

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra aplikované ekologie



KVALITA VODY ŘEKY BÍLINY V OKOLÍ OBCE

LBÍN

The water quality of the river Bílina in the Lbín village

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Tereza Dvořáková Březinová Ph.D.

Autor: Bc. Miroslava Sršňová

Praha, 2016

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Miroslava Sršňová

Krajinářství

Název práce

Kvalita vody řeky Bíliny v okolí obce Lbín

Název anglicky

The water quality of the river Bílina in the Lbín village

Cíle práce

Vyhodnocení kvality vody v řece Bílině protékající obcí Lbín.

Porovnání kvality vody v této oblasti v roce 2016 se znečištěním řeky v předchozích letech.

Metodika

V rámci řešení bakalářské práce bude probíhat odběr vzorků vody z řeky Bíliny v oblasti obce Lbín, přičemž odběrová místa si studentka zvolí sama po předchozím průzkumu dané lokality. Vzorky budou odebrány čtyřikrát během roku 2016, přibližně v tříměsíčních intervelech. Ve vzorcích odebrané vody budou stanoveny základní chemické parametry vody v laboratoři Katedry aplikované ekologie, FŽP, ČZU. Získané výsledky budou porovnány s kvalitou vody v předchozích letech.

Doporučený rozsah práce

min. 30 stran včetně všech příloh

Klíčová slova

řeka Bílina, znečištění vodních toků, živiny

Doporučené zdroje informací

Da Silva A.M.E.V, Da Silva R.J.N.B, Camões M.F.G.F.C. (2011): Optimization of the determination of chemical oxygen demand in wastewaters. *Analytica Chimica Acta*, 699, 161–169.

HORÁKOVÁ, M. *Analytika vody*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003. ISBN 80-7080-520-.

Jouanneau S., Recoules L., Durand M.J., Boukabache A., Picot V., Primault Y., Lakel A., Sengelin M., Barillon B., Thouand G. (2014): Methods for assessing biochemical oxygen demand (BOD): A review. *Water Research*, 49, 62–82.

PITTER, P. – VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE. *Hydrochemie*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2009. ISBN 978-80-7080-701-9.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Tereza Dvořáková Březinová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Konzultant

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Elektronicky schváleno dne 30. 3. 2017

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 2. 4. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 08. 04. 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Terezy Dvořákové Březinové Ph.D. a uvedla všechny použité literární zdroje, ze kterých jsem čerpala.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze 24. 4. 2016

.....

Bc. Miroslava Sršňová

Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Tereze Dvořákové Březinové Ph.D. za odborné vedení a vstřícný přístup během zpracování bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala všem, kteří mi byli při vzniku mé bakalářské práce jakkoli nápomocni.

V Praze 24. 4. 2016

.....

Bc. Miroslava Sršňová

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce se zabývá stavem kvality vody řeky Bíliny protékající obcemi Lbín a Lysec. Řeka protéká jak průmyslovou, tak sídelní oblastí na pokraji Českého středohoří a voda z tohoto úseku je využívána místními obyvateli pro zalévání zahrad, rekreaci a napájení skotu.

Vzorky byly odebírány na osmi místech (před, v a za vesnicemi a rovněž ze studny, která se nachází mezi vesnicemi). Odebrané vzorky byly následně analyzovány pro určení kvality a znečištění vody, přičemž sledované parametry byly biochemická a chemická spotřeba kyslíku, amoniakální, dusitanový a dusičnanový dusík a celkový fosfor. Z uvedených výsledků vyplývá, že kvalita vody je v některých parametrech velmi příznivá ($\text{NH}_4\text{-N}$, BSK a $\text{NO}_3\text{-N}$), v některých je horší ($\text{NO}_2\text{-N}$, CHSK_{Cr} , TP). V porovnání s předchozími roky se dá říci, že se kvalita mírně zlepšuje.

Klíčová slova:

Bílina, ukazatele znečištění, třídy jakosti kvality vody, znečištění řek

Abstract

This bachelor thesis describes the topic of the water quality in the river Bílina flowing through the municipalities Lbín and Lysec. The river flows through both industrial, residential areas on the verge of the Bohemian uplands and the water from this area is used by local residents for watering gardens, recreation and watering of cattle. The samples were collected at eight locations (before, in and behind the villages and also from the well, which is located between the villages). Collected samples were analyzed for water quality determination. Studied parameters were biochemical and chemical oxygen demand, ammonia, nitrite and nitrate nitrogen and total phosphorus. From the results it is evident that the quality of the water is in certain aspects very favorable, but in some it is worse. In comparison with previous years it can be said that the quality slightly improves.

Keywords:

Bílina, indicators of pollution, class of water quality, pollution of rivers

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíle práce	3
3 Literární rešerše	4
3.1 Historie využívání vody	4
3.2 Povodí Ohře.....	4
3.2.1 Hydrologická charakteristika Povodí Ohře	5
3.3 Znečištění kontinentálních vod	8
3.3.1 Saprobity - organické znečištění.....	9
3.3.2 Toxicita.....	9
3.3.3 Radioaktivita.....	9
3.3.4 Fyzikální faktory.....	9
3.3.5 Eutrofizace (znečištění živinami)	10
3.3.6 Salinita.....	11
3.3.7 Acidifikace.....	12
3.4 Enviromentální znečištění	13
3.4.1 Místa vzniku znečištění:	14
3.4.2 Zdroje znečištění:	14
3.5 Historie společnosti Chemopetrol	16
3.6 Legislativa ČR.....	18
3.7 Ukazatele měření	20
3.7.1 Dusitany (NO_2^-)	20
3.7.2 Dusičnany (NO_3^-)	20
3.7.3 Amoniakální dusík (NH_4^+ , NH_3).....	21
3.7.4 Chemická spotřeba kyslíku (CHSK)	21
3.7.5 Biochemická spotřeba kyslíku (BSK)	22
3.7.6 Fosfor.....	24
3.8 Hodnoty splaškových a odpadních vod.....	25
3.9 Klasifikace jakosti vody	26
3.9.1 Defínice tříd:	26
4 Metodika	28
4.1 Popis zájmové oblasti řeky Bíliny.....	28
4.2 Charakteristika jednotlivých odběrů.....	30
4.3 Použité přístroje a zařízení	30
4.4 Použité chemikálie	30
4.5 Použité metody	31

4.5.1	Stanovení dusitanového dusíku (N-NO ₂)	31
4.5.2	Stanovení dusičnanů (NO ₃ -N)	32
4.5.3	Stanovení celkového fosforu (TP)	33
4.5.4	Stanovení amonných iontů (měřeno jako N-NH ₄)	34
4.5.5	Stanovení biochemické spotřeby kyslíku (BSK)	35
4.5.6	Stanovení chemické spotřeby kyslíku (CHSK _{cr})	35
5	Výsledky	36
5.1	Vyhodnocení kvality vody v monitorovaném úseku pro rok 2016	36
5.2	Kolísání hodnot v průběhu roku 2016	37
5.3	Vyhodnocení jakosti vody v monitorovaném úseku pro rok 2016	42
5.4	Porovnání jakostních tříd 2016 s dřívějšími roky	44
5.4.1	Bílina - jakost vody: ČOV Chemopetrol	44
5.4.2	Bílina - jakost vody: Ohnič	44
6	Diskuze	46
7	Závěr	48
8	Přehled literatury a použitých zdrojů	49
9	Přílohy	53

1 Úvod

Voda, vzduch a sluneční energie patří k základním podmínkám, bez nichž by nebyl život na Zemi možný. Člověk se od jeho počátku usazoval přednostně kolem potoků a řek, které mu poskytovaly dostatečný vodní zdroj. Rozvoj lidské civilizace a růst jejího obyvatelstva trvale zvyšuje nároky na množství a využívání vodních zdrojů, které ale současně způsobují jejich devastaci. Dochází jak znečištění toxickými látkami, tak i často k nevhodným úpravám koryt vodních toků. Výstavbou příčných staveb v podobě vodních elektráren a antropogenní transformace údolních niv mají velmi negativní dopad na vodní režim a jakost vod (Blažek et al., 2006).

Největší ovlivnění vody člověkem můžeme započítat počátkem průmyslové revoluce, která podstatně zvýšila nároky na spotřebu vody. Od 50. let 20. století vzrostlo ovlivnění jak povrchové, tak podzemní vody vlivem zemědělství. Problematika znečištění vody se projevuje zvýšenou eutrofizací, zvyšující se koncentrací dusičnanových iontů v podzemní vodě, dále kontaminací vody pesticidy, těžkými kovy a patogeny. K tomu všemu se přidává ještě eroze půdy při jejím špatném obdělávání a vlivem nárůstu zpevněných ploch v posledních desetiletích (Haygarth, 2002).

V této bakalářské práci se věnuji řece Bilině v úseku 24,4 po 20,7 km, kde jsou obce Lbín a Lysec. Voda pramení v Krušných horách, ale po sestupu z nich se z ní stává řeka průmyslová. Řeka průmyslová v důsledku antropogenního ovlivnění především v souvislosti s těžbou uhlí a výstavbou chemických závodů, kde jsou velké nároky na zásobování vodou. Po průtoku oblastí severočeské pánve ovlivněné těžbou uhlí, protéká chemičkou v Litvínově, poté se dostává na okraj Českého středohoří, kde byly vzorky odebírány a kde se má čas pročistit až do Ústí nad Labem, kde je také využívána pro chemický průmysl. Práce se zaměřuje na šest prvků znečištění, a to na biochemickou spotřebu kyslíku (BSK_5), chemickou spotřebu kyslíku ($CHSK_{Cr}$), amoniakální dusík (NH_4-N), dusitanový dusík (NO_2-N), dusičnanový dusík (NO_3-N) a celkový fosfor (TP). Smyslem práce bylo zjistit nynější kvalitu vody v řece a místní studni v blízkosti řeky a porovnat ji s předchozími roky. Pro zjištění kvality vody v řece a studni byly odebírány třikrát v průběhu roku vzorky na 7 místech v rámci toku a 1 místě ve studni.

V rámci povodí řeky Bíliny bylo vypracováno již několik prací, které se zabývají kvalitou vody. Například znečištěním povrchových vod se zabývá Langhammer (2003). Dále například Havlík (1997) a jeho Ekologická studie Bíliny. Monitoringem a zhodnocením se zabývá i Brodský (2006) v rámci studie oznámení E.I.A. Litvínov - čistírna odpadních vod.

2 Cíle práce

Cílem této bakalářské práce bylo vyhodnotit kvalitu vody řeky Bíliny protékající okolím obcí Lbín a Lysec a porovnat rok 2016 se znečištěním řeky v předchozích letech.

Předmětem práce bylo odebírat vzorky v průběhu roku 2016 a pomocí laboratorních analýz sledovat vybrané parametry, jako je koncentrace amoniakálního, dusičnanového a dusitanového dusíku, koncentrace celkového fosforu, biochemické a chemické spotřeby kyslíku.

Zjištěné výsledky těchto parametrů pak porovnat s hodnotami z předchozích let.

3 Literární rešerše

3.1 Historie využívání vody

Historie využívání vodních zdrojů sahá do doby 7000 let př. n. l. Byli to Sumeři, Akkadé, Číňané a Indové, kdo začali vytvářet stavby pro využívání vody. Tak například první zmínky o kanalizaci jsou z doby kolem r. 1700 př. n. l. v Babylónu a Ninive. Přibližně před 4000 lety byl Asyřany u Bavianu vystavěn první známý gravitační vodovod. Před 3700 lety synem krále Chammurabiho Sasuilunem byly naplánovány první cílevědomé úpravy vodních toků. Byl to vlastně první v dějinách historicky doložený vodohospodářský plán. Projekt zahrnoval zavlažovací kanály, vodovody s rozvodnými řádami, regulaci řeky Eufrat, zřízení jezera u Babylónu, přibližně 30 zahrad ve městě, lázně i stavbu řady vodních kol pro potřeby řemeslníků. Tato výstavba podle dochovaných dokumentů trvala pouhých 16 let. Již tehdy byla voda velice ceněná a Chammurabiho zákoník obsahoval v 18. století před naším letopočtem přísné tresty za zneužití a krádež vody.

A nejen regulace vody pro její zásobování měst, ale i kvůli povodním se například v Číně kolem r. 2300 př. n. l. upravovaly velké řeky Chuang-che a Jang-c-tiang, protože při těchto povodních utonuly každoročně tisíce lidí. Povodně pak byly jen jednou za 10 až 20 let.

Vodovody se tehdy vyráběli z pálené hlíny a kameniny v Mykénách a na Krétě kolem r. 1200 př. n. l. V Číně byly v té době zřizovány z bambusu. Také v Judském království kolem r. 1000 př. n. l. král Šalamoun nechal zbudovat vodovod s řadou umělých nádrží. Pozadu, jak dobře víme, nebyli ani staří Římané, kteří v r. 305 př. n. l. postavili vodovod Aqua Appia dlouhý 16,6 km. V císařské době bylo v Římě zásobováno vodou na 900 000 obyvatel. Od 8. století v Andalusii a Mezopotámii budovali vodovody a zavodňovací systémy Arabové. Tyto stavby byly v 10. až 14. století na vysoké technické úrovni (Kender, 2004).

3.2 Povodí Ohře

Povodí Ohře spravuje území zahrnující povodí řeky Ohře a dolního Labe ležící v severozápadní části České republiky. Řeka Labe patří jako vodní cesta do správy Povodí Labe, státní podnik. Rozloha Povodí Ohře činí více jak 10 000 km². Pramenná část povodí Ohře ovšem zasahuje na území Spolkové republiky Německo,

a to plochou asi 1000 km². S tímto navýšením rozlohy je třeba počítat ve vodohospodářských bilancích.

Povodí Ohře, s. p. spadá území pěti krajů. Největší podíl z plochy povodí zaujímá Ústecký kraj (přes 4520 km²), poté Karlovarský kraj s (2466 km²) a Liberecký kraj (1145 km²). Nejmenší část povodí se nachází na území krajů Plzeňského a Středočeského. Celková délka vodních toků je 2857 km, z toho je 1112 km toků upravených. Dále podnik spravuje řadu vodohospodářských objektů: 20 vodních nádrží, 6,5 km ochranných hrází, 43 jezů a 172 km umělých kanálů a přivaděčů, celkem 20 malých vodních elektráren s celkovým instalovaným výkonem 16,68 MW a řadu dalších objektů (Němec et al., 2006).

3.2.1 Hydrologická charakteristika Povodí Ohře

Levostranné přítoky Labe Ohře a Bílina se výrazně hydrologicky liší od pravostranných přítoků Labe. Levostranné přítoky leží totiž ve srážkovém stínu Krušných hor, který způsobuje velkou rozkolísanost průtoku v místě i čase. Na horních úsecích levostranných toků mají velké specifické odtoky a jejich hodnoty směrem k dolní části rychle klesající tendenci. Tyto nepříznivé fakty tohoto území mají vliv na velikost a stálost zdrojů podzemních vod celé oblasti. Především v povodí Bíliny, která vzhledem k vysoce rozvinutému průmyslu, co do množství vody nestačí. Tento deficit se řeší převodem vody z horní Ohře tzv. podkrušnohorským přivaděčem, dále přečerpáváním z Labe a z Flájského potoka (ze SZ svahů Krušných hor). Nejenom Bílina je na své trase pozměněna, umělá koryta, přeložky se i jiným tokům nevyhnuli v důsledku těžby hnědého uhlí v povrchových dolech (Oznámení E.I.A. Litvínov-čistírna odpadních vod, 2006).

Řeka Ohře pramení v Bavorsku, a to pod horou Schneeberg a vlévá se do Labe v Litoměřicích. Od Litoměřic prochází kaňonem Labe, který je lemován příkrými svahy Českého středohoří a dále pokračuje do Ústí nad Labem, kde se do Labe vlévá řeka Bílina.

Geomorfologicky téměř 2/3 tvoří tzv. Krušnohorská soustava. Vytváří jí Krušné hory, České středohoří, Doupovské hory a Slavkovský les. Levostranné přítoky Labe se nachází v krajině Českého středohoří, Lužických hor a Děčínské vrchoviny. Sem patří například povodí Ploučnice. Česká tabule, která je významnou hydrologickou oblastí zahrnuje horní Ploučnici a dolní Ohře. Srážkové poměry jsou

značně ovlivněny členitostí území a nadmořskou výškou především. Proto jsou rozloženy velmi nerovnoměrně. V oblasti povodí Ohře a dolního Labe činí srážkový úhrn 657 mm. Nejméně srážek má oblast Žatecka 400-500 mm, a to kvůli dešťovému stínu Krušných hor. Naopak nejvyšší úhrny srážek jsou v oblasti Klínovce, a to více jak 1000 mm. Nejvýznamnějšími vodními toky Povodí Ohře jsou řeky Ohře, Teplá a řeka Bílina (Němec et al., 2006).

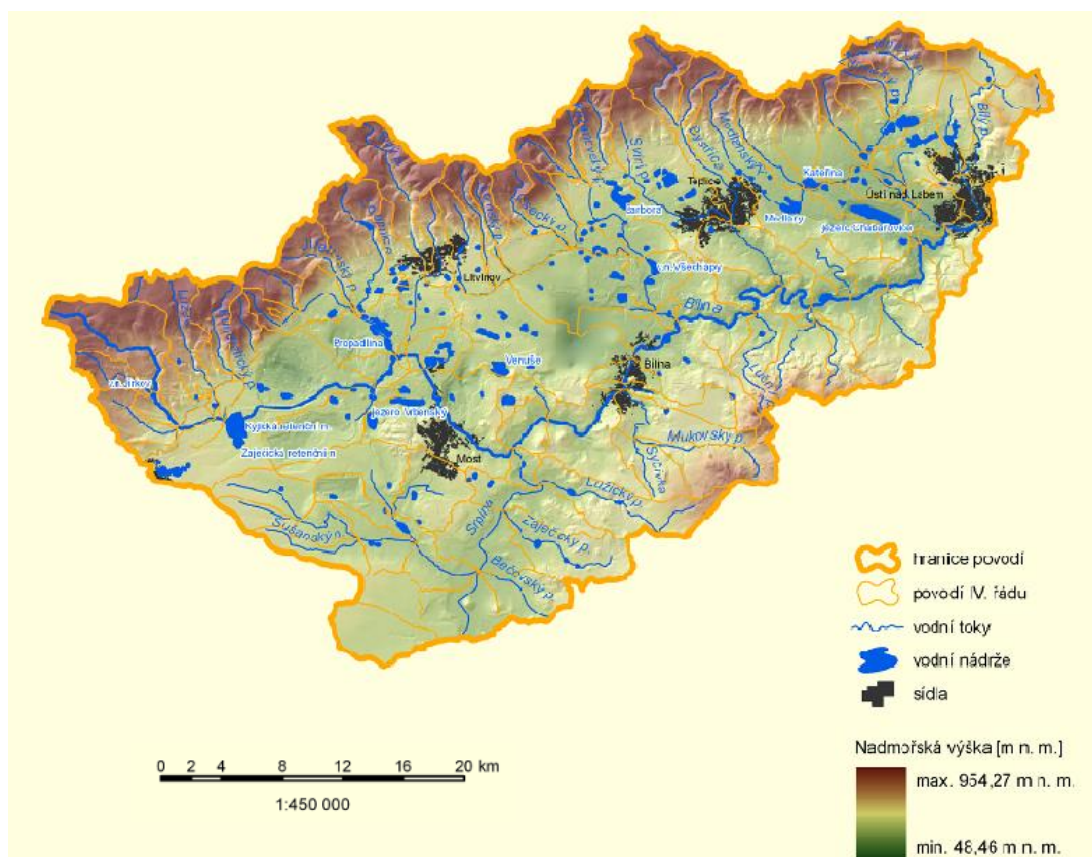
3.2.1.1 Ohře

Nejdelším tokem je Ohře s 304,6 km. Kde 51 km délky toku náleží Spolkové republice Německo. Výškový rozdíl mezi pramenem a ústím do Labe činí 608 m a plocha toku je 5614 km² (1000 km² v Bavorsku). Řeka na své cestě protéká mezi Krušnými horami po levé straně a Slavkovským lesem a Doupovskými horami po pravé straně. Dolní část toku se nachází v zemědělské krajině Čech, a to v oblasti Žatce, Loun a Litoměřic. Jedná se o území, kde ještě najdeme původní lužní lesy a břehové porosty a taky území, které bylo ovlivňováno povodněmi. Průtok toku během roku se výrazně mění. Největší průtoky zaznamenáváme na jaře při tání sněhu a dešťových srážkách oproti pozdnímu létu, kdy průtok často nepokrývá ani minimální hygienické průtoky pro zachování biologických podmínek pro život ve vodním toku (Němec et al., 2006).

3.2.1.2 Ploučnice

Východní části Povodí Ohře dominuje řeka Ploučnice s plochou povodí 1193 km² a délkou 102 km. Pramen se nachází na jihozápadních svazích Ještědu a je jedním z nejvydatnějších pramenišť ve střední Evropě. Horní část toku je úzká, zarostlá břehovými porosty a klikatícími se mezi loukami v písčitém a hlinitém řečišti. Dolní část řeky před vstupem do Labe vytvořila výraznou údolní nivu. Ploučnice mezi roky 1970-1980 utrpěla velmi činností uranových dolů v blízké Stráži pod Ralskem, a to kvůli prováděným hydrogeologickým vrtům (Němec et al., 2006).

3.2.1.3 Bílina



Obrázek 1 Povodí řeky Bíliny (Dibavod, 2017).

Pramen řeky Bíliny bychom našli v Krušných horách na JV svahu hory Kamenné hůrky ve výšce ca 785 m n. m. Řeka je třetí nejdelší řekou ve správě Povodí Ohře. Její délka je 83,6 km a plocha jejího povodí činí 1072 km². Její začátek je v čisté přírodě Krušných hor, avšak po sestupu do údolí se situace markantně změní a řeka se po průchodu průmyslovou částí stává nejznečištěnějším tokem České republiky. Od svého pramene po nádrž Jirkov je řeka čistým horským potokem. V Jirkově do řeky ústí otevřeným korytem tzv. přivaděč průmyslové vody z řeky Ohře a bývá někdy označován jako Přivaděč Ohře-Bílina. Řeka jinak nemá významné přítoky. Pod městem Jirkov se situace ještě zhorší, a to přítokem vody z čistírny odpadních vod. Dále teče do nádrže Újezd, odkud je vedena v potrubí Ervěnického koridoru, který je dlouhý 3,5 km. Zde se o řece mluví jako o stoce, která protéká Mosteckou pánví. I přes snahy čištění vody a její recyklaci, která prochází průmyslovou výrobou, jsou přirozené průtoky daleko za těmi, které tvoří právě ty ze znečištěné vody. Na území Mostecké pánve byla řeka několikrát převáděna do nových tras z důvodu těžby hnědého uhlí, a tak její původní koryto není v některých

místech vůbec identifikovatelné. Původně totiž protékala Komořanským jezerem, které se nacházelo před Mostem. To však bylo v důsledku důlní činnosti roku 1835 uměle vysušeno. Za Mosteckou pánví má koryto šířku 5 až 10 metrů a je z velké části regulované. Ve městě Bílině je koryto od poloviny města zcela narovnané, a to v délce od 1-2 km. Bílina se poté dostává na okraj Českého středohoří, kudy protéká až k Ústí nad Labem, kde se vlévá do Labe na 71 říčním km v nadmořské výšce 132 m n. m. Ještě donedávné doby sem chemička v Ústí nad Labem vypouštěla své odpadní vody, které způsobovaly její nepřírozené zbarvení. V ranních hodinách mívala červenou barvu, v poledních hodinách zelenou a večer fialovou. V podstatě celý průtok řeky býval využíván jako technologická voda v chemických závodech v Záluží u Litvínova. Místo živé vody, se jednalo o chemický odpad fenolů a dalších chemických látek. Ke zlepšení došlo v 90. letech 20. století díky čistíčkám v Litvínově a Ústí nad Labem, i když se do řeky život postupně vrací a koryto se pročišťuje, avšak celková náprava ekologického stavu je pozvolná (Němec et al., 2006; Oznámení E.I.A. Litvínov-čistírna odpadních vod, 2006).

Bílina- Hydrologické údaje:

<i>Tok:</i>	<i>Bílina</i>
Hydrol. č. povodí	1-14-01-023
Plocha povodí:	250 km ²
Průměrná dlouhodobá roční výška srážek na povodí (H)	670 mm
Průměrný dlouhodobý roční průtok (Qa)	2,06 m ³ .s ⁻¹
Průtok 355-ti denní (Q355)	0,214 m ³ .s ⁻¹

Tabulka 1 Hydrologické údaje - Bílina (Oznámení E.I.A. Litvínov-čistírna odpadních vod, 2006).

3.3 Znečištění kontinentálních vod

Pod termínem jakost vody zahrnujeme všechny faktory, které mají vliv na využití vody člověkem. Rozeznáváme pitnou vodu, vodu pro rekreaci a sporty, vodu pro průmysl čili užitkovou vodu (včetně chlazení, mytí, závlah), vodu znečištěnou, kterou nelze využít pro některé účely, vodu odpadní (městskou a průmyslovou),

kteřou je třeba vyčistit, než ji odvedeme do recipientu (potok, řeka, rybník, jezero, moře). Z biologického hlediska uvažujeme tyto faktory, které ovlivňují kvalitu vody:

3.3.1 Saprobity - organické znečištění

Jedná se o obsah organických látek, které jsou schopny biochemického rozkladu (vyjadřujícího se jako BSK a CHSK). Podle míry organického znečištění (stupně či hladiny) rozlišujeme různé biocenózy (společenstva), které na základě míry organických látek ve vodě vznikají. Na volné vodě to je plankton a nekton, na její hladině neuston a pleuston a v litorální pobřežní, mělké vegetaci (litorální) a na dně vod bentos. Organismy nazýváme *saprobie* (saprobní organismy) a jejich prostředí *saprobity* (Sládeček, 1996).

3.3.2 Toxicita

Jako toxicita je označován vliv jedovatých látek, které brzdí (inhibují) až zcela ničí vodní organismy. Stupně toxicity jsou přímo úměrné koncentraci toxických látek.

- Chronická toxicita - méně nápadná a velmi nebezpečná
 - Akutní toxicita - např. otravy ryb,
- (Sládeček, 1996).

3.3.3 Radioaktivita

Je vliv radionuklidů. Vliv na primitivní organismy (baktérie, prvoky, rostliny a bezobratlé živočichy) je podstatně menší než v případě člověka (Sládeček, 1996).

3.3.4 Fyzikální faktory

Jsou to mechanické faktory způsobené inertními materiály (např. jemným anorganickým prachem, uhelným mourem, minerálními oleji, příliš nízkou nebo naopak příliš vysokou teplotou vody ap.). Nepůsobí ani toxicky, ani saprobně (Sládeček, 1996).

3.3.5 Eutrofizace (znečištění živinami)

Je definována jako proces (nikoliv stav = trofie) zvyšování produkce organické hmoty ve vodě (vznik vodního květu), ke kterému dochází především na základě zvýšeného přísunu živin v podobě prvků P a N. Projevuje se vegetačním zbarvením vody, vláknitými řasami a specifickým zápachem litorální vegetace, případně vznikem jedovatých sloučenin. Při využívání takto znečištěné vody k rekreaci vznikají problémy v podobě zánětů spojivek či vyrážek na kůži. Eutrofizaci lze někdy jen těžko odlišit od znečišťování (saprobizace vody). Rozdíl mezi nimi spočívá v tom, že *saprobita* se projevuje změnou druhového složení, oproti *eutrofizaci*, při které dochází ke zvyšování kvantity (biomasy) přítomných organismů. Jedná se o narušení ekologických procesů následkem přebytku živin (Hydrobiologie XI Voda a lidstvo, 2017; Sládeček, 1996). Příčinami eutrofizace jsou zdroje znečištění vody:

- Příklad znečištěných odpadních vod (nitráty, fosfáty)
- Příklad čistěných odpadních vod (nitráty, fosfáty)
- Splachy anorganických hnojiv (nitráty, fosfáty)
- Amoniak z odpadu živočišné produkce (močůvka, kejda, chlévská mrva)
- Splachy a eroze v důsledku zemědělské výroby, těžby a stavebnictví
- Příklad detergentů (fosfáty)
- Přírodní výluhy (nitráty, fosfáty)
- Srážky

Všechny tyto zdroje způsobují živinami přesycený ekosystém a narušení chemických cyklů (Hydrobiologie XI Voda a lidstvo, 2017).

Proto, aby proces eutrofizace (primární produkce ve vodních ekosystémech) začal, je potřeba dalších působících aspektů než jen samotných živin. Ke vzniku produkce vedou tyto další faktory v podobě změněných podmínek jako je zadržení vody, její oteplení, změna výšky vodního sloupce ap. Dále také jak uvádí Adámek, "neplatí představa, že znečištění povrchových vod živinami, vede jednoznačně k nadprodukcí fytoplanktonu (nejčastěji sinic, tvořících tzv. vodní květ)". Podle nastolených podmínek (hydrochemických, hydrologických, meteorologických a hydrobiologických apod.) se rozvíjejí dané organismy:

- Drobné planktonní řasy, vytvářející opticky homogenní suspenzi (v zažité terminologii vegetační zákal)
- Větší koloniální či vláknité sinice (tzv. vodní květ)
- Bentické sinice a rozsivky
- Zelené vláknité řasy
- Vyšší vodní vegetace (Adámek, 2010).

Úroveň trofie	Abundance řas [10 ⁶ buněk.l ⁻¹]	Chlorofyl -a [μm.l ⁻¹]	Primární produkce [mg.C.m ⁻² d ⁻¹]	Celkový fosfor [μg.l ⁻¹]
1 ultra-oligotrofní	< 0.01	< 1	< 5 β	< 4.3
2 oligotrofní	0.01-0,05	1-3	50-125	7.0-11.6
3oligo-mesotrofní	0,05-0,1	3-10	125-250	11.6-19.1
4mesotrofní	0,1-0,5	10-20	250-500	19.1-31.5
5meso-eutrofní	0,5-1,0	20-50	500-900	31.5-51.9
6 eutrofní	1-10	50-100	900-1500	51.9-85.6
7eu-polytrofní	10-100	100-200	1500-2500	85.6-141.2
8polytrofní	100-500	200-800	2500-4000	141.2-383.8
9hypertrofní	> 500	> 800	> 4000	>383.8

Tabulka 2 Kategorizace trofie (Adámek, 2010).

Jednotlivé kategorie včetně jejich intervalů nejsou jednotné celosvětově, ale ani v rámci Evropy. Obecně však platí, že v severní Evropě jsou kritéria tvrdší (eutrofie je zde charakterizovaná koncentrací 35 μ.l⁻¹ jak celkového fosforu, tak koncentrací chlorofylu a). Jižnější Evropa má mírnější kritéria (Itálie má hodnoty 100 μ.l⁻¹ chlorofylu i celkového fosforu). Parametry se v současné době sjednocují (Adámek, 2010).

3.3.6 Salinita

Salinitou rozumíme zvýšenou koncentraci solí ve vodě. To se projevuje snížením počtu druhů v biocenóze (snižuje se diversita společenstva). Stává se tak

zpravidla v řekách pod velkými chemickými závody a je to vlastně slabé toxické působení (Sládeček, 1996).

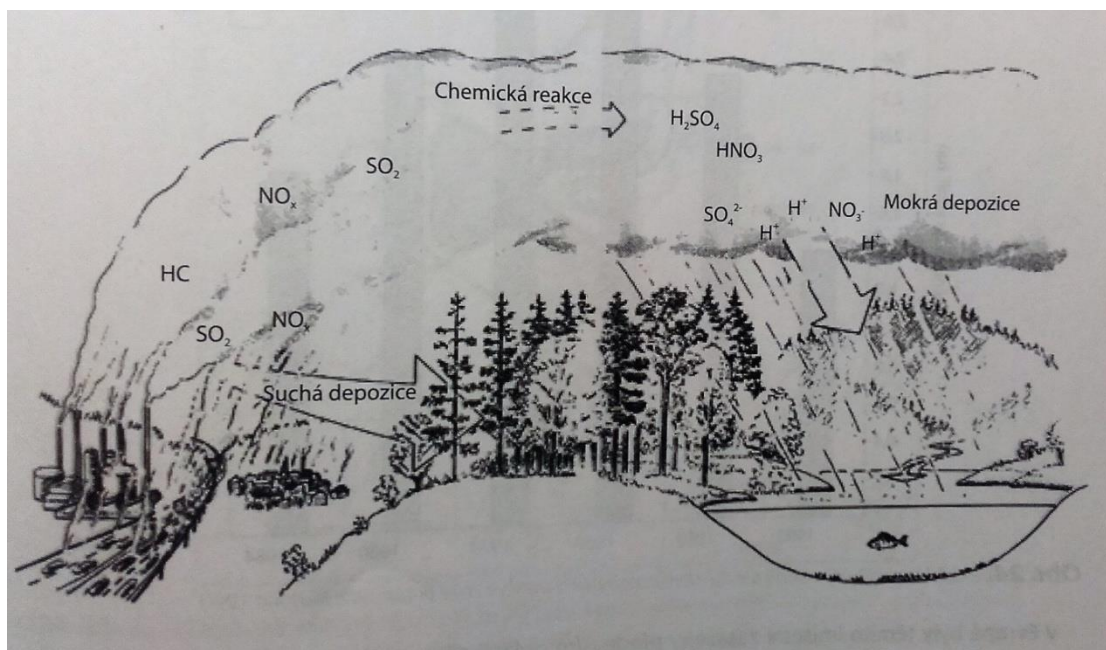
3.3.7 Acidifikace

Acidifikací rozumíme snížení pH (např. vlivem kyselých dešťů). Má podobný vliv jako toxicita, a to, že se snižuje biodiverzita společenstev. Hynou ryby, plankton, stejně tak jako při opačném jevu *alkalizaci*. Některé organismy jsou i přes tak nepříznivé prostředí schopny žít (flóra a fauna rašelinných vod například), (Sládeček, 1996).

Problém acidifikace vody a půdy se začal řešit až od poloviny 20. Století. Přitom látky způsobující toto znečištění vody, tu jsou už od průmyslové revoluce. Zdrojem acidifikace jsou imise v suché depozici (prach s velkým množstvím kyselých solí) a plynné (mokré) depozice.

Jedná se o plyny oxidy síry SO_2 a oxidy dusíku (NO_x – N_2O , NO , NO_2), uhlovodíky, ze spalovacích procesů. Reakcí oxidů síry a dusíků ve vodě vznikají silné kyseliny (kyselina siřičitá, sírová, a dusičná). Jejich působením se pak významně snižuje pH vody, ve srážkových i povrchových vodách až na pH 2. Acidifikace ovlivňuje celé ekosystémy jezer a řek. Nejvíce ji můžeme pozorovat jako jev, kterým je ztráta rybích populací.

Nárůst znečištění do roku 1990 rostl. Po roce 1990 se tento trend mění a situace se začíná zlepšovat. Vlivem působení technologií na odsíření a přechodem na čistší paliva, lepšími technologiemi a tím zvýšením účinnosti. Největším znečišťovatelem však zůstává doprava (především těžká nákladní vozidla), (Adámek, 2010).



Obrázek 2 Zdroje acidifikace biómu Země (Adámek, 2010).

3.4 Enviromentální znečištění

Voda je od dob starověku, ve většině usazených společností přísně řízeným zdrojem. Vliv kvality vody na životní prostředí a na veřejné zdraví odůvodňuje investice do řízení a kontroly bezpečnosti domácích, veřejných a průmyslových použití vody. V některých regionech, tento management je obzvláště obtížně udržitelný, protože na stejném enviromentálním prostoru je zdroj vody převážně z odpadních vod. Nejvýznamnější dopad má znečištění z domácích odpadních vod. Koncentrace organických látek v odpadních vodách je většinou testována stanovením biologické spotřeby kyslíku (BSK) nebo chemické spotřeby kyslíku (CHSK). To znamená odhad biologické či chemické oxidace (Jouanneau et al., 2014).

Obecně platí, že existují dva základní typy znečišťujících látek. Primární (přímé) znečišťující látky způsobují nežádoucí účinky v podobě, ve které jsou uvolňovány do prostředí. Sekundární (nepřímé) znečišťující látky jsou tvořeny v důsledku chemických procesů v prostředí (například rozpustnost těchto látek ve vodě, protože voda je dobrým rozpouštědlem), často z méně škodlivých prekurzorů. Látky se stávají znečišťujícími látkami tehdy, pokud jsou škodlivé nebo jedovaté a byly zavedeny do životního prostředí člověkem přímo nebo jako výsledek lidské činnosti. Existuje mnoho látek, které nejsou běžně považovány za kontaminanty, ale mohou způsobit znečištění, pokud jsou uvolněny do životního prostředí v

nadměrném množství, na nevhodném místě a čase (např. zinek a chrom). Např. mléko, ovocné šťávy ani cukr nejsou obecně považovány za znečišťující látky. Ale pokud se dostanou přímo do povrchové vody, mohou být škodlivé pro vodní organismy, neboť dochází k jejich oxidaci a tím pádem i ke spotřebě rozpuštěného kyslíku ve vodě. Na druhé straně mnoho látek, které jsou obecně považovány za kontaminanty, např. těžké kovy, dusičnany či polycyklické aromatické uhlovodíky, se mohou přirozeně vyskytovat v půdě a vodě (Jouanneau et al., 2014).

Znečišťující látky mohou být klasifikovány mnoha způsoby na základě jejich fyzikálních a chemických vlastností, jejich množství, dále podle stálosti v prostředí, vlivu na ekosystémy, nebo na základě toxicity. Znečištění můžeme tedy dělit podle:

3.4.1 Místa vzniku znečištění:

- ***bodové, místní***

- ***plošné – liniové – globální*** celá povodí, případně i celé velké krajinné celky s několika povodími. V tomto případě je nejdéle studovaným znečištěním plošného až globálního charakteru acidifikace kontinentálních vodních ekosystémů. Dalšími jsou eutrofizace, globální změny klimatu včetně oteplování a vyšší dávky UV záření a globální znečištění perzistentními organickými polutanty a radionuklidy. Dále pak také nemají znečišťující látky původ pouze v lidské činnosti, ale mohou být způsobeny i přírodními procesy (sopečné erupce, zemětřesení, tsunami ap.).

3.4.2 Zdroje znečištění:

- ***Průmyslový odpad*** (např. rtuť, síra, azbest, dusičnany a další škodlivé chemikálie)
- ***Odpadní voda z domácností*** (např. detergenty, škodlivé bakterie)
- ***Důlní činnost*** (např. těžké kovy, sulfidy)
- ***Skládky odpadu*** (pokud jsou u zdroje vody, mohou a často se dostávají až do moří)
- ***Únik olejů*** (únik ropy, která se ve vodě nerozpouští)
- ***Spalování fosilních paliv*** (uhlí, ropa při spalování produkují významné množství popela v atmosféře, při spojení s vodou pak vznikají "kyselé deště")

- **Chemická hnojiva s pesticidy** (minerální a organická hnojiva, pesticidy používaná v zemědělství)
- **Únik z kanalizačního potrubí** (kontaminace podzemní vody, živná půda pro hmyz a jiné organismy)
- **Globální oteplování** (zvýšená teplota vody může mít za následek úhyn vodních živočichů)
- **Radioaktivní odpady a látky** (uran, jako jaderný odpad, který se nesprávně likviduje: jaderné havárie Rusko, Ukrajina, Japonsko, radionuklidy)
- **Rozvoj měst** (větší spotřeba vody)
- **Zemědělský odpad** (močůvka, která se dostává do podzemní vody)

Znečišťujícími látkami ve vodě jsou jak anorganické, tak organické faktory.

- **Organické znečištění** (paliva, biomasa, biologické odpady, hnojiva organická, těžké organické sloučeniny)

Organické znečišťující látky jsou látky vytvořené z uhlíku (C), vodíku (H), kyslíku (O) a jiných prvků. Kromě umělých radionuklidů a syntetických organických sloučenin, se všechny tyto látky přirozeně vyskytují v prostředí, ale jsou považovány za hlavní znečišťující látky, protože jsou vysoce koncentrované a široce rozptýlených v životním prostředí v důsledku lidské činnosti (Perk, 2014).

- **Anorganické znečištění** (kosmetika vyřazená, amoniak, chemický odpad z továren, anorganická hnojiva)

Hlavní rozpuštěné složky se skládají z anorganických látek, které jsou jako ionty v půdní vlhkosti, podzemní vodě a povrchové vodě, a které tvoří hlavní část celkových rozpuštěných pevných látek. Těžké kovy mají vysokou atomovou hmotnost. V prostředí podle jejich koncentrace, se mohou chovat toxicky. Radionuklidy jsou prvky, které mají nestabilní jádra, které se samovolně rozpadají, čímž vyzařují ionizující záření.

Na základě zpráv agentury Economist (2008) každý den umírá více než 1000 dětí na průjemová onemocnění v Indii a tento alarmující počet vzrostl od roku 2003.

Podle statistik zemře v důsledku spotřeby znečištěné a infikované vody několik lidí každý den (Znečištění vody, 2017).

3.5 Historie společnosti Chemopetrol

Už v roce 1939 došlo k zahájení výstavby chemické továrny STW, tehdy pod názvem Sudetenländische Treibstoffwerke AG, Oberleutensdorf. Sudetenländische Treibstoffwerke v překladu znamená Sudetskou čerpací stanicí. Již po třech letech od zahájení stavby byl odsud vypraven první vlak s benzínem. V r. 1943 zde pracovalo 29 881 zaměstnanců a byla zde vyrobena první zimní motorová nafta. O rok později na jaře 12. května bylo zahájeno pravidelné letecké bombardování výroben anglo-americkými spojenci. Pouze o dva roky od první motorové nafty byl vyroben čistý syntetický benzín. V roce 1946 se sovětský svaz vzdal všech majetkových nároků a závod připadl pod správu tehdejší Československé republiky. Následující rok už probíhaly dodávky dálkového plynu do veřejné sítě, a to i do Prahy (26. 10.). V tomto roce byla také zahájena kampaň požadující zrušení závodu. Roku 1949 byl hutím odtud dodáván kyslík a v roce 1951 byla zvýšena výroba fenolů. Až v roce 1953 byly instalovány první odlučovače popílku. V tu dobu už počet zaměstnanců stoupl přes dvojnásobek. V roce 1954 se politická situace změnila a hospodaření se přizpůsobovalo podle sovětského svazu a diktovaného vzoru. Rok poté byla zahájena pravidelná výroba čpavku, který v následujících letech putoval produktovodem do chemických závodů v Lovosicích. Zahájení výstavby nové Teplárny T700 se dostalo v roce 1958 (Unipetrol, 2017).

Ropovod Družba z tehdejšího SSSR poprvé v r. 1962 přepravoval ropu do Slovaftu do Bratislavi a první ropa přivezená cisternami ze Slovenska do Chemopetrolu. Po dalších 3 letech byl prodloužen ropovod až do Záluží u Mostu. V roce 1963 se uvedl do provozu nový zauhlovací most z úpravy uhlí Herkules do teplárny T700 v Litvínově. Od roku 1964 byly do výroby zavedeny syntetický líc a ethylbenzen. Podnik rok před okupací sovětským svazem vyráběl 75 chemických výrobků. Kupodivu i přes politickou situaci v 68. roce se uzavřela smlouva o spolupráci s městem Litvínov ve zlepšování životního prostředí (počet zaměstnanců byl v té době už 12 000). V 70. letech se vyřazovaly první karbonizační pece z provozu. Roku 1972 se ukončilo chemického zpracování uhlí a zároveň se zahájila výstavba Petrochemie a uvedla se do provozu výroba močoviny. O rok později se

zavedla do výroby také síra. Dále se do provoz uváděla například výroba vodíku na bázi štěpení mazutu, později výroby polypropylenu a polyethylenu (Unipetrol, 2017).

V roce 1995 byl zprovozněn ropovod Ingolstadt-Kralupy-Litvínov. Od roku 1995 mluvíme už o akciové společnosti Unipetrol. Do Unipetrolu byly postupně začleněny akciové společnosti Kaučuk, Chemopetrol, Benzina, Paramo, Koramo, Česká rafinérská, Unipetrol Trade, Spolana a Unipetrol Rafinérie. Od 1. 1. 1996 se vyčlenily rafinérie ze společností Chemopetrol v Litvínově a Kaučuk v Kralupech do společnosti Česká rafinérská. V roce 1998 vzhledem ke sloučení divizí Fenoly a Agro došlo k útlumu provozu Fenolů. 14. května 2004 byla v závodě Agro vyrobena pěti miliontá tuna močoviny. Téhož roku byla podepsána smlouva mezi společností PKN ORLEN a Foem národního majetku o prodeji 63 % akcií společnosti Unipetrol. V roce 2005 byla ukončena výroba syntetického lihu v Chemopetrolu v divizi Agro, a naopak zahájena výroba blokových kopolymerů. V tomto roce byl dokončen proces privatizace společnosti Unipetrol. Společnost se tak stala významnou částí jedné z největších rafinérských a petrochemických skupin ve střední Evropě, a to PKN Orlen. V červnu 2006 převzali zástupci Chemopetrolu, v rámci odstraňování starých ekologických zátěží (OZEZ), drenážní systém. Téhož roku byl dokončen projekt Biopaliva. V roce 2007 se vyrobila pěti miliontá tuna propylenu a deseti miliontá tuna ethylenu. V roce 2007 proběhla rekonstrukce části BČOV, která se krátkodobě negativně projevila na kvalitě vody v řece Bílině. Za toto překročení limitů byla společnost udělena pokuta ve výši 1 milionu korun. Rok 2009 byl ve znamení biopaliv (u automobilových benzínů na 3,5 % objemu a u motorové nafty na 4,5 % objemu) a benzenu, který zvýšil výrobní kapacitu. Naopak byla definitivně odstavena jednotka výroby oxoalkoholů. V srpnu tohoto roku se uvedla do zkušebního provozu jednotka na spalování kalů z biologické čistírny odpadních vod v teplárně T700. Projekt byl spolufinancován spolkovým ministerstvem životního prostředí SRN (celkem projekt vyšel na 407 milionů Kč). Výkon teplárny též v tomto roce dosáhl 112 MW (Unipetrol, 2017).

V roce 2012 byly podepsány dvě pětileté smlouvy na dodávku asfaltů pro společnost Paramo a pro Unipetrol RPA. V červnu tohoto roku byla trvale odstavena jednotka výroby močoviny v Chemparku Záluží v Litvínově, a to k 1. lednu 2013. Bylo to z důvodu ztrát, i když se takovýto trend neočekával. Co do spolupráce

Unipetrolu s vysokými školami, tak 12. listopadu 2014 podepsal Unipetrol spolupráci s Vysokou školou chemicko-technologickou v Praze (VŠCHT Praha).

2015 se stal Unipetrol jediným akcionářem České rafinérské a k tomu byl podepsán EPC kontrakt (engineering, procurement, construction) na výstavbu nové jednotky polyethylenu (PE3) v Litvínovském závodě. Tato jednotka patří mezi nejmodernější jednotky v Evropě (Unipetrol, 2017).

3.6 Legislativa ČR

Legislativa ČR vychází z "Rámcové směrnice" 2000/60/ES z 23.10 2000, která je základním právním předpisem Evropského parlamentu a rady ustavujícím rámec pro činnosti Společenství v oblasti vodní politiky členských států. Od Rámcové směrnice se odvíjí Legislativa ČR pro ochranu vod a zahrnuje tyto zákony, nařízení a normy. Zde uvádím hlavní z nich:

• **Zákon č. 254/2001 Sb. O vodách (tzv. vodní zákon)**

Vodní zákon obsahuje podrobné podmínky ochrany povrchových a podzemních vod. Dále hospodárného využívání vodních zdrojů, bezpečnosti vodních děl, snížení nepříznivých následků sucha a povodní.

Důležitými paragrafy, které se týkají jakosti a nakládáním s vodami v tomto zákoně jsou:

§ 5 *Základní povinnosti*

§ 6 *Obecné nakládání s povrchovými vodami*

§ 8 *Povolení k nakládání s povrchovými nebo podzemními vodami*

§ 14 *Povolení k některým činnostem*

Povolení k některým činnostem je třeba:

- a) k vysazování stromů nebo keřů v záplavových územích v rozsahu ovlivňujícím odtokové poměry,
- b) k těžbě písku, štěrku, bahna s výjimkou bahna k léčivým účelům, valounů apod. (dále jen "říční materiál") z pozemků, na nichž leží koryto vodního toku,
- c) ke geologickým pracím spojeným se zásahem do pozemku v záplavových územích (§ 66) a v ochranných pásmech vodních zdrojů,
- d) k zasypávání odstavených ramen vodních toků,

- e) k vrácení vodního toku do původního koryta (§ 45),
- f) k ukládání těžebního odpadu do povrchových vod.

§ 15a *Ohlášení vodních děl a vodohospodářských úprav*

§ 21 *Stav povrchových a podzemních vod*

§ 23a *Cíle ochrany vod jako složky životního prostředí*

§ 30 *Ochranná pásma vodních zdrojů*

§ 38 *Odpadní vody*

§ 39 *Závadné látky (Zákon č.254/2001 Sb.).*

• Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Nařízení vlády č. 401/2015 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 (Zákon č. 401/2015 Sb.).

• Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích

Upravuje oblast nakládání s vodou v nuceném oběhu po jejím odebrání z přirozeného prostředí a vypouštění nebezpečných látek do veřejných kanalizací (Zákon č. 274/2001 Sb.).

• Nařízení vlády č.61/2003 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění

Jedná se o nařízení o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových a odpadních vod a o povolení vypouštění odpadních vod do toků a kanalizací (Nařízení vlády č. 61/2003 Sb.).

• Nařízení vlády 368/2003 Sb. o integrovaném registru znečišťování
(Nařízení vlády 368/2003 Sb.).

• Klasifikace jakosti vody ČR – norma pro povrchové vody ČSN 757521
(ČSN 757521).

3.7 Ukazatele měření

3.7.1 Dusitany (NO_2^-)

Obsaženy bývají ve všech vodách. Vznikají biochemickou oxidací amoniakálního dusíku (nitrifikace) nebo biochemickou redukcí dusičnanů. Jsou nestabilní a rychle se rozkládají. V koncentracích v kterých se dusitany vyskytují v povrchových a podzemních vodách, jsou samy osobě hygienicky nevýznamné. Pokud se ale vyskytnou ve vyšších koncentracích v pitné vodě, způsobují methemoglobinaemii. Pokud prudce stoupne koncentrace v podzemních vodách, je třeba brát v potaz fekální znečištění (vznikají nitrifikací amoniakálního dusíku). Jejich koncentrace je v rozmezí:

- v desetínách až setínách mg.l^{-1} v povrchových a podzemních vodách
- v jednotkách až desítkách mg.l^{-1} v odpadních splaškových vodách.

Dusitany bývají příčinou náhlého a masového úhynu ryb. Přítomnost v pitné vodě je nežádoucí, protože jsou toxické pro lidský organismus. Vyhláškou stanovená maximální koncentrace u pitné vody je $0,5 \text{ mg.l}^{-1}$ (Horáková et al., 1986; Janýšková, 2012; Pitter, 1999).

3.7.2 Dusičnany (NO_3^-)

Dusičnany se vyskytují ve všech typech vod (v neznečištěných vodách se vyskytují v nízkých koncentracích max. desítky mg.l^{-1}). Dusičnany vznikají hlavně sekundárně při nitrifikaci amoniakálního dusíku a jsou konečným stupněm rozkladu dusíkatých organických látek v oxickém prostředí. Anorganického původu jsou dusičnany v atmosférických vodách. Oxidací NO vzniká NO_2 a je součástí emisí ze spalování paliv. Spalování paliv je příčinou zvyšujících se koncentrací dusičnanů v povrchových vodách.

Objevují se ve vodách především v důsledku zemědělské činnosti, protože vznikají hlavně sekundárně při nitrifikaci amoniakálního dusíku. Jejich riziko spočívá v tom, že ve střevech jsou redukovány na dusitany, které posléze přechází na některé rakovinotvorné látky (N-nitrosoaminy). Vyhláškou přípouštěné množství je 50 mg/l . Avšak v zemědělsky využívaných oblastech se vyskytují i ve stovkách mg.l^{-1} . Pro kojenecké vody je stanoven limit 10 mg.l^{-1} .

Dusičnany patří mezi čtyři hlavní anionty vod. Najdeme je ve všech typech vod, ale v různé koncentraci v rozmezí:

- od desetín až jednotek $\text{mg.l}^{-1} \text{ NO}_3^-$ ve srážkových vodách

- jednotek až desítek mg.l^{-1} NO_3^- v podzemních a povrchových vodách
- až po stovky mg.l^{-1} NO_3^- v některých odpadních průmyslových vodách

Pro pitnou vodu je limit 50 mg.l^{-1} a pro kojení 15 mg.l^{-1} . (Horáková, 2003; Janýšková, 2012; Pitter, 1999).

3.7.3 Amoniakální dusík (NH_4^+ , NH_3)

Amoniakální dusík se vyskytuje jako disociovaný NH_4^+ a nedisociovaný NH_3 ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Poměr iontů NH_4^+ a NH_3 závisí na pH a teplotě (při $\text{pH} < 7$ a teplotě 20°C jej najdeme jen jako iont NH_4^+). Nachází se téměř ve všech druzích vod. Jeho koncentrace je v rozmezí:

- desetiny mg.l^{-1} , výjimečně jednotky mg.l^{-1} v přírodních vodách
- desítky mg.l^{-1} splaškové vody
- stovky mg.l^{-1} až jednotky až jednotky g.l^{-1}

Je indikátorem možného fekálního znečištění vody. Jsou také málo stabilními a postupně se rozkládají. Jejich vznik probíhá rozkladem zemědělských a komunálních odpadů (močůvka, kejda apod.). Mohou se ale uvolňovat i z umělých hnojiv. V kombinaci s dusitany, vyšším obsahem organických látek (CHSK) poukazuje na čerstvou kontaminaci živočišnými odpady. Vyhláška zde připouští max. hodnotu $0,5 \text{ mg.l}^{-1}$ (Pitter, 1999; Janýšková, 2012).

3.7.4 Chemická spotřeba kyslíku (CHSK)

Chemická spotřeba kyslíku slouží k odhadu organického znečištění vody a patří k nescifickým ukazatelům. Hlavními oxidovatelnými látkami ve vodě jsou organické látky. Jinými slovy vyjadřuje „oxidovatelnost“ tj. chemickou spotřebu kyslíku (CHSK). Ty jsou ve vodě podle znečištění zastoupeny v různé koncentraci. Udává se obvykle v mg.l^{-1} , u odpadních vod s velkým znečištěním v g.l^{-1} . Chemická spotřeba kyslíku je definována jako hmotnostní koncentrace kyslíku, která je rovnocenná hmotnosti silného oxidačního činidla spotřebovaného, za přesně vymezených reakčních podmínek zpracování vzorku vody, na oxidaci oxidovatelných látek.

Stanovuje se manganistanem draselným (CHSK_{Mn}) u pitné vody a dichromanem draselným (CHSK_{Cr}) u povrchových a odpadních vod (Jouanneau et al., 2014; Pitter, 1999).

3.7.5 Biochemická spotřeba kyslíku (BSK)

Biochemická spotřeba Kyslíku (BSK) je jedním z nejpoužívanějších kritérií pro hodnocení kvality vody. BSK bylo vybráno jako indikátor organického znečištění řek v r. 1908 a to britskou královskou komisí na likvidaci odpadních vod. Index 5 byl odvozen od nejdelšího časového úseku potřebného k cestě říční vody, aby urazila vzdálenost od pramene k jeho ústí v Anglii. Později byl tento parametr přijat Výborem amerického veřejného zdraví (Association Standard Metody) jako referenční ukazatel hodnoty biodegradace chemických a organických látek, a to v roce 1936. Poskytuje informace o snadno biologicky rozložitelné frakci organické zátěže ve vodě. Nicméně, tato analytická metoda je časově náročná (obvykle 5 dnů, tedy BSK₅), a výsledky se mohou lišit v závislosti na laboratorních podmínkách, a to především kvůli výkyvům v mikrobiální rozmanitosti inokula. Práce provedené v posledních dvou desetiletích má za následek několik technologií, které jsou méně časově náročné a více spolehlivé (Jouanneau et al., 2014).

Podle normy ISO 6107-2 je biochemická spotřeba kyslíku (BSK) definována jako hmotnostní koncentrace rozpuštěného kyslíku spotřebovaného za stanovených podmínek biochemickou oxidací organických, popř. anorganických látek ve vodě a vyjadřuje se v mg·l⁻¹. Anorganické látky jsou amoniakální dusík (případně dusitany), které mohou za určitých podmínek podléhat biochemické oxidaci (nitrifikace), a tím tedy také spotřebovávají rozpuštěný kyslík. Při stanovení BSK se však nitrifikaci amoniakálního dusíku obvykle zabraňuje. Proto je možné stanovenou hodnotu BSK považovat za míru koncentrace biologicky rozložitelných organických látek obsažených ve vodě. Tyto organické látky jsou jednou z hlavních znečišťujících složek vody, a proto BSK patří mezi důležité ukazatele čistoty či znečištění vody. Organické látky stanovené jako BSK, představují důležitou roli při odčerpávání rozpuštěného kyslíku z vody, a proto je BSK i důležitým ukazatelem kyslíkového režimu vod (Horáková, 2003).

Hodnoty BSK se stanovují u vod odpadních splaškových průmyslových (zejména z potravinářského a organického chemického průmyslu), městských a u vod povrchových. Avšak u pitných, užitkových a v podzemních vodách se BSK nestanovuje (Horáková, 2003).

3.7.5.1 BSK₅, BSK₇

Metoda se používá pro stanovení BSK v povrchových a odpadních vodách. U metody BSK₅ se zjišťuje obsah rozpuštěného kyslíku v předem upraveném vzorku vody nultého a pátého dne inkubace. Inkubace má tyto podmínky: doba 5 dní (± 4 h), teplota (20 ± 1) °C, vyloučení přístupu atmosférického kyslíku a světla a aerobní podmínky během celé doby inkubace. Dostatečné množství rozpuštěného kyslíku je nezbytné pro průběh aerobních biochemických pochodů. Název "Zředovací metoda" vychází ze skutečnosti rozpustnosti kyslíku ve vodě. Ta je velmi malá, a proto se musí vzorky vody při větším znečištění dostatečně zředit. Jinak by mohlo dojít k úplnému vyčerpání rozpuštěného kyslíku, a to právě i dříve než za 5 dní. Na ředění se používá tzv. ředící nebo očkovaná ředící voda, která je připravená standardizovaným postupem. Bez ředění lze stanovovat vzorky BSK₅ u vod, jejichž hodnota $BSK_5 \leq 6 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Mez stanovitelnosti pro neředěné vzorky je $0,5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. (Větší hodnoty BSK₅ než $6000 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ jsou v důsledku velkého ředění zatíženy již tak velkou chybou, že jejich hodnocení je již velmi problematické), (Jouanneaus, 2013).

Nejenže je potřeba dostatečného množství kyslíku, je také potřeba mít ve vzorku dostatečné množství aerobních mikroorganismů (organotrofních bakterií), které provádějí rozklad organických látek. Proto vzorek, který zjišťujeme, dostatek těchto mikroorganismů neobsahuje, je potřeba je do analyzovaného vzorku přidat. Odtud pochází termín "zaočkování vzorku" (inokulace). Poté je potřeba zajistit správné podmínky pro činnost těchto mikroorganismů. Tzn. vhodné pH (optimum je 7,2), dostatek biogenních prvků a nepřítomnost toxických nebo inhibičních látek. Vzorek pak prochází inkubací, tzn., že vzorek vody obsahující dostatečné množství rozpuštěného kyslíku i dostatečné množství organotrofních bakterií je ponechán v uzavřené lahvi v klidu při teplotě 20°C.

Výhodou této metody je její nenáročnost na přístrojové vybavení. Nedostatkem je však skutečnost, že laboratorní podmínky, v nichž se metoda provádí, nejsou zdaleka to samé, jako skutečné podmínky. V rámci normy EU je umožněno stanovovat i metodu BSK₇, která má inkubační dobu 7 dní. 7denní inkubační doba je používána v severských evropských zemích a získají se s ní vyšší hodnoty než s BSK₅. BSK₇ je uváděna v ČSN jako perspektivní metoda "s alternativní inkubační dobou a teplotou". Vzorky vody se inkubují 2 dny (± 2 h) při teplotě 0°C až 4°C a poté 5 dnů (± 2 h) při teplotě (20 ± 1) °C a to po celou dobu za

tmy. Tato metoda je do budoucna výhodná hlavně proto, že nejenže její výsledky jsou shodné s výsledky z BSK₅, ale je možné vzorky odebírat po celý týden v kterýkoli den, aniž by bylo nutné poté vzorky zpracovávat ve dnech pracovního volna.

Mezi vlivy, které narušují stanovení BSK patří velká acidita vody (ZNK-Zásadová Neutralizační Kapacita vody) nebo velká alkalita vody (KNK-Kyselinová Neutralizační Kapacita vody), tj. schopnosti vody neutralizovat buď alkalicky nebo kyselou reagující látky. Alkalita i acidita vody je jednou ze základních měrných hodnot při stanovení kvality vody. Dalším nezanedbatelným vlivem jsou i řasy ve vzorku, které způsobují pozitivní chybu ve stanovení BSK₅, protože řasy ve tmě spotřebovávají rozpuštěný kyslík z vody respiračními, tj. asimilačními pochody (Horáková, 2003).

3.7.5.2 Metody respirometrické

Kromě zředovací metody se ke stanovení BSK používají tyto metody založené na principech plynoměrné analýzy (volumetrické nebo manometrické). U nás se používají dva přístroje automatická SAPROMAT (Voith, Heidenheim) nebo OXITOP WTW. Při některých respirometrických metodách se stanovuje úbytek kyslíku přímo v kapalně fázi kyslíkovými sondami. Výhodou respirometrických metod proti předchozí je, že většinou lze pracovat bez zředění odpadních vod. To znamená, že podmínky jsou mnohem bližší reálným podmínkám. Podmínkám při čištění odpadních vod v aktivaci a stanovovat respirační rychlosti kalů, lze sledovat snadno celý průběh BSK, vliv pH a různých počátečních koncentrací substrátu i inokula, vliv toxických látek atd. Nevýhodou je proti předchozí metodě složitější aparatura, která je hůře dostupná pro běžné laboratoře a je s ní náročnější práce. Je vhodná spíše pro výzkum. Metody respirometrické tak nemohou nahradit standardní zředovací metodu BSK₅, podle které se jednotně stanovuje a porovnává organické (biologicky rozložitelné) znečištění vod (Horáková, 2003).

3.7.6 Fosfor

Celkový fosfor se ve vodách vyskytuje ve formě buď anorganických, nebo organických sloučenin.

Anorganické sloučeniny:

- Orthofosforečnany: PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , jejich výskyt ovlivňuje hlavně pH vody
- Polyfosforečnany: jsou fosforečnany s řetězovou strukturou a jsou součástí pracích prostředků

Organicky vázaný fosfor:

- Fosfolipidy, fosfoproteiny, koenzymy
- Produkt biologických procesů (rozklad vodní flóry a fauny, živočišné odpady, procesy biologického čištění odpadních vod), součást pesticidů, herbicidů a insekticidů a inhibitorů koroze.

Koncentrace fosforečnanů nejsou ze zdravotního hlediska důležité. Ve vyhlášce MZd č. 252/2004 Sb. nejsou uvedeny hodnocení koncentrace jednotlivých forem fosforu.

Náhlý nárůst koncentrace fosforečnanů může u pitných vod indikovat případné fekální znečištění. Koncentrace fosforečnanů u povrchových vod je důležitá pro posouzení eutrofizace (Janýšková, 2012).

3.8 Hodnoty splaškových a odpadních vod

Při projektování čistíren odpadních vod v ČR se vychází z produkce znečištění v gramech za 1 den na 1 obyvatele. Vychází se ze spotřeby 150 l vody 1 obyvatelem za 1 den. Splaškové odpadní vody se dají charakterizovat pomocí těchto parametrů a hodnot (uvádím pouze ukazatele, které jsou posuzovány v této práci): BSK_5 , 400 mg.l^{-1} , CHSK_{Cr} 800 mg.l^{-1} , N celk. 70 mg.l^{-1} , TP 15 mg.l^{-1} . Poměr BSK_5 : CHSK_{Cr} bývá 2. Převážná část sloučenin fosforu a dusíku je přítomna v rozpuštěné formě. Obvyklé hodnoty základních ukazatelů městských odpadních vod jsou uvedeny v tabulce 3 (Pitter, 1999).

Parametr	BSK ₅	CHSK _{Cr}	N Celkový	TP
mg.l ⁻¹	60	120	11	2,5

Tabulka 3 Orientační hodnoty specifické produkce znečištění v gramech na 1 obyvatele za 1 den.

3.9 Klasifikace jakosti vody

Klasifikace jakosti vody vychází z hodnocení údajů o vybraných ukazatelích jakosti vody, a to podle normy ČSN 757221 - Jakost vod - Klasifikace jakosti povrchových vod.

Základní klasifikace jakosti vody musí být založena na klasifikaci všech vybraných ukazatelů jakosti vod.

Vybraní ukazatelé jakosti vod jsou: dusitanový dusík, dusičnanový dusík, amoniakální dusík, biochemická spotřeba kyslíku, chemická spotřeba kyslíku dichromanem a celkový fosfor. Nakonec se určí výsledná třída, podle nejnejpříznivějšího zařazení zjištěného u jednotlivých vybraných ukazatelů. Mezní hodnoty tříd jakosti vody pro vybrané ukazatele uvádí následující tabulka:

Ukazatel	Měrná jednotka	I třída	II třída	III třída	IV třída	V třída
Dusitanový dusík	mg/l	<0,002	<0,005	<0,02	<0,05	>=0,05
Dusičnanový dusík	mg/l	<3	<6	<10	<13	>=13
Amoniakální dusík	mg/l	<0,3	<0,7	<2	<4	>=4
CHSKCr	mg/l	<15	<25	<45	<60	>=60
BSK5	mg/l	<2	<4	<8	<15	>=15
Fosfor	mg/l	<0,05	<0,15	<0,4	<1	>=1

Tabulka 4 Hodnoty tříd jakosti vody (Heis VÚV TGM, 2017).

3.9.1 Definice tříd:

Třída	Klasifikace, charakteristika	Popis, využití
I.	<i>velmi čistá voda</i>	Povrchová voda nebyla významně ovlivněna lidskou činností. Vodárenské účely, potravinářský průmysl, koupání, chov lososovitých ryb. (<i>Voda má velkou krajínotvornou hodnotu</i>)
II.	<i>čistá voda</i>	Povrchová voda byla ovlivněna lidskou činností. Ukazatele jakosti vody umožňují existenci bohatého vyváženého a udržitelného ekosystému. Vodárenské účely, chov ryb, vodní sporty, zásobování průmyslu vodou. (<i>Voda má krajínotvornou hodnotu</i>)
III.	<i>znečištěná voda</i>	Povrchová voda byla ovlivněna lidskou činností. Ukazatele jakosti vody nemusí vytvořit podmínky pro existenci bohatého vyváženého a udržitelného ekosystému. Zásobování průmyslu vodou. Pro vodárenské účely, jen pokud není k

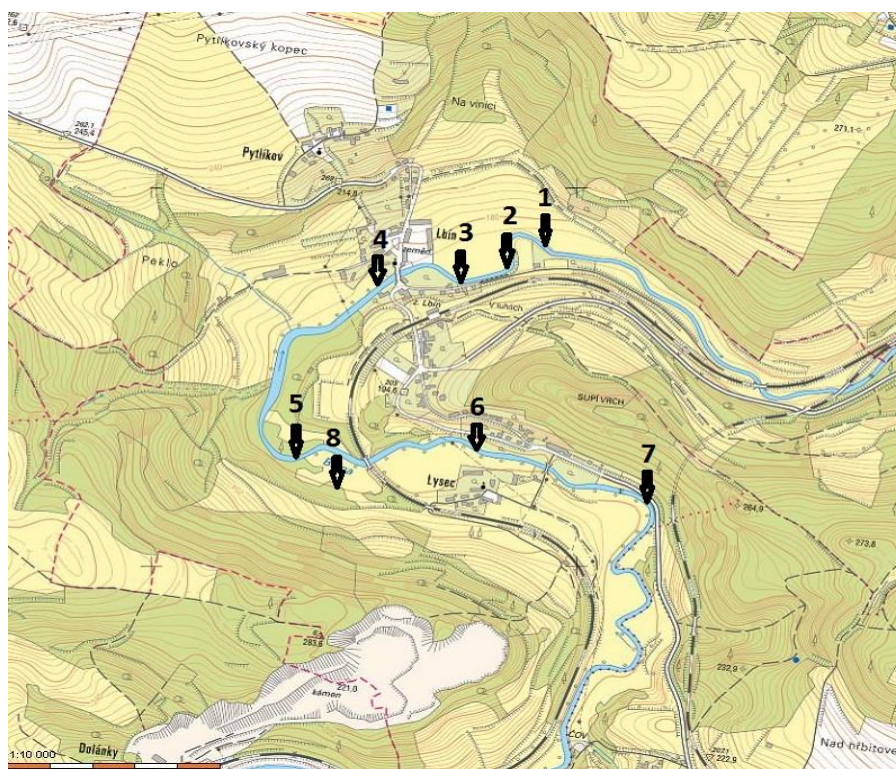
		dispozici zdroj lepší jakosti a jen při víceúrovňové úpravě. (<i>Voda nemá krajinnotvornou hodnotu</i>)
IV.	<i>silně znečištěná voda</i>	Povrchová voda byla ovlivněna lidskou činností. Ukazatele jakosti vody vytvářejí podmínky, umožňující existenci pouze nevyváženého ekosystému. Jen pro omezené účely.
V.	<i>velmi silně znečištěná voda</i>	Povrchová voda byla ovlivněna lidskou činností. Ukazatele jakosti vody vytvářejí podmínky, umožňující existenci pouze silně nevyváženého ekosystému. Obvykle se nehodí pro žádný účel.

Tabulka 5 Klasifikace jakosti vod (<http://envis.praha-mesto.cz>; <https://web.natur.cuni.cz>).

4 Metodika

4.1 Popis zájmové oblasti řeky Bíliny

Během bakalářské práce byl sledován úsek od 24,4 do 20,7 km řeky Bíliny začínající před vesnicí Lysec a končící za vesnicí Lbín (viz. Obr. 5). Na tomto úseku dlouhém 3,7 km bylo vybráno 8 odběrových míst. Vzorke byly odebírány vždy před, v a za obcemi. Rovněž byly vzorky odebírány ze studny umístěné mezi obcemi. Odběry probíhaly během roku 2016 v termínech (22. února, 27. května a 24. října). Jako odběrové nádoby byly použity polyetylenové lahve o objemu cca 1-1,5 litru (Obr. 6, 7) a bezprostředně po odběru následoval převoz do laboratoře a jejich zpracování.



Obrázek 3 Odběrová místa (<http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz>).

Voda z tohoto úseku je využívána na zalévání okolních zahrad, kde se pěstuje zelenina pro vlastní využití (odběrová místa: 1, 2, 3 a mezi místy odběru 7 a 6). Sklízí se zde také pícnina pro zemědělsky využívaná zvířata (odběrová místa: 1, 2, 3). Sledovaná studna je určena pro napájení dobytka. Vzhledem k tomu, že Lbín ani Lysec nemá vlastní kanalizaci a do řeky ústí trativody, byly odebírány vzorky před i

za těmito vesnicemi (odběrová místa: 7,6; 4,3). Vzorke 2 a 1, jsou vzorky odebrané před naším domem a za ním. Mezi vesnicemi je chován pastevně skot (5), který je napájen ze studny (8) umístěné přibližně 30 m od řeky.

Ve vzorcích odebrané vody byly stanovovány základní chemické parametry k určení jejího stavu:

- BSK₅ Biochemická spotřeba kyslíku
- CHSK_{Cr} Chemická spotřeba kyslíku NH₄-N Amoniakální dusík
- NO₃-N Dusičnanový dusík
- NO₂-N Dusitanový dusík
- TP Celkový fosfor.

Základní údaje o řece Bílině jsou uvedeny v následující tabulce.

<i>Identifikátor toku:</i>	TOK_ID = 144190000100
<i>Členění toku:</i>	II. řád
<i>Správce povodí:</i>	Povodí Ohře, státní podnik
<i>Číslo povodí:</i>	HLGP_ID =1-14-01-001/0 až 1-14-01-108/0
<i>Délka toku:</i>	81,96 km
<i>Plocha povodí:</i>	1082,47 km ²

Tabulka 6 Základní charakteristiky toku Bílina a jeho povodí (<http://www.dibavod.cz>).



Obrázek 4 Odběr vzorků (foto: Sršňová, 2016)



Obrázek 5 Odběr vzorků (foto: Sršňová, 2016)

4.2 Charakteristika jednotlivých odběrů

22. 2. 2016	Vzorky byly odebírány v brzkých ranních hodinách. Teplota vzduchu se pohybovala kolem 5°C a byla poměrně velká vlhkost vzduchu.
27. 5. 2016	Odběry probíhaly před 8 hodinou ranní. Teplota vzduchu se pohybovala kolem 17°C. Bylo jasno, bez ranní rosy.
24. 10. 2016	Vzorky byly odebírány v pozdních odpoledních hodinách předchozího dne před zpracováním. Teplota se pohybovala kolem 16°C a byla poměrně velká vlhkost vzduchu.

Tabulka 7 Charakteristika jednotlivých odběrů

4.3 Použité přístroje a zařízení

- spektrofotometr Cary 60 UV-VIS (Agilent Technologies)
- analytické váhy CPAZ 250-OCE (Sartorius)
- stolní turbidimetr DR 3900 (Hach)
- pH metr pH 700 (Eutech)
- mineralizační termostat DRB 200 (Hach)
- filtrační zařízení (Sartorius)
- jednoplotýnkový vařič (Rohnson)
- spectrophotometer DR 3900 (HACH-Lange)

4.4 Použité chemikálie

- Amid kyseliny sulfanilové ($\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_2\text{NH}_2$)
- NED-dihydrochlorid ($\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NH}\cdot\text{CH}_2\text{NH}_2\cdot 2\text{HCl}$)
- Kyselina forforečná (H_3PO_4)
- Kyselina chlorovodíková (HCl)
- Dusitan sodný (NaNO_2)
- Destilovaná voda
- Kyselina sírová (H_2SO_4)
- Hydroxid sodný (NaOH)
- Dusičnan draselný (KNO_3)

- Salicylan sodný p. a.
- Kyselina askorbová ($C_6H_8O_6$)
- Molybdenan amonný ($(NH_4)_6MO_7O_{24}.4H_2O$)
- Vinan antimonylodraselný ($K(SbO)C_4H_4O_6.1/2H_2O$)
- Dihydrofosforečnan draselný (KH_2PO_4)
- Peroxidosíran draselný ($K_2S_2O_8$)
- Citronan sodný ($C_6H_5O_7Na_3.2H_2O$)
- Chlorid železitý ($FeCl_3.6H_2O$)
- Chlorid vápenatý ($CaCl_2$)
- Chlorid amonný (NH_4Cl)
- Síran hořečnatý ($MgSO_4.7H_2O$)
- Dihydrogen fosforečnan draselný (KH_2PO_4)
- Hydrogen fosforečnan sodný ($Na_2HPO_4.7H_2O$)
- Hydrogen fosforečnan draselný (K_2HPO_4)
- Allylthiomočovina (ATM)
- Glukóza ($C_6H_{12}O_6$)
- Kyselina glutamová
- Šťavelan sodný ($Na_2C_2O_4$)
- Manganistan draselný ($KMnO_4$)

4.5 Použité metody

4.5.1 Stanovení dusitanového dusíku (N-NO₂)

Dusitanový dusík byl stanovován pomocí spektrofotometrické metody dle ČSN EN 26777 (bez ředění stanovení koncentrací do 0,82 mg/l). Norma se používá pro stanovení dusitanů v pitné, surové a odpadní vodě.

Podstata zkoušky: Dusitany ve zkoušeném objemu vzorku reagují v přítomnosti kyseliny fosforečné při hodnotě pH 1,9 a 4-aminobenzensulfonamidem za vzniku diazoniové soli. Tato sůl tvoří s dihydrochloridem N-(1-naftyl)-1,2-diaminoethanu (přidávaného spolu s 4-aminobenzensulfonamidem) růžové zbarvení (Obr. 8). Absorbance zbarvení se měří při vlnové délce 540 nm, která je úměrná koncentraci dusitanů ve vzorku vody.

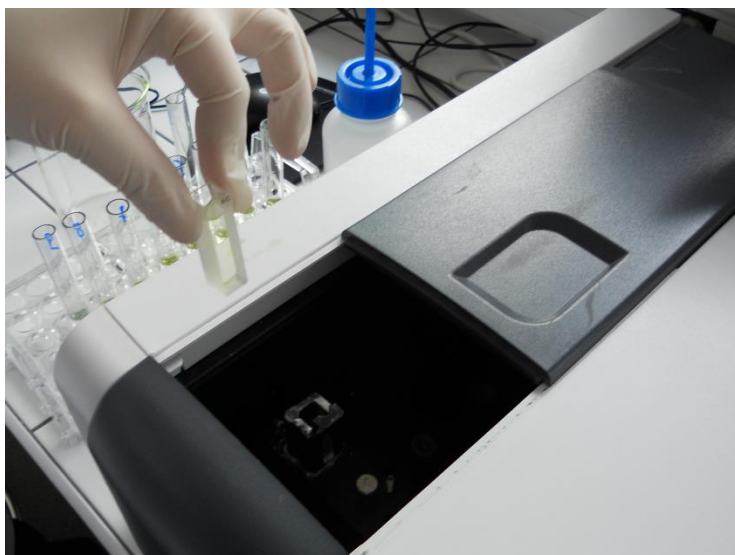


Obrázek 6 Stanovení dusitanového dusíku (vzorek 8 - studna), (foto: Sršňová, 2016).

4.5.2 Stanovení dusičnanů ($\text{NO}_3\text{-N}$)

Pro stanovení dusičnanů jsme vycházeli z normy ČSN ISO 7890-3 (bez ředění stanovení koncentrací do 0,82 mg/l). Pomocí této normy je možné stanovit dusičnany pro znečištěné povrchové a odpadní vody.

Podstata zkoušky: Podstatou je spektrometrické měření žluté sloučeniny, která vznikla nitrací kyseliny salicylové dusičnany, které jsou ve vzorku přítomny v prostředí kyseliny sírové. Intenzita zbarvení vzorku je úměrná obsahu dusičnanů a měří se při vlnové délce 415 nm.



Obrázek 7 Stanovení dusičnanů pomocí spektrofotometru Cary UV-Vis (foto: Sršňová, 2016).

4.5.3 Stanovení celkového fosforu (TP)

Celkový fosfor (rozpuštěné i nerozpuštěné sloučeniny fosforu, organicky i anorganicky vázaný fosfor) byl měřen podle normy ČSN EN ISO 6878 (bez ředění stanovení koncentrací do 0,75 mg/l). Metoda se dá použít pro všechny typy vod.

Podstata zkoušky: Ve vzorku se jednotlivé formy fosforu převedou na orthofosforečnany, a to kyselou hydrolyzou ve varu, za použití oxidačních činidel (např. směs kyseliny sírové a dusičné). Orthofosforečnany s molybdenanem amonným za vzniku kyseliny molybdenatofosforečné (žluté zbarvení). Po redukci kyselinou askorbovou vzniká fosfomolybdenová modř. Intenzita zbarvení je přímo úměrná koncentraci fosforečnanů. Po 15 minutách měříme při 880 μm v kyvetě (modré zbarvení-Obr.10).



Obrázek 8 Stanovení celkového fosforu (vzorek 8 - studna), (foto: Sršňová, 2016).

4.5.4 Stanovení amonných iontů (měřeno jako N-NH_4)

Amonné ionty jsme stanovovali podle normy ČSN EN ISO 7150-1 (bez ředění stanovení koncentrací do 1 mg/l).

Podstata zkoušky:

Pomocí reakcí amonných iontů se salicylanem sodným a chlornanovými ionty v přítomnosti nitrosopentakvanoželezitanu sodného (nitroprussidu sodného) vzniká zelené zbarvení (Obr. 11). Součástí přidávaného činidla je citronan sodný, který maskuje rušivé vlivy kationtů, především vápníku a hořčíku. Poté je měřena absorbance při vlnové délce 655 μm v 1 cm kyvetě.



Obrázek 9 Amonné ionty (vzorek 8 - studna), (foto: Sršňová, 2016).

4.5.5 Stanovení biochemické spotřeby kyslíku (BSK)

Hodnoty BSK jsme stanovovali zředovací metodou podle normy ČSN EN 1899-1.

Podstata zkoušky:

Vzorek stanovované vody se upravuje a ředí různými objemy ředící vody s dostatečnou koncentrací rozpuštěného kyslíku a s inokulem (lehce znečištěná povrchová voda, splašky nebo odpadní voda) aerobních mikroorganismů, nitrifikace se potlačuje. Inkubace probíhá ve tmě při 20 °C a to po dobu 5 nebo 7 dní ve zcela naplněné a uzavřené nádobě. Rozpuštěný kyslík se stanoví před inkubací a po ní. Vypočte se hmotnost kyslíku spotřebovaného 1 litrem vody.

4.5.6 Stanovení chemické spotřeby kyslíku (CHSK_{Cr})

Chemickou spotřebu kyslíku jsme stanovovali na základě normy ČSN EN ISO 8467.

Podstata zkoušky: Jedná se o metodu stanovení chemické spotřeby kyslíku dichromanem draselným CHSK_{Cr} ve zkumavkách. Zkouška je vhodná jak pro splaškové tak průmyslové odpadní vody. Metoda je použitelná pro neředěné vzorky vody mající hodnoty CHSK_{Cr} až do 1000 mg/l a koncentraci chloridů nepřesahující 1000 mg/l. Vzorky vody s vyšší hodnotou CHSK_{Cr} vyžadují zředění. CHSK_{Cr} bylo stanovováno pomocí kyvetových testů a spektrofotometru DR 3900 (Obr. 12).



Obrázek 10 Stanovení CHSK pomocí spektrofotometru DR 3900 (foto: Sršňová, 2016).

5 Výsledky

5.1 Vyhodnocení kvality vody v monitorovaném úseku pro rok 2016

V tabulce 8 jsou uvedeny jednotlivé sledované parametry na všech odběrových místech v obcích Lbín a Lysec a rovněž ve sledované studni.

	BSK	±	CHSK	±	NH ₄ -N	±	NO ₂ -N	±	NO ₃ -N	±	TP	±
Lbín1	2,89	0,83	28,57	14,14	0,33	0,18	0,08	0,03	3,57	0,57	0,37	0,02
Lbín 2	3,21	0,97	26,30	13,65	0,15	0,06	0,09	0,04	3,95	0,60	0,24	0,21
Lbín 3	2,43	0,25	28,97	10,29	0,16	0,06	0,09	0,04	3,41	0,26	0,33	0,22
Lbín 4	2,39	0,50	24,80	6,72	0,15	0,09	0,09	0,03	3,48	0,08	0,25	0,03
Lysec 5	2,20	0,30	18,87	11,76	0,16	0,07	0,05	0,01	4,06	0,46	0,50	0,22
Lysec 6	2,41	0,36	22,27	2,29	0,17	0,08	0,07	0,04	3,68	0,38	0,51	0,16
Lysec 7	2,16	0,45	21,10	0,83	0,10	0,02	0,08	0,03	3,48	0,31	0,40	0,28
studna 8	0,82	0,07	15,90	3,67	0,19	0,13	0,08	0,06	3,12	1,26	0,31	0,12

Tabulka 8 Průměrné hodnoty sledovaných parametrů pro rok 2016 (n=3) ± směrodatná odchylka.

Jak je patrné, průměrné hodnoty BSK₅ se v roce 2016 na monitorovaném úseku řeky pohybovaly v úzkém rozmezí 3,21 až 2,16 mg.l⁻¹ a je tedy zřejmé, že mezi jednotlivými místy v obcích nebyly pozorovány výrazné rozdíly. Naproti tomu ve studni byla hodnota BSK₅ výrazně nižší (0,82 ± 0,07 mg.l⁻¹).

Hodnoty CHSK_{Cr} se ve sledovaném roce rovněž pohybovaly v poměrně úzkém rozmezí od nejvyšší hodnoty naměřené na místě 3 (28,97 ± 10,29mg.l⁻¹) po nejnižší hodnotu (18,87 ± 11,76 mg.l⁻¹) mezi vesnicemi, v místě 5. Ve studni byla hodnota CHSK_{Cr} opět nižší než ve vzorcích řeky (15,90 ± 3,67 mg.l⁻¹).

Pro amoniakální dusík pozorujeme podobné chování, jako pro BSK₅ a CHSK_{Cr}. Nejvyšší hodnota byla naměřena na místě 1 (0,33 ± 0,18 mg.l⁻¹) a nejnižší na místě 7 (0,10 ± 0,02 mg.l⁻¹). Ve studni byla hodnota vyšší než před vstupem do první vesnice (0,19 ± 0,13 mg.l⁻¹).

NO₂-N mělo nejnižší hodnotu v místě 5, stejně jako CHSK_{Cr} (0,05 ± 0,01 mg.l⁻¹). Nejvyšší hodnoty byly naměřeny v místech 2 (0,09 ± 0,04 mg.l⁻¹), 3 (0,09 ± 0,04 mg.l⁻¹) a 4 (0,09 ± 0,03 mg.l⁻¹). Ve studni byla stejná hodnota jako při vstupu do obce Lysec a při výstupu z obce Lbín (0,08 ± 0,06 mg.l⁻¹).

NO₃-N mělo nejvyšší hodnotu v místě 5 ($4,06 \pm 0,46 \text{ mg.l}^{-1}$) jako jeden jediný z ukazatelů v tomto místě. Nejnižší hodnota byla v místě 3 ($3,41 \pm 0,26 \text{ mg.l}^{-1}$). Ve studni byla hodnota oproti vodě v řece nejnižší ($3,12 \pm 1,26 \text{ mg.l}^{-1}$).

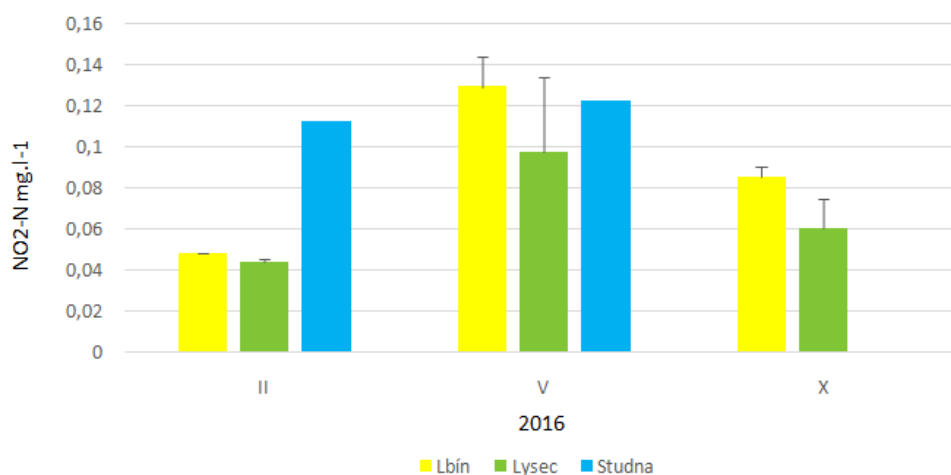
Hodnoty celkového fosforu měly opět stoupavou a klesající tendenci. Nejnižší hodnota byla v místě 2 ($0,24 \pm 0,21 \text{ mg.l}^{-1}$) a nejvyšší v místě 6 ($0,51 \pm 0,16 \text{ mg.l}^{-1}$). Ve studni je situace lepší, přesto dosahuje vyšších hodnot, než které jsme zjistily za obcemi, a to ($0,31 \pm 0,12 \text{ mg.l}^{-1}$).

Obecně je možné říci, že hodnoty jednotlivých parametrů se v průběhu toku výrazně neliší a mezi jednotlivými odběrovými místy nebyly pozorovány výrazné rozdíly.

5.2 Kolísání hodnot v průběhu roku 2016

Pro vyhodnocení sezónní kolísavosti jednotlivých parametrů byly výsledky vyjádřeny v následujících grafech, které popisují dané parametry ve třech termínech odběru v rámci roku 2016. Vzhledem k tomu, že mezi jednotlivými odběrovými místy ve sledovaných obcích nebyly zaznamenány výrazné rozdíly, byly hodnoty vypočítány jako průměr ze všech odběrových míst v rámci jedné obce.

5.2.1 NO₂-N



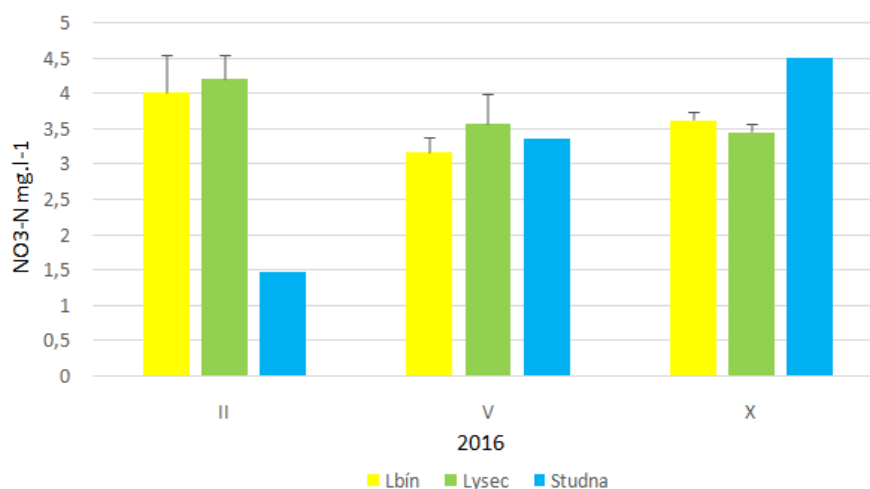
Obrázek 11 Průměrné koncentrace dusitanového dusíku v obcích Lbín (n=4), Lysec (n=3) a ve studni (n=1).

Jak je vidět na obrázku 11, obsah dusitanového dusíku v únoru po směru toku velmi mírně narůstá (od $0,043 \pm 0,001 \text{ mg.l}^{-1}$) v Lysci po ($0,048 \pm 0,00 \text{ mg.l}^{-1}$) ve Lbíně vzhledem k dalšímu znečištění ve Lbíně, kde je do řeky obyvateli vypouštěna odpadní voda. Situace ve studni ($0,112 \text{ mg.l}^{-1}$) není už vůbec dobrá vzhledem k tomu, že se Dusitany do vody dostávají pravděpodobně průsakem z exkrementů zde chovaného skotu.

V květnu zaznamenáváme jednou takový nárůst, kdy hodnoty ve Lbíně ($0,129 \pm 0,015 \text{ mg.l}^{-1}$) přesahují, i když ne významně, hodnoty ve studni ($0,122 \text{ mg.l}^{-1}$). V Lysci hodnoty dosáhly ($0,097 \pm 0,037 \text{ mg.l}^{-1}$)

V říjnu se situace zase zlepšila a hodnoty ve Lbíně jsou na přibližně 2/3 oproti květnovým ($0,085 \pm 0,005 \text{ mg.l}^{-1}$) a v Lysci ($0,06 \pm 0,014 \text{ mg.l}^{-1}$) vidíme, že jsou téměř na poloviční úrovni oproti květnu. Ve studni už tak dobrá situace není a hodnoty zde dosahují ($0,118 \text{ mg.l}^{-1}$). Situace se tedy nijak významně nezměnila oproti květnu.

5.2.2 NO₃-N



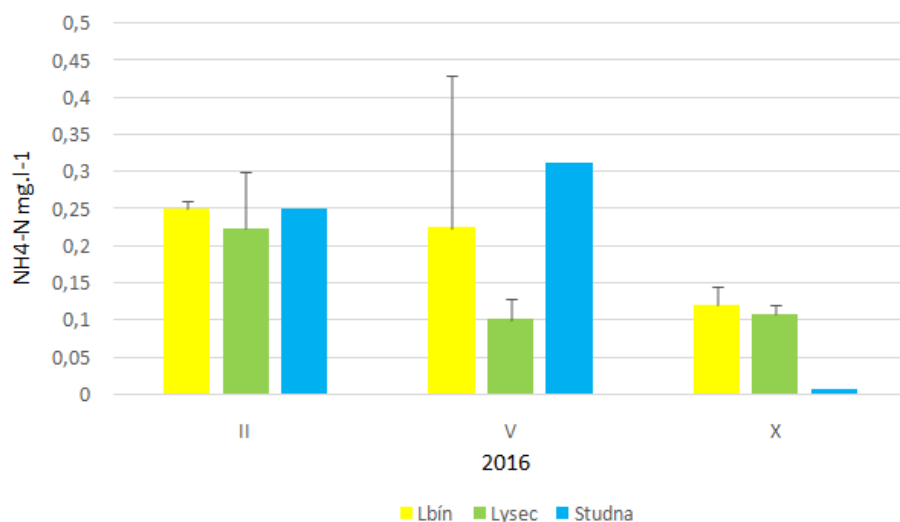
Obrázek 12 Průměrné koncentrace dusičnanového dusíku v obcích Lbín (n=4), Lysec (n=3) a ve studně (n=1).

Na grafu (Obrázek 12) je situace v únoru pro dusičnanový dusík ve Lbíně ($4,01 \pm 0,54 \text{ mg.l}^{-1}$) i Lysec ($4,20 \pm 0,33 \text{ mg.l}^{-1}$) srovnatelná, avšak hodnoty ve studni se od vesnic liší, přičemž hodnota je jen $1,47 \text{ mg.l}^{-1}$.

V květnu je situace oproti únoru v Lysci a Lbíně o něco lepší, kdy ve Lbíně hodnoty dosahují ($3,17 \pm 0,20 \text{ mg.l}^{-1}$) a v Lysci ($3,56 \pm 0,42 \text{ mg.l}^{-1}$) Ve studni došlo ale ke zhoršení a hodnoty se dostaly na $3,37 \text{ mg.l}^{-1}$.

V říjnu se situace příliš neměnila a hodnoty ve vesnicích jsou hodně podobné hodnotám v květnu ($3,46 \pm 0,12 \text{ mg.l}^{-1}$) v Lysci a ($3,63 \pm 0,11 \text{ mg.l}^{-1}$) ve Lbíně. Hodnoty ve studni se ale výrazně zvýšily na $4,52 \text{ mg.l}^{-1}$.

5.2.3 $\text{NH}_4\text{-N}$



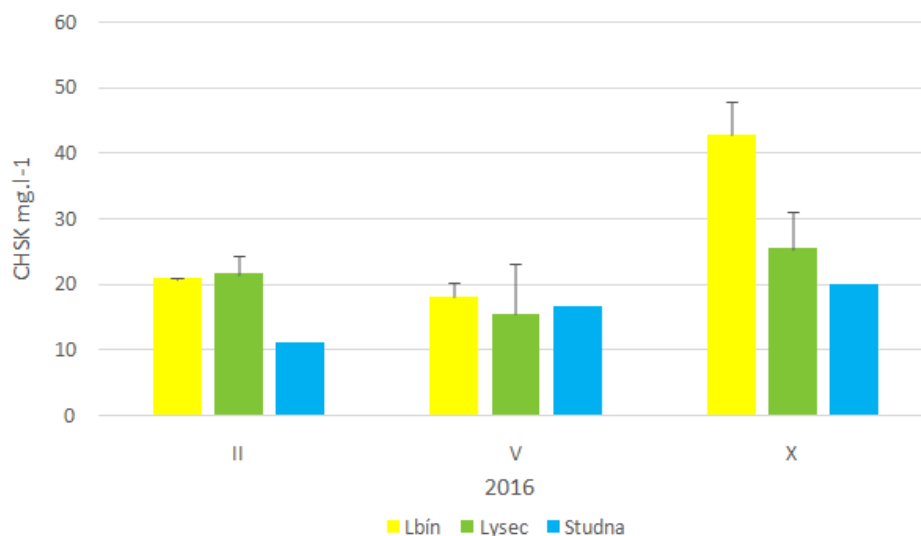
Obrázek 13 Průměrné koncentrace Amoniakálního dusíku v obcích Lbín (n=4), Lysec (n=3) a ve studně (n=1).

Graf vyhodnocení koncentrací amoniakálního dusíku (Obrázek 13) ukazuje situaci měsíce února v jednotlivých lokalitách dosti srovnatelnou. Pro Lbín jsme zaznamenali hodnoty na ($0,25 \pm 0,22 \text{ mg.l}^{-1}$) a pro Lysec ($0,22 \pm 0,08 \text{ mg.l}^{-1}$) a pro studnu $0,25 \text{ mg.l}^{-1}$.

V květnu se hodnoty mění a to tak, že v Lysci došlo k výraznému zlepšení na ($0,10 \pm 0,03 \text{ mg.l}^{-1}$). Ve Lbíně k takovému zlepšení ale nedošlo a hodnoty jsou na ($0,22 \pm 0,21 \text{ mg.l}^{-1}$). Ve studni se situace oproti únoru naopak přibližně o třetinu zhoršila na $0,31 \text{ mg.l}^{-1}$.

V podzimních měsících se situace pro Lysec výrazně nemění a hodnoty jsou srovnatelné s květnovými odběry ($0,11 \pm 0,01 \text{ mg.l}^{-1}$). Pro Lbín se situace zlepšila a průměrné hodnoty klesly na $0,12 \pm 0,02 \text{ mg.l}^{-1}$ oproti $0,22 \text{ mg.l}^{-1}$ v květnu. Avšak studna zaznamenala naprostý pokles amoniakálního dusíku ($0,006 \text{ mg.l}^{-1}$). Tento rapidní úbytek bych přisuzovala přesunu skotu na pozemek položený výše, avšak v přibližné vzdálenosti 400 m od studny. Byl přesunut z důvodu přečkání zimy na zimoviště.

5.2.4 CHSK_{Cr}



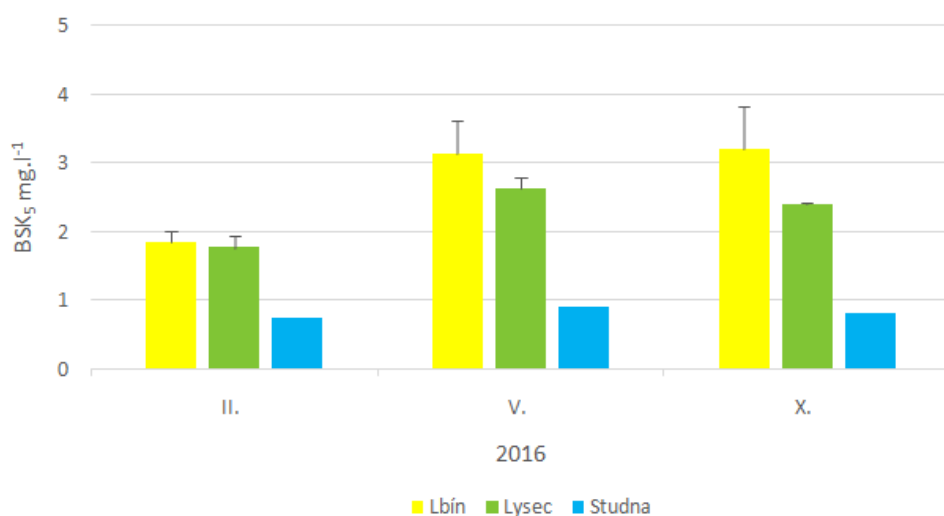
Obrázek 14 Průměrné koncentrace Chemické spotřeby kyslíku v obcích Lbín (n=4), Lysec (n=3) a ve studně (n=1).

Z grafu (Obrázek 14) vidíme poměrně srovnatelné hodnoty Chemické spotřeby kyslíku jak pro měsíc únor, tak květen. V obou vesnicích se hodnoty v únoru pohybují stejně Lbín ($20,8 \pm 0,15 \text{ mg.l}^{-1}$) a Lysec ($21,5 \pm 2,86 \text{ mg.l}^{-1}$). Studna měla hodnoty nižší $11,1 \text{ mg.l}^{-1}$.

V květnu je situace mírně lepší a hodnoty pro Lbín jsou ($17,98 \pm 2,26 \text{ mg.l}^{-1}$) a Lysec ($15,4 \pm 7,70 \text{ mg.l}^{-1}$). Studna je hodnotou mezi nimi $16,6 \text{ mg.l}^{-1}$.

V říjnu se situace poměrně zhoršila a hodnoty v Lysci stouply na ($25,33 \pm 5,68 \text{ mg.l}^{-1}$) a ve Lbíně dokonce na ($42,70 \pm 5,12 \text{ mg.l}^{-1}$). Studna zaznamenala jen mírné zhoršení oproti květnu a to na hodnotu $20,00 \text{ mg.l}^{-1}$.

5.2.5 BSK₅



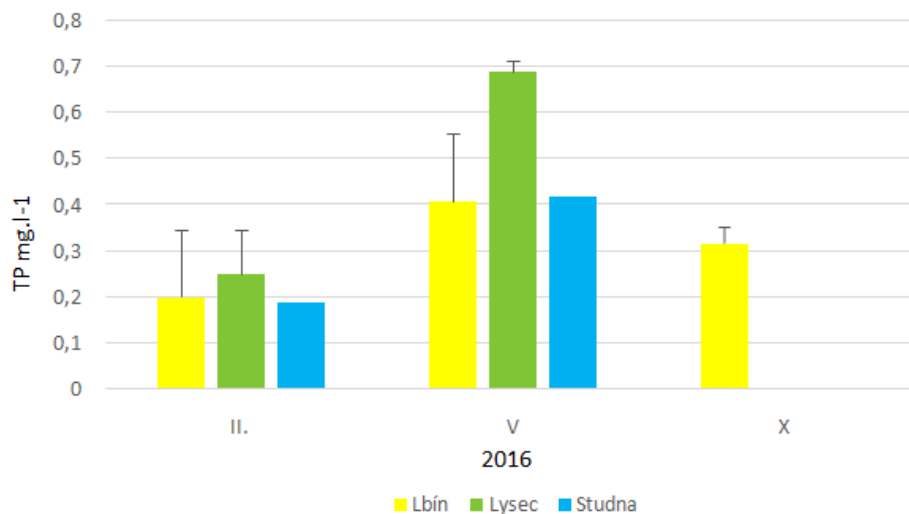
Obrázek 15 Průměrné koncentrace Biochemické spotřeby kyslíku v obcích Lbín (n=4), Lysec (n=3) a ve studně (n=1).

Na grafu (Obrázek 15) vidíme hodnoty Biologické spotřeby kyslíku za únor, kdy situace v průběhu roku byla nejpříznivější. Ve Lbíně je hodnota ($1,85 \pm 0,15 \text{ mg.l}^{-1}$) srovnatelná s Lysecem ($1,76 \pm 0,18 \text{ mg.l}^{-1}$). Ve studni je situace o polovinu přibližně lepší $0,73 \text{ mg.l}^{-1}$.

V květnu nastal nárůst o necelou polovinu a v Lysci byly hodnoty na ($2,62 \text{ mg/l}$) a Lbíně na ($3,13 \text{ mg/l}$). Ve studni byla situace o poznání lepší ale srovnatelná s únorem ($0,91 \text{ mg/l}$).

V říjnu se o něco snížily hodnoty v Lysci ($2,39 \pm 0,03 \text{ mg.l}^{-1}$) ale ve Lbíně nikoli ($3,20 \pm 0,61 \text{ mg.l}^{-1}$). Studna se pohybovala opět přibližně stejně jako v předchozích měsících na $0,81 \text{ mg.l}^{-1}$.

5.2.6 TP



Obrázek 16 Průměrné koncentrace Celkového fosforu v obcích Lbín (n=4), Lysec (n=3) a ve studně (n=1).

Na grafu (Obrázek 16) vidíme hodnoty z února pro celkový fosfor, které se pohybovaly v Lysci ($0,25 \pm 0,10 \text{ mg.l}^{-1}$) o něco výše než ve Lbíně ($0,20 \pm 0,14 \text{ mg.l}^{-1}$). Studna měla podobné hodnoty $0,19 \text{ mg.l}^{-1}$.

V květnu se situace změnila a došlo k nárůstu hodnot především pro Lysec ($0,69 \pm 0,02 \text{ mg.l}^{-1}$). Lbín zaznamenal také nárůst oproti únoru, ale jen poloviční na hodnotu ($0,41 \pm 0,15 \text{ mg.l}^{-1}$). Hodnoty ve studni odpovídaly již hodnotám ve Lbíně $0,42 \text{ mg.l}^{-1}$.

Na podzim v říjnu se situace naprosto změnila a hodnoty fosforu v Lysci a ve studni nebyly detekovány. Ve Lbíně jsme zaznamenali hodnoty na ($0,32 \pm 0,04 \text{ mg.l}^{-1}$).

5.3 Vyhodnocení jakosti vody v monitorovaném úseku pro rok 2016

V tabulce 9 jsou uvedeny jednotlivé sledované parametry na všech odběrových místech v obcích Lbín, Lysec a studni a jejich roční průměry, které jsou vyhodnoceny podle normy ČSN 757221 o Jakosti povrchových vod.

	BSK	třída	CHSK	třída	NH ₄ -N	třída	NO ₂ -N	třída	NO ₃ -N	třída	TP	třída
Lbín	2,73	II.	27,16	III.	0,20	I.	0,09	V.	3,60	II.	0,30	III.
Lysec	2,26	II.	20,74	II.	0,14	I.	0,07	V.	3,74	II.	0,47	IV.
studna	0,82	I.	15,90	II.	0,19	I.	0,08	V.	3,12	II.	0,31	III.

Tabulka 9 Průměrné hodnoty sledovaných parametrů pro rok 2016 a jejich jakostní třídy vody.

Podle klasifikační stupnice jakosti vody spadá řeka Bílina v parametrech biochemické spotřeby kyslíku BSK a dusičnanového dusíku NO₃-N do II. klasifikační třídy, tedy voda čistá. Ve studni je pro BSK třída dokonce I. velmi čistá voda. Pro chemickou spotřebu kyslíku CHSK je situace podobná a řeka spadá v Lysci do II. a Lbín do III. třídy. Z hlediska amoniakálního dusíku NH₄-N je voda v naprostém pořádku, tedy voda velmi čistá. Dusitanový dusík NO₂-N se ale dostal až do V. třídy, tedy vody velmi silně znečištěné. Celkový fosfor TP se pohyboval kolem středních tříd III. a IV.

Je patrné, že řeka není příliš znečištěna organickým znečištěním (vyplývá z nízkých hodnot BSK₅, CHSK_{Cr} a amoniaku). Zdá se ale, že se do vody dostávají splachem z okolních polí dusitany (vysoké hodnoty NO₂-N) a fosfor.

Vzhledem k tomu, že hodnoty zdaleka nedosahují hodnot splaškových vod (srovnání s tabulkou 3 Orientační hodnoty specifické produkce znečištění v gramech na 1 obyvatele za 1 den výše), tak i přes vývody trativodů, které do řeky ústí je voda schopná toto znečištění celkem dobře pojmout.

Studna je až na dusitanový dusík a fosfor v pořádku. Tyto vyšší hodnoty bych přisuzovala tomu, že řeka se nachází v poměrně hlubokém údolí v této oblasti a kolem jsou zemědělské pozemky. Pokud se zde přímo nepase dobytek, tak jak je tomu v okolí studny, tak se zde produkuje pícnina a i tyto pozemky se pro výnosy pravidelně hnojí, v této lokalitě biologickými hnojivy. Otázka je, jak moc se do údolí dostává voda z polí, která jsou vzdálenější, ale spád mají též do tohoto údolí a tato pole jsou mnohokrát do roka hnojena a ošetřována chemickými hnojivy a pesticidy. Fosfor, který má také horší hodnoty a ten se pravděpodobně do vody dostává právě od lokálních znečišťovatelů, tedy místních obyvatel. Především z používání pracích prostředků neekologické povahy.

5.4 Porovnání jakostních tříd 2016 s dřívějšími roky

5.4.1 Bílina - jakost vody: ČOV Chemopetrol

Porovnání parametrů lokality Lbín, Lysec říční km 24,4-20,7 (níže po směru toku) z roku 2016 s lokalitou Litvínov v blízkosti ČOV Chemopetrol říční km 55,6 (výše po směru toku) s rokem 2006.

Parametr	jednotka	průměrná hodnota	třída jakosti
BSK ₅	mg.l ⁻¹	4,35	V.
CHSK _{cr}	mg.l ⁻¹	28,7	III.
N-NH ₄	mg.l ⁻¹	0,86	III.
N-NO ₂	mg.l ⁻¹	nestanoveno	
N-NO ₃	mg.l ⁻¹	nestanoveno	
Fosfor	mg.l ⁻¹	0,86	IV.

Tabulka 10 (Jakost vody, při $Q_{355}=0,214 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), (Oznámení E.I.A. Litvínov - čistírna odpadních vod, 2006).

V roce 2006 v blízkosti čistírny odpadních vod je situace horší než na spodnějším úseku (24,4 až 20,7 km) toku v oblasti Lbína a Lysece. Dusitanový dusík ani dusičnanový dusík zde nejsou uvedeny, ale co se týká amoniakálního dusíku, tak je zde situace o dvě třídy horší. Lysec a Lbín mají třídu I., oproti areál Chemopetrolu, kde je třída III. Fosfor je zde horší jen o jednu třídu ze III. Lbín na IV. areál Chemopetrol. Pro Lysec je ale hodnota fosforu stejná IV. třída. Biochemická spotřeba kyslíku je dokonce zcela opačného rázu, kdy u ČOV Chemopetrol je třída V., a naopak na 24 - 20. km je třída I. nebo II. Chemická spotřeba kyslíku se shoduje se Lbínem a jen ve studni je o jednu třídu nižší než hodnoty v Chemopetrolu.

5.4.2 Bílina - jakost vody: Ohnič

Porovnání parametrů lokality Lbín, Lysec 24,4-20,7 km (níže po směru toku) z roku 2016 s lokalitou Bílina, Ohnič 26,5 km (výše po směru toku) v letech 2009-2012.

Parametr	jednotka	průměrná hodnota	třída jakosti
BSK5	mg.l-1	4,5	III.
CHSKCr	mg.l-1	23	II.
N-NH4+	mg.l-1	0,60	II.
N-NO2-	mg.l-1	0,123	V.
N-NO3-	mg.l-1	4,4	IV.
Fosfor	mg.l-1	0,16	III.

Tabulka 11 Jakost vody (Data Povodí Ohře Bílina - Ohníč, 2016).

Biochemická spotřeba kyslíku byla jakostně horší v předchozích letech III. třída oproti II. v řece a I. ve studni v roce 2016. Chemická spotřeba kyslíku byla pro oblast Lbína 2016 stejná jako pro Ohníč (2009 - 2012), ve III. jakostní třídě. Amoniakální dusík byl v letech (2009 - 2012) v Ohníči horší o třídu. Dusitanový dusík byl v V. třídě v obou obdobích. Dusičnanový dusík byl horší v letech (2009 - 2012). A fosfor se pohyboval stejně v obou obdobích.

6 Diskuze

Kvalita řeky Bíliny v okolí obce Lbín byla hodnocena na základě chemických parametrů znečištění vody a podle klasifikačních tříd.

Na znečištění toku se podílejí jak bodové zdroje znečištění, to především v úseku posuzovaném v této práci, ale také průmysl těžební a chemický a to na velké části tohoto toku. Dále pak plošné zdroje, jako je eroze půdy, látkové odnosy z půdy, atmosférická depozice, rozptýlené malé zdroje a v neposlední řadě také zemědělství (Uhlířová et al., 2005).

Samočištění jako termín nelze přesně definovat. Jsou jím označeny děje, které vedou k odstranění znečištění ve vodních tocích a nádržích, eventuálně v podzemních vodách. Znečištěním míníme jak organické látky tak anorganické. Mechanismy samočištění jsou sedimentace, odvětrávání, flokulace a další. Činností přisedlých a suspendovaných organismů ve vodě se spotřebovávají organické látky za vzniku biomasy. Část spotřebovaných látek je přitom prodýchána. Respirace je tak považována za hlavní biologický mechanismus, kterým dochází k úbytku organických látek, a tedy i k samočištění. Dýchání je vlastně proces oxidace organických látek molekulárním kyslíkem. Výsledkem respirace je energie ve formě makroergických fosfátových vazeb. Její produkce je závislá na její spotřebě (odběru). Organismy tuto energii využívají k růstu a rozmnožování, tedy k produkci biomasy, pohybu, v některých případech k produkci světla a tepla, kromě tepla odpadového. Stav, poměr těchto aktivit se liší podle řady ovlivňující faktorů. Udržování a vytváření gradientů je předpokladem udržení života. Co do kvantitativního udržení stavu, je nejnáročnější produkce biomasy a u větších mnohobuněčných organismů pohyb.

Ovlivnit procesy samočištění pro lepší stav vody je možné pomocí technologických zásahů a biomanipulací. Tyto zásahy působí na společenstva organismů a jimi zprostředkované procesy. Změny rychlostí procesů a koncentrací uvnitř systému v závislosti na změně vnějších podmínek: průtok, přísun, teplota, nejsou však stálé (lineární). Vhodnými vodohospodářskými úpravami a zásahy pro dosažení žádoucí rychlosti a efektu samočištění na základě konkrétních podmínek daného vodního ekosystému, lze dosáhnout pomocí konkrétního zhodnocení dané

lokality, nákladů a návrhů na provedení potřebných úprav na požadovaný, ideální parametry vytékající vody (Straškabalová, 1983).

Podle tříd jakosti spadá Bílina v úseku 24,4 až 20,7 km v parametrech BSK₅ a NO₃-N do II. třídy. Přestože by teoreticky dusičnany mohly být zvýšené, vzhledem k tomu, že se nejen v těchto vesnicích spalují fosilní paliva, která zapříčiňují zvýšení koncentrací v povrchových vodách. Tato voda umožňuje existenci bohatého vyváženého a udržitelného systému. Je také vhodná pro vodárenské účely a chov ryb. Pro CHSK je situace o něco horší. Vesnice Lbín spadá do III. třídy, tedy voda znečištěná. Tato voda již nemusí vytvářet vhodné podmínky pro existenci bohatého vyváženého a udržitelného ekosystému. V Lysci je pro parametr CHSK_{Cr} třída II., tedy čistá voda. Ve studni je tomu stejně tak a voda je zde čistá. Z hlediska NH₄-N je kvalita vody v naprostém pořádku a voda je podle tohoto parametru velmi čistá. NO₂-N je na opačné straně škály a má tedy hodnotu třídy V, tedy vody velmi silně znečištěné, která neumožňuje existenci vyváženého ekosystému a nehodí se pro žádné účely. Při vysokých hodnotách dusitanů, dochází k plošným úhynům ryb. Limitní hodnotou je 0,09 mg.l⁻¹ pro lososovité ryby a kaprovité 0,14 mg.l⁻¹ (Pitter, 1999).

Stav vody z hlediska fosforu nebyl v roce 2016 nijak zvlášť dobrý a zjištěné hodnoty řadily řeku do III. a IV. třídy jakosti, tedy vodu použitelnou jako průmyslovou, ale rozhodně ne jako vodu vhodnou pro rekreaci, zalévání a napájení skotu.

Situace se v průběhu roku také poměrně mění v závislosti na teplotě, odstávce čistírny odpadních vod v Litvínově, přítomnosti skotu v blízkosti řeky, především v letním období a na velikosti průtoku a ředění znečišťujících látek.

7 Závěr

Předkládaná bakalářská práce hodnotí kvalitu vody řeky Bíliny v roce 2016 a v předchozích letech s daty Povodí Ohře (2009 - 2012) a oznámení studie E.I.A z roku 2006.

Povodí Bíliny lze rozdělit do dvou odlišných oblastí. Na horské a bystřínné toky stékající z Krušných hor a Českého středohoří, tak na antropogenně ovlivněnou Mosteckou pánev s mnoha přivaděči a přeložkami.

Na základě získaných výsledků kvality vody lze řeku Bílinu označit za silně antropogenně ovlivněnou, ale na základě dat, které práce shromáždila a vyhodnotila, je řeka schopná toto ovlivnění poměrně dobře zvládat. V některých parametrech lépe. Jedná se především o biochemickou a chemickou spotřebu kyslíku, amoniak a dusičnany. Jako špatně vycházející parametry je podle zjištěných výsledků možné určit především dusitanový dusík a fosfor.

V jakostních třídách vody se řeka jeví také dobře. Pouze v případě dusitanového dusíku a fosforu je situace neutěšená.

Práce může posloužit jako orientační podklad pro nynější stav a nakládání s vodou v této řece. A v budoucnu pro kontrolu jejího stavu a porovnání s předchozími roky.

8 Přehled literatury a použitých zdrojů

Adámek Z., 2010: Aplikovaná hydrobiologie. 2., rozš. upr. vyd. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany, ISBN 978-80-87437-09-4.

Blažek V., Němec J., Hladný J., 2006: Voda v České republice. Consult, Praha, ISBN 80-903482-1-1.

Begon M., Harper J. L., Townsend C. R., 1997: Ekologie: jedinci, populace a společenstva. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, ISBN 80-7067-695-7.

Haygarth P. M., Jarvis S. C., 2002: Agriculture, hydrology, and water quality. CABI, New York.

Hartman P., Příkryl I., Štědronský E., 2005: Hydrobiologie. 3., přeprac. vyd. Informatorium, Praha, ISBN 80-7333-046-6.

Heteša J., Kočková E., 1997: Hydrochemie. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ISBN 80-7157-289-6.

Horáková M., 2003: Analytika vody, vyd. 2. opr. a rozš. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha, ISBN 80-7080-520-X.

Horáková M., Lischke P., Grünwald A., 1986: Chemické a fyzikální metody analýzy vod: celostátní vysokoškolská příručka pro stud. VŠCHT stud. oboru technologie vody. Státní nakladatelství technické literatury, Praha.

Janýšková R., Doláková L., 2012: Chemický rozbor vody Hydrobiologie: výukové texty. Ministerstvo školství, Nový Jičín.

Jouanneau S., Recoules L., Durand M. J., Boukabache A., Picot V., Primault Y., Lakel A., Sengelin M., Barillon B., Thouand G., 2014: Methods for assessing biochemical oxygen demand (BOD), *WaterResearch* 49, 62-82.

Jouanneau S., Recoules L., Durand M. J., et al., 2014: Methods for assessing biochemical oxygen demand (BOD), *Water Research* 49, 62-82. ISSN 18792448.

Kender J., 2004: Péče o krajinu: krajínovorné programy Ministerstva životního prostředí. Consult, Praha, ISBN 80-903482-0-3.

Langhammer J., 2010: Kvalita povrchových vod. Přednáška Hydrologie, PřF UK v Praze, Praha.

Monk P., 2004: *Physicalchemistry: understandingourchemicalworld*. NJ: Wiley, Hoboken, ISBN 0471491810.

Pitter P., 1999: *Hydrochemie*. 3., přeprac. vyd. Vydavatelství VŠCHT, Praha, ISBN 80-03-00525-6.

Punochář P., 2004: Zákon o vodách č. 254/2001 Sb. v úplném znění k 23. lednu 2004 s rozšířeným komentářem, 3. vyd. se změnami. Soudy, Praha, ISBN 80-86846-00-8.

Říhová Ambrožová J., 2003: *Aplikovaná a technická hydrobiologie*, Vyd. 2. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha, ISBN 80-7080-521-8.

Sládeček V., Sládečková A., 1996: *Atlas vodních organismů se zřetelem na vodárenství, povrchové vody a čistírny odpadních vod*. Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, Praha, ISBN 80-02-01080-9.

Straškabová V., Blažka P., Punochář P., 1983: *Respirace jako jeden z mechanismů samočištění ve vodních ekosystémech různého typu*. Ústav krajinné ekologie ČSAV, České Budějovice.

Uhlířová J., Mazín V., 2005: Metodika studie širších územních vazeb ochrany půdy a vody v komplexních pozemkových úpravách. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, ISBN 80-239-4845-8.

Van der Perk M., 2014: Soil and watercontamination. 2nd edition. CRC Press/Balkema, BocaRaton, ISBN 978-0-415-89343-5.

Internetové zdroje

BRODSKÝ KAREL A MARTINOVSKÝ VÁCLAV, 2006: Oznámení E.I.A. Litvínov - čistírna odpadních vod (online) [cit. 2017-03-21]. Dostupné z: <http://www.kr-ustecky.cz/eia-litvinov-cistirna-odpadnich-vod/d-1049524>

CONSERVE ENERGY FUTURE: Znečištění vody (online) [cit. 2017-03-30], Dostupné z: <http://www.conserve-energy-future.com>

UNIPETROL ORLEN GROUP: Historie Unipetrolu (online) [cit. 2017-04-24], Dostupné z: <http://www.unipetrolrpa.cz>

Legislativní zdroje

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., v platném znění.

Norma ČSN 757221 - Jakost vod - Klasifikace jakosti povrchových.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění.

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích, v platném znění.

Ostatní zdroje

Korandová M., 2013: Stav chemických parametrů stojatých a tekoucích povrchových vod vybrané části Velké podkrušnohorské výsypky na Sokolovsku, Diplomová práce, Jihočeská univerzita V Českých Budějovicích., České Budějovice.

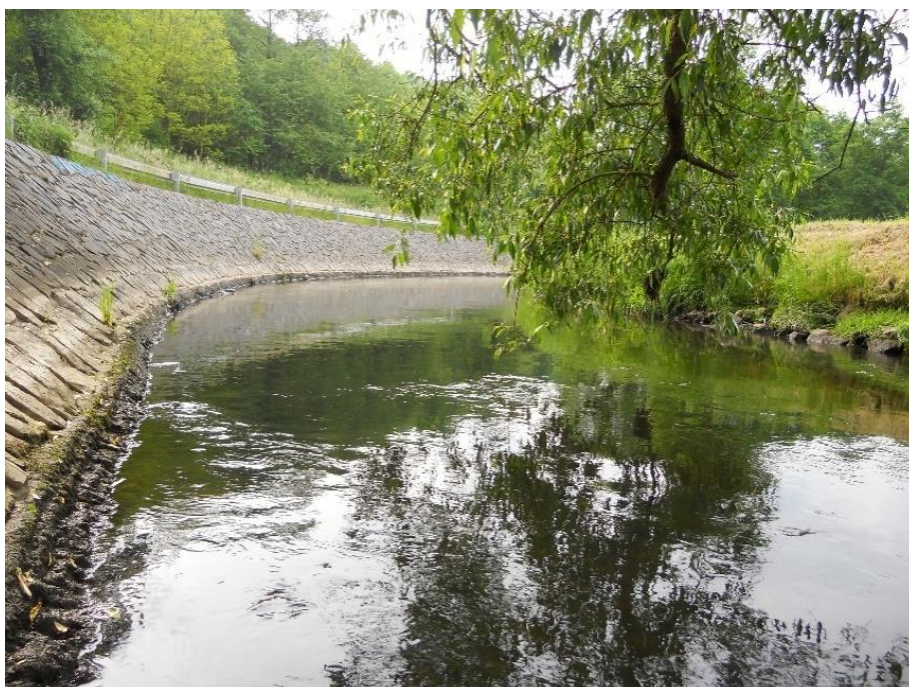
9 Přílohy

Seznam zkratk

BSK ₅	Biochemická spotřeba kyslíku
BČOV	biologická čistírna odpadních vod
CHSK _{Cr}	Chemická spotřeba kyslíku
KNK	kyselinová neutralizační kapacita
ND	Nebylo detekováno
N-NO ₂ -	Dusitanový dusík
N-NO ₃ -	Dusičnanový dusík
N-NH ₄ ⁺	Amoniakální dusík
SO ₂	Oxid siřičitý
TP	Celkový fosfor
ZNK	zásadová neutralizační kapacita



Obrázek 1 Řeka Bílina v odběrovém místě 3 (vyústění trativodů)



Obrázek 2 Odběrové místo 7 (před Lyscem)



Obrázek 3 Odběrové místo 5 Odonata (*Calopteryx cretensis*)



Obrázek 4 Odběrové místo 5