	VN-hladina	0,5	0,8	0,6	0,125
	ÚP-Jirkov	0,4	1,5	1	0,261
2011	MV-přítok	0,1	1	0,6	0,202
	Bílina -přítok	0,7	1,5	1,1	0,279
	VN-hladina	0,2	1	0,7	0,349
	ÚP-Jirkov				
2012	MV-přítok	0,3	1,2	0,7	0,292
	Bílina -přítok	0,8	1,7	1,1	0,249
	VN-hladina	0,3	1,2	0,6	0,287
	ÚP-Jirkov	0,4	0,4	0,4	0

Tab. 8: Hodnoty ukazatele N - NH<sub>4</sub> za sledované období 2000 - 2012

N-NH <sub>4</sub> (mg/l)					
		Min	Max	Průměr	Směrodatná odchylka
2000	MV-přítok	0,02	0,31	0,18	0,102
	Bílina -přítok	0,02	0,38	0,18	0,127
	VN-hladina	0,02	0,03	0,02	0,005
	ÚP-Jirkov	0,02	0,26	0,13	0,093
2001	MV-přítok	0,02	0,08	0,04	0,019
	Bílina -přítok	0,02	0,03	0,03	0,005
	VN-hladina	0,03	0,04	0,04	0,01
	ÚP-Jirkov	0,02	0,06	0,04	0,011
2002	MV-přítok	0,02	0,06	0,03	0,012
	Bílina -přítok	0,02	0,05	0,03	0,01
	VN-hladina	0,02	0,2	0,06	0,06
	ÚP-Jirkov	0,02	0,05	0,03	0,008
2003	MV-přítok	0,02	0,11	0,05	0,027
	Bílina -přítok	0,02	0,11	0,05	0,023
	VN-hladina	0,04	0,8	0,2	0,38
	ÚP-Jirkov	0,02	0,12	0,05	0,024
2004	MV-přítok	0,02	0,06	0,05	0,006
	Bílina -přítok	0,02	0,05	0,03	0,012
	VN-hladina	0,03	0,04	0,03	0,01
	ÚP-Jirkov	0,02	0,07	0,05	0,013
2005	MV-přítok	0,02	0,07	0,04	0,014
	Bílina -přítok	0,02	0,05	0,03	0,009
	VN-hladina	0,03	0,06	0,05	0,01
	ÚP-Jirkov	0,02	0,07	0,04	0,012
2006	MV-přítok	0,02	0,04	0,03	0,004
	Bílina -přítok	0,02	0,06	0,03	0,011
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	0,02	0,05	0,03	0,008
2007	MV-přítok	0,02	0,04	0,03	0,006
	Bílina -přítok	0,02	0,04	0,03	0,007
	VN-hladina	0,05	0,08	0,07	0,015
	ÚP-Jirkov	0,02	0,06	0,04	0,012
2008	MV-přítok	0,02	0,04	0,03	0,01
	Bílina -přítok	0,02	0,33	0,08	0,104
	VN-hladina	0,02	0,05	0,03	0,014
	ÚP-Jirkov	0,02	0,04	0,03	0,006
2009	MV-přítok	0,02	0,03	0,03	0,007
	Bílina -přítok	0,02	0,04	0,03	0,007
	VN-hladina	0,04	0,05	0,04	0,005
	ÚP-Jirkov	0,02	0,02	0,02	0
2010	MV-přítok	0,02	0,05	0,04	0,013
	Bílina -přítok	0,02	0,05	0,03	0,011
	VN-hladina	0,04	0,05	0,05	0,005
	ÚP-Jirkov	0,02	0,05	0,04	0,011
2011	MV-přítok	0,02	0,05	0,04	0,01
	Bílina -přítok	0,02	0,05	0,03	0,009
	VN-hladina	0,02	0,05	0,04	0,012
	ÚP-Jirkov				
2012	MV-přítok	0,02	0,06	0,04	0,012
	Bílina -přítok	0,02	0,06	0,04	0,013
	VN-hladina	0,02	0,22	0,09	0,076
	ÚP-Jirkov	0,05	0,05	0,05	0



**Tab. 9:** Hodnoty ukazatele pH za sledované období 2000 - 2012

pH					
		Min	Max	Průměr	Směrodatná odchylka
2000	MV-přítok	6,6	7,2	6,8	0,181
	Bílina -přítok	6,3	7,1	6,7	0,282
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	6,3	8	6,6	0,422
2001	MV-přítok	6,6	7,2	6,8	0,216
	Bílina -přítok	6,5	7	6,8	0,1
	VN-hladina	7	7,2	7,1	0,1
	ÚP-Jirkov	6,5	7	6,7	0,147
2002	MV-přítok	6,6	7,2	7	0,27
	Bílina -přítok	6,7	7,4	7	0,3
	VN-hladina	7,4	7,4	7,4	0
	ÚP-Jirkov	6,4	7,2	6,8	0,2
2003	MV-přítok	6,8	7,1	7,2	0,204
	Bílina -přítok	6,3	7,4	7	0,193
	VN-hladina	6,5	9,2	7,7	1,1
	ÚP-Jirkov	6,1	6,9	6,6	0,231
2004	MV-přítok	6,8	7,3	7,1	0,157
	Bílina -přítok	6,6	8,1	7	0,396
	VN-hladina	6,7	7,9	7,2	0,4
	ÚP-Jirkov	6,2	7,1	6,7	0,254
2005	MV-přítok	6,7	7,2	7	0,198
	Bílina -přítok	6,7	7,2	7	0,162
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	6,1	7,7	6,7	0,379
2006	MV-přítok	6,7	7,6	7	0,227
	Bílina -přítok	6,5	7,4	7	0,2
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	6,2	7,3	6,7	0,309
2007	MV-přítok	6,5	7,2	7	0,183
	Bílina -přítok	6,5	7,1	7	0,167
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	6,4	7,2	6,8	0,216
2008	MV-přítok	6,7	7,4	7	0,208
	Bílina -přítok	6,7	7,3	6,9	0,215
	VN-hladina	6,9	8,7	7,7	0,567
	ÚP-Jirkov	6,6	7	6,8	0,155
2009	MV-přítok				
	Bílina -přítok	6	7	6,6	0,432
	VN-hladina	6	7,7	7	0,713
	ÚP-Jirkov				
2010	MV-přítok				
	Bílina -přítok				
	VN-hladina	6	7	6,6	0,432
	ÚP-Jirkov				
2011	MV-přítok				
	Bílina -přítok	6,7	7,2	6,9	0,15
	VN-hladina	6,8	7,2	7	0,169
	ÚP-Jirkov				
2012	MV-přítok	7	7	7	0
	Bílina -přítok				
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov				

Tab. 10: Hodnoty ukazatele TP za sledované období 2000 - 2012

TP (mg/l)					
		Min	Max	Průměr	Směrodatná odchylka
2000	MV-přítok	0,01	0,02	0,01	0,0047
	Bílina -přítok	0,01	0,02	0,02	0,0047
	VN-hladina	0,01	0,02	0,02	0,0047
	ÚP-Jirkov	0,01	0,04	0,02	0,0085
2001	MV-přítok	0,01	0,02	0,02	0,0047
	Bílina -přítok	0,01	0,02	0,02	0,005
	VN-hladina	0,01	0,09	0,04	0,03
	ÚP-Jirkov	0,01	0,03	0,01	0,0064
2002	MV-přítok	0,01	0,04	0,02	0,0101
	Bílina -přítok	0,01	0,03	0,02	0,0069
	VN-hladina	0,01	0,06	0,03	0,02
	ÚP-Jirkov	0,01	0,02	0,02	0,0049
2003	MV-přítok	0,01	0,02	0,02	0,0048
	Bílina -přítok	0,01	0,03	0,02	0,0064
	VN-hladina	0,01	0,01	0,01	0
	ÚP-Jirkov	0,01	0,02	0,02	0,0046
2004	MV-přítok	0,01	0,02	0,01	0,0047
	Bílina -přítok	0,01	0,02	0,01	0,0047
	VN-hladina	0,01	0,02	0,01	0,0047
	ÚP-Jirkov	0,01	0,02	0,01	0,0043
2005	MV-přítok	0,01	0,02	0,02	0,005
	Bílina -přítok	0,01	0,02	0,01	0,0037
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	0,01	0,02	0,01	0,0048
2006	MV-přítok	0,01	0,01	0,01	0
	Bílina -přítok	0,01	0,01	0,01	0
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	0,01	0,01	0,01	0
2007	MV-přítok	0,01	0,01	0,01	0
	Bílina -přítok	0,01	0,02	0,01	0,0037
	VN-hladina	0,01	0,01	0,01	0
	ÚP-Jirkov	0,01	0,01	0,01	0
2008	MV-přítok	0,01	0,02	0,01	0,0049
	Bílina -přítok	0,01	0,04	0,02	0,0109
	VN-hladina	0,01	0,02	0,01	0,005
	ÚP-Jirkov	0,01	0,02	0,01	0,005
2009	MV-přítok	0,01	0,02	0,01	0,005
	Bílina -přítok	0,01	0,02	0,01	0,0047
	VN-hladina	0,01	0,01	0,01	0
	ÚP-Jirkov	0,01	0,01	0,01	0
2010	MV-přítok	0,01	0,03	0,01	0,007
	Bílina -přítok	0,01	0,03	0,02	0,007
	VN-hladina	0,01	0,02	0,01	0,005
	ÚP-Jirkov	0,01	0,01	0,01	0
2011	MV-přítok	0,01	0,03	0,02	0,0069
	Bílina -přítok	0,01	0,04	0,02	0,0086
	VN-hladina	0,01	0,03	0,02	0,01
	ÚP-Jirkov				
2012	MV-přítok	0,01	0,03	0,02	0,0083
	Bílina -přítok	0,01	0,02	0,02	0,0049
	VN-hladina	0,01	0,01	0,01	0
	ÚP-Jirkov	0,01	0,01	0,01	0

Tab. 11: Hodnoty ukazatele CHSK<sub>Cr</sub> za sledované období 2000 - 2012

CHSK <sub>Cr</sub> (mg/l)					
		Min	Max	Průměr	Směrodatná odchylka
2000	MV-přítok	15	15	15	0
	Bílina -přítok	17	17	17	0
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	7	18	12	4,58
2001	MV-přítok	9	16	11	2,861
	Bílina -přítok	6	21	13	4,857
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	8	19	13	2,996
2002	MV-přítok	6	34	16	8,146
	Bílina -přítok	4	28	16	8,259
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	4	23	13	5,607
2003	MV-přítok	4	15	8	2,878
	Bílina -přítok	4	40	14	8,536
	VN-hladina	5	16	11	3,513
	ÚP-Jirkov	4	16	10	3,511
2004	MV-přítok	6	20	11	5,773
	Bílina -přítok	4	17	11	3,435
	VN-hladina	6	12	10,5	2,6
	ÚP-Jirkov	5	13	9	2,283
2005	MV-přítok	8	18	12	3,403
	Bílina -přítok	6	21	11	4,418
	VN-hladina	6	14	10,5	2,95
	ÚP-Jirkov	8	16	11	3,559
2006	MV-přítok	6	19	10	4,448
	Bílina -přítok	6	14	9	2,842
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov				
2007	MV-přítok	8	20	14	3,189
	Bílina -přítok	4	18	10	4,18
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	5	22	12	4,354
2008	MV-přítok	5	14	10	2,533
	Bílina -přítok	5	14	9	2,812
	VN-hladina	8	16	11	2,498
	ÚP-Jirkov	5	11	7	1,884
2009	MV-přítok	6	15	11	2,478
	Bílina -přítok	5	19	10,8	3,543
	VN-hladina	7	19	11	5,437
	ÚP-Jirkov	8	11	10	1,414
2010	MV-přítok	8	20	13	3,127
	Bílina -přítok	5	17	11	3,876
	VN-hladina	9	16	13	2,943
	ÚP-Jirkov	7	12	9	2,039
2011	MV-přítok	11	24	15	3,899
	Bílina -přítok	6	52	15	12,806
	VN-hladina	10	11	10,6	0,471
	ÚP-Jirkov				
2012	MV-přítok	8	20	12	3,955
	Bílina -přítok	4	18	11	3,78
	VN-hladina	9	25	15	5,188
	ÚP-Jirkov	8	8	8	0

Tab. 12: Hodnoty ukazatele  $CHSK_{Mn}$  za sledované období 2000 - 2012

<b><math>CHSK_{Mn}</math> (mg/l)</b>					
		Min	Max	Průměr	Směrodatná odchylka
2000	MV-přítok	2,8	5,2	4,1	0,76
	Bílina -přítok	3,4	10,2	5,3	1,926
	VN-hladina	4,1	4,4	4,3	0,1
	ÚP-Jirkov	1,9	6,2	4,4	1,061
2001	MV-přítok	2,9	5,5	4,3	0,922
	Bílina -přítok	2,5	9,3	5,5	2,132
	VN-hladina	4,4	4,6	4,5	0,1
	ÚP-Jirkov	3,7	7,4	5	1,052
2002	MV-přítok	3,8	19	7,7	4,544
	Bílina -přítok	4,2	14	6,9	3,053
	VN-hladina	4,6	14	7,2	3,2
	ÚP-Jirkov	4,3	8,3	5,8	1,44
2003	MV-přítok	3,4	5	4,2	0,533
	Bílina -přítok	3	11	5,7	2,138
	VN-hladina	4,6	6,4	5,5	0,6
	ÚP-Jirkov	4	7	5	0,734
2004	MV-přítok	2,4	5,4	3,6	0,947
	Bílina -přítok	1,9	6,2	4,5	1,168
	VN-hladina	3,8	4,6	4,4	0,3
	ÚP-Jirkov	4	5,3	4,2	0,48
2005	MV-přítok	3,7	6,6	4,7	1,116
	Bílina -přítok	3	6,6	4,3	1,522
	VN-hladina	4,3	6,7	5,2	0,9
	ÚP-Jirkov	4,2	6,7	4,8	0,658
2006	MV-přítok	3	5,6	4,7	0,729
	Bílina -přítok	3	6,6	4,3	0,992
	VN-hladina	4,2	4,8	4,2	0,3
	ÚP-Jirkov	3,2	5,9	4,5	0,763
2007	MV-přítok				
	Bílina -přítok				
	VN-hladina	3,4	3,8	3,8	0,3
	ÚP-Jirkov	3	8,2	4,6	1,343
2008	MV-přítok	2,2	5,9	4,7	0,806
	Bílina -přítok	3	7	4,8	1,205
	VN-hladina	3,4	4,3	3,8	0,318
	ÚP-Jirkov	3	5,4	3,7	0,757
2009	MV-přítok	2,2	5,9	4,7	0,983
	Bílina -přítok	3,2	9,8	5,6	2,137
	VN-hladina	4,2	5,4	4,8	0,499
	ÚP-Jirkov	4	4,8	4,4	0,329
2010	MV-přítok	2,7	7	5	0,169
	Bílina -přítok	2,4	8,8	5,4	1,956
	VN-hladina	4,3	5,6	4,8	0,572
	ÚP-Jirkov	3,2	5,4	4,5	0,804
2011	MV-přítok	3,2	8,9	4,9	1,683
	Bílina -přítok	3	16	5,5	3,678
	VN-hladina	3,7	4,2	3,9	0,216
	ÚP-Jirkov				
2012	MV-přítok	2,9	8	4,7	1,288
	Bílina -přítok	1,4	8	4,2	1,873
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov				

Tab. 13: Hodnoty ukazatele O<sub>2</sub> za sledované období 2000 - 2003

O <sub>2</sub> (mg/l)					
		Min	Max	Průměr	Směrodatná odchylka
		2000	MV-přítok	8,3	12,9
	Bílina -přítok	9,7	13,3	11,6	1,169
	VN-hladina	9	9,2	9,1	0,1
	ÚP-Jirkov	6,5	13,1	10	2,12
2001	MV-přítok	8,2	13,3	11	1,766
	Bílina -přítok	9,8	13,3	11,4	1,396
	VN-hladina	9	9	9	0
	ÚP-Jirkov	6,3	15,5	10,1	2,536
2002	MV-přítok	8,2	13,6	11,1	1,873
	Bílina -přítok	9	13,3	11,2	1,393
	VN-hladina	9,8	12,2	11,4	0,96
	ÚP-Jirkov	6	13,2	10,1	2,097
2003	MV-přítok	8,9	13,1	10,3	1,25
	Bílina -přítok	9,7	13,1	11,2	1,293
	VN-hladina	8,1	9,9	8,9	0,664
	ÚP-Jirkov	4,3	13,3	10	2,509

Tab. 14: Hodnoty ukazatele BSK<sub>5</sub> za sledované období 2000 - 2012

BSK <sub>5</sub> (mg/l)					
		Min	Max	Průměr	Směrodatná odchylka
2000	MV-přítok	0,3	0,9	0,8	0,138
	Bílina -přítok	0,3	1,4	1,1	0,189
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	0,3	3,1	1	0,815
2001	MV-přítok	0,3	1	0,7	0,171
	Bílina -přítok	0,3	1,6	1	0,369
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	0,3	2,7	0,8	0,739
2002	MV-přítok	0,3	1,9	0,9	0,462
	Bílina -přítok	0,3	1,5	0,8	0,32
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	0,3	3,1	0,9	0,859
2003	MV-přítok	0,3	1	0,7	0,304
	Bílina -přítok	0,3	1,1	0,7	0,323
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	0,3	1,9	1,1	0,6
2004	MV-přítok	0,9	1,8	1,3	0,316
	Bílina -přítok	0,3	1,9	1,3	0,319
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	0,3	2	1,4	0,59
2005	MV-přítok	0,3	1,6	1	0,285
	Bílina -přítok	0,5	1,5	1	0,358
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	0,3	1,6	0,9	0,353
2006	MV-přítok	0,3	2	1,1	0,376
	Bílina -přítok	0,5	1,4	0,8	0,332
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	0,3	1,4	0,7	0,369
2007	MV-přítok				
	Bílina -přítok	0,4	1,9	0,9	0,431
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov	0,4	1,5	0,8	0,314
2008	MV-přítok	0,3	1,9	1,2	0,863
	Bílina -přítok	0,3	2	1,1	0,543
	VN-hladina	0,8	1,8	1,3	0,376
	ÚP-Jirkov	0,5	1,1	0,8	0,238
2009	MV-přítok	0,5	2,1	1	0,421
	Bílina -přítok	0,3	1,7	1,1	0,39
	VN-hladina	1,1	1,7	1,5	0,262
	ÚP-Jirkov				
2010	MV-přítok	0,4	2,4	1,3	0,573
	Bílina -přítok	0,5	2	1	0,455
	VN-hladina	1,2	2	1,7	0,377
	ÚP-Jirkov				
2011	MV-přítok	0,5	3,1	1,5	0,899
	Bílina -přítok	0,7	3,1	1,3	0,679
	VN-hladina	1,8	2,3	2,1	0,205
	ÚP-Jirkov				
2012	MV-přítok	0,4	1,6	1	0,402
	Bílina -přítok	0,3	1,5	0,9	0,32
	VN-hladina				
	ÚP-Jirkov				

**Tab. 15:** Naměřené hodnoty ukazatele N-NO<sub>3</sub> za sledované období 2000-2004, přítok i odtok u vodního toku Bílina

ukazatel	N-NO <sub>3</sub>				
	mg/l			m <sub>3</sub> /s	
parametr	přítok Bílina	přítok Malá voda	odtok Bílina	přítok	odtok
10.2.2000	1,9	1,3	2	2,09	1,69
14.3.2000	1,7	1,1	1,7	2,76	1,96
10.5.2000	1	0,4	1,2	0,52	0,66
7.6.2000	0,8	0,4	0,9	0,33	0,01
3.8.2000	1,2	0,5	0,8	0,07	0,2
23.10.2000	1	0,3	0,9	0,1	0,01
1.3.2001	1,5	0,9	0,9	0,38	0,3
29.3.2001	1,6	1	1,2	1,62	1,28
11.7.2001	1,0	0,4	1,2	0,13	0,01
7.8.2001	1,0	0,4	0,8	0,08	0,01
26.9.2001	1,1	0,3	0,7	0,16	0,01
17.10.2001	0,9	0,2	0,8	0,11	0,01
6.12.2001	1,9		1,3	0,63	0,5
4.2.2002	1,8	1,4	1,6	0,95	0,61
19.2.2002	1,7	1,2	1,8	1,05	1,03
12.3.2002	1,5	1	1,6	0,84	0,67
15.4.2002	1,3	0,6	1,2	0,75	0,65
5.6.2002	1,0	0,5	1,2	0,21	0,28
15.7.2002	0,9	0,4	0,9	0,18	0,01
1.8.2002	1,1	0,4	1	0,11	0,01
22.10.2002	1,0	0,4	0,9	0,21	0,03
12.11.2002	1,6	1,2	0,9	1,32	0,03
9.12.2002	1,6	1	1,2	0,89	0,65
22.1.2003	1,5	1,0	1,4	0,67	0,65
18.2.2003	1,6	1,0	1,5	0,4	0,63
24.3.2003	1,5	1,0	1,4	0,43	0,01
1.4.2003	1,3	0,8	1,4	0,43	0,6
12.5.2003	1,1		1,3	0,40	0,01
26.6.2003	1,1	0,6	1,2	0,14	0,20
7.7.2003	1,0	0,5	1,2	0,13	0,01
12.8.2003	1,1	0,4	1,1	0,06	0,01
18.9.2003	1,0	0,3	1,0	0,04	0,01
9.10.2003	0,9		0,8	0,13	0,01
13.1.2004	1,5	1,3	0,9	0,16	0,01
31.3.2004	1,5	1,0	1,7	0,41	0,3
20.4.2004	1,2	0,5	1,6	0,21	0,01
18.5.2004	0,9		1,3	0,68	0,66
15.6.2004	1,0		1	0,1	0,01
1.7.2004	1,1	0,5	1	0,13	0,01
12.8.2004	1,0		0,9	0,22	0,3
21.10.2004	0,8		0,8	0,14	0,02
15.11.2004	1,4	0,9	0,9	0,16	0,02

**Tab. 16:** Naměřené hodnoty ukazatele N-NO<sub>3</sub> za sledované období 2005-2010, přítok i odtok u vodního toku Bílina

ukazatel	N-NO <sub>3</sub>				
	mg/l			m <sub>3</sub> /s	
	přítok Bílina	přítok Malá voda	odtok Bílina	přítok	odtok
20.1.2005	1,4	1	1,3	1,49	0,68
3.2.2005	1,3	0,9	1,3	0,61	0,64
3.3.2005	1,3	0,8	1,2	0,42	0,28
4.4.2005	1,3	0,8	1,3	1,2	1,23
2.5.2005	1	0,3	1,1	0,32	0,35
6.6.2005	1	0,3	0,8	0,35	0,34
11.7.2005	0,8	0,3	0,8	0,19	0,02
8.8.2005	0,9	0,5	0,8	0,33	0,36
8.9.2005	1	0,3	0,9	0,21	0,22
6.10.2005	1	0,4	0,7	0,1	0,01
3.11.2005	1,1	0,3	0,7	0,22	0,35
1.12.2005	1	0,4	0,7	0,11	0,01
5.1.2006	1,4	0,8	0,8	0,38	0,69
9.3.2006	1,4	0,8	1,1	0,22	0,01
10.4.2006	1,3	1	1,5	1,73	1,94
9.5.2006	0,9	0,4	1,2	0,3	0,44
5.6.2006	0,9	0,3	1	0,18	0,01
11.7.2006	1,0	0,4	0,8	0,17	0,26
3.8.2006	1,0	0,2	0,8	0,04	0,01
4.9.2006	1,0	0,4	0,7	0,06	0,01
5.10.2006	1,0	0,5	0,7	0,11	0,02
2.11.2006	1,0	0,5	0,7	0,07	0,02
1.12.2006	1,2	0,5	0,7	0,05	0,01
9.1.2007	1,7	1,3	0,9	0,26	0,01
1.2.2007	2,1	1,4	1,1	0,53	0,34
1.3.2007	1,5	1,1	1,5	1,08	1,35
3.4.2007	1,2	0,7	1,2	0,31	0,01
5.6.2007	1,0	0,5	1	0,26	0,35
1.8.2007	0,9	0,4	0,8	0,07	0,01
3.9.2007	1,0	0,3	1,1	0,09	0,01
31.1.2008	1,3	0,9	1,2	1,2	1,1
29.5.2008	0,8	0,4	0,7	0,182	0,01
26.6.2008	0,9	0,3	0,7	0,086	0,01
11.9.2008	0,9	0,4	0,6	0,059	0,01
6.10.2008	0,7	0,2	0,6	0,068	0,02
6.11.2008	1,0	0,7	0,6	0,09	0,02
8.12.2008	1,5	1	0,7	0,119	0,02
4.3.2010	1,5	1,1	1,1	0,171	0,02
31.3.2010	1,4	1,5	1,5	1,427	1,256
11.5.2010	0,8	1	1	0,408	0,013
15.6.2010	0,8	0,7	0,7	0,157	0,198
12.7.2010	0,9	0,4	0,4	0,017	0,019