



Fakulta životního  
prostředí

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra aplikované ekologie

## **Vliv urbanizace na ekologický stav Bílého potoka**

Impact of urbanization on ecological status of the Bílý creek

DIPLOMOVÁ PRÁCE

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

Autor: Bc. Jaroslav Punt

2015

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra aplikované ekologie

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jaroslav Punt

Regionální environmentální správa

Název práce

**Vliv urbanizace na ekologický stav Bílého potoka**

Název anglicky

**Impact of urbanization on ecological status of the Bílý creek**

---

### Cíle práce

Cílem práce je na základě terénního monitoringu vyhodnotit vliv urbanizace na ekologický stav drobného vodního toku v Litvínově (Bílý potok).

### Metodika

Rešerše problematiky vlivu urbanizace na vodní toky

Terénní monitoring

- o Ekomorfologický monitoring
- o Pravidelný odběr vzorků vody v měsíčních intervalech
- o Odběr makrozoobentosu metodou kick-sampling

Laboratorní zpracování

- o Analýza vzorků vody základní ukazatele kvality
- o Identifikace makrozoobentosu

Vyhodnocení získaných výsledků, stanovení ekologického stavu vodního toku a identifikace hlavních problémů vedoucích ke zhoršení ekologického stavu toku

Rámcový návrh opatření vedoucích ke zlepšení ekologického stavu zájmového toku

## Doporučený rozsah práce

70 stran

## Klíčová slova

Urbanizace, vodní tok, městské odvodnění, ekologický stav, chemický stav

---

## Doporučené zdroje informací

- Krejčí a kol. (2002): Odvodnění urbanizovaných území koncepční přístup, NOEL 2000, Brno.
- Meyer, J.L., Paul, M.J., a Taulbee, W.K. (2005). Stream ecosystem function in urbanizing landscape. *Journal of North American Benthological Society*, 24(3), 602-612
- Walsh, CH., J. (2000). Urban impacts on the ecology of receiving waters: a framework for assessment, conservation and restoration. *Hydrobiologia*, 431, 107-114.
- Walsh, Ch., J., Allison, H.R., Feminella, J.W., Cottingham, P.D., Groffman, P.M, Morgan II, R.P., (2005). The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. *Journal of North American Benthological Society*, 24(3),706-723.
- Walsh, Ch.J., a Breen, P.F. (1999). Urban stream rehabilitation through a decision-making framework to identify degrading processes and prioritize management action. 2nd Australian Stream Management Conference Proceedings. 673-678

---

## Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

## Vedoucí práce

prof. RNDr. Dana Komínková, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 18. 3. 2014

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

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 3. 2014

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan

V Praze dne 13. 04. 2015

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Vliv urbanizace na ekologický stav Bílého potoka“ vypracoval samostatně pod vedením prof. RNDr. Dany Komínkové, Ph.D., a že jsem uvedl všechny literární prameny a zdroje, ze kterých jsem čerpal.

V Mostě dne 22. dubna 2015

.....  
Bc. Jaroslav Punt  
Tř. Budovatelů 2329  
434 01 Most

#### Poděkování:

V první řadě bych chtěl poděkovat svým rodičům za plnou podporu během mého studia na České zemědělské univerzitě v Praze a rovněž prof. RNDr. Daně Komínkové, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a čas, který mi věnovala při mém zpracování této diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat Ing. Berenice Peštové, Ph.D. z MŽP, Ing. Janě Moravcové z ČIŽP Ústí nad Labem a Mgr. Libuši Opatřilové z VÚV TGM v Praze za zajištění zpracování odebraných vzorků a určení makrozoobentosu. Poděkování rovněž patří kolektivu laborantek z Unipetrol RPA, jmenovitě Monice Feriancové za pomoc při analytickém zpracování vzorků z Bílého potoka.

Také bych chtěl poděkovat Ing. Tomáši Brůnovi, z POH s. p., za poskytnutí dat a informací, které jsem využil v této diplomové práci.

V Mostě dne 22. dubna 2015

.....  
Bc. Jaroslav Punt

## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá vyhodnocením ekologického stavu vodního toku Bílý potok, který pramení v Krušných horách na Mostecku a ústí do řeky Bíliny. Horní část potoka protéká příkrými svahy Krušných hor a voda z potoka je v této části odebírána ÚV Šumná k výrobě pitné vody, kterou je zásoben Ústecký kraj. Střední a dolní část potoka protéká městskou zástavbou, resp. jednou z nejprůmyslovějších oblastí ČR a z důvodu těžby uhlí bylo koryto několikrát přeloženo. Část potoka protéká pod městem Litvínov a pod areálem chemické továrny Unipetrol v Záluží.

Vyhodnocení je stanoveno na základě provedení hydroekomorfologického monitoringu celého potoka, kdy byla sledována míra antropogenního ovlivnění. Dále byl proveden odběr vzorků na stanovení fyzikálně-chemických ukazatelů na 6 profilech. Vzorky byly odebírány v období duben - listopad 2014. Celkem bylo každý měsíc stanoveno 13 ukazatelů laboratorně a 3 ukazatele byly měřeny v terénu. Posledním ukazatelem pro vyhodnocení ekologického stavu, bylo provedení odběru vzorků na stanovení makrozoobentosu, které proběhlo v říjnu 2014.

Klasifikace ekologického stavu byla provedena podle metodik MŽP a porovnána se směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2000/60/EU a jednotlivé výsledky porovnány s platnou legislativou ČR (NV č. 61/2003 Sb., ve znění novel 229/2007 Sb. a 23/2011 Sb. a ČSN 75 7221).

## **Klíčová slova:**

Urbanizace, vodní tok, městské odvodnění, ekologický stav, chemický stav

## **Abstract**

This thesis is focused on the evaluation of the ecological status of the water flow Bílý creek, rising in the Ore Mountains (Krušné hory) in the Most region and emptying into the river Bílina. The upper part of the creek flows through the steep slopes of the Ore Mountains and its water is taken by the Water purification plant Šumná for the production of drinking water used in the Ústí nad Labem region. Medium and the lower part of the creek flows through urban development, or more precisely through one of the most industrial regions in the Czech Republic. The water flow bed has been displaced several times due to the coal mining. A part of the creek flows under the city of Litvinov and under the chemical factory Unipetrol Záluží.

The evaluation is determined according to the hydro-eco-morphological analysis monitoring the degree of anthropogenic influences. Furthermore, samples for determining of physical-chemical parameters at 6 profiles were taken in the period from April to November 2014. In total, 13 laboratory indicators and 3 indicators were measured in the field each month. The last indicator for assessing of the ecological status consisted in sampling for macrozoobentos and took place in October 2014.

The ecological status classification was made according to the methodologies of Ministry of Environment and was compared to the Directive of European Parliament and Council Directive 2000/60/EU and the individual results are compared to the current legislation of the Czech Republic (Government regulation no. 61/2003 Coll., as amended by 229/2007 Coll., 23/2011 Coll. and CSN 75 7221).

## **Keywords:**

Urbanization, Water flow, Urban drainage, Ecological status, Chemical status

## Obsah

1. Úvod.....	12
2. Cíle práce .....	13
3. Hypotéza .....	14
4. Literární rešerše.....	15
4. 1. Význam vody v krajině .....	15
4. 1. 1. Koloběh vody.....	15
4. 1. 2. Znečištění vody.....	16
4. 1. 3. Saprobita vody .....	16
4. 1. 4. Samočisticí schopnost vody.....	19
4. 1. 5. Biotická složka.....	19
4. 1. 6. Chemické a fyzikální ukazatele jakosti vody .....	20
4. 2. Voda a urbanizace krajiny .....	23
4. 2. 1. Historie využívání vody v urbanizovaném území .....	23
4. 2. 2. Historie stokování .....	25
4. 2. 3. Městské odvodnění urbanizovaného území.....	25
4. 3. Legislativa ve vodním hospodářství.....	31
4. 3. 1. Zákon č. 254/2001 Sb. ....	31
4. 3. 2. Směrnice Evropského parlamentu a rady 2000/60/EU.....	32
4. 3. 3. Nařízení vlády č. 61/2003 Sb.....	33
4. 3. 4. Klasifikace vod podle ČSN 75 7221.....	34
5. Charakteristika zájmového území .....	36
5. 1. Geomorfologie a geologie území .....	36
5. 2. Klimatické podmínky .....	37
5. 3. Historie Mostecka a okolí.....	38
5. 3. 1. Průmysl Mostecka a okolí.....	39
5. 4. Charakteristika Bílého potoka .....	39
5. 5. Popis jednotlivých úseků Bílého potoka .....	43
5. 5. 1. BPO001 – říční km: 15,330 – 15,825 .....	43
5. 5. 2. BPO002 – říční km: 13,270 – 15,330 .....	43
5. 5. 3. BPO003 – říční km: 11,810 – 13,270 .....	45
5. 5. 4. BPO004 – říční km: 8,982 – 11,810 .....	45
5. 5. 5. BPO005 – říční km: 6,515 – 8,982 .....	46



5. 5. 6. BPO006 – říční km: 5,978 – 6,515 .....	49
5. 5. 7. BPO007 – říční km: 5,300 – 5,978 .....	50
5. 5. 8. BPO008 – říční km: 2,850 – 5,300 .....	52
5. 5. 9. BPO009 – říční km: 1,741 – 2,850 .....	54
5. 5. 10. BPO010 – říční km: 1,026 – 1,741 .....	54
5. 5. 11. BPO011 - říční km: 0,618 – 1,026.....	55
5. 5. 12. BPO012 – říční km: 0 – 0,618 .....	56
5. 6. Historická trasa Bílého potoka .....	58
5. 7. Povodí Bíliny.....	59
6. Metodika .....	60
6. 1. Metodika odběru vzorků pro stanovení chemického stavu toku .....	61
6. 2. Metodika hodnocení ekomorfologického stavu potoka .....	63
6. 3. Metodika odběru a stanovení makrozoobentosu .....	67
7. Výsledky .....	69
7. 1. Vyhodnocení monitoringu Bílého potoka .....	69
7. 2. Chemické stanovení jakosti vody.....	70
7. 2. 1. Chemická a biochemická spotřeba kyslíku.....	70
7. 2. 2. Makroživiny (N a P) .....	71
7. 2. 3. Laboratorní a terénní stanovení pH .....	73
7. 2. 4. Kyselinová neutralizační kapacita $KNK_{4,5}$ .....	74
7. 2. 5. Rozpuštěné anorganické soli .....	74
7. 2. 6. Konduktivita .....	75
7. 2. 7. Chloridy, fluoridy, sírany.....	75
7. 2. 8. Nerozpuštěné látky .....	77
7. 2. 9. Terénní stanovení rozpuštěného kyslíku a teploty.....	77
7. 2. 10. Vyhodnocení odběrů vzorků fyzikálně-chemických ukazatelů.....	78
7. 3. Určení makrozoobentosu a stanovení saprobního indexu .....	80
7. 3. 1. Profil č. 1.....	80
7. 3. 2. Profil č. 2.....	81
7. 3. 3. Profil č. 3.....	81
7. 3. 4. Profil č. 4.....	82
7. 3. 5. Profil č. 5.....	82
7. 3. 6. Profil č. 6.....	83

7. 3. 7. Vyhodnocení odběru vzorků na stanovení makrozoobentosu .....	83
8. Vyhodnocení ekologického stavu vodního toku .....	87
9. Navrhovaná opatření .....	88
10. Diskuze.....	90
11. Závěr .....	92
12. Použitá literatura a zdroje.....	93

## Seznam zkratk

BSK <sub>5</sub>	Biochemická spotřeba kyslíku 5 denní
ČIŽP	Česká inspekce životního prostředí
ČOV	Čistírna odpadních vod
ČSA	Československé armády
ČSN	Česká státní norma
ČZU	Česká zemědělská univerzita
Č. z. z.	Český zemský zákon
EU	Evropská unie
FŽP	Fakulta životního prostředí
GIS	Geografický informační systém
HMK	Hydromorfologická kvalita
HMS	Hydromorfologický stav
CHSK	Chemická spotřeba kyslíku
JV	Jihovýchod
KNK <sub>4,5</sub>	Kyselinová neutralizační kapacita
LPDK	Lapač písku dešťové kanalizace
MěÚ	Městský úřad
MDS	Mechanická dešťová stoka
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NEK-RP	Norma environmentální kvality – roční průměr
NEK-NPH	Norma environmentální kvality – nejvyšší přípustná hodnota
NL	Nerozpuštěné látky
NV	Narizení vlády
OK	Odlehčovaci komora
POH s. p.	Povodí Ohře, státní podnik
PVA	Povodňová aktivita
PVE	Přečerpávací vodní elektrárna
RAS	Rozpuštěné anorganické soli
Ř. km	Říční kilometr
Si	Saprobní index
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský Tomáše G. Masaryka

# 1. Úvod

Voda je jedním ze základních předpokladů života na Zemi a celá tisíciletí se vyskytovala v relativně velmi čisté podobě. Ke znečištění docházelo pouze vlivem přírodních jevů, podíl člověka byl bezvýznamný. Zhoršování kvality vod docházelo s postupným vědecko-technickým vývojem a rozvojem industrializace. Docházelo k bodovému a plošnému znečištění povrchových a podzemních vod, které zpočátku nikdo významně neřešil (Kavan a Kročová 2013).

Povrchové vody mohou být zdrojem pitné a užitkové vody, zároveň ale recipientem splaškových a průmyslových odpadních vod. Znečištěním tak dochází k potlačení samočisticích procesů a kvalita vody se zhoršuje. Znečištění vod vede k hygienickým, estetickým a biologickým problémům, kdy dochází k úhynu ryb, zápachu vody případně nepřírozenému zabarvení vody (Bumerl 2003).

V části povrchových vod postupně přestává existovat biologický život. Změny k lepšímu byly zahájeny až po přijetí celé řady legislativních opatření na národní a mezinárodní úrovni v druhé polovině 20. století, které se týkaly především ochrany vod před kontaminací závadnými látkami (Kavan a Kročová 2013).

Výrazně se na kvalitě povrchových vod projevuje urbanizace území, kdy jsou upravovány koryta potoků, odvodňovány kvalitní zemědělské půdy a likvidovány lesní porosty. Neustále se rozšiřuje podíl zastavěné plochy a tím se snižuje infiltrace dešťové vody do vody podzemní a zvyšuje se odtok ze zpevněných ploch přímo do recipientů. Tím se do vody dostává určité množství znečišťujících látek (McKinney 2006).

V současné době lze ovšem konstatovat, že jsou nastavena legislativní opatření a prováděny kontroly odpovědnými institucemi, které se snaží zabránit dalšímu zhoršování kvality povrchových vod (Kavan a Kročová 2013).

## **2. Cíle práce**

Hlavním cílem diplomové práce „Vliv urbanizace na ekologický stav Bílého potoka“ je stanovit ekologický stav vodního toku, dle směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 2000/60/EU. Ekologický stav bude stanoven na základě odběrů vzorků na stanovení základních chemických ukazatelů, provedením ekomorfologického monitoringu a odběrem vzorků na stanovení ekologického stavu tekoucích vod pomocí biologické složky makrozoobentos.

Na základě výsledku provedeného šetření budou navržena doporučení případně opatření, k zachování nebo zlepšení současného ekologického stavu Bílého potoka.

### 3. Hypotéza

Bílý potok protéká přibližně polovinu své trasy chladnou horskou oblastí, kde je zachován poměrně přirozený a rychlý spád proudění. Trasa potoka je zastíněna vzrostlými jehličnatými a listnatými stromy a převážná část této oblasti je „uzamčena“ v oboře Fláje, která je pro veřejnost nepřístupná. Z tohoto důvodu se domnívám, že v této oblasti bude ekologický stav potoka klasifikován jako velmi dobrý a bude sloužit jako referenční pro ostatní úseky. Potok by v této části měl mít přírodní charakter. Kvalita vody se zde bude přibližovat nebo dosahovat hodnot pro surovou vodu.

Jakmile potok opustí horskou oblast, domnívám se, že se kvalita vody bude postupně zhoršovat. Vlivem urbanizace, kdy potok protéká městem Litvínov a jednou z nejprůmyslovějších oblastí ČR, která byla kromě výstavby chemických závodů ovlivněna i rozsáhlou těžbou hnědého uhlí, se bude postupně zhoršovat chemický stav, biologická složka a potok bude výrazně upraven. Úpravy budou směřovat k především k ochraně sídel před povodněmi a rychlému odvedení vody. Z toho důvodu bude trasa potoka spíše uměle napřímená. Opevnění koryta a dna potoka bude provedeno kameninou nebo betonem s minimálním množstvím přírodního substrátu, aby nedocházelo k ucpávání vstupů do zakrytých částí a propustků pod komunikacemi a mosty.

Kvalita vody bude v Litvínově ovlivněna splachováním nečistot ze zpevněných ploch při deštích a dolní část úseku v areálu Unipetrol, bude ovlivňovat odlehčovací koryto z potrubí splaškových vod pro ČOV Litvínov. Výrazně se na kvalitě vody v dolním úseku potoka mohou projevit případné havárie v areálu Unipetrol.

Celkově předpokládám, že z důvodu narušení lidskou činností, bude ekologický stav Bílého potoka klasifikován jako střední.

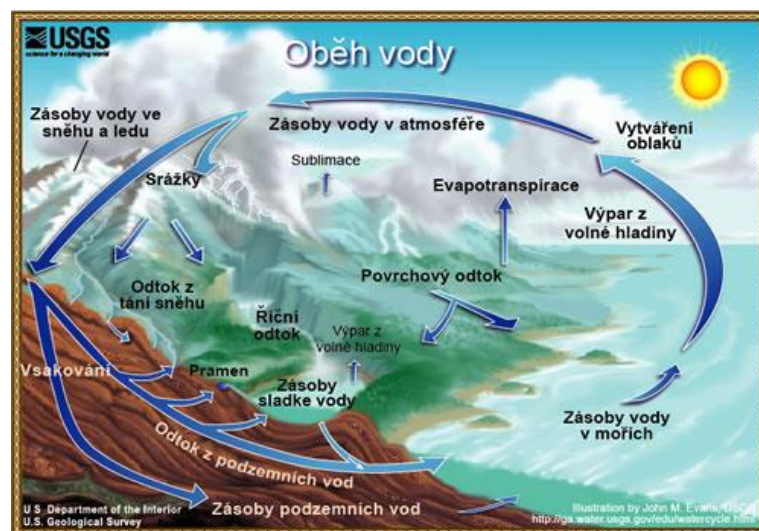
## 4. Literární rešerše

### 4. 1. Význam vody v krajině

#### 4. 1. 1. Koloběh vody

Voda je nejrozšířenější látkou na Zemi. Fyzikálně se voda vyskytuje v přírodě ve všech skupenstvích v závislosti na teplotě. Je nezbytnou složkou životního prostředí. Z hlediska jeho ochrany je významné, že voda je jediným „mobilním“ abiotickým faktorem, který v určitém geografickém prostředí lze přesně sledovat a hodnotit kvantitativně i kvalitativně (retence, odtok apod.). Přenášením různých látek voda signalizuje důsledky přirozených i antropogenních tendencí z jedné oblasti do druhé (Říha 1987). Voda je obnovitelný přirozený zdroj. Základní charakteristikou vody je její pohyblivost a neustálý cyklus (Slavík a Neruda 2004; Slavík a Neruda 2007).

Hydrologický cyklus (obr. č. 1) je uzavřený a nepřetržitý proces cirkulace vody na Zemi za spolupůsobení slunečního záření a gravitace. Odpařený objem vody z ploch moří a oceánů je ve formě vodní páry shromažďován nad kontinenty, odkud je v kapalně nebo tuhé formě srážek vrácen zpět na povrch. Tyto srážky odtékají povrchově, pod zemí, nebo se odpaří. Délka koloběhu vody (výpar, srážky) je 9 dní. Hlavní zásoby sladké vody jsou v ledovcích. Na pevnině v přirozených i umělých nádržích, v tocích a vyplňuje i dutiny v půdě. Voda je obsažena také v organismech (Říhová Ambrožová 2003).



Obr. č. 1 – Koloběh vody (Evans, USGS).

Oběh vody zajišťuje fungování klimatického systému Země (Němec a Hladný 2006). Základními složkami oběhu vody v přírodě jsou srážky, výpar, odtok (povrchový, podpovrchový a podzemní) a voda akumulovaná v přirozených a umělých

nádržích (Říha 1987). Koloběh probíhá v tzv. velkém oběhu (výpar z oceánů → přenos vody na kontinenty → srážky na pevninu → odtok řekami a pod zemským povrchem do oceánů), nebo v tzv. malém oběhu (dochází k němu pouze nad oceánem nebo pouze nad pevninou). Velký oběh zajišťuje vyrovnávání teplotních rozdílů v měřítku naší planety (Němec a Hladný 2006).

Voda v krajině je nenahraditelné bohatství přírody, které určuje její mnohotvárnost, druhovou rozmanitost i ekologickou stabilitu. Nejvýznamnějšími funkcemi vody v krajině jsou: biologická, hospodářská, kulturní a estetická, zdravotní a rekreační, energetická a transportní, krajinytvorná, environmentální (Plecháč 1989, Slavík a Neruda 2004).

#### **4. 1. 2. Znečištění vody**

Za znečištění vody se považuje jakékoliv zhoršení její kvality proti přirozenému stavu (Říha 1987). Jedná se o stav, kdy se původní chemické, fyzikální a biologické vlastnosti povrchové vody mění natolik, že jejich původní hospodářská využitelnost je minimální. Přirozené znečištění nastává v ekosystému postupně přísunem organických a anorganických látek. Jedním z přírodních znečištění je eroze dna, břehů a půdy v povodí, spad listů a přísun uhynulých částí těl rostlin a živočichů. Toto znečištění je v přírodě eliminováno existencí samočisticích pochodů, kdy jsou organické látky přeměňovány chemickými procesy na látky minerální. Antropogenní znečištění způsobuje člověk, který svojí činností umožňuje přesun nežádoucích látek do vodního prostředí, čímž se zhoršuje kvalita vody (Říhová Ambrožová 2007).

Znečištění lze dále rozdělit na primární a sekundární. Primární vzniká přímo ve styku s odpady a odpadními vodami. Sekundární znečištění vodního prostředí nastává v důsledku rozkladu nadměrného množství odumřelé organické hmoty (např. řasy). Samostatný problém tvoří znečištění vodních ploch plovoucími předměty a odpady v nejvyšší možné koncentraci (Říha 1987). Zdroje znečištění se mohou dělit podle místa vzniku, rozsahu zasaženého území a podle účinku. Mezi největší problémy současnosti patří acidifikace a eutrofizace vod, celkové oteplování vody a zvyšující se obsah těžkých kovů (Adámek 2008). Nejvíce ovlivňují kvalitu vod látky rozpuštěné ve vodě, které ovlivňují kvalitu v celém objemu. V ojedinělých případech může dojít ke zvratu biochemického rozkladu z aerobních do anaerobních poměrů (Richter 2005).

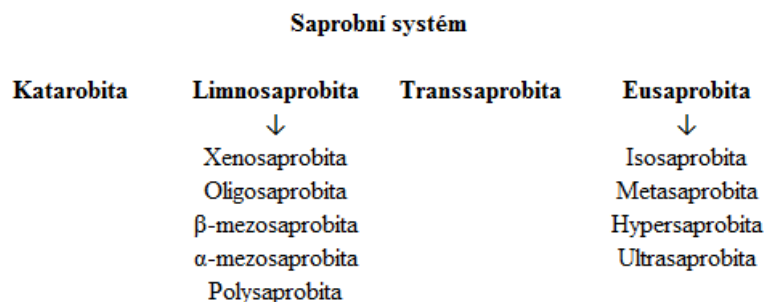
#### **4. 1. 3. Saprobita vody**

Saprobita (z řečtiny *Sapros = hnilobný*) je soubor vlastností vody, který je podmíněn znečištěním vody vyvolaným přítomností organických látek následkem biochemického rozkladu nebo činností destruentů. Saprobni poměry ve vodách jsou charakterizovány strukturou a funkcí saprobniho společenstva, které má určité složení, charakter a sukcesí (střídání ve skladbě společenstva). Saprobni sukcese může být progresivní (primární) a regresivní (sekundární), jedná se o protichůdné procesy



(Říhová Ambrožová 2007). Biologický stav je charakteristický změnami ve složení vodních biocenóz, kterými se biocenózy znečištěné vody liší od biocenóz vod neznečištěných (Říha 1987). V závislosti na kvalitě vody je v ní přítomno určité společenstvo organismů, které svým výskytem mění výsledné vlastnosti povrchové vody. Vytváří se biologická rovnováha, při jejímž porušení se systém snaží o samovolný proces navrácení se do původního stavu (Říhová Ambrožová 2007).

Rozdělení systému saprobity na obrázku č. 2 (Říha 1987; Říhová Ambrožová 2007):



Obr. č. 2 – schéma saprobniho systému (autor, upraveno z Říhová Ambrožová 2007).

**Katarobita** - představuje nejčistější vody bez znečištění. Při jejich hodnocení nemá BSK<sub>5</sub> žádný význam (nezměřitelné). Příkladem jsou podzemní vody, prameniště, studniční voda, upravená voda po úpravárenském procesu, kdy voda splňuje kvalitativní limity dle vyhlášky.

**Limnosaprobita** - podzemní, povrchové, užitkové či provozní vody. Znečištění je odstupňováno dle aerobních až mikroaerobních poměrů do 5 podskupin - xenosaprobita (x), oligosaprobita (o), β-mezosaprobita (β), α-mezosaprobita (α) a polysaprobita (p):

- Xenosaprobita (index saprobity: 0 - 0,5): patří sem chladné horské potoky, bystřiny a pramenné potoky. Voda je velmi vhodná pro vodárenské úpravy z důvodu zanedbatelného obsahu organických látek. Mikrobiální oživení je nízké. Hodnota rozpuštěného kyslíku je vyšší než 8 mg/l. BSK<sub>5</sub> = 1 - 2 mg/l.
- Oligosaprobita (0,51 - 1,5): jedná se o čisté vody, lipanová a zčásti parmová pásma toků. Mikrobiální oživení nízké. Voda vhodná pro vodárenskou úpravu a rekreační účely. Hodnota rozpuštěného kyslíku je vyšší než 6 mg/l. BSK<sub>5</sub> = 2,5 - 5 mg/l.
- β-mezosaprobita (1,51 - 2,5): v přirozeném stavu parmová a především cejnová pásma řek, tj. znečištění způsobené přirozenými procesy. Mírně znečištěná voda, považuje se za tzv. klimaxové stádium, kterého je voda schopná přirozenými procesy maximálně dosáhnout bez lidského zásahu. Ve vodách je největší druhové zastoupení organismů. Voda je vhodná k rekreaci, méně

vhodná pro vodárenství. Hodnota rozpuštěného kyslíku je vyšší než 4 mg/l. BSK<sub>5</sub> = 5 - 10 mg/l.

- $\alpha$ -mezosaprobita (2,51 - 3,5): voda natolik znečištěná, že zvýšené množství organických látek vede ke změnám v přirozených životních společenstvech. Vysoký přísun látek vede k nadměrné produkci organismů a tím ke snižování rozpuštěného kyslíku ve vodě. Zvýšený je především počet bakterií. Typickým příkladem jsou toky pod vyústěním splaškových vod. Přirozeným pochodem se kvalita vody postupně zlepšuje a vrací do původního stavu. Voda není vhodná ke koupání z důvodu výskytu zárodků infekčních chorob. Hodnota rozpuštěného kyslíku je vyšší než 2 mg/l. BSK<sub>5</sub> = 10 - 15 mg/l.
- Polysaprobita (3,51 - 4,5): silně znečištěné toky. Oxidačními pochody je výrazně snížen až vyčerpán obsah kyslíku. Převažují mikroaerobní podmínky. Na dně se ukládá sírníkové bahno. Tyto vlastnosti jsou charakteristické pro části toků pod vyústěním nedostatečně čištěných odpadních vod. Ryby se zde vyskytují vzácně. Hodnota rozpuštěného kyslíku je vyšší než 0,1 mg/l. BSK<sub>5</sub> = 50 - 100 mg/l.

**Transsaprobita** - silně znečištěné povrchové i podzemní vody. Nejedná se přímo o saprobitu. Ve vodě se vyskytují toxické látky (anorganické a organické), zejména v průmyslových odpadních vodách. Pokud tato voda přitéká do povrchové nebo podzemní vody, jež se nachází v různém saprobním stupni, nastává antisaprobita (začnou působit toxické látky). Jedná se o negativní mikrobiologické oživení. Dalším stupněm může být radiosaprobita (působení nuklidů) a kryptosaprobita, která charakterizuje zhoubné vlivy fyzikálních faktorů a vzniká např. negativním působením mrazu, tepelného zatížení recipientu apod.

**Eusaprobita** - Téměř odpadní vody, možný výskyt i v tocích pod velkými aglomeracemi. Častá přítomnost toxických látek. Vodní ekosystém tvoří pouze bakterie a prvoci. Absence producentů. Tato třída se dále dělí na isosaprobitu, metasaprobitu, hypersaprobitu a ultrasaprobitu. Saprobní index 4,51 a více. BSK<sub>5</sub> = 400+ mg/l.

Saprobní index ovlivňuje hodnota BSK<sub>5</sub>, trofie vody a i některé abiotické faktory (rychlost proudění), toxicita a popř. i radioaktivita. Organismy žijící v nejvíce zatížených vodách jsou saprobionti, organismy žijící ve znečištěných vodách jsou saprofilní a organismy, které se vyhýbající znečištění jsou saproxenní (Říhová Ambrožová 2007, Rödlová 2012).

#### 4. 1. 4. Samočisticí schopnost vody

Jedná se o souhrn fyzikálních, chemických a biologických pochodů. U tekoucích vod je samočisticí schopnost závislá na hydraulických poměrech (vliv bystřinného nebo říčního charakteru toku, poměr šířky koryta k hloubce vody, teplota vody aj.). Základem samočištění je přirozené odbourávání organických látek (včetně ostatního znečištění). Samočištění je závislé na hodnotě rozpuštěného kyslíku ve vodě. Nejlepší samočištění tedy probíhá v peřejnatých a dobře prokysličených tocích. Po přítoku odpadní vody do recipientu okamžitě začnou probíhat dva procesy, při kterých se kyslík rozpuštěný ve vodě spotřebovává při biochemických procesech a druhý proces, při kterém nastává sycení vody kyslíkem ze vzduchu a produkcí vodních rostlin. K podpoře samočisticích schopností toků se v době sucha nadlepšují průtoky z akumulčních prostorů. Aerace vody se zlepšuje příčnými stavbami. Naopak jezové zdrže samočisticí schopnost toků snižují, z důvodu zvětšené hloubky vody (Říha 1987). Příkladem fyzikálních pochodů je sedimentace nerozpuštěných látek, odplavování usazenin, přestup a difúze kyslíku. Chemickými pochody jsou oxidačně redukční procesy, srážecí a neutralizační reakce. Biologické pochody představují největší podíl z celého procesu. Rozpuštěné i nerozpuštěné látky jsou potravou vodních organismů. Zásahy do přirozeného ekosystému (meliorace a „kanalizace“ toků) napomáhají zpomalovat proces samočištění. V dlouhodobě znečišťovaných vodách klesá například druhová diverzita rybích populací, klesá jejich počet a projevuje se stresový faktor. Citlivější organismy jsou nahrazovány organismy odolnějšími (Říhová Ambrožová 2003). Samočisticí kapacita povrchových vod je omezená. Počáteční rychlost samočisticích procesů je vysoká. S vyčerpáním kyslíku se jejich rychlost zpomaluje a v krajním případě se mohou zastavit. Zastavit se mohou například při výskytu toxických látek ve vodách, které blokují biochemické procesy (Richter 2005).

#### 4. 1. 5. Biotická složka

Biotická složka životního prostředí se z ekologického hlediska člení na 3 skupiny organismů podle jejich trofie (způsob výživy). Jsou to producenti, konzumenti a destruenti, Vzájemné vztahy mezi uvedenými ekologickými skupinami organismů znázorňuje trofická pyramida. Jedná se o zjednodušené rozdělení organismů (Říhová Ambrožová 2003):

- a) Destruenti (rozkladači) – viry, bakterie a houby. Svoji potravu rozkládají pomocí exoenzymů. Z biochemického hlediska se jedná o organismy chemoorganotrofní. Živí se organickými látkami.
- b) Producenti – mikrofyta, makrofyta. Živí se anorganickými látkami, z nichž syntetizují organické látky. Pokud je při syntéze organických látek zdrojem světelné záření, jedná se o fotosyntézu. V případě, že je zdrojem pro syntézu anorganická reakce, označujeme proces jako chemosyntéza. Z biochemického

hlediska se jedná o organismy fotolitotrofní, fotoorganotrofní a chemolitotrofní.

- c) Konzumenti – většina zástupců jednobuněčných (Protozoa) a mnohobuněčných organismů (Metazoa). Přijímají hotové organické látky a ve svém těle je zpracovávají endoenzymy ke stavbě svého těla. Jedná se o organismy organotrofní.
- Primární konzumenti – živí se rostlinnou stravou
  - Sekundární konzumenti – masožravci
  - Terciální konzumenti – predátoři malých masožravců

#### 4. 1. 6. Chemické a fyzikální ukazatele jakosti vody

Ukazatele se vyjadřují hodnotou přípustného znečištění povrchových vod. Tyto ukazatele jsou rozděleny do sedmi základních skupin: kyslíkový režim, živiny, základní chemické složení, radioaktivita, bakteriální znečištění a nebezpečné a zvláště nebezpečné látky. Řídícím dokumentem je Nařízením vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění novel č. 229/2007 Sb. a 23/2011 Sb. (Němec a Hladný 2006).

Základní popis sledovaných ukazatelů na Bílém potoce, které jsou v práci použity:

Chemická spotřeba kyslíku – je množství kyslíku, které se za přesně stanovených podmínek spotřebuje na oxidaci organických látek ve vodě se silným oxidačním činidlem. Hodnota CHSK je tak mírou celkového obsahu organických látek ve vodě (Vymazal 2004). Stanovené CHSK je vždy vyšší než hodnota BSK, a to z důvodu vyšší intenzity chemické oxidace látek dichromanem nebo manganistanem draselným proti oxidaci biochemické (Richter 2005).

Biochemická spotřeba kyslíku – je definována jako množství kyslíku spotřebovaného mikroorganismy pro rozklad organických látek za aerobních podmínek. Vyjadřuje se v mg/l. Hodnota BSK závisí na době inkubace. Používá se jako míra koncentrace biologicky rozložitelných látek (Chudoba a kol. 1991, Pitter 2009). Nejčastěji se stanovuje BSK<sub>5</sub>, tzn. biochemická spotřeba kyslíku za 5 dní - inkubace po dobu 5 dní, při teplotě 20°C a za vyloučení atmosférického kyslíku, světla a při aerobních podmínkách během celé inkubace – nasyceno 9mg O<sub>2</sub>/l (Vymazal 2004, Richter 2005).

Fosfor – přírodním zdrojem ve vodách je rozpouštění a vyluhování některých půd, minerálů a zvětváváním hornin. Antropogenním zdrojem anorganického fosforu

mohou být některé prací, čisticí a mycí prostředky. Dalším zdrojem je používání fosforečných hnojiv. Člověk denně vylučuje asi 1,5 g fosforu, který přechází do splaškových vod. Vzhledem k antropogenním vlivům se denní produkce může pohybovat až okolo 3 mg P na 1 obyvatele za 1 den. Zdrojem organického fosforu je rozkládající se biomasa fytoplanktonu a zooplanktonu, která se usazuje na dně toků, jezer a nádrží. Fosfor má klíčový význam pro eutrofizaci povrchových vod (Pitter 2009), zároveň má mimořádný význam jako prvek často limitující produkční procesy ve vodních ekosystémech (Lellák a Kubíček 1991). Hygienický význam fosforečnanů je velmi malý. Jsou zdravotně nezávadné (Pitter 2009).

Dusík – spolu s fosforem patří mezi nejdůležitější makrobiogenní prvky. Je nezbytný pro rozvoj mikroorganismů. Splaškové odpadní vody jsou jedním z významných zdrojů anorganických a organických sloučenin dusíku. Specifická produkce celkového dusíku je 12 g na 1 obyvatele za 1 den (Pitter 2009):

- Amoniakální dusík působí velmi toxicky na ryby. Toxicita závisí na hodnotě pH vody. Za oxických podmínek je nestálý a velmi snadno podléhá biochemické oxidaci (nitrifikaci). Amoniakální dusík je z hygienického hlediska velmi závadný, protože je jedním z primárních produktů rozkladu organických dusíkatých látek. Je důležitým chemickým indikátorem znečištění. Hodnota pro pitnou vodu by měla být udržována co nejnižší. Imisní standard pro znečištění povrchových vod je 0,5 mg/l.
- Dusičnany se vyskytují téměř ve všech vodách a patří mezi hlavní anionty. Jejich koncentrace v přírodních vodách vzrůstají v důsledku vzrůstajícího počtu obyvatel a zemědělské činnosti. V přírodních vodách se hodnota dusičnanů může měnit v závislosti na vegetačním období. Dusičnany jsou konečným produktem mineralizace organicky vázaného dusíku. Za oxických podmínek je stabilní, za anoxických podmínek podléhá biologické denitrifikaci za vzniku elementárního dusíku. Pro ryby jsou velmi slabě jedovaté. Toxické a letální účinky se projevují až při hodnotách nad 1000 mg/l. Dusičnany patří mezi nutrienty, které nepříznivě ovlivňují eutrofizaci povrchových vod. Obecný imisní standard dusičnanového dusíku ( $\text{N-NO}_3^-$ ) pro přípustné znečištění povrchových vod je 7 mg/l ( $\text{NO}_3^- = 31 \text{ mg/l}$ ).

KNK<sub>4.5</sub> – kyselinovou neutralizační kapacitou se rozumí látkové množství silné jednosytné kyseliny, které spotřebuje 1 litr vody k dosažení určité hodnoty pH (Pitter 2009). Jedná se o míru pufrací kapacity vody – schopnost neutralizovat kyselinu (Lellák a Kubíček 1991).

pH – je definováno jako záporný logaritmus látkové koncentrace (aktivity) vodíkových iontů (Malý a Malá 2006) a má mimořádný význam, protože ovlivňuje většinu fyzikálně chemických, chemických a biochemických procesů probíhajících

ve vodách (Pitter 2009). Hodnota pH prostředí má úzký vztah s probíhající fotosyntézou. Při intenzivní fotosyntéze se odčerpává oxid uhličitý a dochází tak k narušení uhličitano-vápennaté rovnováhy a hodnota pH se posouvá do alkalické oblasti až na pH 11 (Říhová Ambrožová 2003). V čisté vodě je pH 7. Přídavkem kyseliny (iontů  $H^+$ ) se koncentrace  $H^+$  zvyšuje a klesá hodnota pH, přídavkem zásady (iontů  $OH^-$ ) je provázen snížením koncentrace  $H^+$ . Čím je koncentrace vodíkových iontů vyšší, tím nižší je hodnota pH, která může být v rozmezí 0 až 14 (Lellák a Kubíček 1991, Malý a Malá 2006). V čistých přírodních vodách je hodnota pH v rozmezí od 4,5 do 9,5 dána obvykle uhličitánovou rovnováhou. Povrchové vody, s výjimkou vod z rašelinišť a acidifikovaných vod nádrží a jezer, mívají hodnoty pH v rozmezí 6 – 8,5. Mezní hodnota pro pitnou vodu je 6,5 – 9,5. Optimální hodnota pro ryby se pohybuje mezi 6,5 – 8,5 a přípustné jsou hodnoty 6 – 9 (Pitter 2009).

Konduktivita – jedná se o míru koncentrace ionizovatelných anorganických a organických součástí vody. Z její hodnoty lze posoudit úplnost chemické analýzy iontových složek vody. Konduktivita závisí na koncentraci iontů, jejich nábojovém čísle, pohyblivosti a teplotě. Mezní hodnota pro pitnou vodu při teplotě 25°C činí 125 mS/m. V povrchových vodách využívaných jako zdroj pitné vody se požaduje cílová hodnota konduktivity 100 mS/m (Pitter 2009). Čistá voda je špatným vodičem elektrického proudu, ale všechny přirozené povrchové vody obsahují rozpuštěné soli, které v iontové formě mohou vést elektrický proud (Gerstmeier a Romig 2003).

Nerozpuštěné látky – v přírodních vodách patří mezi NL různé formy hlinitokřemičitanů, hydratované oxidy kovů, fytoplankton, zooplankton, tuky a oleje. Nerozpuštěné látky jsou definovány jako tuhé látky odstranitelné filtrací nebo odstředěním za určitých podmínek. Dělí se na usaditelné, neusaditelné a vzplývavé. U povrchových vod se NL rozlišují na plaveniny, sedimenty a splaveniny. V povrchových vodách jsou ukazatelem znečištění vody. Hodnoty NL vzrůstají například při povodních v důsledku splachu z okolní půdy (Pitter 2009).

Sírany – patří k základním aniontům v přírodních vodách. Sírany v koncentracích běžně se vyskytujících v povrchových a prostých podzemních vodách nemají hygienický význam. Při vysokých koncentracích ovlivňují chuť vody. Přípustné znečištění povrchových vod je 300 mg/l (Pitter 2009).

Fluoridy – koncentrace fluoridů v povrchových vodách bývá obvykle nízká a činí jen setiny až desetiny mg/l. Výskyt fluoru závisí na geologickém podloží. V oblasti Krušných hor se nacházejí ložiska kryolitu, která jsou příčinou vyšších koncentrací fluoridů v pitné vodě podzemního původu (0,2 – 0,3 mg/l). Fluoridy mohou působit toxicky na různé vodní organismy. Jejich negativní vliv je větší ve vodách méně mineralizovaných. Biologická využitelnost fluoridů se snižuje s vyšší koncentrací vápníku a chloridů. Ryby a zooplankton jsou citlivější na fluoridy než fytoplankton

a makrofyta. Hodnoty fluoridů do 0,5 mg/l, by v méně mineralizovaných vodách neměly mít na organismy škodlivý vliv (Pitter 2009).

Chloridy – jedná se o nejrozšířenější formu sloučenin chloru ve vodách. Patří k základním aniontům vyskytujících se v přírodních vodách. V neznečištěných atmosférických vodách se nacházejí koncentrace chloridů i pod 1 mg/l. V prostých podzemních a povrchových vodách se obvykle koncentrace pohybuje od jednotek až desítek mg/l. Chloridy jsou hygienicky nezávadné, ale ovlivňují její chuť. Chloridy patří mezi silně agresivní sloučeniny, které způsobují korozi (Pitter 2009).

Rozpuštěné anorganické soli – určují koncentraci minerálních látek – solí ve vodě. S růstem koncentrace a teploty se zvyšují jejich korozivní účinky na betonové a kovové konstrukce. Nejzávažnější potíže způsobují ionty amonné, dusičnanové a fosforečnanové. Tyto živiny mohou za příznivých tepelných a světelných podmínek vyvolat růst biomasy spojený s eutrofizací vod (Richter 2005).

Rozpuštěný kyslík – koncentrace rozpuštěného kyslíku je jedním z hlavních ukazatelů kvality vody. Jedná se o významný indikátor biologického znečištění povrchových vod (Pitter 2009). Rozpuštěný kyslík ve vodě pochází z fotosyntetické činnosti vodních rostlin a ze vzduchu. Kyslík spotřebovávají při respiraci živočichové i rostliny. Během noci dochází vlivem dýchání rostlin a živočichů k poklesu rozpuštěného kyslíku ve vodě. Maximální koncentrace bývá obvykle v pozdním odpoledni (Lellák a Kubíček 1991).

Teplota – je jedním z nejvýznamnějších ukazatelů jakosti a vlastnosti vody. Výrazně ovlivňuje chemickou a biochemickou reaktivitu i v poměrně úzkém teplotním rozmezí přírodních vod a to od 0°C přibližně do 30°C. Teplota ovlivňuje rozpustnost kyslíku, rychlost biochemických pochodů a tím i celý proces samočištění (Pitter 2009). Teplotní poměry a teplota vody mohou být ovlivněny zejména vypouštěním oteplených vod z velkých průmyslových provozů nebo z velkých měst (Rosendorf 2011).

## **4. 2. Voda a urbanizace krajiny**

### **4. 2. 1. Historie využívání vody v urbanizovaném území**

Tvář krajiny ovlivňuje člověk velmi dlouho, a to již od doby přechodu společnosti z lovecké na pasteveckou a pěstitelskou, v období neolitu (přibližně 5000 let př. n. l.), kdy již byly známy zásahy do odtokových poměrů (odlesňování,

intenzivní vypásání travinných ekosystémů a zahájení intenzivního obdělávání půdy). Ve starověku v oblasti Středního východu (povodí Eufratu a Tigridu) a Egypta (povodí Nilu) docházelo k prvním místním regulacím řek (závlahové kanály, opevnění břehů) a k intenzivnímu zavlažování zemědělské půdy. V tomto období byl také poprvé zaveden pojem „vodoprávní jednání“ (spory měst Ur, Eridu, Nirive a Akkad o vodu z Eufratu), který používáme dodnes. Ve starověké Číně vytvořil stavitel Iy systém řízení průtoků na řekách Jangc'iang a Chuang Che, a omezil tak katastrofické povodně na 1x za 10 – 20 let (Říha 1987; Adámek 2008).

K hospodářským účelům se využívali mlýny. Ve střední Evropě byl na základě archeologických nálezů zjištěn první mlýn na konci 7. století (Horní Bavorsko). V Čechách pochází nejstarší zmínky o mlýnech a náhonech na Vltavě z konce 10. století (Matoušek 2010). Dále vznikaly u řek pily, hamry, koželužny, vodárny apod. (Říha 1987).

Ve středověku, především v Evropě, začalo významné odlesnění povodí, které proběhlo ve dvou vlnách kolonizace a způsobilo změnu odtokových poměrů, jejich časování a rychlosti. V období průmyslové revoluce a hlavně na konci 19. století došlo rozvojem stavitelství k prvním velkým úpravám vodních toků a přehradních jezer. S rozvojem potřeby vody od počátku 19. století se začaly realizovat přímé odběry z toku a podzemních vod z nivy řek pro potřeby průmyslu – výroba technologické a pitné vody a výstavba elektráren. V těchto případech se snížil průtok v mateřském toku pod místem odběru odvedením do náhonu, derivačního kanálu nebo do technologického provozu a často dochází i ke snížení hladiny podzemních vod v nivě vodoteče. Vždy dojde ke změně hydrologického režimu úseku. Odvedená voda se většinou vrací do toku v menším množství. Nejvíce jsou ovlivněny úseky, které využívají vodní energii k výrobě elektřiny, např. v horním toku Rýna je několik až 30 km dlouhých úseků se silně omezeným až nulovým průtokem (Adámek 2008).

Toky byly a jsou upravovány zejména za účelem zvýšení ochrany sídel a majetku před povodněmi, pro efektivnější využití v zemědělství či dopravě i v důsledku intenzivní urbanizace a industrializace krajiny. V Čechách je s úpravou toků nejvíce spojováno období socialistického režimu v 70. a 80. letech 20. století, ale rozsáhlé a necitlivé zásahy do říční sítě vznikaly i mnohem dříve. Úpravy vodních toků, jsou na českém území dokumentovány již od 18. století, kdy začalo budování regulací, plavebních kanálů, náhonů i protipovodňových úprav. S rozvojem měst a industrializace započala snaha využít energetický a dopravní potenciál vodních toků ale zároveň i chránit majetek před povodněmi. Nejdříve se tedy začaly regulovat významné toky v nížinných oblastech, kde byla vysoká koncentrace obyvatel a průmyslu. Rozvoj regulace drobných toků přišel s tzv. melioračním zákonem z roku 1884, k plošně rozsáhlým úpravám toků však docházelo až v souvislosti s pozemkovou reformou v letech 1919–1935. V období první republiky vrcholily úpravy významných toků, včetně úpravy drobných toků v zemědělské krajině. Nejčastěji se jednalo o napřímení drobných toků za účelem odvodnění zemědělsky využívaných ploch a o výstavbu protipovodňových hrází. Intenzifikace zemědělství a snaha využít i méně vhodné pozemky k pěstování plodin vedly k masivním úpravám drobných vodních



toků, velkoplošnému odvodňování a melioracím zemědělských ploch (Němec a Hladný 2006; Langhammer 2007b).

#### **4. 2. 2. Historie stokování**

V roce 2600 př. n. l. byla v hrobce egyptské královny Sahúre vybudována první kanalizace na odvádění dešťových vod. První veřejná kanalizace byla zbudována kolem roku 1700 př. n. l. v Babylonu a v Ninive (Němec a Hladný 2006).

V antickém Římě byl postaven nejstarší vodovod v roce 312 př. n. l. Appiem Claudiem „*aqua Claudia*“, poté následovaly další. Použitá voda se odváděla do řeky Tiber, přes vypouštění do potoků tekoucích Římem nebo se dostávala do řeky z velké stoky „*cloaca maxima*“ (Burián 1970). Stoka byla vybudována k odvodnění půdy. Ve středověku jako kanalizace sloužila běžně ulice (Němec a Hladný 2006). Počátkem 14. století se začalo v Praze s dlážděním příkopů uličních stok, které byly budovány podél cest (Caha a kol. 2013). V roce 1660 byly vybudovány také první stoky. Mezi lety 1816-1828 bylo postaveno 44 km primitivních stok, odvádějících odpadní vodu do Vltavy. Domovní přípojky byly dřevěné (Němec a Hladný 2006). Počátky budování moderních stokových sítí spadají do konce 19. a první poloviny 20. století, kdy k odvádění odpadních vod z urbanizovaných území bylo založeno na tzv. klasickém přístupu, což znamenalo co nejrychlejší odvedení srážkových vod do vodních toků, aniž by vznikaly nepřijatelné škody. Stavěly se převážně systémy jednotné kanalizace, kdy byly splašky a srážkové vody společně odváděny na čistírnu odpadních vod. Nebyla brána v úvahu ani možná retence odpadních vod v povodí lidských sídel, ani znečištění vodních toků nekontrolovatelným vypouštěním odpadních vod do toků. V posledních dvou desetiletích si však prudký nárůst urbanizace a s tím spojená technická opatření v městském odvodnění vyžádaly podstatné modifikace v koncepčním přístupu. S rozvojem nových poznatků, matematických simulací a výpočetní techniky ruku v ruce s koncepcí trvale udržitelného rozvoje dochází v dnešní době ke změně přístupu ve vymezení úlohy odvodnění, navrhování a projektování systémů městských kanalizací. Původním cílem bylo pouze odvést a odstranit odpadní vodu z urbanizovaného povodí, dnes se moderní představa o řešení odvodnění vyvinula v celý integrovaný systém městského odvodnění – tj. stoková síť – čistírna odpadních vod – recipient (Mičínová 2005).

#### **4. 2. 3. Městské odvodnění urbanizovaného území**

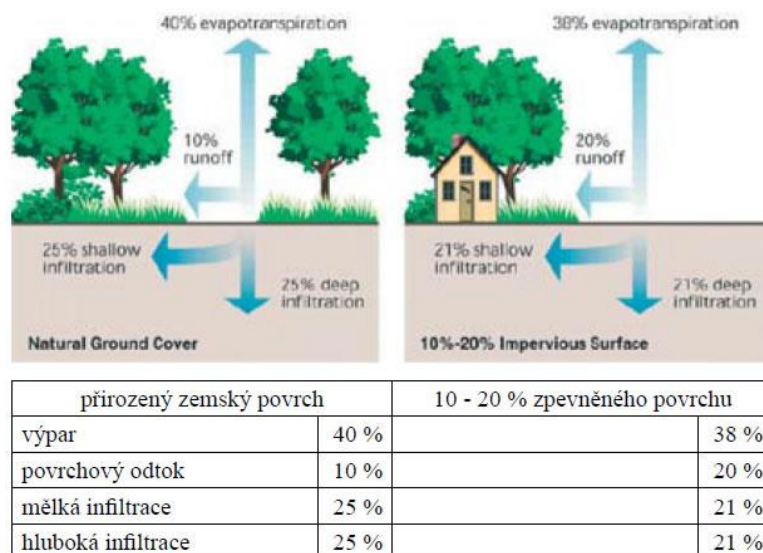
Počet lidí na Zemi neustále roste, aktuálně nás je něco přes 7 miliard. Lidé se soustřeďují převážně ve městech nebo se do nich stěhují, města se zvětšují. V roce 1900 žilo ve městech pouze 10 % populace, v roce 2006 přibližně 50 % světové populace (Meyer a kol. 2005). Očekává se, že v roce 2025 bude žít ve městech 60 %

světové populace a 83 % populace v Evropě a Americe (Morley a Kerr 2002, Braud a kol. 2013).

Narůst obyvatelstva a množství upravených ploch vede k nutnosti zajištění odvodnění obývaného území, vzhledem k stále častějším výskytům záplav a povodní (Braud a kol. 2013, Stránský a kol. 2009). Urbanizované celky, ze kterých se stávají nepropustné a polopropustné plochy, snižují retenční schopnost území a mění hydrologické parametry povodí a celé krajiny. Snižuje se možnost infiltrace vody do půdy, drobné vodní toky a přirozené občasné recipienty byly zrušeny. Rovněž úroveň evapotranspirace (výparu) je oproti přirozeným podmínkám snížena. Volné plochy, použité pro výstavbu a původně sloužící pro vsakování, zrychlují odtok a zvětšují jeho okamžitý objem (Mičínová 2005; Barron 2013, Chu a kol. 2013).

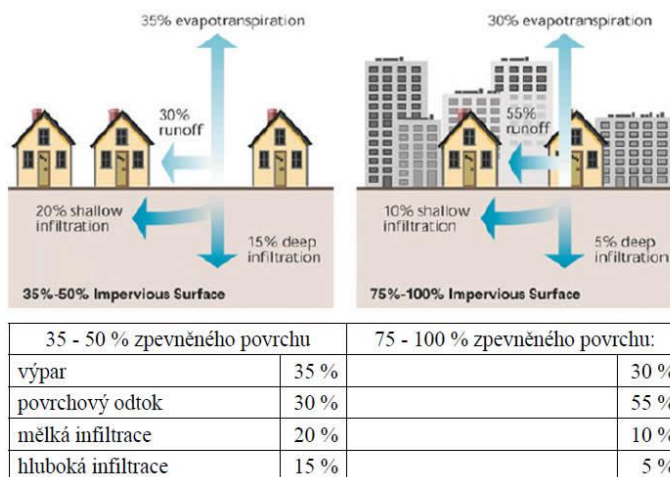
V důsledku zvýšení a urychlení povrchového odtoku mají tyto změny vliv na koloběh vody a vodní ekosystémy (Braud a kol. 2013). Přestože se urbanizací mění malá část zemského povrchu, nepřímé účinky bývají patrné pro celou oblast, nikoliv pouze pro urbanizované území (Grimm a Sheibley 2005). Vodní toky, které nejsou zatíženy urbanizací a protékají v přírodních korytech, jsou napájeny především podzemními vodami. Většinu dešťových vod při nadměrných srážkách zachytí půda a lesní porosty, tím nedochází k závažným změnám na množství protékající vody. Průtok se zvyšuje až opožděně s narůstající hladinou podzemní vody. Naopak urbanizace území způsobuje při nadměrných dešťových srážkách povodně (Walsh 2004). Urbanizace území také způsobuje pokles hladiny podzemní vody, které může v letních suchých měsících způsobit vysychání studen (Dolejš a kol. 2009).

Mírná urbanizace do 20% (obr. č. 3) je charakteristická malým povrchovým odtokem a vyšším procentem infiltrace (Vítek 2008).



Obr. č. 3 – Koloběh srážkové vody v mírně urbanizovaném území (Vítek 2008).

Ve středně a silně urbanizovaném území je povrchový odtok výrazně zvýšen (obr. č. 4), což má za následek splachování nečistot z území a přeplňování kanalizačních stok (Vítek 2008).



Obr. č. 4 – Koloběh srážkové vody ve středně až silně urbanizovaném území (Vítek 2008).

Soustava vodních toků a vodních nádrží, včetně toků proudících dočasně dutinami pod povrchem země, je přirozeným odvodňovacím systémem každého území. V urbanizované krajině hrají vodní toky a nádrže důležitou roli a je na jejich fungování kladeno stále více nároků. Nárůstem zastavěných ploch dochází k úpravám vodních toků regulací, napřímením toků, opevněním koryt, výstavbou ochranných hrází, mostů, vysoušení původních ramen a meandrů, k zástavbě pozemků v údolních nivách podél toků. Použitou vodu ze zástavby, průmyslu a zemědělství odvádějí toky z povrchu urbanizovaných povodí (Mičínová 2005).

Vliv urbanizace na průtok vodního toku městem (Walsh 2004):

- Průtok vody městem je trvale spíše nízký a to z důvodu úprav koryta, kdy jsou na trase vodního toku před vstupem do měst vytvořené umělé překážky, které zpomalují proud vody.
- Průtok vody v potoce zvyšuje i slabý déšť, kdy je dešťová voda odváděna ze zpevněných ploch přímo do vodního toku. Při déle trvajícím dešti může dojít k překročení kapacity koryta a k výskytu lokálních povodní.
- Kulminace a kolísání průtoku vodních toků je větší a k poklesu průtoku na základní odtok dochází mnohem rychleji.
- Zatrubnění má negativní vliv na tok – snižuje se kvalita vody, neboť zatrubněný tok je většinou využíván jako součást kanalizačního systému, snižuje se i krajínotvorná funkce vodního toku (Mičínová 2005).

Urbanizace způsobuje změnu morfologických podmínek v tocích. Úpravy toků jsou prováděny především k ochraně sídel před povodněmi. Úpravami dna a břehů koryt dochází k přerušení spojení vodního toku s podzemní vodou, hyporeálem a břehy. Opevnění dna a břehů koryta způsobují snižování schopnosti transformace povodňové vlny (Dolejš a kol. 2009).

Rostoucí města způsobují zvýšenou zátěž na stokovou síť produkcí srážkových a odpadních vod a dochází k ohrožení funkčnosti městského odvodnění, které představuje jeden ze základních prvků zajišťujících životní úroveň, komfort a ochranu zdraví populace (Vítek 2008, Stránský a kol. 2009).

Městské odvodnění je tvořeno stokovou sítí, která zachycuje a odvádí odpadní vodu a dešťovou vodu z urbanizovaného povodí. Tvoří ji potrubí a objekty, které zajišťují její funkci a umožňují provozování a údržbu (Mičínová 2005, Synáčková 2010). Základním principem stokových sítí je gravitační doprava odpadních vod na ČOV (Synáčková 2010). Tlaková nebo podtlaková kanalizace se používá v případech, kdy je omezená možnost odvodnění dílčích území a nemovitostí. Podle způsobu, jak odvádí odpadní vodu, se rozlišují dvě základní soustavy stokových sítí – oddílná a jednotná (Mičínová 2005).

Oddílná stoková síť - jsou ji odváděny jednotlivé druhy odpadních vod odděleně samostatnými stokovými systémy. Nejčastěji jedna odvádí vody splaškové a případně ostatní, které odpovídají předem určeným parametrům v kanalizačních rádech, druhý systém odvádí zvláště vody srážkové (Mičínová 2005, Malý a Malá 2006, Synáčková 2010).

Jednotná stoková síť - jsou ji odváděny jednotlivé druhy odpadních vod (zejména splaškové a dešťové) jedním společným potrubím. V případě bezdeštného období je odváděno poměrně stabilní množství splaškových vod. V případě přívalových dešťů se objem odpadní vody nárazově mnohonásobně zvětšuje. Pokud by se kanalizační soustavy dimenzovaly na celý objem přívalových srážek, muselo by být potrubí navrženo v neúměrně velkých profilech. Proto se kanalizační soustavy navrhují na průměrné roční průtoky a na soustavě jsou vybudovány odlehčovací komory. Množství a frekvence přelivů dešťových vod z odlehčovacích koryt zásadním, spíše negativním způsobem ovlivňuje kvalitu vody a života v recipientech v urbanizovaném povodí (Mičínová 2005, Malý a Malá 2006).

Čistírna odpadních vod - je navrhována a provozována v závislosti na množství a kvalitě přítékajících odpadních vod – je tedy ovlivněna charakterem urbanizovaného území, uživateli vody a stavem stokového systému (Mičínová 2005). Hlavním parametrem čistírny je požadavek na kvalitu vyčištěné vody, vypouštěné do recipientu. Správné provozování technologického zařízení zaručuje optimální hladinu vody v potrubí za bezdeštných dní a tím k minimálnímu nebo žádnému přepadu z odlehčovacích komor do recipientu (Stránský a kol. 2009).

Legislativně je vypouštění odpadních vod do vod povrchových ošetřeno emisními a imisními standardy a limity. Jsou stanoveny jednotné limity pro vypouštění vod bez ohledu na stav recipientu a další související parametry. Některé limity, které nesmí být překročeny, jsou stanoveny např. koncentrací, množstvím vypouštěného znečištění nebo minimální účinností čištění v % (Mičínová 2005, Stránský a kol. 2009). Po vstupu ČR do Evropské unie v roce 2004, probíhá úprava odvodňování měst a obcí tak, aby jednotlivé typy odpadních vod byly odváděny samostatně. Obce s počtem obyvatel nad 2000 EO (ekvivalentní obyvatel), musí mít vybudovanou čistírnu odpadních vod, případně musí odpadní vodu na ČOV odvádět (Caha a kol. 2013).

Nežádoucím přítokem do stokového systému a kanalizačních přípojek jsou balastní vody. Jsou to vody infiltrované netěsnostmi stokové sítě z okolního půdního prostředí a povrchové vody, které jsou bodově zaústěny do kanalizace (drobné vodoteče, drenáže, přepady z rybníků atp.) Hlavními negativními dopady jsou snížení hydraulické kapacity potrubí, zvýšení čerpaných objemů na přečerpávacích stanicích, vyšší hydraulické zatížení ČOV a ochlazování a ředění odpadní vody, což má za následek snížení účinnosti čištění (Stránský a kol. 2009). Tyto vody, které do kanalizace nepatří, mohou tvořit svým objemovým množstvím významný podíl (rozhoduje kvalita stokové sítě a výška hladiny podzemní vody) (Malý a Malá 2006).

Jedním z největších problémů urbanizace je jakost povrchových vod ovlivněná změnami využití půdy v okolí vodních toků a splachy ze znečištěných zpevněných osídlených nebo průmyslových ploch při významných dešťových událostech, kdy je odváděná voda nečistotami významně ovlivněna převážně organickými a anorganickými látkami, teplotou, pH, snížením rozpuštěného kyslíku a zákalem, čímž dochází ke zhoršování ekologického stavu recipientu, snížení samočisticích procesů, degradaci celých ekosystémů a přenosu znečištění i na velké vzdálenosti (Walsh a kol. 2004, Groda a kol. 2007, Duh a kol. 2008). Zvýšené koncentrace živin v tocích mohou podporovat nadměrnou tvorbu řas a sinic (Walsh a kol. 2005b). Živiny způsobující eutrofizaci stojatých vod pocházejí z plošných, difuzních a bodových zdrojů. K důležitým bodovým zdrojům znečištění patří kromě odtoku z čistíren odpadních vod také přepady z oddělovacích komor na jednotné stokové síti, kterými se do vodních toků dostává směs odpadní vody a resuspendovaných sedimentů a erodovaného biofilmu ze stok (Stránský a kol. 2009).

Dlouhodobá degradace ekologického stavu vodního toku, který protéká urbanizovanou oblastí, se také nazývá syndromem urbanizovaných toků. Příznakem syndromu je zvýšená koncentrace živin způsobující eutrofizaci (dusík a fosfor) a znečišťujících látek, změna morfologie koryta potoku a snížená biotická diverzita se zvýšeným množstvím tolerantních druhů, změnou vodních společenstev s převahou řas a sinic a zhoršením kvality vody (barva, pach). Tuto degradaci způsobuje většinou několik významných zdrojů, např. odtok dešťové vody z městského odvodnění, odlehčovací komory na jednotné kanalizační soustavě (Walsh 2005a, Pitter 2006).

V urbanizovaných tocích většinou chybí bentické organismy citlivé na kvalitu vody. Složení bentosu je převážně z tolerantních taxonů, kde početně dominují především druhy maloštětináčů (čeledi *tubificidae*, *limbriculidae*, *naididae*) a *chironomidae* (Walsh 2005). Břehová vegetace není v urbanizovaných oblastech příliš rozvinutá, tím dochází ke zvýšenému prosvětlení vodní hladiny, což vede k nárůstu vodních řas a kvetoucích rostlin (Walsh 2004).

Postupné antropogenní změny přírodního prostředí mají významný vliv i na fyzikálně-chemické změny vody v recipientech. Problematické je i usazování závadných látek, které se hromadí ve dnových sedimentech a které se při větším průtoku mohou vyplavovat. Takto jsou ve vodě přítomny látky, které se v přírodních oblastech nevyskytují. Jedná se především o množství kontaminujících a toxických látek (zejména těžkých kovů nebo amoniaku). Nejvíce rizikové jsou dnové sedimenty. Při nízkých průtocích dochází k odkrytí dnových sedimentů a k jejich degradaci (např. zahňování) nebo za určitých podmínek mohou vytvářet prostředí pro vznik mikrobiologických procesů, při nichž dochází k produkci bioplynu způsobujícího pachové problémy (Walsh 2004, Langhammer 2007b).

Kvalitu vody v recipientech může výrazně ovlivňovat teplota dešťové vody z městského odvodnění. K ovlivnění dochází v menších recipientech s nízkou hladinou vody. Dochází tak k ředění vody ve vodním toku a k jejímu částečnému oteplování, především v letních měsících. Se zaústěním odpadní vody do recipientu dochází i k poklesu rozpuštěného kyslíku ve vodním toku, který je způsoben množstvím organických látek (Walsh 2004).

Nejvíce ohroženy jsou menší vodní toky s malým průtokem, u kterých hraje podstatně větší roli zaústění vody z kanalizace za deště než je tomu u toků velkých. Menší toky mají ve středních polohách hydraulické zatížení závažnější než látkové, protože může již při malém zvýšení průtoku nastat odnos organismů či eroze vzhledem k velkému sklonu dna těchto toků. Toky nížinné a vzduté mají oproti tomu malou rychlost proudění, hydraulické vlivy tak ustupují před látkovými. Nížinné toky, převážně jejich partie s nízkým okysličením, jsou velice ohroženy působením organického znečištění a s ním spojeného nedostatku kyslíku, a to z důvodu pomalého transportu látek a pomalého provzdušňování a doplňování kyslíku přes vodní hladinu. Dochází zde také k výrazné sedimentaci jemných částic a organických nerozpuštěných látek z OK, což může způsobit změnu anaerobních poměrů ve dně spojenou s uvolňováním živin a eutrofizací, případně zpětného uvolňování do vodního prostředí. Úseky toků s pomalu proudícími vodami a nádrže ovlivňují i živiny z odlehčených vod, které zde mohou způsobit zvýšení eutrofizace a s ní spojeného nedostatku kyslíku v noci, i když podíl nutrientů pocházejících z oddělovacích komor je v celkovém zatížení toku zanedbatelný (Stránský a kol. 2009).

Úspěch jakéhokoliv pokusu o zlepšení ekologického stavu městských toků závisí především na lidském postoji k ekologii a ochraně vodních toků a potřeby regulovat vodní toky z hlediska ochrany měst před povodněmi (Walsh a kol. 2005b).

### **4. 3. Legislativa ve vodním hospodářství**

Činnosti v oboru vodní hospodářství podléhají ustanovení zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). K vodnímu zákonu jsou vydány doplňující vyhlášky, metodické pokyny a směrnice příslušných vodoprávních orgánů. Účel zákona je v souladu s legislativou Evropské unie v oblasti kvality vod, včetně směrnice Rady Evropského parlamentu 2000/60/EU (Slavík a Neruda 2004; Slavík a Neruda 2007).

Pro vývoj vodního práva v Českých zemích sloužilo zejména Římské právo, které uvádělo zásadu veřejnosti tekoucích vod. Například Vladislavské zřízení z roku 1500 stanovilo, že splavné řeky a silnice jsou podle starodávného obyčeje statkem obecným. V zemích Českých, Moravských a Slezských byl v roce 1850 vydán český zemský zákon č. 71, který umožňoval vody užívat, ji svozovat a jí se bránit. Říšský vodní zákon č. 93/1869 ř. z., český vodní zákon č. 71/1870 č. z. z., ve znění přílohy k vládnímu nařízení č. 305/1942 Sb. a předpisy doplňující a provádějící, u nás platily až do roku 1955.

V roce 1955 byl vydán zákon č. 11/1955 Sb. o vodním hospodářství, který odstranil právní dualismus v českých krajích a na Slovensku a zavedl jednotný režim hospodaření pro všechny vody, které měly sloužit k zabezpečení hospodářských a společenských potřeb. Rozvoj centralizovaného a státem řízeného hospodářství republiky na počátku 70. let vedl k rostoucím nárokům na odběr povrchové a podzemní vody, což vedlo k vydání nového zákona č. 138/1973 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů doplněný zákonem č. 130/1974 Sb., o státní správě ve vodním hospodářství, které nabyly účinnosti k 1. lednu 1975. Zákon platil 25 let (Němec a Hladný 2006).

#### **4. 3. 1. Zákon č. 254/2001 Sb.**

Účelem Zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů, je ochrana povrchové a podzemní vody, dále stanovuje podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod. Zákon vytváří podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajišťuje bezpečnost vodních děl. Zákon rovněž přispívá k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a k ochraně vodních ekosystémů a na nich přímo záviselých suchozemských ekosystémů.

Vodní zákon dále upravuje právní vztahy k povrchovým a podzemním vodám, možnosti odběru podzemních a povrchových vod a poplatky za jejich odběr, ochranu vodních děl, stanovuje ochranná pásma a další.

#### 4. 3. 2. Směrnice Evropského parlamentu a rady 2000/60/EU

Směrnice je určena členskými státy EU a byla podepsána v Lucemburku dne 23. října 2000. Směrnice mj. stanovuje, že voda není běžným obchodním produktem, ale spíše dědictvím, které je proto nutné chránit, střežit a podle toho s ní nakládat. Účelem této směrnice je stanovit rámec pro ochranu vnitrozemských povrchových vod, brakických vod, pobřežních vod a podzemních vod, který:

- zabrání dalšímu zhoršování a ochrání a zlepší stav vodních ekosystémů, a s ohledem na jejich potřebu vody, suchozemských ekosystémů a mokřadů, které přímo závisejí na vodních ekosystémech;
- podpoří udržitelné užívání vod založené na dlouhodobé ochraně dosažitelných vodních zdrojů
- usiluje o zvýšenou ochranu a zlepšení vodního prostředí, mimo jiné též prostřednictvím specifických opatření pro cílené snižování vypouštění, emisí a úniků prioritních látek a zastavení nebo postupné odstranění vypouštění, emisí a úniků prioritních nebezpečných látek
- zajistí cílené snižování znečišťování podzemních vod a zabrání jejich dalšímu znečišťování
- přispěje ke zmírnění účinků povodní a období sucha

Členské státy mají dle směrnice usilovat přinejmenším o dosažení dobrého stavu vod. Pokud tento stav již existuje, má být udržován. Cíl dosažení dobrého stavu musí být uplatňován pro každé povodí. V případech, kdy je vodní útvar natolik ovlivněn lidskou činností nebo jsou jeho přírodní poměry takové, že by dosažení dobrého stavu bylo neúměrné nákladné nebo nereálné, mohou být ve výjimečných případech stanoveny méně přísné environmentální cíle a musí se zamezit dalšímu zhoršování stavu vod. Úspěšnost této směrnice závisí na úzké spolupráci a provázané činnosti členských států včetně místních úrovní, na důkladné informovanosti, konzultacích a zapojení veřejnosti a uživatelů.

Směrnice dále definuje základní pojmy, environmentální cíle, registr chráněných oblastí, programová opatření, monitoring a sankce. Členské státy mají za povinnost podávat zprávy o plánech povodí.

Vybrané základní pojmy:

Dobrá stav povrchové vody – takový stav útvaru povrchové vody, kdy je jeho ekologický, tak i chemický stav klasifikován přinejmenším „dobrý“.



Dobry ekologicky stav – rozumí se stav útvaru povrchové vody klasifikovaný podle přílohy V, směrnice 2000/60/EU.

Dobry chemicky stav povrchové vody – rozumí se chemický stav nezbytný pro splnění environmentálních cílů, tj. takový chemický stav útvaru povrchové vody, ve kterém koncentrace znečišťujících látek nepřesahují normy environmentální kvality stanovení v příloze IX, podle čl. 16 odst. 7 a podle dalších příslušných právních předpisů Společenství, které stanoví normy environmentální kvality na úrovni Společenství.

Všeobecná definice klasifikace ekologického stavu dle směrnice 2000/60/EU (platí pro řeky, jezera, brakické vody a pobřežní vody) podle přílohy V:

**Velmi dobrý stav** – nevyskytují se žádné nebo jen velmi malé antropogenní změny hodnot fyzikálně-chemických a hydromorfologických kvalitativních složek daného typu útvaru povrchové vody ve srovnání s hodnotami spojenými s tímto typem v nenarušených podmínkách. Hodnoty biologických kvalitativních složek daného útvaru povrchové vody odpovídají hodnotám, které se obvykle vyskytují u tohoto typu v nenarušených podmínkách a nevykazují žádné nebo jen malé známky narušení. Jde o typově specifické podmínky a společenstva.

**Dobry stav** – hodnoty biologických kvalitativních složek daného typu útvaru povrchové vody vykazují mírnou úroveň narušení vzniklého lidskou činností, avšak od těch, které se obvykle vyskytují u tohoto typu vodního útvaru v nenarušených podmínkách, se odlišují pouze málo.

**Stredni stav** – hodnoty biologicky kvalitativních složek daného typu útvaru povrchové vody se středně odlišují od hodnot, které se obvykle vyskytují u tohoto typu útvarů povrchové vody v nenarušených podmínkách. Hodnoty vykazují střední známky narušení vyvolaného lidskou činností a jsou výrazně více ovlivněny než u dobrého stavu.

Vody dosahující nižšího stavu, než je střední stav, se klasifikují jako poškozené nebo zničené. Vody, jež vykazují známky výrazných změn hodnot složek biologické kvality, se klasifikují jako poškozené. Vody, jež vykazují známky vážných hodnot složek biologické kvality, se klasifikují jako zničené.

#### **4. 3. 3. Nařízení vlády č. 61/2003 Sb.**

Vypouštění vod do vod povrchových nebo kanalizací stanovuje NV 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 novel č. 229/2007 Sb. a č. 23/2011 Sb.

Toto nařízení vymezuje pojmy jako průmyslové vody, městské odpadní vody, zdroje znečištění, emisní standardy a stanovuje mj. náležitosti povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo do kanalizací, stanovuje emisní standardy a kontrolu jejich dodržování. Dále ukládá původci odpadních vod provádět jejich měření při vypouštění a stanovovat chemický rozbor. Příloha č. 2 stanovuje ukazatele, které vyjadřují dobrý stav vody ve vodním toku:

- Neporušená samočisticí schopnost.
- Stav bez přítomnosti organismů s potenciálně patogenními a toxickými vlastnostmi.
- Stav, při němž nedochází k nadměrnému rozvoji autotrofních organismů a ke zvýšení produktivity vodního ekosystému ani k závažné změně druhové rozmanitosti vodních organismů.
- Stav, při němž nedochází ke vzniku kalových lavic nebo pokrytí vodní hladiny pěnou, tuky, oleji nebo jinými látkami.
- Koncentrace nebezpečných a zvláště nebezpečných látek ve vodním prostředí, sedimentech, plaveninách a živých organismech se nesmí znatelně zvyšovat v čase.
- Stav, při němž nedochází k porušování hygienických požadavků na ochranu zdraví před ionizujícím zářením.
- Stav, při němž nedochází v důsledku škodlivého působení látek ke změně produktivity vodního ekosystému, ani k závažnému omezení druhové rozmanitosti vodních organismů nebo překročení pro ně nejvýše přípustných hodnot dávky nebo objemové aktivity radionuklidů.

#### **4. 3. 4. Klasifikace vod podle ČSN 75 7221**

K posouzení míry znečištění povrchových vod se provádí tzv. hodnocení jakosti povrchových vod. Posuzuje se podle ČSN 75 7221, kdy se určují podle charakteristických hodnot ukazatelů, jednotlivé třídy jakosti vody (tab. č. 1) nebo se srovnávají charakteristické hodnoty ukazatelů jakosti vody společně s imisními standardy, které jsou uvedeny v národních právních předpisech nebo mezinárodních dohodách (Gerstmeier a Romig 2003, Němec a Hladný 2006):

Tabulka č. 1 – Jednotlivé třídy jakosti vody dle ČSN 75 7221

Ukazatel	jednotka	Jakostní třída				
		I	II	III	IV	V
CHSK <sub>cr</sub>	mg/l	< 15	< 25	< 45	< 60	≥ 60
BSK <sub>5</sub>	mg/l	< 2	< 4	< 8	< 15	≥ 15
N(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	mg/l	< 0,3	< 0,7	< 2	< 4	≥ 4
N(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	< 3	< 6	< 10	< 13	≥ 13
P <sub>celk.</sub>	mg/l	< 0,05	< 0,15	< 0,4	< 1	≥ 1
Saprobni index makrozoobentosu		< 1,5	< 2,2	< 3	< 3,5	≥ 3,6

I. třída jakosti – neznečištěná voda - jedná se o takový stav povrchové vody, který nebyl významně ovlivněn lidskou činností a při kterém ukazatele jakosti vody nepřesahují hodnoty, které odpovídají běžnému přirozenému stavu v tocích.

II. třída jakosti – mírně znečištěná voda - stav povrchové vody, který již byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vod dosahují hodnot, které umožňují existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému.

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

IV. třída jakosti – silně znečištěná voda - stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností natolik, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky umožňující existenci pouze nevyváženého ekosystému.

V. třída jakosti – velmi silně znečištěná voda - stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky, umožňující existenci pouze silně nevyváženého ekosystému.

## 5. Charakteristika zájmového území

### 5. 1. Geomorfologie a geologie území

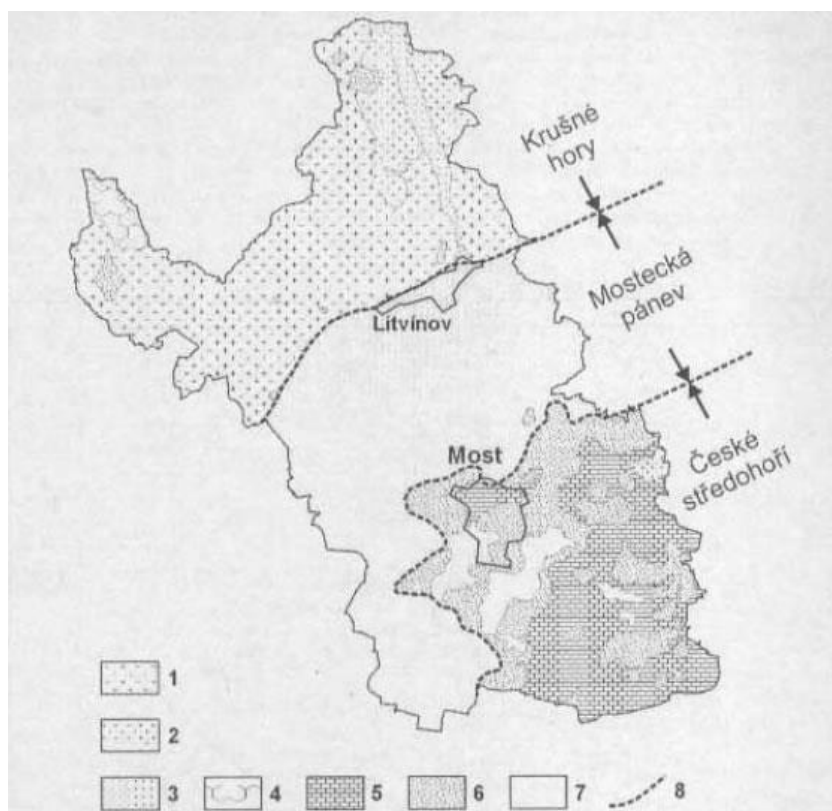
Vývoj krajiny Mostecka trval přibližně miliardu let a dal vzniknout Krušným horám na severu, uprostřed mostecké pánvi a na jihu Českému středohoří. Krušné hory vznikly plošným odnosem (denudací), který začal na sklonku třetihor a nejvíce probíhal ve čtvrtohorách. Současně působili diferencované pohyby určitých zón, které byly doprovázeny zlomovou a bezlomovou tektonikou. V Krušných horách byly následně obnaženy nejstarší horniny, původně vyvřeliny a usazeniny, které se v prvohorách dostaly do značných hloubek. Působením vysokých tlaků a teploty se následně přeměnily na tvrdé horniny (mladší žulové masívy), které přeměněnými horninami pronikaly. Jsou označovány jako krušnohorské krystalinikum. V období prvohor se dostávalo na povrch terénu a jeho svrchní partie podléhali odnosu. V posledních 2 milionech let následně vystoupilo do dnešní výškové úrovně (Hurník 2001). Geologická stavba je tvořena komplexem metamorfovaných hornin magmatického původu. Jedná se především o různé druhy rul a granulitů (Buriánek 2012).

Severočeská (Mostecká) pánev je s rozlohou 1000 km<sup>2</sup> největší a nejvýznamnější podkrušnohorskou pánví. Pánev se od ostatních liší nejen rozlohou a mocností terciérních sedimentů (až 700 m), ale i tím, že do ní od JV prokazatelně ústily větší toky, které vytvářely nánosové kužele – delty. Tyto toky zřejmě v miocénu odvodňovaly značnou část středních a západních Čech. V pánvi docházelo k poklesu, které vedly ke vzniku rozsáhlého jezera, do něhož byly z okolí splavovány jílovité a písčité materiály a produkty vulkanické činnosti. Po ukončení vulkanické činnosti došlo opět k poklesu vodní hladiny a jezero se změnilo v soubor rašelinišť a uhlotvorných močálů (Cílek a kol. 2004).

Mostecká pánev je vyplněna výhradně usazenými horninami, které jsou místy proraženy třetihorními vulkanity (obr. č. 5). Jedná se většinou o měkké nezpevněné horniny, z toho důvodu je terén pánve nevýrazně výškově rozčleněn vodními toky a mnohé nerovnosti v povrchu navíc zmírňují čtvrtohorní závěje sprašových hlín, rozvlečené suti či sedimenty starších říčních teras. Během dvou milionů let došlo k výrazným změnám. Zásadně se mění říční síť a morfologicky se zvýrazňují pohraniční pohoří Čech. Tektonický rozpad území, doprovázený značnými vertikálními pohyby mají na svědomí dnešní tvárnost mostecké krajiny. V této době vystoupilo krystalinikum oproti dnu pánve o více než 1200 m a vznikající Krušné hory nakonec převýšily pánevní oblast o více než 500 m (Hurník 2001). Uhelná sloje byla v průzkumech zjištěna 10-30 m, místy až 50 m. Jílovité nadloží dosahovalo výšky až 350 m (Cílek a kol. 2004).

Pro oblast Krušných hor jsou příznačné náhorní plošiny, nejčastěji v nadmořských výškách 700 – 1000 m n. m. Na těchto lokalitách s vysokými

srážkovými úhrny dochází na propustném podloží k zamokření (popř. rašelinění). V zájmovém území se nacházejí rozsáhlá rašeliněště vrchovištního typu, která vznikají v oligotrofním prostředí, s kyselou reakcí, nižší teplotou, nízkou aktivitou mikroorganismů a s vodou obsahující málo minerálních látek. Obvykle je charakterizováno nepropustným podložím. Z toho důvodu veškerá voda v rašeliněšti pochází z atmosférických srážek. Krušné hory jsou vedle Šumavy druhou nejbohatší oblastí v ČR na tato společenstva (Buriánek 2012).



Obr. č. 5 – Zastoupení hornin v zájmovém území 1 - ruly, 2 – flájská žula, 3 – loučensko-flájský žulový porfyr, 4 – permokarbon, 5 – křída, 6 – neovulkanity, 7 – neogenní sedimenty, 8 – hranice geomorfologických jednotek (Hurník 2001).

## 5. 2. Klimatické podmínky

Horská oblast Bílého potoka je dle QUITTA zařazena do chladné oblasti CH 6, počet letních dní nepřevyšuje 40. Průměrná červencová teplota je 12-14°C, teplota v lednu v průměru -4°C až -7°C. Ve vegetačním období se srážky pohybují od 500 do 700 mm, v zimním období 350-500 mm. Počet dní se sněhovou pokrývkou je 120-160, počet dní s mrazem 140-180.

Střední a dolní část potoka je zařazena do teplé oblasti T2. Počet letních dní je 60-70. Průměrná teplota v červenci 18-19°C, teplota v lednu v průměru -2°C až -3°C. Ve vegetačním období se srážky pohybují 350-400 mm, v zimním období 200-300 mm. Počet dní se sněhovou pokrývkou 40-50, počet dní s mrazem 120-140 (Quitt in Tolasz 2007; Buriánek 2012).

Charakteristiky pro roční průměrné hodnoty v horách (Klíny, Obora Fláje) a podhůří (Litvínov, Most) jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2 - Přehled ročních průměrných klimatických hodnot (Povodňový plán 2013).

Charakteristika	Jednotky	Hory	Podhůří
Roční teplota	°C	6	8
Počet mrazových dnů: <i>(s minimální teplotou -1°C a nižší)</i>	dnů	100-200	90-100
Počet letních dnů v roce: <i>(s maximální teplotou 25°C a vyšší)</i>	dnů	20-40	40-50
Roční oblačnost	%	75	65
Teploty vzduchu:			
v lednu	°C	-4	-2
v dubnu	°C	6	8
v červenci	°C	14	19
v říjnu	°C	6	8
Roční úhrn srážek:		750	450-500
v zimním období (X - III.)	mm	350	200
v letním období (IV - IX.)	mm	400	300
Počet dnů s bouřkou v roce:	dnů	25-30	30-40
Počet dnů se srážkami nad 1 mm	dnů	110-120	90-100
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	dnů	100-120	40-50
Průměrný úhrn srážek:			
v lednu	mm	60-80	40-60
v dubnu	mm	50-60	35-45
v červenci	mm	80-90	60-70
v říjnu	mm	60-80	40-60
Větrná charakteristika: <i>převažující směr větru</i>		západní, 5 m/sec	

### 5. 3. Historie Mostecka a okolí

Od dob keltského osídlení vedly územím obchodní cesty spojující vnitrozemí s oblastmi ležícími severně od Krušných hor. Pro překonání bažinaté půdy vytvořené řekou Bílinou a Komořanským jezerem byl vybudován systém hatí a mostů (Brůna a kol. 2002). V 10. a 11. století byla na ochranu zemských hranic postavena tvrz, která se postupem času změnila na hrad Hněvín (Hrabák 2013). Koncem 15. a počátkem 16. století se začalo s dolování rud (stříbro, cín a měď) v Krušných horách (Brůna a kol. 2002; Hrabák 2013). Rozvojem manufaktury osekým panstvím a zásluhou Jana Josefa Valdštejna se Horní Litvínov dostal v roce 1715 do čilého obchodního a průmyslového ruchu (Hrabák 2013). V 19. století však uhelné sloje rozhodly o jiném využití této oblasti (Brůna a kol. 2002). Oblast Mostecka a jeho okolí, je dlouhodobě spojována s masivní důlní činností, s poničenou krajinou a zhoršeným životním prostředím. Před rozvojem těžby v hnědouhelných dolech, byla krajina Podkrušnohoří a Českého středohoří charakteristická rozsáhlými vodními plochami a různorodými ekosystémy. V oblasti se hojně vyskytovaly vodní toky, jezírka a mokřady. Nejznámějším bylo rozsáhlé Komořanské jezero. V polovině 19. stol. začalo jeho umělé odvodňování, které nakonec způsobilo úplné vyschnutí jezera. Na bývalé oblasti jezera je dnes jeden z největších hnědouhelných lomů v ČR (lom

ČSA). Rozsáhlé vodní útvary musely ustoupit těžbě (Říhová Ambrožová a Ivanovová 2013). Z důvodu těžby byla vybudována i rozsáhlá síť železnic, včetně tratě Ústí nad Labem – Chomutov (Hrabák 2013). Docházelo k narovnávání vodních toků a v některých částech dokonce i k jejich zatrubnění, případně přeložení trasy toku (Říhová Ambrožová a Ivanovová 2013). Tyto výrazné zásahy do krajiny z minulého století, se společnost snaží zahlazovat i ve století současném. Stále probíhají rekultivační činnosti, které vracejí krajině přirozenější ráz a pro obyvatele možnost sportovního nebo rekreačního využití (Sitte 2012).

### **5. 3. 1. Průmysl Mostecka a okolí**

Koncem 19. století se na severu Čech začal významně rozvíjet průmysl. Byly zakládány nové podniky, které se zabývaly dobýváním hnědého uhlí. Pro potřeby dolování se postupně začaly budovat železnice, docházelo k rozvoji sídel a zvyšoval se významně počet obyvatel. Rozvoj průmyslu v severních Čechách pokračoval po celé 20. století. Kvůli těžbě byly prováděny zábory pozemků, převážně zemědělské půdy. Pro těžbu bylo zabráno přibližně 40 tis. hektarů pozemků, z toho 33 tisíc po roce 1945. V oblasti severočeské hnědouhelné pánve bylo v důsledku těžby hnědého uhlí zlikvidováno 84 sídel. Z toho nejvíce na Mostecku. V roce 1964 bylo rozhodnuto o likvidaci města Most s 34 tisíci obyvatel, které bylo zlikvidováno v letech 1967 – 1982 (Vráblíková a kol. 2008). V podkrušnohorských hnědouhelných revírech se těží uhelná substance průmyslovým způsobem více než 150 let a jen v období od roku 1945 do roku 1998 byly vytěženy již téměř 3,4 miliardy tun hnědého uhlí. Do konce 2. světové války ovšem dosahovala těžba hnědého uhlí jen výjimečně vyšší úrovně než 20 mil. tun za rok (Blažková 2002).

Počátkem roku 1939 bylo německými zeměměřiči a geology označeno místo v Záluží u Mostu, pro výstavbu chemické továrny na výrobu syntetického benzínu z hnědého uhlí. V květnu 1939 již začaly stavební práce. Úkolem chemické továrny bylo zásobovat německou frontu pohonnými hmotami. Budování továrny bylo v letech 1944 a 1945 narušeno bombardováním anglickými a americkými spojenci a závod byl z 70% zničen. Po ukončení 2. světové války se začalo s okamžitou obnovou továrny, která vyrábí rafinerské a petrochemické výrobky dodnes (od roku 1972 z ropy). Rozšířením továrny v 80. letech zanikla s výstavbou Petrochemie obec Záluží (Hrabák 2013).

### **5. 4. Charakteristika Bílého potoka**

Bílý potok (obr. č. 6) pramení v Krušných horách na jihovýchodních svazích vrchu Pestrý (874,7 m. n. m.) v nadmořské výšce 858,9 m. Plocha povodí činí 39,8 km<sup>2</sup>, délka toku 15,83 km (dibavod.cz). V horní části se jedná o horský potok s poměrně rychlým průtokem vody. Koryto potoka a průtok je následně významně ovlivněn (Kestřánek a kol. 1984; Štefáček 2008).



Obr. č. 6 – Střední a dolní trasa Bílého potoka (autor, Cenia 2014).

Z Krušných hor stéká potok Šumným dolem k Litvínovu, kterým následně protéká. Pod Litvínovem bylo vybudováno odlehčovací koryto, jež odvádí vodu při povodních do nádrže Nová voda a dalších nádrží v k. ú. Chudeřín a Hamr. Po opuštění města směřuje potok jižním směrem podél komunikace I/27 směrem na Most. V prostoru mimoúrovňového komunikačního křížení je do Bílého potoka zaústěno z pravé strany koryto, které přivádí vody z výše uvedených "odlehčovacích" nádrží (Povodňový plán 2013).

Bílý potok je levostranným přítokem řeky Bíliny, do které se vlévá na jejím 54,2 ř. km v nadmořské výšce 228,63 m. V povodí se nachází 54 vodních ploch s celkovou rozlohou 33,43 ha. Největší vodní plochou je Nová voda (3 ha), mezi nejvýznamnější rybníky patří Černý a Pilařský, který je momentálně vypuštěn (dibavod.cz).

V případě nedostatečného průtoku vody v Bílém potoce je průtok posilován z Flájské přehrad. Kvalita vody na horním úseku je chráněna vyhlášením hygienických ochranných pásem I. – III. stupně. Na úpravě vody v Šumné je voda z Bílého potoka upravována jednostupňovou koagulační filtrací s úpravou kyselosti a desinfekcí chlorem. Podle údajů na informační tabuli Tesařovy naučné stezky (obr. č. 7) byla voda v Bílém potoce nad úpravou vyhodnocena jako voda pitná



bez úprav. Stezka vede nad úpravnou vody podél části potoka. Úpravna je významným dodavatelem pitné vody v Ústeckém kraji.



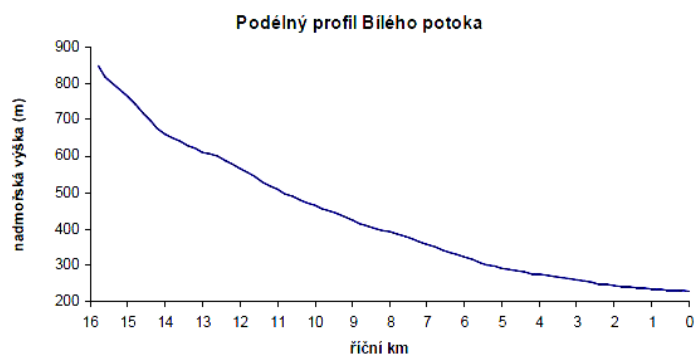
Obr. č. 7 – Informační tabule podél Tesařovy naučné stezky nad úpravnou vody (autor, 2014).

Základní charakteristika Bílého potoka (tab. č. 3).

Tabulka č. 3 - Charakteristika Bílého potoka (poh.cz, 2014).

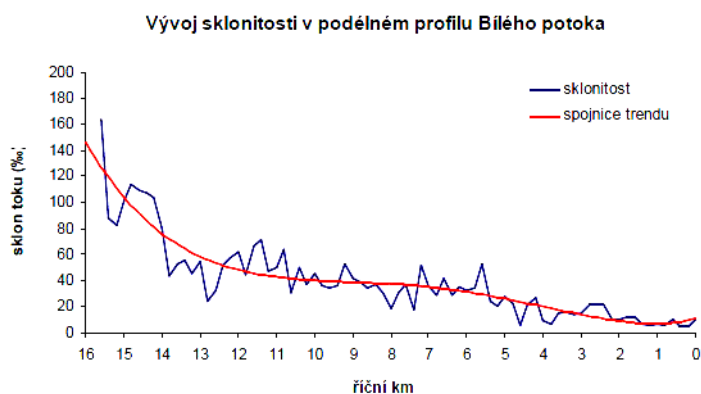
Kraj	Ústecký
Okres	Most
Hydrologické pořadí	1-14-01-0200
ID vodního toku	14424010
Ústí	Bílina
Správa	Povodí Ohře, s. p.
Kategorie vodního útvaru	tekoucí
Příslušnost k ekoregionu	Centrální vysočina
Typ geologického podloží	S
Řád Strahlera	4
Plocha povodí k UP	39,8 km <sup>2</sup>
Délka toků jemného členění	55,8 km

Potok na své cestě od pramene v Krušných horách po vyústění do řeky Bíliny klesá přibližně o 600 výškových metrů (obr. č. 8).



Obr. č 8 – Výškopis Bílého potoka (dibavod.cz, 2014).

Sklon toku se nejčastěji pohybuje v intervalu 20-40 ‰. Střední sklon toku má hodnotu 39,80 ‰. Až 8 % z délky toku zaujímají sklony s hodnotou vyšší než 100 ‰ (obr. č. 9).



Obr. č. 9 – Sklonitost toku v podélném profilu (dibavod.cz., 2014).

N-leté průtoky a hladiny povodňových stavu (tab. č. 4). Měření je prováděno na hlásném profilu č. 238 v Záluží.

Tabulka č. 4 - Souhrn povodňových stavů a N-letých průtoků (ČHMÚ 2014).

Stanice: LG Bílý potok		Tok: Bílý potok				
<b>Povodně</b>						
1. stupeň povodňové aktivity:						63 [cm]
2. stupeň povodňové aktivity:						73 [cm]
3. stupeň povodňové aktivity:						82 [cm]
3. stupeň povodňové aktivity (extrémní povodeň):						82 [cm] (Q50)
<b>Poznámka:</b>						
<b>Sucho</b>						
Q355:	0.04 [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]					
<b>N-leté průtoky [m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>]</b>						
Q1	Q2	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100
2.3	3.6	7	11.5	17.7	36.2	44
<b>Historické povodně (3 nejvyšší zaznamenané po dobu pozorování)</b>						
19.3.2005	7.8 [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]		N ~ 5			
2.4.2006	7.1 [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]		N ~ 5			

## 5. 5. Popis jednotlivých úseků Bílého potoka

### 5. 5. 1. BPO001 – říční km: 15,330 – 15,825

Prvním úsekem je horská pramenná část potoka (obr. č. 10). Potok zde protéká zahloubeným korytem, které má šířku vody přibližně 10 – 30 cm. Samotné koryto je široké 1 – 2 metry. Dno tvoří jemný písek a kamení. Břehy jsou tvořeny travinami a jehličnatými stromy. Travniny téměř zakrývají koryto potoka. Na sledovaném úseku má potok částečně meandrující charakter, na několika místech jsou drobné tůňe. Výška vody je přibližně 2 cm, v tůňích až 15 cm. Výška koryta je okolo 1 metru. Dolní část úseku prochází propustkem pod silnicí spojující Klíny a Český Jiřetín a dále vstupuje do uzavřené obory Fláje (BPO002). Sklon potoka je zde největší 120 – 160 ‰. Potok zde není nijak upraven. Na levém břehu je vytvořena malá oplocená obora s jehličnatými stromky (obr. č. 11). Podél pravého břehu potoka vede přibližně ve vzdálenosti 15 metrů nezpevněná lesní cesta.



Obr. č. 10, 11 – Pramenná část potoka, výrazně zarostlé břehy trávou, které zakrývají koryto. Na druhém obrázku na levém břehu malá obora (autor 2014).

### 5. 5. 2. BPO002 – říční km: 13,270 – 15,330

Sledovaný úsek začíná za plotem Obory Fláje. Horní část úseku (přibližně 100 m) má téměř shodné koryto jako předchozí profil. Koryto se postupně pomalu rozšiřuje. Okolní břehy tvoří jehličnaté stromy a traviny. Potok má peřejnatý charakter proudění. Po většinu úseku jsou v korytě potoka přírodní stupně (obr. č. 12), tvořené převážně velkými balvany. Tvar údolí je ve tvaru V a příkré svahy tvoří vzrostlé jehličnaté stromy. Dnový substrát tvoří balvany, kamení a štěrky, v horní části úseku

i jemný písek. Oborou vede obslužná zpevněná cesta pro potřeby Lesů ČR, pod kterou protéká potok propustkem (obr. č. 13). Horní část je převážně přímá a přechází dále do mírného meandrování.



*Obr. č. 12, 13 – Levý obrázek, drobné koryto s malými přírodními stupni; Na pravém obrázku v levé části zpevněná cesta, která vede podél celé trasy potoka (autor 2014).*

Potok má na tomto úseku 4 drobné horské přítoky (3 pravostranné a 1 levostranný). Zvýšené množství vody a rozšíření koryta způsobuje eroze břehů a zanášení koryta balvany a kamením. Potok v dolní části úseku meandruje (obr. č. 14). Průtok vody se postupně zvětšuje a sílí.



*Obr. č. 14, 15 – Na levém obrázku pozvolné meandrování potoka; na pravém obrázku průchod koryta propustkem pod obslužnou komunikací (autor 2014).*

V korytě potoka bylo sledováno několik spadlých větví, na 2 místech i spadlých kmenů stromů. Ke konci sledovaného úseku prochází potok pod asfaltovou silnicí

propustkem (obr. č. 15). Šířka hladiny vody v korytě je od 0,5 – 1,5 metru. Šířka koryta je cca od 2 do 6 m. Hladina byla změřena v průměru cca 10 cm, v tůních a pod přírodními stupni přibližně 20 – 30 cm.

### 5. 5. 3. BPO003 – říční km: 11,810 – 13,270

I v tomto úseku je potok peřejnatý a meandrující. Protéká převážně listnatým bukovým lesem. Koryto se na tomto úseku mírně rozšiřuje a rychlost proudění roste. Dno koryta tvoří převážně balvany, kamení a štěrky. Vzhledem k oboustranné erozi břehů je na několika místech jemný písek. Zanášením koryta jsou místy viditelné lavice (obr. č. 16). Tvar koryta je lichoběžníkový. Údolí stále ve tvaru V. Podél potoka je vybudováno několik menších oplocených obor. Šířka hladiny se pohybuje od 1,5 do 2 m. Koryto je široké od 3 do 6 m. Výška břehů je velmi proměnlivá. Břehy nejsou opevněny (obr. č. 17). Podél potoka je vybudována asfaltová cesta. Bílý potok má na tomto úseku 2 levostranné a 1 pravostranný přítok.



Obr. č. 16, 17 – Na levém obrázku rozsáhlá lavice na rozhraní úseků BP002 – BP003; na pravém obrázku proměnlivá výška břehů a jejich eroze (autor 2014).

### 5. 5. 4. BPO004 – říční km: 8,982 – 11,810

Tento úsek začíná „výstupem“ z Obory Fláje a koryto potoka se pozvolně mírně rozšiřuje. Na celém úseku je zachován meandrující a peřejnatý tok. Celý úsek protéká údolím, které je ohraničeno příkrými svahy Krušných hor. Oba břehy jsou náchylné na eroze. Dno koryta je tvořeno jemným pískem až po velké balvany (obr. č. 18), které vytvářejí drobné příčné překážky. Vzhledem k průtoku potoka lesem, jsou na mnoha místech v korytě spadlé větve a kmeny stromů. Před hrází bylo zjištěno velké množství naplaveného listí. Koryto potoka je lichoběžníkové. Potok na daném úseku protéká pod několika menšími mostky a podél potoka je vybudována obslužná asfaltová cesta. V dolní části úseku je vybudována hráz (obr. č. 19) a šířka hladiny

vody a koryta je před hrází největší ze všech sledovaných úseků. Před hrází byla spatřena malá hejna ryb.



Obr. č. 18, 19 – Koryto potoka zanesené balvany; na pravém obrázku vybudovaná hráz ke zpomalení a akumulaci vody (autor 2014).

Nejspodnější část úseku, je ohraničena pletivem s výstražnou tabulkou a informací o hygienickém pásmu I. stupně a zákazem vstupu. Před vstupem do ohraničeného pásma se koryto potoka n několika místech rozděluje (obr. č. 20). Na konci úseku je vybudován stupeň a stavidlový objekt, přes který je odváděna voda pro úpravnu vody v Šumné (obr. č. 21).



Obr. č. 20, 21 – Na levém obrázku viditelné rozdělení koryta potoka; na pravém obrázku stavidlový objekt se stupněm na konci sledovaného úseku (autor 2014).

Na daném úseku má potok celkem 5 horských přítoků, z toho 3 levostranné a 2 pravostranné. Šířka koryta a hladiny v potoce je proměnlivá. Koryto má šířku od 2,5 do 4,5 m. Šířka hladiny od 1,5 do 2,5 metrů. Před hrází má koryto šířku až 15 metrů a šířka hladiny přibližně 12 metrů.

#### **5. 5. 5. BPO005 – říční km: 6,515 – 8,982**

Sledovaný úsek prochází obcí Šumná. Od úpravny vody Šumná až před profil BPO006 je téměř celý potok regulován a upraven. Rychlost proudění je na několika místech ovlivněna vybudováním stupňů, které jsou buď kompletně z kameniny, nebo

v provedení kraje stupňů z kameniny a samotný stupeň je dřevěný (kmen stromu). Dno je tvořeno velkými balvany, kamením a pískem, z toho důvodu je průtok převážně peřejnatý. V potoce bylo zjištěno několik spadlých větví, které tvoří drobné překážky. Na několika místech hlavně pod stupni je dno zpevněno kamennou dlažbou. Dno je navíc v těchto místech zpevněno prahy proti podélnému posunu. Přibližně 70 % koryta je ve tvaru U (obr. č. 22), zbytek je lichoběžníkový (obr. č. 23). Údolní nivu tvoří zástavba rodinných domů, které jsou postaveny na obou březích potoka (obr. č. 24). Převážně podél levého břehu potoka vede úzká asfaltová silnice, na které jsou vybudovány 3 mostky, které potok kříží. Bílý potok protéká tzv. Šumenským údolím (obr. č. 25), které je ve tvaru V. Příkré strany údolí tvoří rozsáhlé bukové lesy. Bílý potok má v horní části úseku pravostranný přítok z hor.



*Obr. č. 22,23 – Vlevo úprava břehů a dna v horní části sledovaného úseku; Na pravém obrázku opevnění břehů balvany a přibližně v prostřední části obrázku vybudován zpevňující práh (autor 2014).*



*Obr. č. 24, 25 – Na levém obrázku typické využití okolních břehů zástavbou rodinných domů; Na pravém obrázku tvoří pravý břeh rozlehlá louka (autor 2014).*

Dle dostupných informací bylo v minulosti na potoce vybudováno několik mlýnů a hamr, část vody využívala i textilní továrna Marbach-Riecken. Pro tyto účely byly vybudovány náhony a vodárenská nádrž pod restaurací Skalní sklípek (obr. č. 26) (litvinov.sator.eu). Nádrž je v současné době nevyužívána a chátrá. Celý prostor je zarostlý náletovými dřevinami. Opevnění břehu koryta ve tvaru U je provedeno

kameninou, u lichoběžníkového profilu je tvořeno upravenými balvany a kamením. Část úseku podél továrny je na levém břehu zpevněna železnými larzeny (obr. č. 27). Některé části úseku nemají žádné opevnění (např. část dolního úseku, pravý břeh u továrny, úsek přibližně 100 pod vodárnou).



Obr. č. 26, 27 – Na levém obrázku průtok potoka podél vodárenské nádrže, která je od potoka oddělena zdí vysokou přibližně 10 metrů, mezi zdí a nádrží je asi 6 metrová přírodní cesta; Na pravém obrázku zpevnění levého břehu larzeny, pravá část břehu nezpevněna (autor 2014).

Pravý břeh sledovaného úseku je na několika místech náchylný k rozsáhlým erozím (např. u zmiňované továrny), které mohou způsobovat zanášení koryta (obr. č. 28, 29). Břehy v lichoběžníkovém profilu prorůstají traviny, byliny a náletové dřeviny. Do koryta je zaveden z pravé strany drobný horský potok.



Obr. č. 28, 29 – Příklady eroze pravé strany břehů, levý obrázek úsek u továrny; pravý obrázek úsek u vodárenské nádrže (autor 2014).

Variabilita výšky hladiny je velká. Výška koryta je rovněž nesterjnoměrná od 1 až do přibližně 10 metrů (stěna vodárenské nádrže na levém břehu). Šířka koryta je v rozmezí 2 - 5 metrů.



## 5. 5. 6. BPO006 – říční km: 5,978 – 6,515

Tento úsek byl v roce 2010 částečně revitalizován. Před úpravou protékal kompletně v zakrytém korytě. Podle stránek zaměřených na historii Litvínova ([www.litvinov.sator.eu](http://www.litvinov.sator.eu)), protékala horní část úseku bývalými továrními budovami přádelen firmy Schick, které využívaly vodu z potoka pro své potřeby a měly pro svá zařízení vybudovány náhony. V roce 2010 byla provedena částečně přeložka koryta a odkrytí horní části železobetonové desky v délce 146 m (obr. č. 30 – 37). Staré tovární budovy byly zbořeny a pozemky byly upraveny na stavební parcely pro výstavbu rodinných domů.

Potok následně vstupuje do zakrytí (ř. km: 6,338) a dále protéká pod městem Litvínov pod ulicí Podkrušnohorská, parkem v okolí Scholy Humanitas a ze zakrytí vystupuje před silničním mostem v ulici Studentská, před panelovým domem č. p. 2123 - 2125. Celé koryto je vybudováno ve tvaru U. Dno je zpevněné kamennou dlažbou a zakrytí koryta tvoří železobetonová deska. Zdi jsou betonové. Rychlost proudění vody není v zakrytí ovlivněna.



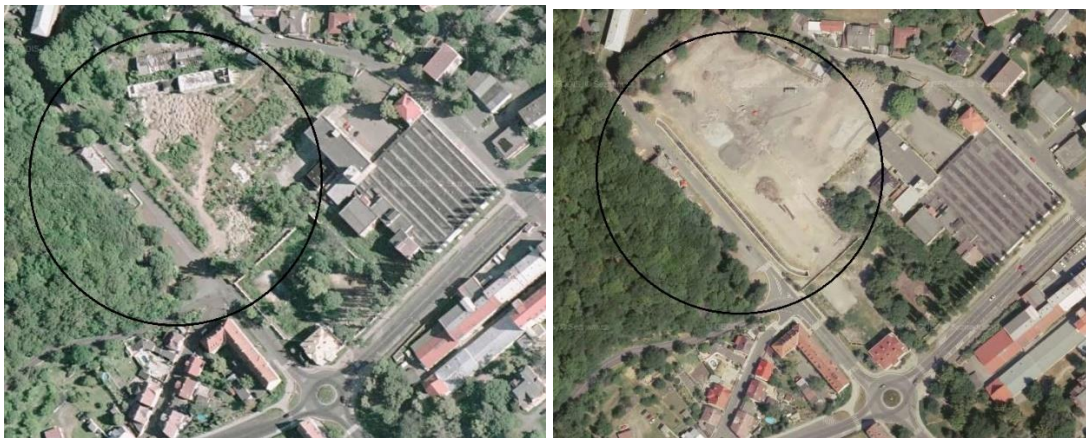
*Obr. č. 30, 31 – Na levém obrázku budování přeložky koryta a betonový propustek pod silnicí v ulici Tyrše a Fügnera v roce 2010; Na pravém obrázku dokončena přeložka a provedení úpravy opevnění koryta a dna (Aulický a Setvák 2010; autor 2014).*



*Obr. č. 32, 33 – Na levém obrázku stavební úpravy při budování opevnění budoucího koryta, vlevo na obrázku starý vstup do zakrytí; Na pravém obrázku dokončena revitalizace a současná podoba koryta Bílého potoka (Aulický a Setvák 2010; autor 2014).*



*Obr. č. 34, 35 – Na levém obrázku současně budované nové koryto a zahrazené staré koryto, potok v tuto dobu protékal vybagrovanou strouhou vedle starého koryta. Na pravém obrázku dokončená úprava koryta těsně před vstupem do zakrytí (Aulický a Setvák 2010; autor 2014).*



*Obr. č. 36, 37 – Na levém obrázku mapa horního úseku z roku 2006; Na pravém obrázku stejné území v současné podobě úpravy koryta (upraveno z mapy.cz 2014).*

### **5. 5. 7. BPO007 – říční km: 5,300 – 5,978**

Sledovaný úsek prochází kompletně městem Litvínov. Výstup ze zakryté části je obdélníkového profilu, kdy je dno zpevněno kamennou dlažbou a břehy opevněny kameninou. Krátce po výstupu ze zakrytí protéká potok pod silničním mostem. Před dalším silničním mostem je na levém břehu vybudováno zaústění výpusti z Pilařského rybníka, který je ale v současné době dlouhodobě vypuštěn. Za mostem je na pravém břehu hlásný profil, kde je podle limnigrafu možné odečíst maximální výšku vody v korytě – tj. 2,7 metrů. V tomto úseku je pomocí 5 stupňů utvořena kaskáda, která tak zpomaluje proud vody. Pouze jeden ze stupňů umožňuje migrační průchod. Stupně jsou vysoké přibližně 30 – 150 cm. Šířka hladiny vody byla změřena 5 m, šířka koryta 12 m. Hladina vody je přibližně 15 cm, pod stupni až 100 cm. Koryto se po proudu mírně zužuje.

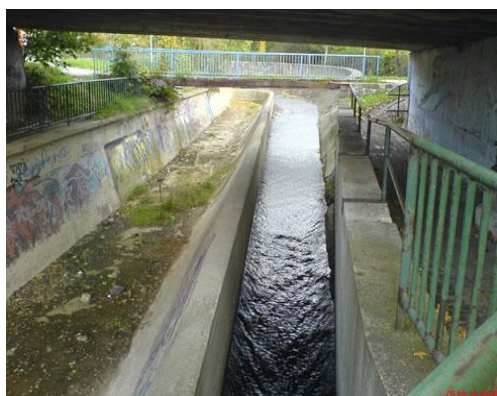
Celé koryto je zpevněno kameninou (břehy i dno). Břehy jsou v provedení na sucho. Dno je proti posunu ve směru proudění zpevněno prahy. V horní části úseku je v korytě několik balvanů a koryto je ve tvaru U (obr. č. 38), jinak je dno tvořeno

kamením, šterkem a jemným pískem po celé délce sledovaného úseku. Profil koryta je lichoběžníkový (obr. č. 39). Okolní břehy jsou porostlé travinami a vzrostlými listnatými stromy, z toho důvodu jsou v korytě potoka na několika místech spadlé větve. Po obou stranách potoka jsou vybudovány asfaltové cesty.



Obr. č. 38, 39 – Opevnění koryta kameninou ve tvaru U v horní části úseku; Střední část úseku v provedení na sucho - lichoběžníkový profil (autor 2014).

V případě maximálních průtoků je v úseku vybudováno betonové odlehčovací koryto, které odvádí přebytečnou vodu otevřeným kanálem do nádrže Nová voda (obr. č. 40, 41).



Obr. č. 40, 41 – Havarijní přepad v dolní části úseku; Zaplněné koryto při PVA 2-3 stupně z 3. 6. 2013 (autor + převzato z youtube.cz 2014).

V místě odlehčení je koryto Bílého potoka svedeno do úzkého betonového profilu, který se postupně zužuje až na 1 m a následně prudce zahýbá doleva. Koryto v tomto úseku protéká pro frekventovanou silnicí I/271. V korytě je poté vybudován skluz (obr. č. 42) a koryto je následně rozšířeno, kde krátkodobě dochází ke zpomalení proudu vody. Na konci profilu jsou břehy zpevněny kamením (obr. č. 43). Potok v této části úseku protéká pod silničním mostkem.



Obr. č. 42, 43 – Skluz po výstupu ze zúženého profilu; Úprava břehů v dolní části úseku (autor 2014).

Na přechodu profilů BPO007 (kamenná dlažba) a BPO008 (panel) je utvořen stupeň, bez migračního průchodu.

#### 5. 5. 8. BPO008 – říční km: 2,850 – 5,300

Celý tento úsek je stavebně upraven. Dno je v počáteční části u supermarketu Lidl zpevněno kamennou dlažbou, ale přibližně 95 % úseku jsou dno i břehy tvořeny betonovým monolitickým panelem, koryto je uměle napříměné a v lichoběžníkovém tvaru. Horní část úseku protéká pod silničním mostem a po 110 m pod viaduktem. Poté jsou na úseku vybudovány 3 stupně, které překonávají převýšení cca 3 metry a proud potoka tím zpomalují. Stupně jsou opět bez migračního průchodu.

Trasa je převážně přímá (obr. č. 44) s konstantním průtokem. Břehy jsou na několika místech viditelně porušeny erozí, přestože jsou opevněny betonovými panely (obr. č. 45). Porosty okolí břehů tvoří traviny, byliny a náletové dřeviny. Na panelových březích je viditelné zarůstání travinami a mechorosty. Do panelového dna je zalito drobné kamení různých velikostí, které tak vytvářejí dojem přírodního dna. Dno dále tvoří jemný písek a štěrk. Podél levého břehu vede cyklostezka a silnice I/27. Pravý břeh tvoří ruderální vegetace a průmyslový areál. Před viaduktem potok protéká pod malým mostkem.



Obr. č. 44, 45 – Napřímení koryta v monolitickém betonovém profilu; Poškození břehů a zarůstání mechorosty a travinami (autor 2014).

Malá část potoka protéká pod viaduktem, pod kterým je vedeno i potrubí horkovodů. Před viaduktem je dále do potoka z pravé strany zaústěn kanál z přepadu nádrže Rudý sever, který je ale po většinu roku prázdný. Za viaduktem vede přes potok úzká asfaltová cesta cyklostezky. Ve střední části sledovaného úseku protéká potok pod silničním mostem.

V dolní části sledovaného úseku jsou zdvojené pevné česle s bezpečnostním obtokem, pro zachytávání hrubých mechanických nečistot (obr. č. 46). Na konci sledovaného úseku je tzv. povodňový objekt s rozdělovacím kanálem, který je zakončen strojně stíranými česlemi, shrabky jsou dopravovány do přistaveného kontejneru (obr. č. 47). Objekt je ve správě Povodí Ohře, s. p.



Obr. č. 46, 47 – Pevné česle s bezpečnostním obtokem; povodňový objekt na konci sledovaného úseku (autor 2014).

Za česlemi je potok sveden již do zakryté části a podle odečtu nadmořských výšek je rozdíl mezi povodňovým objektem a níže položenou silnicí 7 metrů. Vzhledem k tomu, že se potok nachází až pod samotou silnicí, může být převýšení až 10 m. Před povodňovým objektem je odlehčovací koryto pro odvádění vody při nadměrném průtoku, kterým je voda vedena mezi areálem Petrochemie a nízkoteplotních skladů do nádrže Propadlina. Šířka koryta byla změřena

od 6 do 10 metrů. Výška hladiny 10 cm v horní části úseku (pod stupni naměřeno 50 cm), v monolitickém betonovém profilu 5 cm. Výška koryta byla změřena 1,5 – 4 metry (nejvyšší výšky dosahuje koryto v horní části úseku u vybudovaných stupňů).

#### 5. 5. 9. BPO009 – říční km: 1,741 – 2,850

Potok v této části vede pod východní částí areálu Petrochemie Unipetrolu RPA (obr. č. 48, 49). Do potoka jsou zaústěny přepady dešťové vody z lapačů písků dešťové kanalizace Unipetrolu (LPDK I-IV). Koryto i dno potoka je na vyústění ze zakrytí betonové. Tvar koryta je obdélníkový. Rychlost proudění není významně ovlivněna. Výška hladiny vody je přibližně 5 cm.



Obr. č. 48, 49 – Vlevo vstup do zakryté části opatřený strojně stíranými česlemi, Pravý obrázek výstup ze zakrytí v dolní části úseku pod Petrochemií (autor 2014).

#### 5. 5. 10. BPO010 – říční km: 1,026 – 1,741

Po vyústění ze zakryté části protéká Bílý potok v upraveném korytě souběžně se silnicí I/27, celá trasa vede okolo průmyslového areálu (obr. č. 50). Tvar údolí je plochý. Levý břeh tvoří rozsáhlá parkoviště zaměstnanců pracujících v chemických závodech, pravý břeh tvoří přibližně 50 metrový pás louky, na kterou plynule navazují areály firem spojené s průmyslovým areálem. Břehy koryta jsou zpevněny kameny, které jsou na několika místech viditelně porušeny a kameny tak tvoří drobné překážky v korytě. Břehy jsou dále obrostlé travinami a keři. Dno je zpevněno na několika místech kamennou dlažbou. Dnový substrát tvoří kamení, štěrky, písek a na březích jsou i viditelné nánosy bahna. Na sledovaném úseku je vybudován jeden vyšší stupeň a potok protéká jedním propustkem pod silnicí (obr. č. 51). Podél potoka jsou po obou březích vzrostlé listnaté stromy, keře a traviny. Na několika místech byly v potoce spadlé větve.



*Obr. č. 50, 51 – V tomto úseku protéká potok podél frekventované silnice I/27; Průchod potoka propustkem, před kterým je nahromaděno několik spadlých větví, které mohou ovlivnit průtočnost v daném úseku (autor 2014).*

Zahloubení koryta je přibližně 2 – 2,5 metru. Hladina vody byla změřena 20 cm. Šířka koryta přibližně 6 metrů. Do koryta potoka je z pravé zaústěn přepad lapačů písků dešťové kanalizace z areálu Petrochemie a z levé strany před budovami f. INTO odtok z parkoviště, které je vybaveno lapolem.

#### **5. 5. 11. BPO011 - říční km: 0,618 – 1,026**

Sledovaný úsek zahýbá od profilu BPO010 do pravé strany a levým břehem protéká kolem areálu firmy INTO a autoservisu. Břehy i dno jsou v tomto místě opět zpevněny betonovým monolitickým panelem. Jsou výrazně obrostlé travinami a mechorosty a na mnoha místech značně zakrývají opevnění břehů (obr. č. 52). Dnový substrát tvoří kamení, štěrk a písek. Na úseku dochází k mírnému zanášení koryta a jsou tvořeny viditelné lavice. Využití břehů je podobné jako u předchozího profilu. Koryto potoka křížují na 2 místech produktovody (obr. č. 54). Na ř. km: 0,785, je do potoka z pravé strany zaústěn havarijní přepad nečištěných splaškových vod z ČOV Litvínov (obr. č. 53). Potok dále protéká 2 propustky pod silnicemi, které jsou výrazně zatíženy nákladní dopravou.



*Obr. č. 52, 53 – Na levém obrázku zarůstání panelových břehů; Na pravém obrázku havarijní přepad z potrubí splaškové vody pro ČOV Litvínov (autor 2014).*

Přibližně 100 metrů před areálem biologické čistírny Unipetrolu, je na potoce vybudován vysoký stupeň bez migračního průchodu a potok dále protéká pod betonovým korytem Zpětného toku, kterým je odváděna přebytečná oteplená voda z areálu Unipetrol do řeky Loupnice (obr. č. 55). Zpětný tok může být se souhlasem MěÚ Litvínov vypouštěn havarijně i do Bílého potoka. Přes potok také vedou 3 šachty s potrubím tzv. surové vody, která je čerpána z jezerní vodárny na filtrační stanici k dalšímu využití v areálu Unipetrol (hydrantová voda, doplňování okruhu chladicí vody, výroba užitkové vody aj.). Sledovaný úsek končí hlásným profilem č. 238, za kterým je vybudován nízký stupeň.



*Obr. č. 54, 55 – Na levém obrázku křížení potoka produktovody; Pravý obrázek křížení potoka betonovým korytem Zpětného toku, foceno ze šachet, které slouží pro uložení potrubí surové vody (autor 2014).*

#### **5. 5. 12. BPO012 – říční km: 0 – 0,618**

Poslední úsek protéká mezi areálem biologických čistíren Unipetrol RPA a tankovištěm České rafinerské, a. s. (obr. č. 56). Břehy potoka jsou v horní části úseku opevněny kameny a jsou výrazně zaneseny bahnem a zarostlé ruderální vegetací (obr. č. 57). Z pravé strany je do potoka zaústěn Zálužský potok a o cca 5 m dále je poté z levé strany do potoka zaústěn havarijní přepad ze systému dešťové kanalizace Unipetrolu. Dnový substrát je tvořen kamením, štěrkem a pískem.



*Obr. č. 56, 57 – Horní část závěrečného úseku mezi areálem BČOV a tankovištěm; Hustě zarostlé břehy ruderální vegetací (autor 2014).*



V korytě potoka byly kromě spadlých větví zjištěny i shluky hadrů, plastové nádoby a jiné předměty. Břehy jsou náchylné k erozi. Na několika místech eroze břehů až 50 cm. Střední část úseku je tvořena betonovým monolitickým panelem (obr. č. 58). Ve spodní části jsou břehy a dno opět opevněny kameny. Těsně před vyústěním Bílého potoka do řeky Bíliny je z levé strany zaústěn do potoka opět havarijný přepad ze systému dešťové kanalizace (obr. č. 59). Koryto má v celém úseku převážně lichoběžníkový tvar.



*Obr. č. 58, 59 – Na levém obrázku střední část úseku – betonové monolitické opevnění břehu; Na pravém obrázku závěrečná část úseku, v levé části havarijný přepad ze systému dešťové kanalizace Unipetrolu (autor 2014).*

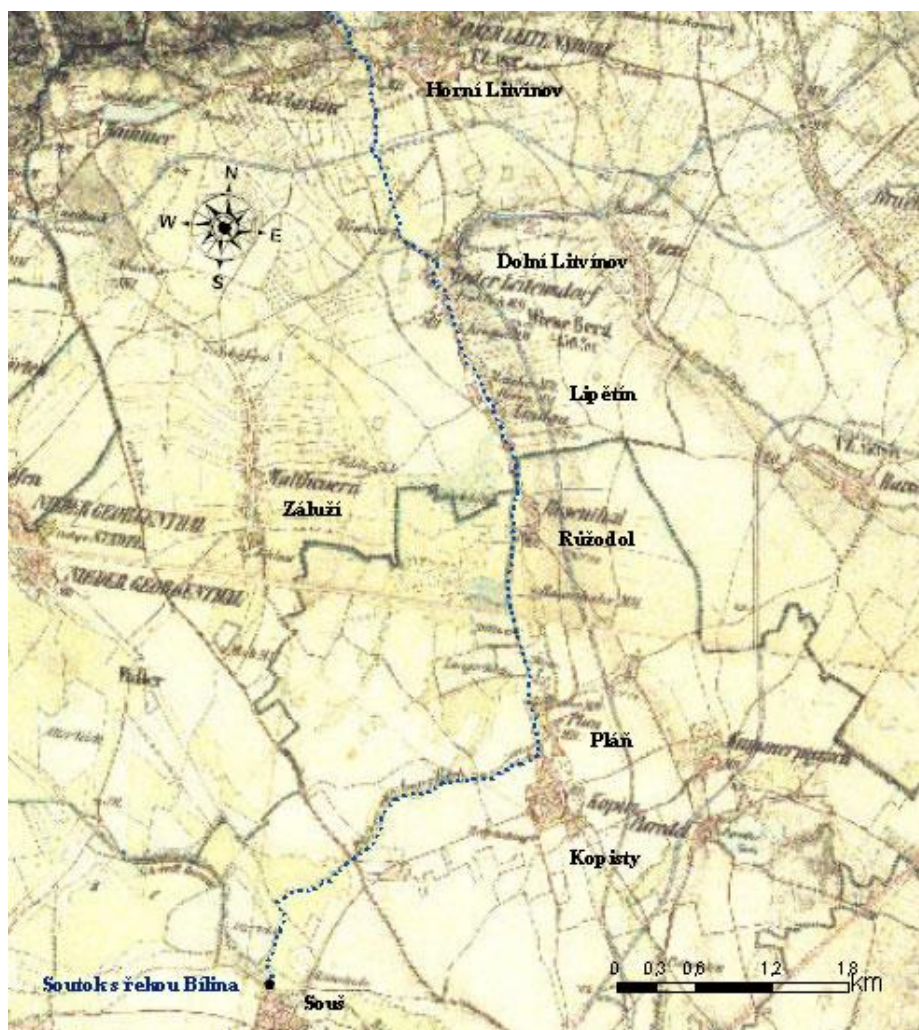
Šířka hladiny byla změřena od 2,5 do 4,5 metrů, šířka koryta max. 7 metrů. V tůni v horní části úseku byla změřena maximální hloubka ve sledovaném profilu, a to 1 metr, větší hloubka byla rovněž zjištěna pod druhým havarijním přepadem z dešťové kanalizace a to 80 cm. Hloubka hladiny ve větší části sledovaného úseku byla změřena 10 - 20 cm. Maximální výška koryta 3,8 metru. Potok protéká pod mostem, po kterém vede asphaltová silnice k tankovišti České rafinerské, a.s. (ulice 85). Bílý potok ústí do řeky Bíliny na jejím 54,2 ř. km. (obr. č. 60, 61).



*Obr. č. 60, 61 – Vyústění Bílého potoka do řeky Bíliny, levý obrázek pohled po proudu potoka; Pravý obrázek pohled z pravého břehu řeky Bíliny. Nátoky do řeky zleva – Bílý potok, výstup z ČOV Litvínov, výstup z biologických čistíren Unipetrol RPA (autor 2014, 2015).*

## 5. 6. Historická trasa Bílého potoka

Během rozvíjející se těžby hnědého uhlí byly postupně zlikvidovány obce, podél kterých Bílý potok protékal (obr. č. 62) - Dolní Litvínov (zanikl v letech 1957-1959), Lipětín (1959), Růžodol (1959), Pláň (1960-1970), Kopisty (1974-1979). Potok se původně vléval do řeky Bíliny v obci Souš, která byla částečně zničena těžbou v 60. letech 20. století. Zbytek obce byl přičleněn k nově vzniklému městu Most (zanikleobce.cz). V části bývalého koryta Bílého potoka, v oblasti Kopist, momentálně protéká Mračný potok (Bc. Vondra, ústní sdělení, 19. 11. 2014).

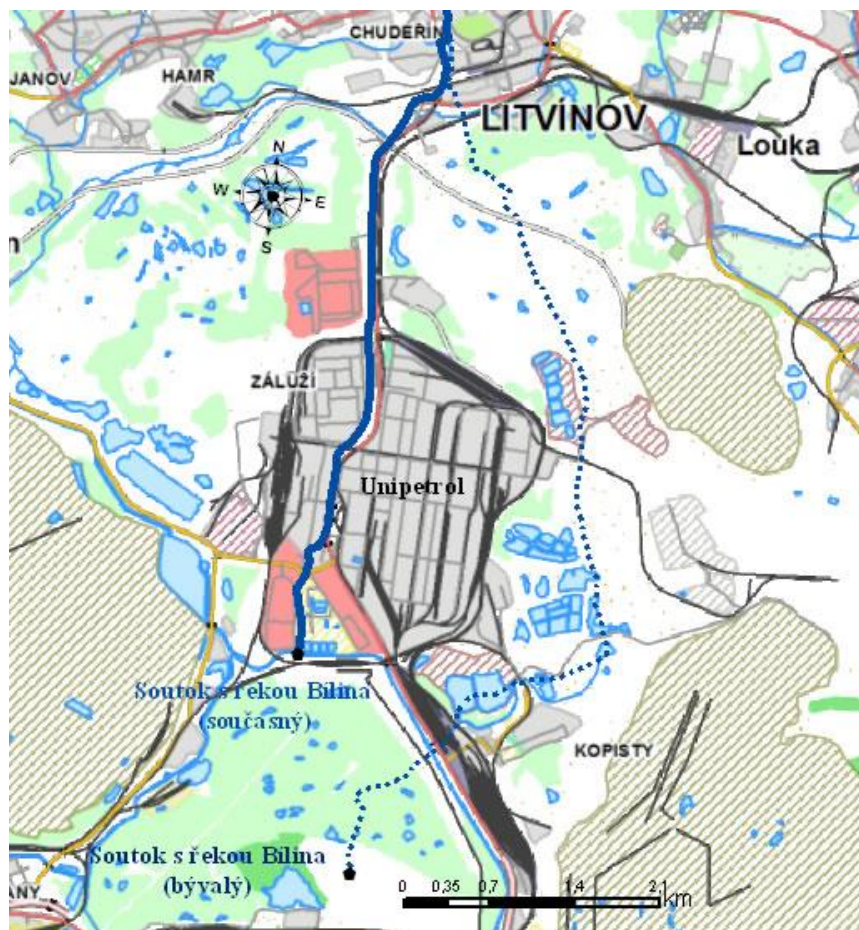


Obr. č. 62 – Střední a dolní část Bílého potoka v mapách II. vojenského mapování (autor, Cenia 2014).

V dolní části potoka byly v důsledku rozsáhlé báňské činnosti provedeny několikrát přeložky (Kestřánek a kol. 1984; Štefáček 2008). V lokalitě probíhají v současné době hydričké a lesnické rekultivace.

Na obrázku č. 63 je znázorněna trasa odečtená z mapy II. vojenského mapování (tvorba mapy v letech 1836-1852) a současná trasa Bílého potoka, která protíná

chemické závody Unipetrol. Bílý potok je zaústěn do přeložky řeky Bíliny, přibližně 2 km severně od bývalého zaústění.



Obr. č. 63 – Současná a historická trasa Bílého potoka (autor, Cenia 2014).

## 5. 7. Povodí Bíliny

V povodí Bíliny se nacházejí bohatá ložiska přírodních materiálů pro chemický, keramický a sklářský průmysl. Široce rozvinutá je povrchová těžba hnědého uhlí. Z důvodu těžby nerostných surovin ztratila krajina v minulosti svůj původní charakter a veškerá infrastruktura, včetně některých vodních toků byla pozměněna nebo úplně zanikla. Oblast povodí je navíc negativně ovlivněna průmyslovými emisemi (Košková a kol. 2005). Plocha povodí je 1072 km<sup>2</sup>. V oblasti Mostecké pánve byla řeka Bílina několikrát přeložena z důvodu těžby uhlí a pod Ervěnickým koridorem je část řeky v délce 3,5 km zatrubněna (Blažek 2006). Její tok je dělen i obrácen (Ludvík 2005). Řeka Bílina je ve správě Povodí Ohře, s. p. (poh.cz).

V sedimentech řeky Bíliny byly zjištěny NEL (Záluží), DDT a HCB (Ústí n. L.) a prvky As, Ba, Cr, Ni, PB a V. Zvýšené obsahy lze vysvětlit blízkou přítomností chemického průmyslu a těžby hnědého uhlí (Franců a kol. 2009).

## 6. Metodika

Vyhledávání starých map bylo prováděno na stránkách oldmaps.geolab.com (II. vojenské mapování). Pro zjištění historické trasy Bílého potoka byly využívány i mapy CENIA v programu ArcMap 10.2.

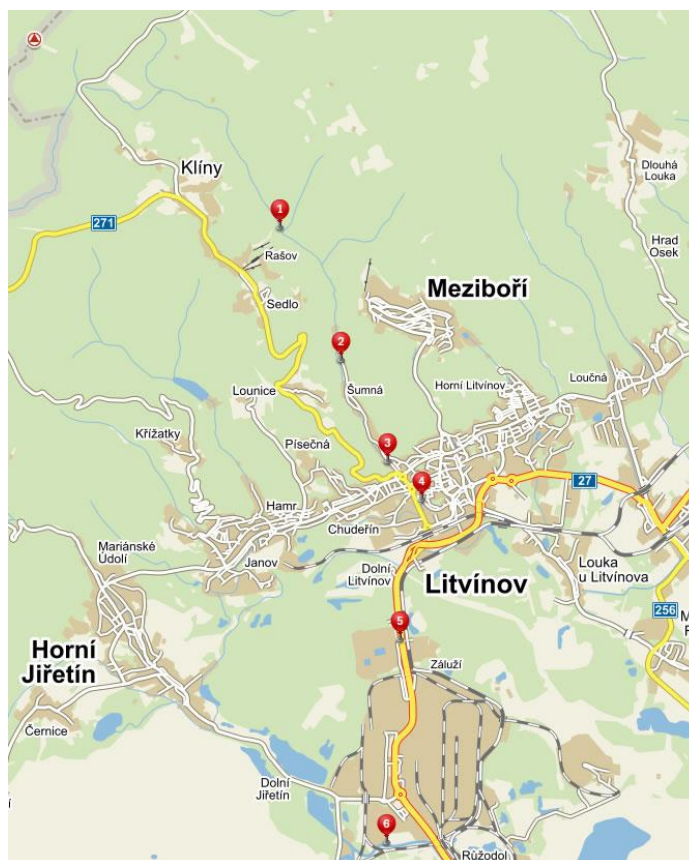
Přehledové mapky byly zpracovávány pomocí GIS v programu ArcMap 10.2, obrázky a fotografie byly upravovány v programu Macromedia Fireworks MX 2004.

Samotný výzkum byl zahájen monitoringem Bílého potoka (duben, říjen, listopad), poté bylo zahájeno odebírání vzorků na stanovení základních chemických ukazatelů (duben - listopad) a jako poslední byl zahájen odběr vzorků na stanovení makrozoobentosu (říjen). Před zahájením odběrů a monitoringu byli informováni zástupci Povodí Ohře, s. p., města Litvínov, Lesní správy Litvínov a Unipetrol RPA.

Pro odběr vzorků bylo vytipováno celkem 6 profilů (odběrových míst), na kterých byl prováděn odběr vzorků (obr. č. 64):

- **Profil č. 1 (ř. km: 11,600)** – v sousedství obory Fláje – horská oblast, lokalita se nachází v blízkosti uzavřené obory s minimálním přístupem osob a vozidel – nejméně antropogenně ovlivněná část, přírodní koryto. Tuto lokalitu je možné brát jako referenční lokalitu pro srovnání ekologického stavu.
- **Profil č. 2 (ř. km: 9,146)** – nad úpravnou vody Šumná – horská oblast, turisticky využívaná „NS Tesařova stezka“, zpevněné asfaltové cesty podél potoka se zákazem vjezdu s výjimkou Lesy ČR s. p., hygienické pásmo vodního toku - mírně antropogenně ovlivněná část, přírodní koryto s drobnými úpravami v délce cca 100 m nad úpravnou vody.
- **Profil č. 3 (ř. km: 6,525)** – pod obcí Šumná nad restaurací Bukový háj – urbanizované podhorské území, cca 150 m před vstupem do zakryté části před Litvínovem – antropogenně ovlivněná část, opevněné koryto protékající obcí.
- **Profil č. 4 (ř. km: 5,655)** – u Penny marketu, cca 300 m pod vyústěním ze zakrytí – posuzován vliv zakryté části na ekologický stav vodního toku – antropogenně ovlivněná část.
- **Profil č. 5 (ř. km: 4,489)** – za viaduktem u silnice I/27 ve směru na Most – posuzován vliv městské zástavby na kvalitu vody, výstup z Litvínova – antropogenně ovlivněná část, koryto i dno na úseku zpevněno kameninou a monolitickými betonovými panely.
- **Profil č. 6 (ř. km: 0,017)** - před vyústěním do řeky Bíliny, vzorkovací místo Povodí Ohře s. p. – posuzován vliv průmyslu, průtok potoka přes areál

Unipetrol – antropogenně ovlivněná část, koryto i dno zpevněno (kamenina, panel aj.).



Obr. č. 64 – Grafické znázornění vzorkovacích míst pro stanovení fyzikálně-chemických ukazatelů a odběrů vzorků pro určení makrozoobentosu (mapy.cz, autor 2015).

Pomůcky pro odběry vzorků (lahve, vzorkovač, terénní přístroj, bentosová síťka) byly zapůjčeny v Unipetrol RPA resp. na FŽP ČZU.

## 6. 1. Metodika odběru vzorků pro stanovení chemického stavu toku

K posouzení chemického stavu Bílého potoka byl prováděn odběr vzorků vody pro stanovení základních fyzikálně-chemických ukazatelů. Výchozím metodickým dokumentem byla „Metodika hodnocení všeobecných fyzikálně-chemických složek ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích“ zpracovaná Mgr. Pavlem Rosendorfem v souladu s požadavky rámcové směrnice o vodě 2000/60/ES Evropského parlamentu. Metodika byla přijata Ministerstvem životního prostředí pro posuzování ekologického stavu toků.

### Hodnoceno bylo 5 základních složek:

- Teplotní poměry
- Kyslíkové poměry – CHSK a BSK<sub>5</sub>
- Solnost – konduktivita
- Acidobazický stav – pH a alkalita (KNK<sub>4,5</sub>)
- Živinné podmínky – N a P

Celkově bylo stanovováno v laboratoři 13 ukazatelů (CHSK, BSK<sub>5</sub>, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, P-PO<sub>4</sub>, pH, KNK<sub>4,5</sub>, RAS, Konduktivita, NL, F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) a v terénu 3 ukazatele (O<sub>2</sub>, pH, T). Laboratorní stanovení ukazatelů bylo prováděno podle následujících norem:

CHSK	ČSN ISO 6060/21
BSK	ČSN EN 1899-1
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ČSN ISO 7150-1
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ČSN ISO 7890-3
P-PO <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ČSN EN ISO 6878
pH	ČSN ISO 10523
KNK <sub>4,5</sub>	ČSN ISO 9963-1
RAS	ČSN 757347
Konduktivita	ČSN EN 27888
NL	ČSN EN 872
F <sup>-</sup>	ČSN EN ISO 10304-1
Cl <sup>-</sup>	ČSN ISO 9297
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ČSN 757477

Vzorky byly odebírány 1x za měsíc od dubna do listopadu 2014 na předem určených místech. Vzorky byly analyzovány v laboratoři Unipetrol RPA po domluvě s vedoucí laboratoří pí. Romanou Rychlou a termíny byly vybrány na dny, kdy není laboratoř tolik vytížená. Všechny vzorky na stanovených profílech byly odebírány ve stejný den a ve stejný den byl prováděn i rozbor v laboratoři a kontrolní měření v terénu (měření O<sub>2</sub>, pH a T).

Jednotlivé vzorkovnice byly polepeny štítky „Profil č. 1“ až „Profil č. 6“, pro přehlednější orientaci. Před odběrem vzorků bylo z bezpečnostních a hygienických důvodů prováděno vzorkování v gumových rukavicích. Vzorkování bylo zahájeno odebráním vzorku do plastové vzorkovací láhve a láhev protřepána, aby došlo k jejímu propláchnutí. Vzorek byl poté vylit zpět do potoka a odebrán bodový vzorek, láhev byla zašroubována a uložena do vzorkovací přepravní tašky.

Po odebrání všech vzorků byly následně odvezeny do laboratoře ke stanovení vybraných ukazatelů (viz výše). Analýzy byly zapisovány do připraveného formuláře ihned po stanovení, BSK<sub>5</sub> byla doplněna po dokončení měření za 5 dní. Vzorkovací

láhve byly po stanovení analýz vymyty horkou vodou, uzavřeny šroubovacím víčkem a uloženy do přepravní tašky.

#### Vybavení a pomůcky pro odběr vzorků:

- Psací potřeby
- Formulář s předepsanou tabulkou na zápis hodnot měřených multiparametrickou sondou
- Kancelářské desky
- Plechový vzorkovač s 3 metrovým konopným provázkem
- Klubko konopného provázku - pro případ přetržení provázku na vzorkovači
- Plastové vzorkovací lahve se šroubovacím víčkem – o objemu 2 litry (celkem 6 ks)
- Přepravní taška na vzorky
- Gumové rukavice, gumová obuv a pracovní oděv
- Terénní přístroj - Hach lange HQ40d multi pro měření vybraných ukazatelů v terénu
- Mobilní telefon – pro potřeby přivolání první pomoci v případě úrazu
- Hodinky – pro kontrolu času odběru vzorků

## **6. 2. Metodika hodnocení ekomorfologického stavu potoka**

Jedním ze základních kritérií pro posouzení ekologického stavu vodní toku bylo provedení ekomorfologického monitoringu Bílého potoka. Výchozím metodickým dokumentem byla „*Metodika pro monitoring hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků*“ zpracovaná doc. RNDr. Jakubem Langhammerem, Ph.D., v souladu s rámcovou směrnicí o vodě 2000/60/ES Evropského parlamentu. Metodika byla přijata Ministerstvem životního prostředí pro posuzování ekologického stavu toků.

Před zahájením monitoringu byl informován správce vodního toku, Povodí Ohře s. p., a vedoucího odboru životního prostředí města Litvínov Mgr. Jaroslav Porteš. Vodní tok protéká chemickým areálem Unipetrol, z těchto důvodů byli také informováni ředitel úseku Vodní hospodářství z Unipetrol RPA, Ing. Zdeněk Kubík a Bc. Václav Vondra, vedoucí odboru životního prostředí z Unipetrol Services.

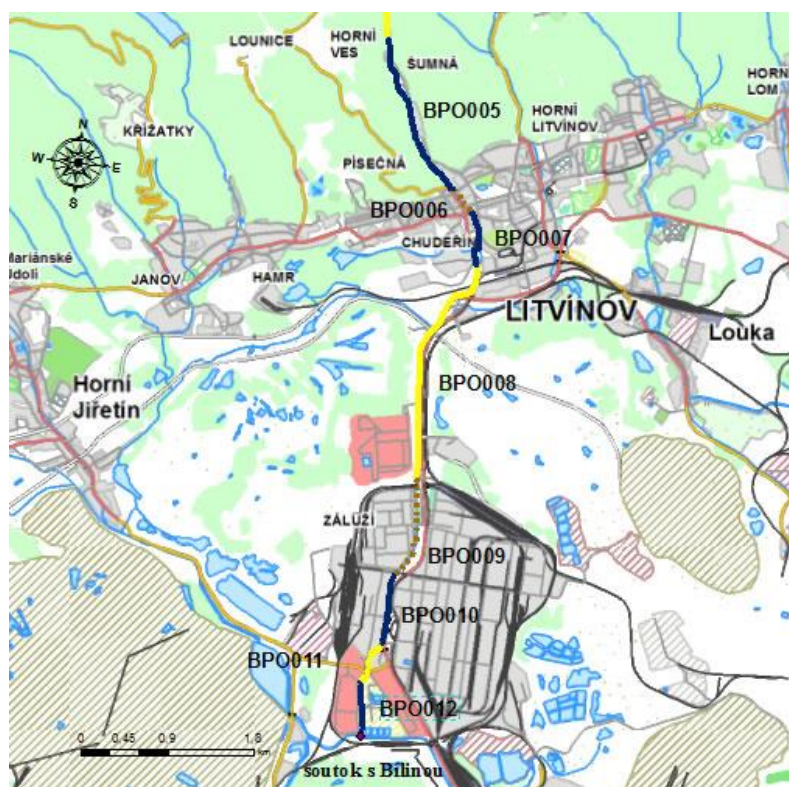
Jelikož potok procházel uzavřenou oborou Fláje, byla před zahájením monitoringu kontaktována Ing. Anita Hovorková z Lesní správy Litvínov. Obora je přístupná pouze pro nájemce obory a Lesy ČR s. p., a v případě žádosti o vstup do obory, bylo nutné sepsat dohodu o vstupu. Vstup do obory byl poté nahlášen revírníkovi Petru Černíkovi.

Ekomorfologické hodnocení bylo prováděno v měsících duben, říjen a listopad. Během monitorování byl potok rozdělen na 12 úseků, kdy každý reprezentoval určitý typ úprav potoka, využití údolní nivy a jiných charakteristik. Monitorování celého

potoka nebylo provedeno v jeden den, ale rozděleno do 3 měsíců. Jeden monitorovaný úsek = jeden den. Úseky byly pro potřeby práce označeny třemi písmeny BPO (zkratka **B**ílý **P**otok) a trojicí čísel (000 – 012). Monitorované úseky (obr. č. 65, 66):



Obr. č. 65 – Grafické znázornění jednotlivých monitorovaných úseků horní části Bílého potoka BPO001 – BPO012, barevně upraveno pouze pro rozlišení úseků (autor 2015).



Obr. č. 66 – Grafické znázornění jednotlivých monitorovaných úseků dolní a střední části Bílého potoka BPO001 – BPO012, barevně upraveno pouze pro rozlišení úseků (autor 2015).



- **BPO001 – říční km: 15,330 – 15,825**  
od pramene k hornímu vstupu do obory Fláje
- **BPO002 – říční km: 13,270 – 15,330**  
od horního vstupu do obory k přemostění potoka lesní asfaltovou cestou
- **BPO003 – říční km: 11,810 – 13,270**  
od asfaltové cesty po dolní vstup do obory
- **BPO004 – říční km: 8,982 – 11,810**  
od dolního vstupu do obory k úpravně vody Šumná
- **BPO005 – říční km: 6,515 – 8,982**  
od úpravny vody ke vstupu do profilu vedoucího k zakryté části před Litvínovem
- **BPO006 – říční km: 5,978 – 6,515**  
částečně zakrytá část Litvínov
- **BPO007 – říční km: 5,300 – 5,978**  
od výstupu ze zakrytí k supermarketu Lidl
- **BPO008 – říční km: 2,855 – 5,300**  
od Lidlu k zakrytí před areálem Unipetrol RPA
- **BPO009 – říční km: 1,741 – 2,855**  
zakrytá část pod areálem Unipetrol RPA
- **BPO010 – říční km: 1,026 – 1,741**  
od výstupu ze zakrytí k budově firmy INTO
- **BPO011 – říční km: 0,618 – 1,026**  
od firmy INTO k hlásnému profilu č. 238
- **BPO012 – říční km: 0 – 0,618**  
od hlásného profilu č. 238 k vyústění do řeky Bíliny

Výše zmiňované úseky byly následně zakresleny do mapy v programu ArcMap 10.2. Trasa byla v mapě zvýrazněna, doplněny jednotlivé sledované úseky a jejich označení.

Monitoring byl po celé délce potoka prováděn převážně z břehů, pouze v horní části potoka (pramen, obora Fláje, úsek pod oborou k úpravně vody) byl prováděn přímo z koryta a to z důvodu snadného a bezpečného přístupu do potoka.

Úpravy koryta v zakryté části v Litvínově (BPO006) a pod areálem Petrochemie Unipetrol RPA (BPO009) nebyly sledovány. Pro práci bylo uvažováno, že úpravy těsně před vstupem do zakrytí, a betonový (tlamový) profil, do kterého potok vstupuje, jsou totožné i v něm.

Vyhodnocení bylo provedeno nejpozději do druhé dne od provádění monitoringu a součástí vyhodnocení jsou i fotografie, které byly pořízeny při monitoringu.

Poloha monitorovaných míst byla sledována pomocí GPS lokátoru umístěného v navigaci a zapisována do pracovního formuláře.

Měření hloubky vody v korytě, šířka hladiny a šířka a výška koryta bylo prováděno pomocí dřevěného skládacího metru (2 m) a měřicího pásma (20 m). Všechny naměřené a vysledované údaje byly zapisovány do mapovacího formuláře. Měření údolní nivy bylo převážně měřeno pásmem, v případě obtížného přístupu, případně rozlehlosti údolní nivy, bylo stanoveno odhadem.

#### Vybavení a pomůcky pro monitoring:

- Psací potřeby
- Kancelářské desky
- Mapovací formulář
- Vytisknutá metodika od doc. RNDr. Langhamera, Ph.D
- Fotoaparát Nikon Coolpix L23
- Dřevěný skládací metr – 2 m
- Měřicí pásmo – 20 m
- Pracovní obuv a oděv
- Mobilní telefon
- GPS – součást autonavigace
- Mapa měřítko 1:5000

#### Hodnocení monitoringu je možné rozdělit do 4 základních zón (Komínková 2013):

##### **1) Koryto a trasa toku**

Trasa toku (TRA)

Průchodnost koryta (PPK)

Variabilita šířky koryta (VSK)

Variabilita zahloubení v podélném profilu (VHL)

Variabilita hloubek v příčném profilu (VHP)

##### **2) Dno**

Struktura dna (STD)

Dnový substrát (DNS)

Upravenost dna (UDN)

Mrtvé dřevo v korytě (MDK)

##### **3) Břeh a inundační území**

Upravenost břehů (UBR)

Břehová vegetace (BVG)

Využití příbřežní zóny (VPZ)

Využití údolní nivy (VNI)

##### **4) Proudění a hydrologický režim**

Charakter proudění (CPR)

Ovlivnění hydrologického režimu (OHR)

Průchodnost inundačního území (PRI)

Variabilita průtoku (VPR)

#### Postup hodnocení hydromorfologického stavu:

##### a) skórování kvality v rámci úseku

Předpoklad hodnocení je nejvyšší kvalita, což je stav, který odpovídá přirozeným podmínkám při nejvyšší variabilitě (bodová hodnota = 1). V hodnocení se bere nejméně příznivá hodnota.

### **b) výpočet dílčího skóre pro jednotlivé zóny hodnocení**

Koryto a trasa toku

$$\text{KOR} = (\text{TRA} * 0,3 + \text{PPK} * 0,3 + \text{VSK} * 0,1 + \text{VHL} * 0,15 + \text{VHP} * 0,15)$$

Dno

$$\text{DNO} = (\text{STD} * 0,3 + \text{DNS} * 0,2 + \text{UDN} * 0,3 + \text{MDK} * 0,2)$$

Břeh a inundační území

$$\text{NIV} = (\text{UBR} * 0,3 + \text{BVG} * 0,3 + \text{VPZ} * 0,25 + \text{VNI} * 0,15)$$

Proudění a hydrologický režim

$$\text{HYD} = (\text{CPR} * 0,3 + \text{OHR} * 0,3 + \text{PRI} * 0,2 + \text{VPR} * 0,2)$$

### **c) výpočet výsledného skóre kvality úseku**

$$\text{HMK} = (\text{KOR} + \text{DNO} + \text{NIV} + \text{HYD}) / 4$$

### **d) klasifikace hydromorfologického stavu úseku (tab. č. 5)**

Tabulka č. 5 – klasifikace hydromorfologického stavu a kvality úseků

Hydromorfologický stav		Hydromorfologická kvalita
1	velmi dobrý	1 - 1,7
2	dobrý	1,7 - 2,5
3	průměrný	2,5 - 3,5
4	špatný	3,5 - 4,3
5	zničený	4,3 - 5

## **6. 3. Metodika odběru a stanovení makrozoobentosu**

K posouzení ekologického stavu Bílého potoka byl rovněž prováděn odběr makrozoobentosu. Výchozím metodickým dokumentem byly „Metodika pro výběr a hodnocení reprezentativnosti monitorovaných míst pro zjišťování a hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) pomocí biologických složek“ zpracovanou Ing. Pavlem Horkým, Ph.D. a „Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů vod tekoucích (kategorie řeka) pomocí biologické složky makrozoobentos“ zpracovanou Mgr. Libuší Opatřilovou. Metodiky byly přijaty Ministerstvem životního prostředí pro posuzování ekologického stavu toků.

Samotný odběr vzorků makrozoobentosu byl prováděn v souladu s „Metodikou odběru a zpracování vzorků makrozoobentosu tekoucích vod metodu Perla“ která byla zpracována J. Kokešem a D. Němejcovou v roce 2006.

Odběr byl prováděn v říjnu (podzimní odběr) na 6 místech v blízkosti vzorkovacích míst pro stanovení fyzikálně-chemického stavu toku. Na každém

vzorkovacím místě byl vytipován úsek, který nejvíce charakterizoval danou část (proudění, dno, opevnění břehů, vegetace). Před zahájením samotného vzorkování bylo místo subjektivně rozděleno podle zastoupení všech typů habitatů. Tomu byl následně přizpůsoben čas odběru vzorku.

Odběr vzorků na daném úseku byl prováděn 3 minuty (semikvantitativní multihabitatový odběr). Čas byl určen pouze na rozrušování dna, promývání rostlin na dně potoka a následný odběr vzorků. Během přecházení mezi habitaty byl čas zastaven. Při odebrání vzorků bylo postupováno proti proudu, aby se nenarušovala ještě nerozrušená plocha. Dno bylo rozrušováno nohou (tzv. kick sampling). Bentosová síťka byla hranou položena na dno potoka a do síťky byly zachytávány organismy, které se uvolnili rozrušováním dna.

Během 3 minutového odběru byla několikrát bentosová síťka vyprázdněna do kbelíku. Po dokončení odběru byla prováděna dekantace ke zbavení hrubých (kamínky, větvičky) a jemných (písek) sedimentů, dle metodických pokynů.

Po dekantaci byl vzorek z kbelíku přelit na bílý tác pro rozřídění organismů do připravených vzorkovnic. Třídění bylo prováděno pinzetami. Zbytek nerozříděného vzorku byl přelit přes trychtýř do 1 litrové vzorkovací PVC lahve.

Lahve byly po odebrání vzorků polepeny štítky s označením datem odběru a číslem daného profilu a uloženy do přepravní tašky. Druhý den po odebrání byly převezeny do laboratoře.

Určování makrozoobentosu bylo provedeno v laboratoři VÚV TGM v Praze, pod vedením Mgr. Libuše Opatřilové.

#### Vybavení a pomůcky pro odběr vzorků v terénu:

- Psací potřeby (fix)
- Stopky pro měření času odebrání vzorku dle metody Perla
- Bentosová síťka
- Kbelík bílý o objemu 10 litrů (2 ks)
- Bílý tác pro rozřídění odebraného vzorku
- Měkké pinzety – 2 ks
- Lupa
- Štítky pro označení a popis vzorkovacích lahví
- Plastový trychtýř pro možnost přelití nerozříděného vzorku do vzorkovací lahve
- Vzorkovací lahve o objemu 1 litr (6 ks) – pro uchování vzorku
- Gumáky
- Přepravní taška na vzorky
- Rybářská židlička
- Mobilní telefon

## 7. Výsledky

### 7. 1. Vyhodnocení monitoringu Bílého potoka

Vyhodnocení bylo provedeno na základě terénního monitoringu v roce 2014. K jednotlivým úsekům byly spočítány body, podle kterých bylo následně provedeno určení skóre jednotlivých zón a výsledné stanovení hydromorfologické kvality (tab. č. 6).

Tabulka č. 6 – Sledované profily a jejich bodové hodnocení.

	BPO001	BPO002	BPO003	BPO004	BPO005	BPO006
KOR	0,72	0,72	0,72	1,11	2,77	3,46
DNO	1,9	1,9	2,3	2,3	3,7	4,8
NIV	1,3	1,3	1	1,6	4,1	5
HYD	1,4	1,7	1,7	2,6	2,8	3,8
<b>HMK</b>	<b>1,33</b>	<b>1,41</b>	<b>1,43</b>	<b>1,9</b>	<b>3,34</b>	<b>4,27</b>
	BPO007	BPO008	BPO009	BPO010	BPO011	BPO012
KOR	2,66	3,76	3,46	3,06	3,16	3,06
DNO	3,5	4,7	5	3,6	4	4
NIV	4,4	4,7	5	4,1	4,7	4,7
HYD	3,8	3,5	3,6	3	4,1	3,9
<b>HMK</b>	<b>3,59</b>	<b>4,17</b>	<b>4,27</b>	<b>3,44</b>	<b>3,99</b>	<b>3,92</b>

Celkové vyhodnocení hydromorfologického stavu a kvality jednotlivých úseků (tab. č. 7).

Tabulka č. 7 – Celkové hodnocení hydromorfologického stavu a kvality jednotlivých úseků.

	HMK	HMS
BPO001	1,33	Velmi dobrý
BPO002	1,41	Velmi dobrý
BPO003	1,43	Velmi dobrý
BPO004	1,90	Dobrý
BPO005	3,34	Průměrný
BPO006	4,27	Špatný
BPO007	3,59	Špatný
BPO008	4,17	Špatný
BPO009	4,27	Špatný
BPO010	3,44	Průměrný
BPO011	3,99	Špatný
BPO012	3,92	Špatný
	<b>3,08</b>	<b>Průměrný</b>

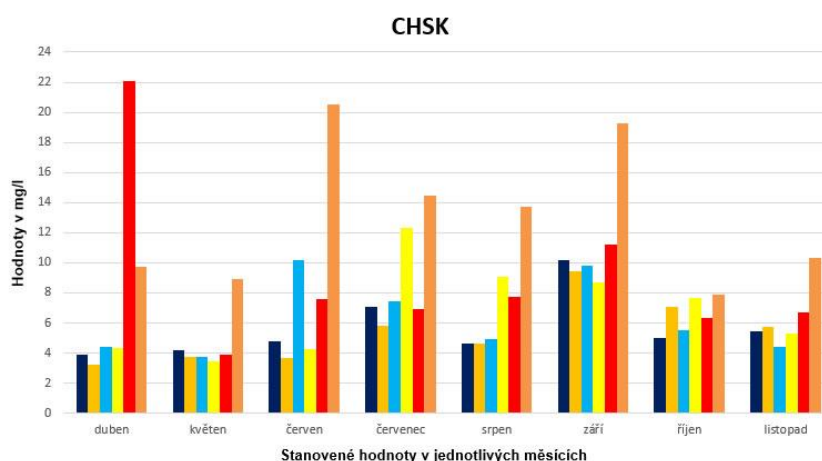
Z uvedených výsledků vyplývá, že celkové hodnocení hydromorfologického stavu je klasifikováno jako **průměrný stav**. Nejlepšího hodnocení dosáhly profily v horské části, s postupnými úpravami koryta a průtokem zastavěným územím se zvyšuje hodnota hydromorfologické kvality. Nejhoršího výsledku bylo dosaženo dle předpokladů na zakrytých úsecích Bílého potoka (BPO006 a BPO009).

## 7. 2. Chemické stanovení jakosti vody

### 7. 2. 1. Chemická a biochemická spotřeba kyslíku

Hodnoty CHSK vyhovují v jednotlivých měsících na všech profilech nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ve znění novel 229/2007 Sb. a 23/2011 Sb., příloha č. 3. Všechny naměřené hodnoty jsou nižší než průměrná hodnota NEK-RP, která je stanovena na 26 mg/l.

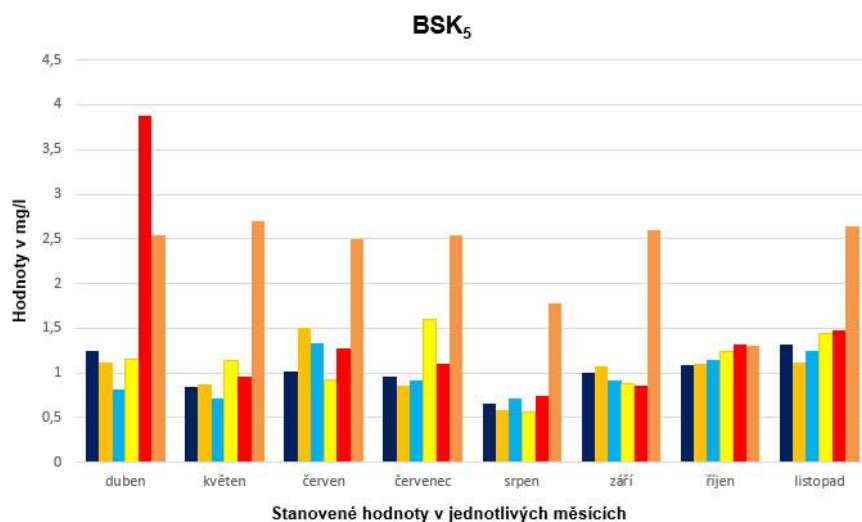
Profily č. 1 – 4 je možné dle ČSN 75 7221 zařadit do jakostní třídy č. I a to v celém sledovaném období. Na profilech č. 5 a 6 byla ve 3 případech zjištěna hodnota vyšší než 15 mg/l a třída jakosti je tedy dle ČSN 75 7221 klasifikována jako třída II (obr. č. 67).



Obr. č. 67 – grafické znázornění průběhu odběrů vzorků na stanovení CHSK.

Hodnoty BSK vyhovují podle přílohy č. 3, NV č. 61/2003 Sb., ve znění novel 229/2007 Sb. a 23/2011 Sb., v jednotlivých měsících na všech profilech ve 47 případech ze 48. Pouze 1x je překročena povolená průměrná hodnota NEK-RP 3,8 mg/l a to v měsíci duben na profilu č. 5, kdy byla stanovena hodnota 3,88 mg/l.

Profily č. 1 – 4 je možné dle ČSN 75 7221 zařadit do jakostní třídy č. I a to v celém sledovaném období. Na profilu č. 5 byla 1x zjištěna hodnota vyšší než 2 mg/l a třída jakosti je dle ČSN 75 7221 klasifikována jako třída II. Profil č. 6 překročil hodnotu 2 mg/l v 6 z 8 odebraných vzorků a řadí se také do jakostní třídy II (obr. č. 68).

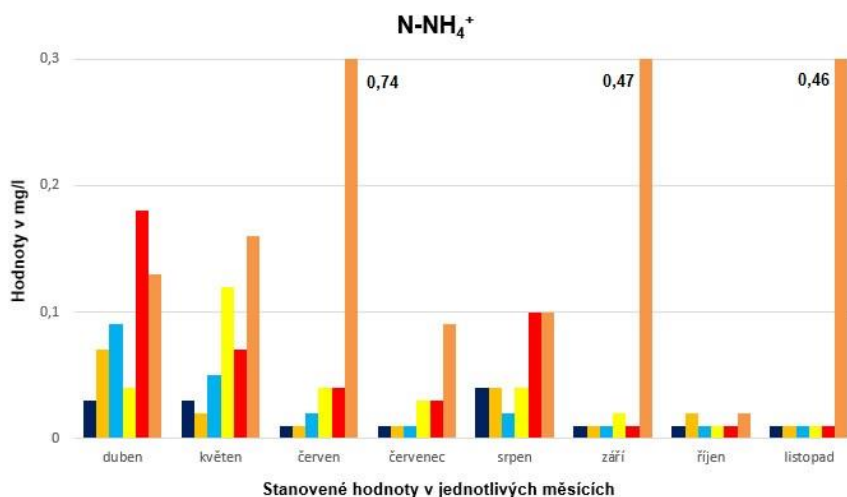


Obr. č. 68 – grafické znázornění průběhu odběrů vzorků na stanovení BSK<sub>5</sub>.

## 7. 2. 2. Makroživiny (N a P)

Hodnoty N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, vyhovují podle přílohy č. 3, NV č. 61/2003 Sb., ve znění novel 229/2007 Sb. a 23/2011 Sb., v jednotlivých měsících na všech profilech ve 45 případech ze 48. Pouze 3x je překročena povolená průměrná hodnota NEK-RP 0,23 mg/l a to v měsíci červen, září a listopad na profilu č. 6.

Profily č. 1 – 5 je možné dle ČSN 75 7221 zařadit do jakostní třídy č. I a to v celém sledovaném období (obr. č. 69). Stanovené hodnoty jsou nižší než 0,3 mg/l. Na profilu č. 6 byla stanovena 2x vyšší hodnota než 0,3 mg/l a jakostní třída je tedy II. V měsíci září byla stanovena hodnoty vyšší než 0,7 mg/l a jakostní třída vody je tak klasifikována třídou III (0,74 mg/l).

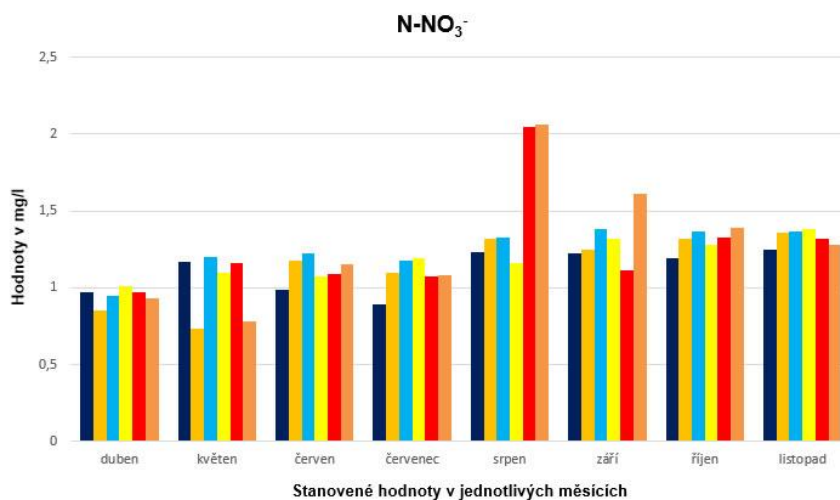


Obr. č. 69 – grafické znázornění průběhu odběrů vzorků na stanovení N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

Hodnoty N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, vyhovují v jednotlivých měsících na všech profilech nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ve znění novel 229/2007 Sb. a 23/2011 Sb., příloha č. 3. Všechny

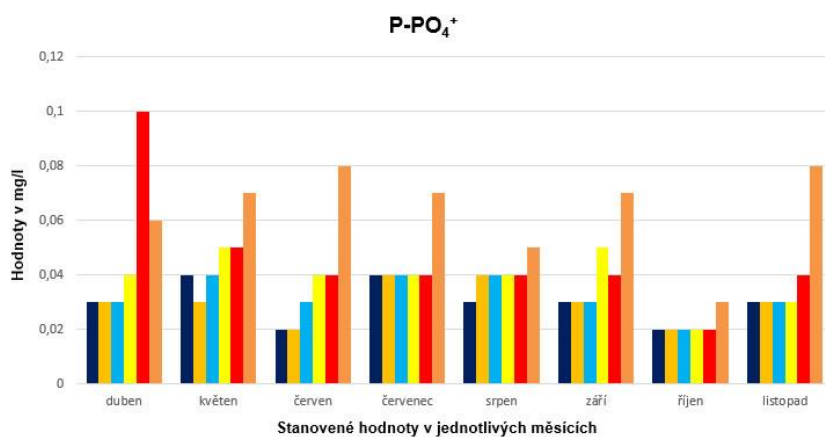
naměřené hodnoty jsou nižší než průměrná hodnota NEK-RP, která je stanovena na 5,4 mg/l.

Profily č. 1 – 6 je možné dle ČSN 75 7221 zařadit do jakostní třídy č. I a to v celém sledovaném období. Na profilech byly stanoveny hodnoty nižší než 3 mg/l (obr. č. 70).



Obr. č. 70 – grafické znázornění průběhu odběrů vzorků na stanovení N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Hodnoty fosforečnanů se mírně zvyšují od profilu č. 4 (obr. č. 71). Tento profil se nachází přímo ve městě Litvínov, kde mohou být do potoka zaústěny drobné kanalizační přípojky splaškových vod, které mohou mít za následek zvyšování fosforu. Nejvyšší hodnoty fosforečnanů byly zjištěny na profilech č. 5 a č. 6. Před profilem č. 6, je zaústěn do potoka havarijný přepad splaškové vody z potrubí pro ČOV Litvínov (viz. profil BPO011).

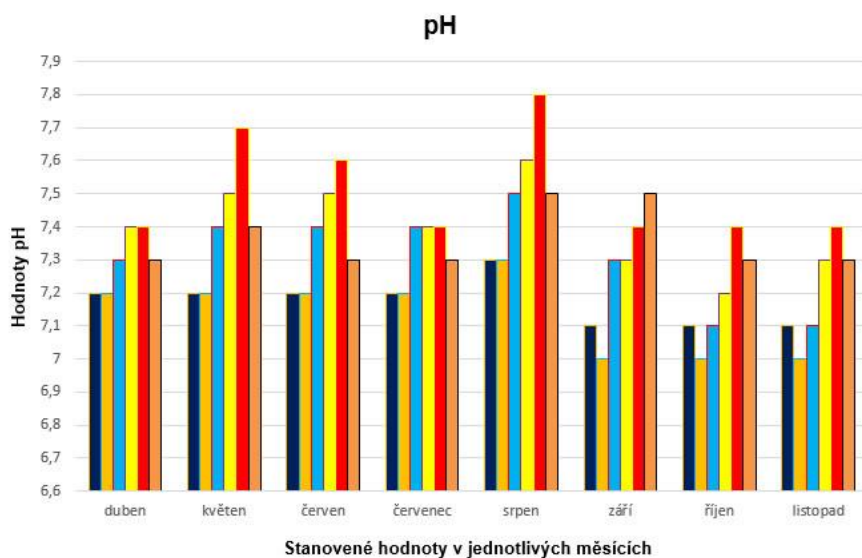


Obr. č. 71 – grafické znázornění průběhu odběrů vzorků na stanovení P-PO<sub>4</sub><sup>+</sup>.



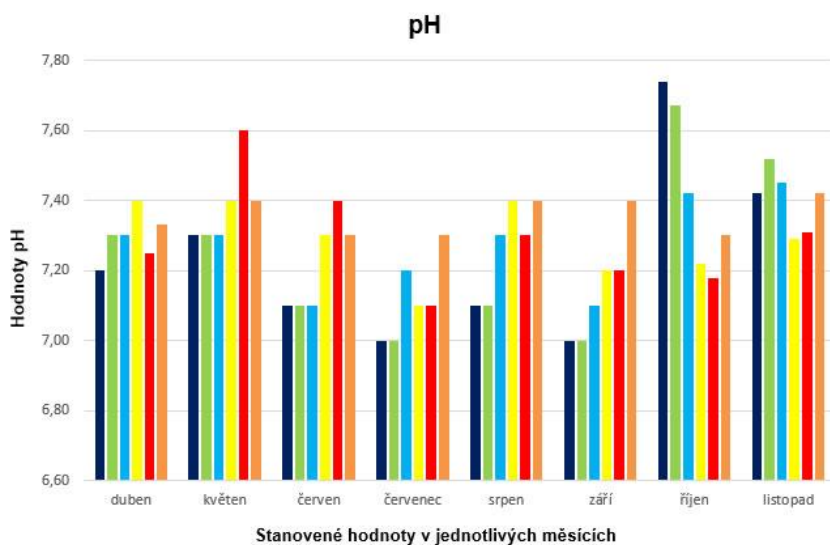
### 7. 2. 3. Laboratorní a terénní stanovení pH

Hodnoty pH stanovené laboratorně vyhovují v jednotlivých měsících na všech profilech nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ve znění novel 229/2007 Sb. a 23/2011 Sb., příloha č. 3. Všechny naměřené hodnoty jsou v rozmezí průměrné hodnoty NEK-RP, která je stanovena na 6 – 9 (obr. č. 72).



Obr. č. 72 – grafické znázornění průběhu odběrů vzorků na laboratorní stanovení pH.

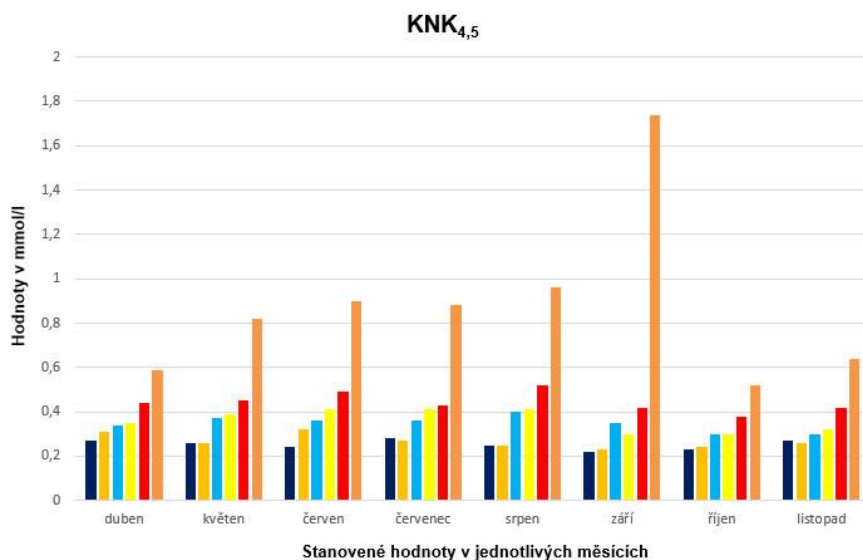
Hodnoty pH změřené v terénu, vyhovují v jednotlivých měsících na všech profilech nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ve znění novel 229/2007 Sb. a 23/2011 Sb., příloha č. 3. Všechny naměřené hodnoty jsou v rozmezí průměrné hodnoty NEK-RP, která je stanovena na 6 – 9 (obr. č. 73).



Obr. č. 73 – grafické znázornění průběhu odběrů vzorků na terénní stanovení pH.

#### 7. 2. 4. Kyselinová neutralizační kapacita $KNK_{4,5}$

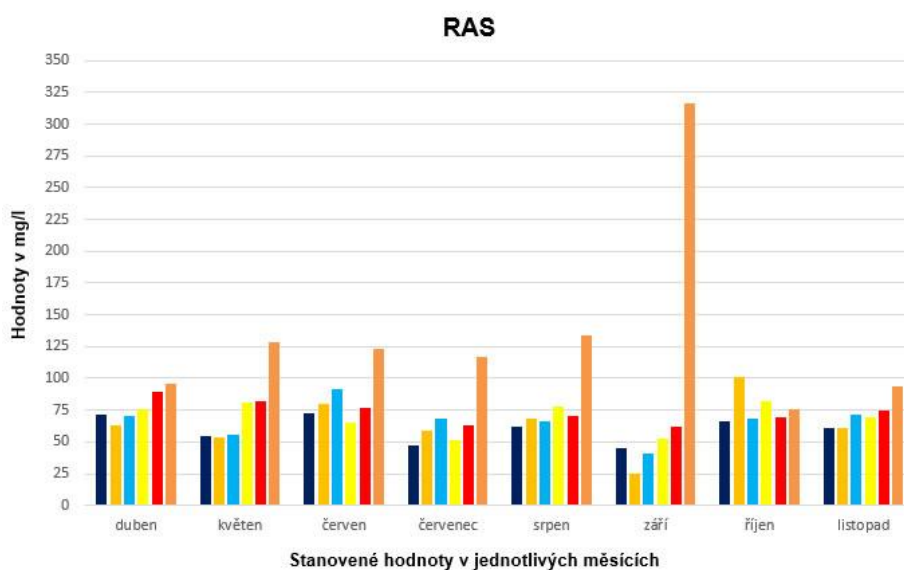
Hodnoty neutralizační kapacity mírně stoupají podle jednotlivých profilů. Nejvýraznější hodnoty byly naměřeny na profilu č. 6 (obr. č. 74).



Obr. č. 74 – grafické znázornění průběhu odběrů vzorků na stanovení  $KNK_{4,5}$ .

#### 7. 2. 5. Rozpuštěné anorganické soli

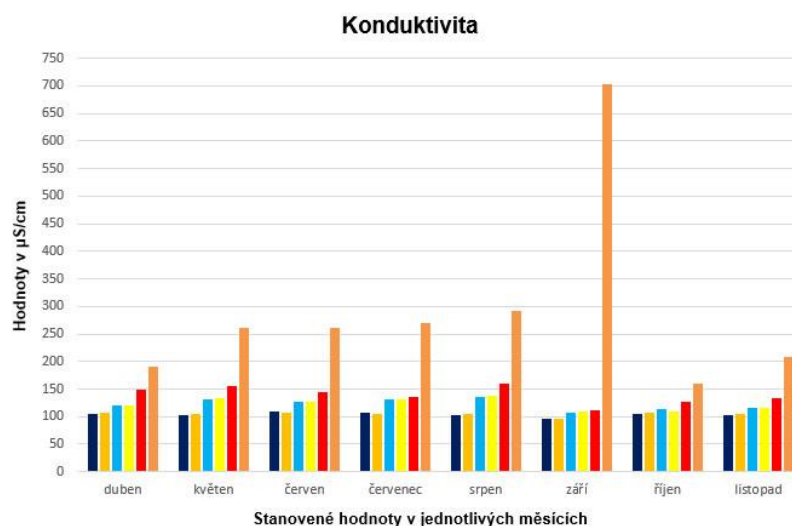
Hodnoty rozpuštěných anorganických solí jsou výrazně zvýšené pouze na profilu č. 6 (obr. č. 75).



Obr. č. 75 – grafické znázornění průběhu odběrů vzorků na stanovení RAS.

## 7. 2. 6. Konduktivita

Hodnota konduktivity roste pozvolna na jednotlivých profilech. Z toho je možné usoudit, že tak dochází k postupnému znečišťování vody v potoce. Nejvýraznější hodnoty byly naměřeny na profilu č. 6 (obr. č. 76).

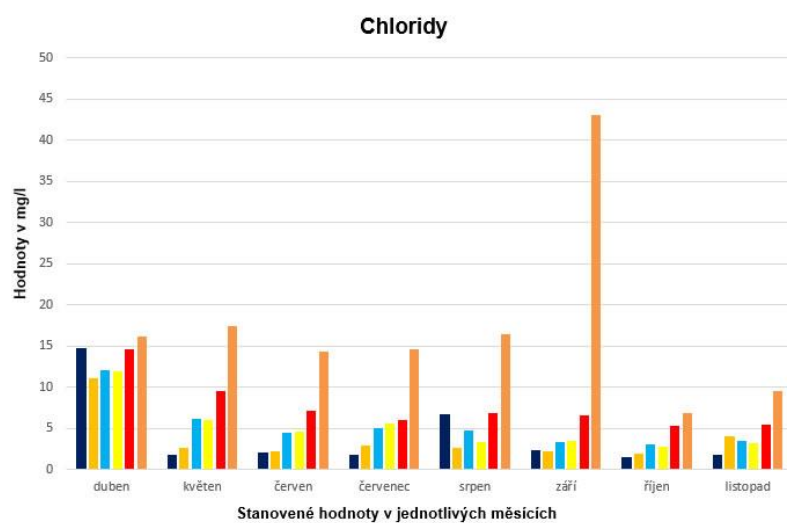


Obr. č. 76 – grafické znázornění průběhu odběrů vzorků na stanovení konduktivity.

## 7. 2. 7. Chloridy, fluoridy, sírany

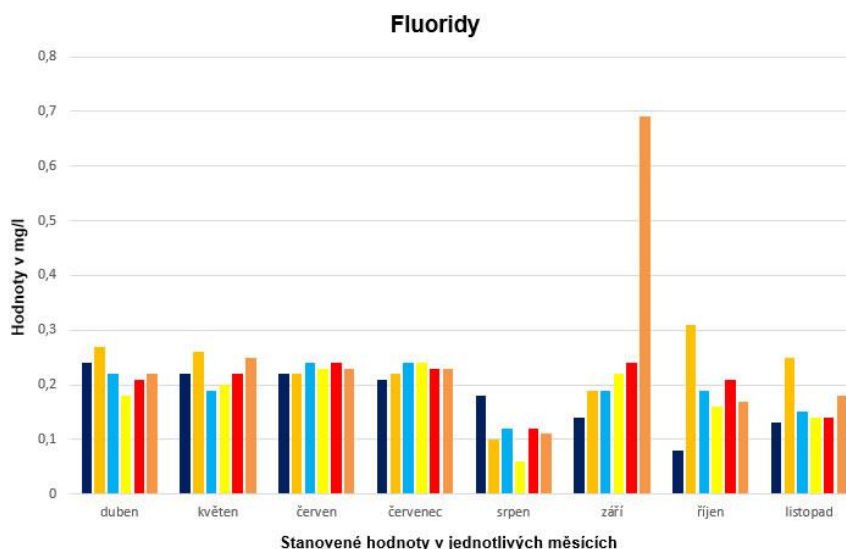
Hodnoty  $\text{Cl}^-$  vyhovují v jednotlivých měsících na všech profilech nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ve znění novel 229/2007 Sb. a 23/2011 Sb., příloha č. 3. Všechny naměřené hodnoty jsou nižší než průměrná hodnota NEK-RP, která je stanovena na 150 mg/l.

Profily č. 1 – 6 je možné dle ČSN 75 7221 zařadit do jakostní třídy č. I a to v celém sledovaném období. Na profilech byly stanoveny hodnoty nižší než 100 mg/l (obr. č. 77).



Obr. č. 77 – grafické znázornění průběhu odběrů vzorků na stanovení chloridů.

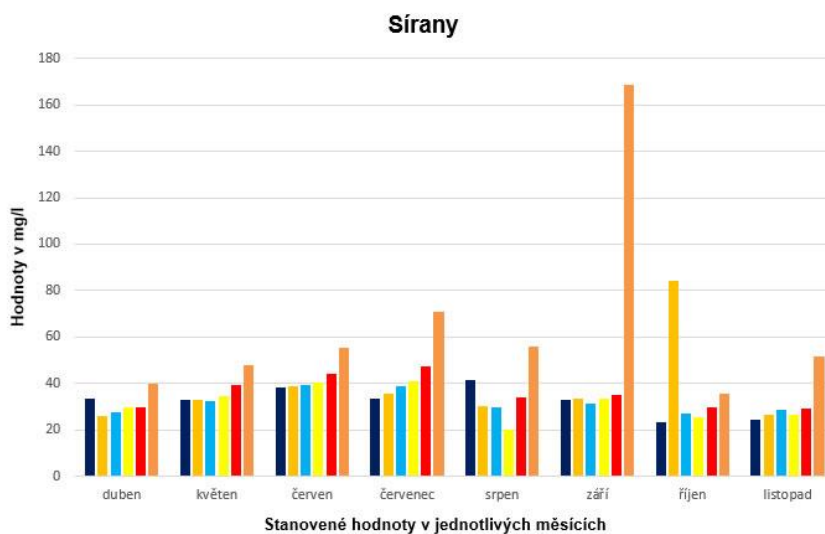
Hodnoty  $F^-$  vyhovují v jednotlivých měsících na všech profilech nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ve znění novel 229/2007 Sb. a 23/2011 Sb., příloha č. 3. Všechny naměřené hodnoty jsou nižší než průměrná hodnota NEK-RP, která je stanovena na 0,8 mg/l (obr. č. 78).



Obr. č. 78 – grafické znázornění průběhu odběrů vzorků na stanovení fluoridů.

Hodnoty  $SO_4^{2-}$  vyhovují v jednotlivých měsících na všech profilech nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ve znění novel 229/2007 Sb. a 23/2011 Sb., příloha č. 3. Všechny naměřené hodnoty jsou nižší než průměrná hodnota NEK-RP, která je stanovena na 200 mg/l.

Profily č. 1 – 5 je možné dle ČSN 75 7221 zařadit do jakostní třídy č. I a to v celém sledovaném období. Stanovené hodnoty jsou nižší než 80 mg/l. Na profilu č. 6 byla stanovena 1x vyšší hodnota než 80 mg/l a jakostní třída je tedy č. II. V měsíci září byla stanovena hodnota 138,4 mg/l (obr. č. 79).

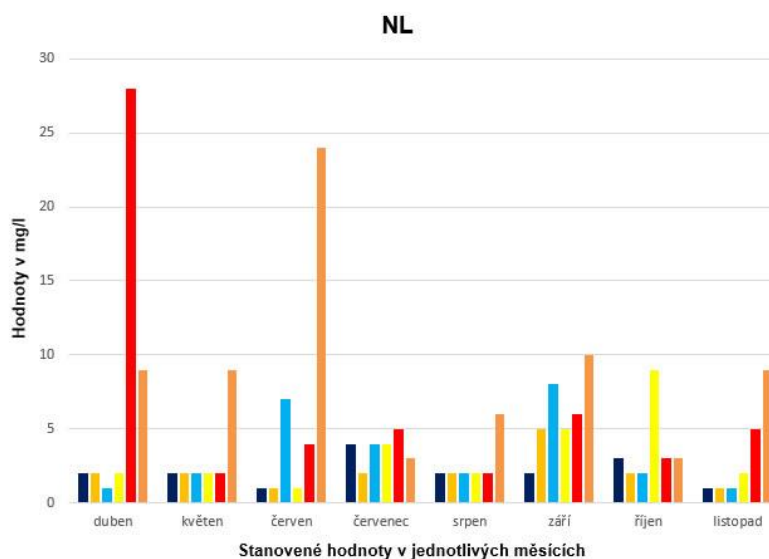


Obr. č. 79 – grafické znázornění průběhu odběrů vzorků na stanovení síranů.

## 7. 2. 8. Nerozpuštěné látky

Hodnoty NL vyhovují podle přílohy č. 3, NV č. 61/2003 Sb., ve znění novel 229/2007 Sb. a 23/2011 Sb., v jednotlivých měsících na všech profilech ve 46 případech ze 48. Pouze 2x je překročena povolená průměrná hodnota NEK-RP 20 mg/l a to v měsíci duben na profilu č. 5 a v měsíci červen na profilu č. 6.

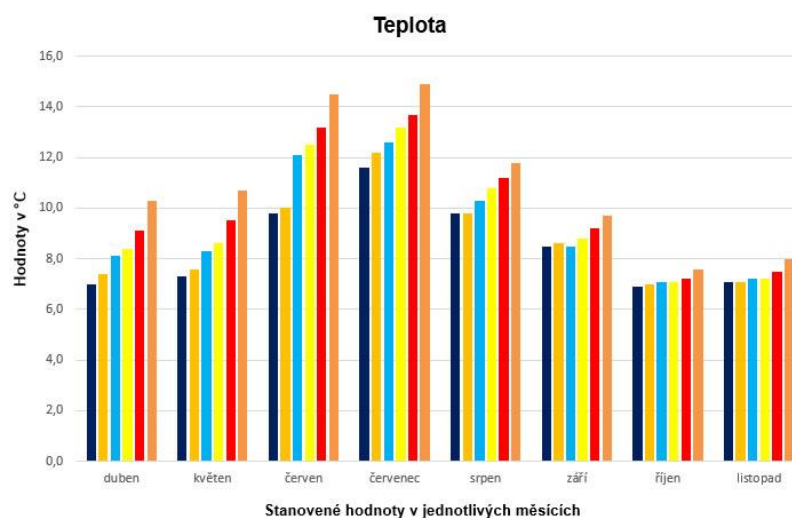
Profile č. 1 – 4 je možné dle ČSN 75 7221 zařadit do jakostní třídy č. I a to v celém sledovaném období. Stanovené hodnoty jsou nižší než 20 mg/l. Na profilech č. 5 a 6 byla stanovena vyšší hodnota než 20 mg/l a jakostní třída je tedy č. II (obr. č. 80).



Obr. č. 80 – grafické znázornění průběhu odběrů vzorků na stanovení NL.

## 7. 2. 9. Terénní stanovení rozpuštěného kyslíku a teploty

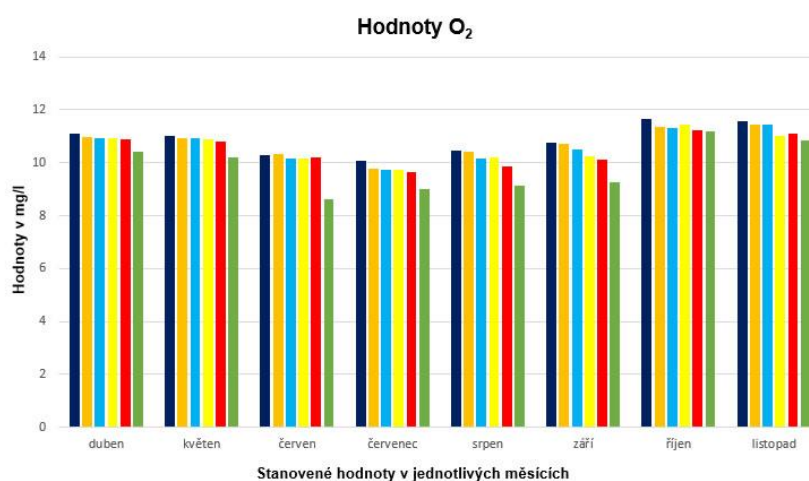
Hodnoty T vyhovují v jednotlivých měsících na všech profilech nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ve znění novel 229/2007 Sb. a 23/2011 Sb., příloha č. 3. Všechny naměřené hodnoty jsou nižší než nejvyšší přípustná hodnota NEK-NPH, která je stanovena na 29°C. Teplota na jednotlivých profilech postupně stoupá, což je způsobeno i výškovým rozdílem daných vzorkovacích profilu. Profil č. 1 je v nadmořské výšce 492 m. n. m, kdežto profil č. 6 v nadmořské výšce 232 m. n. m (obr. č. 81).



Obr. č. 81 – grafické znázornění průběhu odběrů vzorků na stanovení teploty vody.

Hodnoty O<sub>2</sub> vyhovují podle přílohy č. 3, NV č. 61/2003 Sb., ve znění novel 229/2007 Sb. a 23/2011 Sb., v jednotlivých měsících na všech profilech ve 47 případech ze 48. Pouze 1x je nebyla dodržena povolená průměrná hodnota NEK-RP > 9 mg/l a to v měsíci červen na profilu č. 6, kdy byla naměřena hodnota 8,63 mg/l.

Profily č. 1 – 6 je možné dle ČSN 75 7221 zařadit do jakostní třídy č. I a to v celém sledovaném období. Na profilech byly stanoveny hodnoty vyšší než 7,5 mg/l. Na jednotlivých profilech dochází postupně k mírnému poklesu rozpuštěného kyslíku, které je může být způsobeno množstvím znečišťujících látek a postupného zvýšení teploty vody. Rozdíly jsou ovšem zanedbatelné (obr. č. 82).



Obr. č. 82 – grafické znázornění průběhu odběrů vzorků na stanovení O<sub>2</sub>.

## 7. 2. 10. Vyhodnocení odběrů vzorků fyzikálně-chemických ukazatelů

Pro určení chemického stavu, dle byly jednotlivé profily zařazeny do kategorií (tab. č. 8) :

Tabulka č. 8 – Popisné charakteristiky typů povrchových vod (VÚV TGM 2011).

Popisná charakteristika	Pozice v čtyřmístném kódu*	Počet kritérií popisné charakteristiky	Kritérium	Kód kritéria
úmoří	A	3	Severní moře	1
			Baltské moře	2
			Černé moře	3
nadmořská výška v m n. m. (h)	B	4	$h < 200$	1
			$200 \leq h < 500$	2
			$500 \leq h < 800$	3
			$h \geq 800$	4
geologie	C	2	krystalinikum a vulkanity	1
			pískovce, jílovce, kvartér	2
řád toku **	D	3	potoky (řád 1-3)	1
			řičky (řád 4-6)	2
			řeky (řád 7-9)	3

Úmoří byla podle metodiky označena souhrnně X. Dle výše uvedené tabulky byly jednotlivé profily zařazeny následovně:

**Profily č. 1 – 3**

X-2-1-2

**Profily č. 4 – 6**

X-2-2-2

Pro vyhodnocení chemického stavu (tab. č. 9), byly porovnány ukazatele BSK<sub>5</sub>, T, pH, PO<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Hodnoty KNK<sub>4,5</sub> nebyly hodnoceny, vzhledem k nadmořské výšce odběrových míst pod 500 m. n. m. Metodika rovněž uvádí, že z důvodu vysoké variability hodnot konduktivity, nejsou definovány její specifické hodnoty pro posouzení chemického stavu.

Tabulka č. 9 – Vyhodnocení chemického stavu dle vybraných ukazatelů (VÚV TGM 2015).

X-2-1-2				Profil č. 1		Profil č. 2		Profil č. 3	
Ukazatel	jednotka	VD/D	D/S	Ø hodnota	ekostav	Ø hodnota	ekostav	Ø hodnota	ekostav
T	°C	19,5	21,5	8,5	VD	8,7	VD	9,3	VD
BSK <sub>5</sub>	mg/l	1,7	2,2	1,02	VD	1,03	VD	0,98	VD
pH	-	6,5-8	6-8,5	7,2	VD	7,1	VD	7,3	VD
<sup>1</sup> PO <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0,020	0,035	0,030	D	0,030	D	0,030	D
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	3,4	5,6	1,14	VD	1,14	VD	1,25	VD
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0,06	0,1	0,02	VD	0,02	VD	0,03	VD
<b>Celkový stav</b>					<b>D</b>	<b>D</b>	<b>D</b>		
X-2-2-2				Profil č. 4		Profil č. 5		Profil č. 6	
Ukazatel	jednotka	VD/D	D/S	Ø hodnota	ekostav	Ø hodnota	ekostav	Ø hodnota	ekostav
T	°C	19,5	21,5	9,6	VD	10,1	VD	10,9	VD
BSK <sub>5</sub>	mg/l	1,7	2,2	1,12	VD	1,45	VD	2,33	S
pH	-	6,5-8	6-8,5	7,4	VD	7,5	VD	7,4	VD
<sup>1</sup> PO <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0,02	0,035	0,040	S	0,040	S	0,070	S
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	3,4	5,6	1,19	VD	1,26	VD	1,21	VD
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0,06	0,1	0,04	VD	0,06	VD	0,27	S
<b>Celkový stav</b>					<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>		

Hodnoty PO<sub>4</sub><sup>+</sup> jsou uváděny jako medián; VD/D – hranice mezi velmi dobrým a dobrým stavem, D/S – hranice mezi dobrým a středním stavem, Ø hodnota – průměrná hodnota na daném profilu za 8 měsíců odběru vzorků

Z uvedených výsledků vyplývá, že profily č. 1 – 3 mají chemický stav hodnocen jako dobrý a to z důvodu překročení hodnot PO<sub>4</sub>. Ostatní ukazatele na uvedených profilech je možné zařadit do velmi dobrého stavu. Profily č. 4 a 5 mají

hodnoty PO<sub>4</sub> klasifikovány jako střední, ostatní ukazatele je možné stejně jako u profilů č. 1 -3, zařadit do hodnocení velmi dobré. Nejhorší výsledky fyzikálně-chemického hodnocení byly zjištěny na profilu č. 6, kde jsou 3 ukazatele z 6 klasifikovány jako střední (BSK<sub>5</sub>, PO<sub>4</sub><sup>+</sup> a NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Profily č. 1 - 3 jsou dle metodiky hodnoceny chemickým stavem – dobrý, profily č. 4 – 6 hodnoceny chemickým stavem – střední.

Celkové hodnocení chemického stavu Bílého potoka podle fyzikálně-chemických ukazatelů se stanovuje podle nejhoršího hodnocení, tzn. chemický stav Bílého potoka je klasifikován jako **střední**.

### 7. 3. Určení makrozoobentosu a stanovení saprobního indexu

#### 7. 3. 1. Profil č. 1

Nadmořská výška:	492 m. n. m.
Řád toku dle Strahlera:	4
Geologické podloží:	krystalinikum a vulkanity
Odběr vzorku:	podzim 2014
Saprobní index:	Si = 1,41
Saprobity:	oligosaprobity
Třída dle ČSN 75 7221:	I. třída
Ekologický stav:	velmi dobrý

Na daném profilu bylo určeno 17 druhů (tab. č. 10), největší zastoupení mají blešivec potoční (*Gammarus fossarum*) a jepice předjarní (*Baetis rhodani*).

Tabulka č. 10 – Souhrnný přehled určených taxonů makrozoobentosu na profilu č. 1.

Taxon		Počet
<i>Gammarus fossarum</i>		24
<i>Polycelis tenuis</i>		4
<i>Lumbriculus variegatus</i>		2
<i>Baetis rhodani</i>		19
<i>Baetis muticus</i>		16
<i>Epeorus assimilis</i>		6
<i>Limnophila sp.</i>		2
<i>Molophilus sp.</i>		1
<i>Thienemannimyia sp.</i>		1
<i>Parametriocnemus stylatus</i>		1
<i>Hydraena sp. Ad.</i>		1
<i>Perlidae Gen. sp.</i>	juv.	2
<i>Perlodes sp.</i>	juv.	1
<i>Isoperla sp.</i>	juv.	1
<i>Chloroperlidae Gen. sp.</i>	juv.	7
<i>Philopotamus ludificatus</i>		1
<i>Hydropsyche saxonica</i>	cf.	2



### 7. 3. 2. Profil č. 2

Nadmořská výška:	430 m. n. m.
Řád toku dle Strahlera:	4
Geologické podloží:	krystalinikum a vulkanity
Odběr vzorku:	podzim 2014
Saprobní index:	Si = 1,46
Saprobity:	oligosaprobity
Třída dle ČSN 75 7221:	I. třída
Ekologický stav:	velmi dobrý

Na daném profilu bylo určeno 12 druhů (tab. č. 11), největší zastoupení má blešivec potoční (*Gammarus fossarum*).

Tabulka č. 11 – Souhrnný přehled určených taxonů makrozoobentosu na profilu č. 2.

Taxon		Počet
<i>Gammarus fossarum</i>		82
<i>Polycelis tenuis</i>		7
<i>Acari, Acarina</i>		2
<i>Epeorus assimilis</i>		1
<i>Micropsectra sp.</i>		1
<i>Hydraena sp. Ad.</i>		1
<i>Elmis sp. Ad.</i>		1
<i>Limnius sp. Lv.</i>		1
<i>Isoperla sp.</i>	juv.	1
<i>Chloroperlidae Gen. sp.</i>	juv.	2
<i>Nemouridae Gen. sp.</i>	juv.	1
<i>Polycentropodidae Gen. sp.</i>	juv.	1

### 7. 3. 3. Profil č. 3

Nadmořská výška:	344 m. n. m.
Řád toku dle Strahlera:	4
Geologické podloží:	krystalinikum a vulkanity
Odběr vzorku:	podzim 2014
Saprobní index:	Si = 1,49
Saprobity:	oligosaprobity
Třída dle ČSN 75 7221:	I. třída
Ekologický stav:	velmi dobrý

Na daném profilu bylo určeno 7 druhů (tab. č. 12), největší zastoupení má blešivec potoční (*Gammarus fossarum*).

Tabulka č. 12 – Souhrnný přehled určených taxonů makrozoobentosu na profilu č. 3.

Taxon	Počet
<i>Ancylus fluviatilis</i>	1
<i>Baetis rhodani</i>	3
<i>Epeorus assimilis</i>	1
<i>Gammarus fossarum</i>	66
<i>Micropsectra sp.</i>	3
<i>Polycelis tenuis</i>	1
<i>Prodiamesa olivacea</i>	1

#### 7. 3. 4. Profil č. 4

Nadmořská výška:	315 m. n. m.
Řád toku dle Strahlera:	4
Geologické podloží:	pískovce, jílovce, kvartér
Odběr vzorku:	podzim 2014
Saprobní index:	Si = 2,04
Saprobity:	$\beta$ -mezosaprobity
Třída dle ČSN 75 7221:	II. třída
Ekologický stav:	dobrý

Na daném profilu bylo určeno 10 druhů (tab. č. 13), největší zastoupení mají blešivec potoční (*Gammarus fossarum*) a druh pakomára (*Prodiamesa olivacea*).

Tabulka č. 13 – Souhrnný přehled určených taxonů makrozoobentosu na profilu č. 4.

Taxon		Počet
<i>Gammarus fossarum</i>		13
<i>Lumbriculus variegatus</i>		1
<i>Eiseniella tetraedra</i>		4
<i>Nais alpina</i>		1
<i>Baetis rhodani</i>		8
<i>Epeorus assimilis</i>		1
<i>Psychoda sp.</i>	( <i>severini</i> )	1
<i>Prodiamesa olivacea</i>		13
<i>Limnephilidae Gen. sp.</i>	juv.	1
<i>Sericostoma sp.</i>		1

#### 7. 3. 5. Profil č. 5

Nadmořská výška:	265 m. n. m.
Řád toku dle Strahlera:	4
Geologické podloží:	pískovce, jílovce, kvartér
Odběr vzorku:	podzim 2014
Saprobní index:	Si = 1,7
Saprobity:	$\beta$ -mezosaprobity
Třída dle ČSN 75 7221:	II. třída
Ekologický stav:	dobrý

Na daném profilu bylo určeno 10 druhů (tab. č. 14), největší zastoupení má jepice předjarní (*Baetis rhodani*).

Tabulka č. 14 – Souhrnný přehled určených taxonů makrozoobentosu na profilu č. 5.

Taxon		Počet
<i>Tipula sp.</i>	( <i>decipiens</i> )	1
<i>Erpobdella octocolata</i>		2
<i>Nematoda Gen. sp.</i>		5
<i>Lumbriculus variegatus</i>		2
<i>Baetis rhodani</i>		22
<i>Prodiamesa olivacea</i>		4
<i>Micropsectra sp.</i>		3
<i>Polypedilum nubeculosum-Gr.</i>		1
<i>Hydropsyche siltalai</i>		1
<i>Hydropsyche sp.</i>	juv.	4

### 7. 3. 6. Profil č. 6

Nadmořská výška:	232 m. n. m.
Řád toku dle Strahlera:	4
Geologické podloží:	pískovce, jílovce, kvartér
Odběr vzorku:	podzim 2014
Saprobní index:	Si = 1,58
Saprobita:	$\beta$ -mezosaprobita
Třída dle ČSN 75 7221:	II. třída
Ekologický stav:	velmi dobrý

Na daném profilu bylo určeno 7 druhů (tab. č. 15), největší zastoupení má jepice předjarní (*Baetis rhodani*).

Tabulka č. 15 – Souhrnný přehled určených taxonů makrozoobentosu na profilu č. 6.

Taxon		Počet
<i>Gammarus fossarum</i>		3
<i>Asselus aquaticus</i>		1
<i>Tipula sp.</i>	( <i>decipiens</i> )	1
<i>Eiseniella tetraedra</i>		1
<i>Lumbricidae Gen. sp.</i>		1
<i>Baetis rhodani</i>		69
<i>Chironomus thummi</i>		1

### 7. 3. 7. Vyhodnocení odběru vzorků na stanovení makrozoobentosu

Pro určení ekologického stavu, dle „*Metodiky hodnocení ekologického stavu útvaru povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) pomocí biologické složky makrozoobentosu*“, byly jednotlivé profily zařazeny do kategorií (typologické členění), podle tabulky jako u vyhodnocování fyzikálně-chemického stavu.

Pro vyhodnocení bylo dále postupováno podle 6 finálních typů (tab. č. 16). První číslo charakterizuje nadmořskou výšku, druhé číslo kategorií řádu toku podle Strahlera. Geologie a příslušnost k úmoří nebyly ve finálním typu brány v úvahu.

Tabulka č. 16 – Charakteristika finálních typů pro hodnocení (VÚV TGM 2011).

Finální typ	Popis
2-1	toky v nadmořských výškách 200-500 m n.m. 1.-3. řádu
3-1	toky v nadmořských výškách 500-800 m n.m. 1.-3. řádu
1-2	řeky v nadmořských výškách do 200 m n.m. 4.-6. řádu
2-2	řeky v nadmořských výškách 200-500 m n.m. 4.-6. řádu
3-2	řeky v nadmořských výškách 500-800 m n.m. 4.-6. řádu
12-3	řeky v nadmořských výškách do 500 m n.m. 7.-9. řádu

Profily č. 1 – 6 byly zařazeny do finálního typu 2-2. Dle tabulky pro podzimní odběry na tocích v nadmořských výškách 200 – 500 m. n. m. pro 4. – 6. řády, byl určen ekologický stav na jednotlivých profilech (tab. č. 17).

Tabulka č. 17 – Stanovené hranice limitních hodnot saprobního indexu pro podzimní odběry (VÚV TGM 2011).

2_2	řád toku	horní mez	VD/D	D/S	S/P	P/Z	dolní mez
Saprobní index	4	3.6	1.6	2.1	2.6	3.1	1.1
	5	3.6	1.7	2.2	2.6	3.1	1.2
	6	3.6	1.8	2.2	2.7	3.1	1.3

VD – hranice mezi velmi dobrým a dobrým stavem; D/S – hranice mezi dobrým a středním stavem; S/P – hranice mezi středním a poškozeným stavem; P/Z – hranice mezi poškozeným a zničeným stavem

Ekologický stav byl na 4 profilech z 6 stanoven jako velmi dobrý. Na profilech č. 4 a č. 5 byl ekologický stav stanoven jako dobrý (tab. č. 18).

Tabulka č. 18 – Souhrnný přehled vyhodnocení jednotlivých profilů

Podzim 2014	Saprobní index (Si)	Saprobity	Třída dle ČSN 75 7221	Ekostav
Profil č. 1	1,4	oligosaprobity	I.	VD
Profil č. 2	1,5	oligosaprobity	I.	VD
Profil č. 3	1,5	oligosaprobity	I.	VD
Profil č. 4	2	$\beta$ -mezosaprobity	II.	D
Profil č. 5	1,7	$\beta$ -mezosaprobity	II.	D
Profil č. 6	1,6	$\beta$ -mezosaprobity	II.	D

VD – velmi dobrý, D – dobrý; hodnoty Si byly zaokrouhleny na jedno desetinné číslo

Celkové hodnocení ekologického stavu Bílého potoka pomocí biologické složky makrozoobentos, je klasifikováno podle nejhoršího hodnocení, tj. **dobrý ekologický stav**.

Na profilech bylo stanoveno celkem 39 druhů (dohromady 434 výskytů). Na všech profilech kromě profilu č. 5 byl určen blešivec potoční (*Gammarus fossarum*) (obr. č. 83), který má celkově největší zastoupení (188 výskytů) a jepice předjarní (*Baetis rhodani*) (obr. č. 84) se 121 výskytů, která byla určena kromě profilu č. 2 na všech ostatních profilech.



Obr. č. 83, 84 – Vlevo snímek blešivce odebraného na profilu č. 2, vpravo snímek jepice odebrané na profilu č. 3. Snímky pořízeny v Kostelci nad Černými lesy (autor 2014).

Ze stanovených taxonů makrozoobentosu byl určen index diverzity. Vybrán byl index diverzity dle Margalefa (tab. č. 19). Tento index kombinuje množství taxonů na určitý počet nasbíraných jedinců. Klesající diverzita může indikovat, že zastoupení různých nik, habitatů a potravních zdrojů v toku je změněno. To může způsobit, že tento stav nedokáže podporovat dostatečné množství druhů či degradaci kvality vody nebo zvýšení trofie (Opatřilová 2011):

$$D_{Mg} = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

kde S = počet taxonů ve vzorku a N = celkový počet jedinců všech taxonů ve vzorku

Tabulka č. 19 – Stanovení indexu diverzity dle Margalefa na jednotlivých profilech.

Profil	Počet taxonů	Celkový počet jedinců všech taxonů	$D_{Mg}$
1	17	91	3,54
2	12	101	2,38
3	7	76	1,38
4	10	44	2,37
5	10	45	2,36
6	7	77	1,38

Z uvedených výsledků diverzity dle Margalefa vyplývá, že se diverzita na jednotlivých úsecích postupně snižuje (s výjimkou profilu č. 3). K snižování dochází z důvodu postupného znečišťování vody v Bílém potoce.

Dále byl vybrán skóre systém BMWP (Biological Monitoring Working Party Score), který přiřazuje určitým čeledím makrozoobentosu skóre a po jeho sečtení udává celkové skóre (tab. č. 20, 21, 22). Systém uvažuje, že každý druh určité čeledi (nebo řádu či třídy) má identické nebo minimálně podobné ekologické nároky a může proto sloužit jako indikátor s jedním skóre pro čeleď. Systém je založen na bodovém hodnocení rozdílných čeledí podle jejich stupně tolerance k organickému znečištění.

Každá čeleď je přitom počítána pouze jednou, nezáleží na tom, jak mnoho druhů je v ní zahrnuto. Jednotlivá skóre jsou značně ovlivněny účinností odběru, zpracováním a determinací. Z toho důvodu se celkové skóre dělí počtem jedinců zjištěných taxonů, čímž dostáváme průměrné skóre ASPT (Average Score Per Taxon) (HGF 2015).

Tabulka č. 20 – Bodové hodnocení taxonů na profilech č. 1 – 3.

Profil č. 1			
Taxon	Počet	BMWP	
<i>Baetis muticus</i>	16	4	
<i>Baetis rhodani</i>	19	4	
<i>Epeorus assimilis</i>	6	10	
<i>Gammarus fossarum</i>	24	6	
<i>Hydraena sp. Ad.</i>	1		
<i>Hydropsyche saxonica</i> cf.	2	5	
<i>Chloroperlidae Gen. sp.</i> juv.	7	10	
<i>Isoperla sp.</i> juv.	1	10	
<i>Limnophila sp.</i>	2		
<i>Lumbriculus variegatus</i>	2		
<i>Molophilus sp.</i>	1		
<i>Parametriocnemus stylatus</i>	1	2	
<i>Perlidae Gen. sp.</i> juv.	2	10	
<i>Perla sp.</i> juv.	1	10	
<i>Philopotamus ludificatus</i>	1	8	
<i>Polycelis tenuis</i>	4	5	
<i>Thienemannimyia sp.</i>	1	2	
Celkové skóre		<b>86</b>	
Počet skórujících		<b>13</b>	
ASPT = BMWP/počet skórujících		<b>6,6</b>	

Profil č. 2			
Taxon	Počet	BMWP	
<i>Acaris, Acarina</i>	2		
<i>Elmis sp. Ad.</i>	1	5	
<i>Epeorus assimilis</i>	1	10	
<i>Gammarus fossarum</i>	82	6	
<i>Hydraena sp. Ad.</i>	1		
<i>Chloroperlidae Gen. sp.</i> juv.	2	10	
<i>Isoperla sp.</i> juv.	1	10	
<i>Limnius sp. Lv.</i>	1		
<i>Micropectra sp.</i>	1	2	
<i>Nemouridae Gen. sp.</i> juv.	1	7	
<i>Polycelis tenuis</i>	7	5	
<i>Polycentropodidae Gen. sp.</i> juv.	1	7	
Celkové skóre		<b>62</b>	
Počet skórujících		<b>9</b>	
ASPT = BMWP/počet skórujících		<b>6,9</b>	

Profil č. 3			
Taxon	Počet	BMWP	
<i>Ancyclus fluviatilis</i>	1	3	
<i>Baetis rhodani</i>	3	4	
<i>Epeorus assimilis</i>	1	10	
<i>Gammarus fossarum</i>	66	6	
<i>Micropectra sp.</i>	3	2	
<i>Polycelis tenuis</i>	1	5	
<i>Prodiamesa olivacea</i>	1	2	
Celkové skóre		<b>32</b>	
Počet skórujících		<b>7</b>	
ASPT = BMWP/počet skórujících		<b>4,6</b>	

Tabulka č. 21 – Bodové hodnocení taxonů na profilech č. 4 – 6

Profil č. 4			
Taxon	Počet	BMWP	
<i>Baetis rhodani</i>	8	4	
<i>Eiseniella tetraedra</i>	4		
<i>Epeorus assimilis</i>	1	10	
<i>Gammarus fossarum</i>	13	6	
<i>Limnephilidae Gen. sp.</i> juv.	1	7	
<i>Lumbriculus variegatus</i>	1		
<i>Nais alpina</i>	1		
<i>Prodiamesa olivacea</i>	13	2	
<i>Psychoda sp.</i> (severini)	1	3	
<i>Sericostoma sp.</i>	1	10	
Celkové skóre		<b>42</b>	
Počet skórujících		<b>7</b>	
ASPT = BMWP/počet skórujících		<b>6,0</b>	

Profil č. 5			
Taxon	Počet	BMWP	
<i>Baetis rhodani</i>	22	4	
<i>Erpobdella octoculata</i>	2	3	
<i>Hydropsyche siltalai</i>	4	5	
<i>Hydropsyche sp.</i>	1	5	
<i>Lumbriculus variegatus</i>	2		
<i>Micropectra sp.</i>	3	2	
<i>Nematoda Gen. sp.</i>	5		
<i>Polypedilum nubeculosum-Gr.</i>	1	2	
<i>Prodiamesa olivacea</i>	4	2	
<i>Tipula sp.</i>	1	5	
Celkové skóre		<b>28</b>	
Počet skórujících		<b>8</b>	
ASPT = BMWP/počet skórujících		<b>3,5</b>	

Profil č. 6			
Taxon	Počet	BMWP	
<i>Asselus aquaticus</i>	1	3	
<i>Baetis rhodani</i>	69	4	
<i>Eiseniella tetraedra</i>	1		
<i>Gammarus fossarum</i>	1	6	
<i>Chironomus thummi</i>	1	2	
<i>Lumbricidae Gen. sp.</i>	1		
<i>Tipula sp.</i>	1	5	
Celkové skóre		<b>20</b>	
Počet skórujících		<b>5</b>	
ASPT = BMWP/počet skórujících		<b>4,0</b>	

Tabulka č. 22 – Zhodnocení kvality vody na základě výsledných hodnot (HGF 2015).

Třída čistoty	BMWP skóre	ASPT index	Kvalita vody
1	> 150	> 7,0	výborná
2	100 - 150	5,5 - 7,0	dobrá
3	50 - 100	4,0 - 5,5	průměrná
4	25 - 50	2,5 - 4,0	nízká
5	0 - 25	1,0 - 2,5	velmi nízká

Výsledné hodnoty ASPT indexu ukazují, že kvalita vody na profilech č. 1, 2 a 4 je dobrá, na profilu č. 3 průměrná a na profilech č. 5 a 6 je kvalita vody nízká.

## 8. Vyhodnocení ekologického stavu vodního toku

Pro celkové vyhodnocení ekologického stavu vodního toku byly použity hodnocení dílčích ukazatelů: hydroekomorfologického monitoringu, stanovení fyzikálně-chemických ukazatelů, určení makrozoobentosu a stanovení saprobního indexu. Výsledná hodnocení byla porovnána se směrnicí Evropského parlamentu a rady 2000/60/EU.

Nejvýrazněji je ovlivněn celkový stav koryta potoka a jeho trasa. Celkové hodnocení hydroekomorfologického monitoringu je klasifikováno průměrným stavem. Výrazně se na celkovém hodnocení projevuje rozsáhlá urbanizace střední a dolní části potoka. Horní část potoka dosahuje velmi dobrého stavu.

Vyhodnocení odběrů vzorků na stanovení fyzikálně-chemických ukazatelů bylo klasifikováno jako střední stav. Na všech profilech byly překročeny hodnoty  $\text{PO}_4^+$ . Celkový chemický stav určila nejhorší klasifikace, která byla dosažena na 3 profilech z 6. Nejvíce překročených hodnot bylo zjištěno na profilu č. 6, kde je kvalita vody ovlivněna zaústěním odlehčovacího koryta z potrubí splaškových vod pro ČOV Litvínov a průtokem přes chemický areál Unipetrol.

Vyhodnocení ekologického stavu bylo podmíněno určením makrozoobentosu a stanovení saprobního indexu. Na 3 profilech z 6 byl ekologický stav klasifikován jako velmi dobrý. Profily č. 4 až 6 byly klasifikovány ekologickým stavem dobrý. Pro celkové hodnocení se uvažuje nejhorší zjištěná klasifikace.

Směrnice Evropského parlamentu a rady 2000/60/EU uvádí, že pro určení celkového ekologického stavu je nutné znát hodnoty biologických kvalitativních složek pro daný útvar povrchové vody. Ekologický stav Bílého potoka určený pomocí biologické složky makrozoobentos byl klasifikován jako dobrý. Z toho důvodu je možné ekologický stav Bílého potoka vyhodnotit podle uvedené směrnice jako **dobrý ekologický stav**.

## 9. Navrhovaná opatření

Z uvedených výsledků vyplývá, že nejvíce zatíženou částí Bílého potoka je jeho střední a dolní část, tj. od města Litvínov až po vyústění do řeky Bíliny. Stavební úpravy koryta jsou zde provedeny především k ochraně sídel a chemických závodů před povodněmi. Převýšení na potoce je přibližně 600 výškových metrů a především v horské oblasti je sklon potoka největší. To způsobuje rychlejší proudění vody, které má vliv na erozi břehů, což je patrné nejen v horské oblasti, ale i na monolitickém betonovém profilu před areálem Unipetrol.

Úseky BPO001 – 004 jsou přírodního nebo přírodě blízkého charakteru. Tento stav je možné zachovat v případě dodržování zákazu vjezdu motorových vozidel, s výjimkou pro Lesy ČR. Asfaltová cesta podél potoka tak musí sloužit pouze pro pěší nebo cykloturistiku. Zbývající úseky jsou již výrazně ovlivněny antropogenní činností. Problematika městských úseků (BPO005 – 007) spočívá především v malém resp. žádném prostoru pro případné úpravy koryta a to z důvodu přilehání okolních budov a cest ke korytu potoka. V těchto úsecích je největším problémem splachování nečistot ze zpevněných ploch při deštích, případně jejich zaústění přímo do potoka.

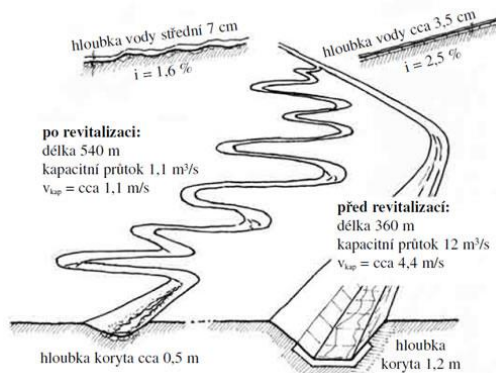
Úsek BPO008 je od viaduktu přes silnici I/27 napřímen a veden v betonovém monolitickém korytu. Umělé napřímení způsobuje rychlý odvod vody z území a tím degradaci ekologického stavu potoka. Část úseku v délce cca 1 km by bylo možné podélně upravit vytvořením meandrového koryta o větších poloměrech (obr. č. 85, 86). Podél pravého břehu potoka je přibližně 30 metrů široký pás louky s převážně ruderální vegetací. Podél levého břehu vede cyklostezka a silnice I/27.



Obr. č. 85, 86 – Na levém obrázku znázornění úseku vhodného k revitalizaci; na pravém obrázku napřímení koryta (foceno proti proudu) úseku BPO008 (mapy.cz + autor 2015).

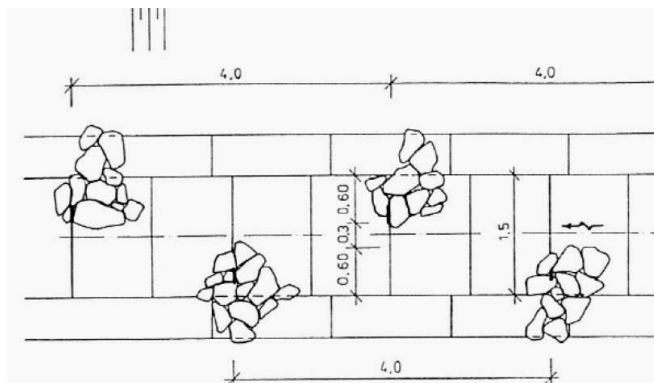
I přes provedení podélných úprav by koryto muselo být částečně opevněno vzhledem k blízkému areálu Unipetrol. Na obrázku č. 87 je uveden jeden z možných způsobů podélné úpravy koryta.





Obr. č. 87 – Možný způsob provedení revitalizace u uměle napřimeného koryta (Just 2003).

Opevnění a dno koryta, poloměry zakřivení, hloubka vody a koryta, včetně jednotlivých průtoků by musela být před návrhem revitalizace odzkoušena na modelech, aby nedocházelo k vylévání vody do okolí při vyšších průtocích a také k zanášení povodňového objektu na konci úseku BPO008. Úsek BPO009 je kompletně veden pod areálem chemických závodů a bez možnosti revitalizace. Kvalitu vody zde mohou ovlivňovat přepady z lapačů dešťové kanalizace Unipetrol. Z toho důvodu je nutná pravidelná kontrola lapačů a zamezení průniku nežádoucích látek do dešťové kanalizace. Úseky BPO010 – 012 protékají v otevřeném a opevněném korytě areálem Unipetrol a prostor pro podélné úpravy je tak minimální. Na úsecích BPO011 – 012 by byly vhodné úpravy příčného profilu tak, aby došlo jednak ke zpomalení a také k lepšímu provzdušnění vody (Obr. č. 88).



Obr. č. 88 – Příklad příčné úpravy koryta kamennými výhony (Gergel a kol. 1999).

Na profilu BPO010 je dále rizikové zaústění přepadu z potrubí splaškové vody pro ČOV Litvínov. Předpokladem pro správnou funkci přepadu je technologická kázeň na ČOV, aby nedocházelo k ucpávání česlí a tím k navyšování hladiny vody v potrubí s přepadem do Bílého potoka i ve dnech, kdy není větší přítok vody způsobený dešťovými nebo sněhovými srážkami.

## 10. Diskuze

Pro posouzení celkového stavu vodního toku byl proveden hydroekomorfologický monitoring. Podle předpokladů byla horní část potoka klasifikována jako přírodní nebo přírodě blízká. Nejhorší výsledky klasifikace byly na profilech, které jsou zakryté, v Litvínově a při průtoku areálem Unipetrol, tzn. úseky ovlivněné urbanizací. Celková hodnota monitoringu byla stanovena na 3,08, tj. průměrný stav. Bauer (2012) provedl monitoring na vybraných 9 úsecích v délce cca 200 m v roce 2011. Celková hodnota za vodní tok byla stanovena rovněž na 3 (průměrný). Nejhůře byly klasifikovány úseky od Litvínova po výstup ze zakrytí pod areálem Unipetrol. Vzájemné porovnání celkových hodnot části vybraných úseků je možné ztotožnit z výsledky provedeného monitoringu v roce 2014 prezentované v této práci. Za 4 roky tedy nedošlo k výraznému zlepšení nebo zhoršení hydroekomorfologického stavu Bílého potoka.

Pro případné úpravy koryta byl vybrán profil BPO008, kde byla navrhována podélná úprava koryta. Přímý tok by byl změněn na meandrovitý s odstraněním monolitického betonového opevnění. Revitalizací této části koryta Bílého potoka se zabývala i Stýblová (2011). Ve své práci navrhuje několik variant, které se ale týkají příčných úprav koryta. Navrhuje odkrytí betonového opevnění a snížení sklonu koryta z 3,1 % na 1,2 % na části úseku. Dále navrhuje vytvoření tůní a vybudování opevnění dna přírodě blízkého (kamenný zához, dřevěné prahy) nebo vytvoření balvanitých stupňů.

Problematické při provádění navrhovaných podélných úprav může být vlastnictví pozemků na obou březích potoka. Například Mana (2008) uvádí, že revitalizace není jen jednoduchá úprava trasy potoka, ale že přináší celou řadu překážek (bariér). Jedná se o společenské, politické, legislativně právní, ekonomické a organizační překážky. Teprve po jejich překonání je možné zahájit revitalizaci. Pro tyto případy uvádí Směrnice Evropského parlamentu a rady 2000/60/EU, že v případě nereálnosti, obtížnosti, případně finanční náročnosti revitalizace a tím zlepšení ekologického stavu potoka, nemusí být opatření na zlepšení stavu provedeny, ale nesmí docházet k dalšímu zhoršování ekologického stavu.

Na chemickém stavu Bílého potoka se významně projevuje urbanizace území. Zatímco kvalita vody v horské části potoka je chráněna hygienickými pásmy a voda je využívána pro výrobu pitné vody, střední a dolní část potoka je zatížena splachování nečistot ze zpevněných ploch a zaústěním přeplavu kanalizace pro ČOV Litvínov. Budováním nových cest, parkovišť, staveb apod. se zvyšuje odtok vody ze zpevněných ploch, které se nemají jak vsáknout do půdy. Dochází tak k přetěžování kanalizační soustavy měst, kde není vybudována oddílná kanalizace (většina měst ČR). Touto problematikou se zabývají mnozí autoři (Walsh 2004, Duh a kol. 2008, Vítek 2008, Stránky a kol. 2009), kteří se staví kriticky ke způsobu městského odvodnění v souvislosti s urbanizací území. Ve svých studiích zdůrazňují nutnost řešení této problematiky i vzhledem k stále většímu podílu obyvatel žijících ve městech. Navrhují

například budování zasakovacích průlehub, retenční příkopy a suché poldry, které by odváděly dešťové vody mimo kanalizační řády. Dešťová voda by tak byla infiltrována do podzemní vody nebo by byla odváděna do recipientů již „přefiltrovaná“ půdou a tím částečně zbavena znečištění.

Rozsáhlá změna krajiny (těžba uhlí, chemické závody Unipetrol) způsobila několikeré přeložení koryta a jeho necitlivé úpravy. Tím byl narušen ekologický stav Bílého potoka. Betonové opevnění dna a břehů koryta, substrát dna tvořený pouze naplaveninami a snaha o rychlé odvedení vody z území se negativně projevují na společenstvech organismů ve vodním toku. Pro posouzení ekologického stavu byly odebrány vzorky na stanovení makrozoobentosu. I v tomto případě se na celkovém stavu podepisuje urbanizace území. Ze stanovených výsledků saprobního indexu byla nejhůře klasifikována oblast přímo ve městě Litvínov (profil č. 4), kde byla stanovena horší  $\beta$ -mezosaprobita (Si – 2,04) a celkový ekologický stav dobrý. Následující profil byl rovněž klasifikován ekologickým stavem dobrým a s  $\beta$ -mezosaprobítou (Si – 1,7). Na profilu č. 6 odebírá vzorky správce vodního toku, Povodí Ohře, s. p. (tab. č. 23). Saprobita, která byla zjištěna na podzim 2014, byla porovnána s podzimními odběry správce toku v letech 2007, 2010 a 2011. Z uvedených hodnot vyplývá, že se saprobita a saprobní index za posledních 7 let mírně zlepšují.

Tabulka č. 23 – Odběry správce vodního toku v letech 2007 – 2011 a vlastní odběr na podzim v roce 2014.

<b>Termín odběru</b>	<b>Si</b>	<b>Saprobita</b>	<b>Poznámka</b>
Jaro 2007	3	$\alpha$ -mezosaprobita	POH s. p.
Jaro 2010	1,5	oligosaprobita	POH s. p.
Jaro 2011	2,1	$\beta$ -mezosaprobita	POH s. p.
<b>Termín odběru</b>	<b>Si</b>	<b>Saprobita</b>	<b>Poznámka</b>
Podzim 2007	2,7	$\alpha$ -mezosaprobita	POH s. p.
Podzim 2010	1,7	$\beta$ -mezosaprobita	POH s. p.
Podzim 2011	1,9	$\beta$ -mezosaprobita	POH s. p.
<b>Podzim 2014</b>	<b>1,6</b>	<b><math>\beta</math>-mezosaprobita</b>	<b>vlastní odběr</b>

## 11. Závěr

Bílý potok má 2 rozdílné tváře. První, kdy potok protéká horskou oblastí obklopen příkrými svahy Krušných hor s hlubokými převážně bukovými lesy v přírodním korytu. A druhou méně příznivou, která začíná městskou zástavbou obcí Šumná a městem Litvínov a končí průtokem oblastí, která je již téměř 80 let symbolem těžebního a chemického průmyslu.

Kvalita vody v Bílém potoce je tím prokazatelně ovlivněna. Terénní průzkum morfologických vlastností potvrdil snahu, hlavně co nejrychleji a nejbezpečněji odvést vodu ze zastavěných území a z blízkosti areálu Unipetrol do řeky Bíliny. Tomu odpovídají i rozsáhlé a místy nevhodné úpravy koryta, které tak mají vliv na fyzikálně-chemické i biologické ukazatele.

Ekologický stav Bílého potoka byl v této práci posuzován podle směrnice Evropského parlamentu a rady 2000/60/EU. Posouzení stavu bylo provedeno na základě vyhodnocení morfologických, fyzikálně-chemických a biologických ukazatelů. Ekologický stav byl vyhodnocen jako dobrý, což je v souladu s požadavky výše uvedené směrnice. Nutno podotknout, že pokud by se do celkového hodnocení započítávalo hodnocení morfologie a fyzikálně-chemických ukazatelů, celkový ekologický stav by tak byl klasifikován jako střední.

Největší ohrožení kvality vody v Bílém potoce hrozí v jeho dolní části (BPO009 – 012). Významné znečištění by mohla způsobit havárie v areálu Unipetrol, kde jsou do potoka zaústěny přepady z lapačů písků dešťové kanalizace a odlehčovací komora na potrubí splaškových vod pro ČOV Litvínov, kterým je odváděna splašková voda z Litvínova a Meziboří. Tato místa je nutné trvale a důkladně sledovat, jelikož se navíc nacházejí v blízkosti vyústění Bílého potoka do řeky Bíliny, čímž by docházelo k dalšímu šíření případného znečištění.

Zjištěné výsledky a poznatky uvedené v této práci by mohly přispět k zamyšlení nad současným stavem Bílého potoka. Snahou všech by mělo být zachování minimálně stejného ekologického stavu zjištěného v této práci, nejlépe však k jeho zlepšení. Získané výsledky mohou být využity správcem vodního toku a vodoprávními úřady k případným budoucím opatřením nebo revitalizačním zásahům na Bílém potoce.

## 12. Použitá literatura a zdroje

**ADÁMEK, Z. 2008:** Aplikovaná hydrobiologie. Vyd. 1. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, 256 s. ISBN 978-80-85887-79-2.

**BAUER, D. 2012:** Ekomorfologická studie Bílého potoka. *Diplomová práce*. ČZU Praha, FŽP KBÚK. 54 s.

**BARRON, O. V., A. D. BARR, M. J. DONN. 2013:** Effect of urbanisation on the water balance of a catchment with shallow groundwater. *Journal of Hydrology*. vol. 485, 162-176. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2012.04.027.

**BLAŽKOVÁ, M. 2002:** Antropogenní geologické procesy v severních Čechách. Krajina 2002 od poznání k integraci. Ústí nad Labem. 6-9. ISBN 80-7212-225-8

**BUMERL, M. 2003:** Hydrobiologie. Učební text pro studenty 3. ročníku SOŠ OTŽP Veselí n. L. 56 s.

**BURIÁN, J. 1970:** Řím: světla a stíny antického velkoměsta. Vyd. 1. Praha: Svoboda. 285 s.

**BURIÁNEK, V. 2012:** Výzkum možností minimalizace obsahů organických škodlivin ve zdrojích pitných vod v Krušných horách. Charakteristika širšího území. VÚLHM. Strnady. 11 s.

**BRAUD, I., P. BREIL, F. THOLLET, M. LAGOY, F. BRANGER, C. JACQUEMINET, S. KERMADI, K. MICHEL. 2013:** Evidence of the impact of urbanization on the hydrological regime of a medium-sized periurban catchment in France. *Journal of Hydrology*. vol. 485, 5-23. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2012.04.049.

**BRŮNA, VI., I. BUCHTA, L. UHLÍŘOVÁ. 2002:** Identifikace historické sítě prvků ekologické stability krajiny na mapách vojenských mapování. Laboratoř geoinformatiky UJEP. Ústí nad Labem. 46 s.

**CAHA, J., J. KUČERA, Zb. PROSKE. 2013:** Odvodňování urbanizovaných území malých obcí ČR. Sborník vědeckých prací VŠB-TU Ostrava. roč. XIII, č. 1, řada stavební. 8 s.

**CÍLEK, V., J. HLADNÝ, I. JONGEPIEROVÁ, T. JUST, J. KENDER. 2004:** Voda v krajině. Praha: Consult. 207 s. ISBN 80-902132-7-8.

**DUH, J.-D., V. SHANDAS, H. CHANG, L. A. GEORGE. 2008:** Rates of urbanisation and the resiliency of air and water quality. *Science of The Total Environment*., vol. 400, 1-3, 238-256. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2008.05.002.

**FRANCŮ, E., M. GERŠL, K. FÁROVÁ, K. ZELENKOVÁ, V. KOPAČKOVÁ. 2009:** Distribuce antropogenního znečištění v říčních sedimentech řeky Bíliny. *Geoscience Research Reports*. Praha. 207 – 211. ISSN 0514-8057.

**GERGEL, J., J. BENEŠOVÁ, B. BŘEZINA, P. EHRLICH. 1999:** Revitalizace drobných vodních toků - metodická pomůcka. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. 88 s. ISSN 1210-1672.

**GERSTMEIER, R., T. ROMIG. 2003:** Sladkovodní ryby Evropy. Nakladatelství Víkend. 366 s. ISBN 80-7222-307-0

**GRIMM, N. B., R. W. SHEIBLEY. 2005:** N retention and transformation in urban streams. The North American Benthological Society. 24(3). 626-642 s.

**HORÁKOVÁ, M. 2003:** Analytika vody. VŠCHT, Praha, 335 s. ISBN 80-708-0520-X.

**HORKÝ, P. 2011:** Metodika pro výběr a hodnocení reprezentativnosti monitorovacích míst pro zjišťování a hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) pomocí biologických složek. Praha. VÚV TGM. 6 s.

**OPATŘILOVÁ, L. 2011:** Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) pomocí biologické složky makrozoobentos. Praha: VÚV TGM. 24 s.

**HRÁBÁK, M. 2013:** Hydrák a staliňák v časech minulých. Vyd. 1. Litvínov. 216 s.

**HURNÍK, S. 2001:** Zavátá minulost Mostecka. Sborník okresního muzea Most. Řada přírodovědná 23. 34 s. ISSN 0231-7656

**CHUDOBA, J., M. DOHÁNYOS, J. WANNER. 1991:** Biologické čištění odpadních vod. Praha: SNTL. 468 s. ISBN 80-03-00611-2.

**CHU, M. L., J. H. KNOUFT, A. GHULAM, J. A. GUZMAN, Z. PAN, 2013:** Impacts of urbanization on river flow frequency: A controlled experimental modeling-based evaluation approach. Journal of Hydrology. vol. 495, 1-12. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2013.04.051.

**KAVAN, Š. a Š. KROČOVÁ. 2013:** Likvidace havarijního znečištění povrchových a podzemních vod. České Budějovice: Vysoká škola evropských a regionálních studií, 104 s., ISBN 978-80-87472-54-5

**KESTRÁNEK, J., H. KRÍŽ, S. NOVOTNÝ, J. PÍŠE, V. VLČEK. 1984:** Zeměpisný lexikon ČSR – Vodní toky a nádrže. Vyd. 1. Praha: Academia. 316 s.

**KOKEŠ, J., D. NĚMEJCOVÁ. 2006:** Metodika odběru a zpracování vzorků makrozoobentosu tekoucích vod metodou Perla. Praha. VÚV TGM. 10 s.

**KOŠKOVÁ, R., J. BUCHTELE, Z. KOS. 2005:** Dopad globální změny klimatu na povodí Bíliny a průběh zatápění zbytkové jámy Bílina. Část I. Ovlivnění hydrologického cyklu Bíliny. J. Hydrol. Hydromech., Vyd. 1, č. 53. 44-53.

**LANGHAMMER, J. 2007a:** HEM - Metodika pro monitoring hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. Praha: UK PřF. 66 s.

**LANGHAMMER, J. 2007b:** Povodně a změny v krajině. Úpravy toků a údolní nivy jako faktor ovlivňující průběh povodní. Praha: PřF UK a MŽP. 271-294. ISBN 978-80-86561-86-8.

**LELLÁK, J. a F. KUBÍČEK. 1991:** Hydrobiologie. Praha: Univerzita Karlova. ISBN: 80-7066-530-0.

**LUDVÍK, B. 2006:** Zpět k pramenům: putování k neznámým pramenům známých řek. 2. opr. vyd. Praha: Mladá fronta, 295 s. ISBN 80-204-1196-8.

**MALÝ, J., J. MALÁ. 2006:** Chemie a technologie vody. ARDEC, Brno. 329 s. ISBN 80-86020-50-9.

**MANA, VI. 2008:** Revitalizace a ochrana malých vodních toků v urbanizovaných oblastech. 4s

**MATOUŠEK, V. 2010:** Čechy krásné, Čechy mé. Proměny krajiny Čech v době industrializace. Vyd. 1. Praha: Agentura Krigl, 380 s. ISBN 80-869-1236-1

**MCKINNEY, M. L. 2006:** Urbanization as a major cause of biotic homogenization. Biological conservation 127. 247-260 s.

**MEYER, J. L., M. J. PAUL, W. K. TAULBEE. 2005:** Stream ecosystem function in urbanizing landscapes. The North American Benthological Society. 24(3). 602-612 s.

**MIČÍNOVÁ, D. 2005:** Využití urbanizovaného území z hlediska integrovaného odvodnění. Vědecké spisy Vysokého učení technického. Zkrácená verze Ph.D. Thesis. Brno. 32 s. ISSN 1213-4198.

**MORLEY, S. A., J. R. KERR. 2002:** Assessing and Restoring the Health of Urban Streams in the Puget Sound Basin. Conservaton Biology. vol. 16, 1498-1509.

**NĚMEC, J., J. HLADNÝ. 2006:** Voda v České republice. Praha: Consult, 253 s. ISBN 80-903-4821-1.

**PITTER, P. 2009:** Hydrochemie. VŠCHT, Praha, 579 s. ISBN 978-80-7080-701-9.

**PLECHÁČ, V. 1989:** Voda problém současnosti a budoucnosti. Vyd. 1. Praha: Svoboda. 333 s. ISBN 80-205-0096-0.

**ROSENDORF, P. 2011:** Metodika hodnocení všeobecných fyzikálně-chemických složek ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích. Praha: VÚV TGM. 20 s.

**RICHTER, M. 2005:** Technologie ochrany životního prostředí. Ochrana čistoty vod. 1. část. Ústí nad Labem: FŽP UJEP. 79 s. ISBN 80-7044-684-6

**ŘÍHA, J. 1987:** Voda a společnost. Vyd. 1. Praha: SNTL, 338 s.

**ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, J. 2003:** Aplikovaná a technická hydrobiologie. Vyd. 2. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 226 s. ISBN 978-80-7080-521-3.

**ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, J., P. IVANOVÁ. 2013:** Hydrická rekultivace na Mostecku. První výsledky hydrobiologického průzkumu hydricky rekultivovaného Mostecka - Vodní hospodářství roč. 63, č. 4, 33-37, ISSN 1211-0760

**SITTE, L. 2012:** Hodnocení dlouhodobého vývoje krajinného pokryvu v lokalitě jezera Most. Informace ČGS. 31, č. 2. 21-30.

**SLAVÍK, L., M. NERUDA. 2004:** Vodní režimy v krajině. Vyd. 1. Ústí nad Labem: Fakulta životního prostředí UJEP, 134 s. ISBN 80-704-4559-9.

**SLAVÍK, L., M. NERUDA. 2007:** Voda v krajině. Vyd. 1. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, 176 s. ISBN 978-80-7044-882-3.

**STRÁNSKÝ, D., VI. HAVLÍK, I. KABELKOVÁ, T. METELKA, P. SÝKORA, M. DOLEJŠ, R. HALOUN, A. MUCHA, K. PRYL. 2009:** Posouzení stokových systémů urbanizovaných povodí. Metodická příručka. Asociace čistírenských expertů ČR. 83 s.

**ŠTEFÁČEK, S. 2008:** Encyklopedie vodních toků Čech, Moravy a Slezska. Vyd. 1. Praha: Baset, 743 s. ISBN 978-807-3401-054.

**STÝBLOVÁ, S. 2011:** Posouzení stavu povodí Bílého potoka v Litvínově za účelem úpravy jeho koryta a revitalizace. *Diplomová práce*. ČZU Praha, FŽP KBÚK. 59 s.

**TOLASZ, R. 2007:** Atlas podnebí Česka. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav., Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci., 254. s. ISBN 978-80-86690-26-1 (ČHMÚ) 978-80-244-1626-7 (UP)

**WALSH, Ch. J., A. W. LEONARD, A. R. LADSON, T. D. FLETCHER. 2004:** Urban stormwater and the ecology of streams. Cooperative Research Centre for Freshwater Ecology and Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology. Canberra. 44 s. ISBN 0-9751642-03.

**WALSH, Ch. J., T. D. FLETCHER, A. R. LADSON. 2005a:** Stream restoration in urban catchments through redesigning stormwater systems: looking to the catchment to save the stream. *The North American Benthological Society*. 24(3). 690-705 s.

**WALSH, Ch. J., A. H. ROY, J. W. FEMINELLA, P. D. COTTINGHAM, P. M. GROFFMAN, R. P. MORGAN. 2005b:** The urban stream syndrome: current



knowledge and the search for a cure. The North American Benthological Society. 24(3). 706-423 s.

**VÍTEK, J. 2008:** Odvodňování urbanizovaných území podle principů udržitelného rozvoje. Urbanismus a územní rozvoj. Ročník XI. Číslo 4. 12 s.

**VRÁBLÍKOVÁ, J., M. BLAŽKOVÁ, M. FARSKÝ, M. JEŘÁBEK, J. SEJÁK, M. ŠOCH, K. BERÁNEK, P. JIRÁSEK, M. NERUDA, P. VRÁBLÍK, J. ZAHÁLKA. 2008:** Revitalizace antropogenně postižené krajiny v Podkrušnohoří. Ústí nad Labem: UJEP FŽP. 154 s. ISBN: 978-80-7414-085-3

### **Internetové zdroje:**

**ČHMÚ, 2014:** Český hydrometeorologický ústav. [www.chmu.cz](http://www.chmu.cz) [online: 15. 7. 2014]

**DIBAVOD, 2014:** Digitální báze vodohospodářských dat. [www.dibavod.cz](http://www.dibavod.cz) [online: 12. 7. 2014]

**HGF, 2015:** Samočistící schopnost toků. Hornicko-geologická fakulta VŠB-TU Ostrava. [http://hgf10.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/loticky\\_system/4\\_samocistic\\_i/cistici.htm](http://hgf10.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/loticky_system/4_samocistic_i/cistici.htm) [online: 27. 3. 2015]

**Historie Litvínovska a okolí, 2014:** Bílý potok a bývalý tovární náhon. [www.litvinov.sator.eu](http://www.litvinov.sator.eu) [online: 15. 10. 2014]

**KOMÍNKOVÁ, D. 2013:** Cvičení hydromorfologický monitoring. Prezentace Powerpoint [online: 1. 4. 2015]

**Poh.cz, 2014:** Povodí Ohře, státní podnik. [www.poh.cz](http://www.poh.cz) [online: 12. 7. 2014]

**Povodňový plán, 2013:** Povodňový plán pro správní obvod ORP. Městský úřad, odbor ŽP. Litvínov. [www.mulitvinov.cz](http://www.mulitvinov.cz) [online: 18. 7. 2014]

**RÖDLOVÁ, S. 2012:** Kvalita povrchových vod. Biologické ukazatele znečištění. PF UK Praha. [http://web.natur.cuni.cz/~langhamr/lectures/wq/prezentace/WQ\\_06\\_biologicke\\_ukazatele\\_znecisteneni.pdf](http://web.natur.cuni.cz/~langhamr/lectures/wq/prezentace/WQ_06_biologicke_ukazatele_znecisteneni.pdf) [online: 5. 4. 2015]

**ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, J. 2006:** Encyklopedie hydrobiologie. Elektronická publikace, verze 1.0. VŠCHT Praha. [www.vscht.cz](http://www.vscht.cz) [online: 20. 7. 2014]

**VYMAZAL, J. 2004:** Ekologie mokřadů. IN: Květ, J. a J. Rajchard. Studijní materiály pro volitelný předmět Ekologie mokřadů, určený posluchačům BF, PF a ZF JU. [www.eamos.cz](http://www.eamos.cz) [online: 17. 11. 2014]

**YouTube, 2014:** Litvínov 3. 6. 2013, Bílý potok, 2-3 stupeň PVA, plné odvodňovací koryto a zatopená nová cyklostezka. <https://www.youtube.com/watch?v=zRvAFtKjFew> [online: 29. 8. 2014]

**Zaniklé obce, 2014:** [www.zanikleobce.cz](http://www.zanikleobce.cz) [online: 22. 7. 2014]

**Legislativa:**

**Zákon č. 254/2001 Sb.**, o vodách, ve znění pozdějších předpisů.

**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 novel č. 229/2007 Sb. a č. 23/2011 Sb.

**2000/60/EU** - Směrnice Evropského parlamentu a rady

**ČSN 75 7221** – Jakost vod – klasifikace jakosti povrchových vod