



Sledování kvality vody vybraného vodního toku

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

Ing. Tomáš Mašiček, Ph.D.

Vypracovala:

Kristýna Forgačová

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Kristýna Forgačová**
Studijní program: Zemědělská specializace
Obor: Agroekologie
Název tématu: **Sledování kvality vody vybraného vodního toku**
Rozsah práce: 30 stran + přílohy

Zásady pro vypracování:

1. Zpracování literární rešerše na podkladě studia odborné literatury vztahující se k problematice povrchových vod
2. Popis zájmového toku a jeho okolí
3. Odběr vzorků vody z vodního toku a stanovení základních ukazatelů kvality vody v terénu
4. Analýza vybraných parametrů kvality vody s využitím spektrofotometru
5. Vyhodnocení kvality vody na základě naměřených ukazatelů

Seznam odborné literatury:

1. HETEŠA, J. *Cvičení z hydrochemie*. 1. vyd. Praha: SPN, 1981. 83 s.
2. HETEŠA, J. – KOČKOVÁ, E. *Hydrochemie*. 1. vyd. Brno: MZLU, 1998. 95 s. ISBN 80-7157-289-6.
3. HORÁKOVÁ, M. *Analytika vody*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2007. 335 s. ISBN 978-80-7080-520-6.
4. HUBAČÍKOVÁ, V. – OPPELTOVÁ, P. *Úpravy vodních toků a ochrana vodních zdrojů*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. 130 s. ISBN 978-80-7375-243-9.
5. PITTER, P. *Hydrochemie*. 4. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko technologická v Praze, 2009. 579 s. ISBN 978-80-7080-701-9.
6. ŘÍHA, J. a kol. *Jakost vody v povrchové vodě a její matematické modelování*. 1. vyd. Brno: NOEL 2000, 2002. 269 s. ISBN 80-86020-31-2.

Datum zadání bakalářské práce: říjen 2014

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2016


Kristýna Forgačová
Autorka práce




Ing. Tomáš Mašiček, Ph.D.
Vedoucí práce


doc. Ing. Dr. Milada Šťastná
Vedoucí ústavu


doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci „Sledování kvality vody vybraného vodního toku“ vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu své bakalářské práce panu Ing. Tomáši Mašíčkovi, Ph.D. za jeho cenné rady, ochotu a trpělivost při zpracovávání této práce. Také bych chtěla poděkovat svým rodičům za podporu v průběhu celého mého studia.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá sledováním kvality vody v řece Olešná. Cílem této práce je monitorovat kvalitu vody v řece během jednoho roku na čtyřech místech podél celého toku. Práce je především zaměřena na analýzu základních parametrů kvality vody z odebraných vzorků pomocí spektrofotometru v laboratoři. Zvolenými parametry jsou dusičnany, sírany a celkový fosfor. V terénu byla měřena teplota vody, pH, vodivost a množství rozpuštěného kyslíku. Literární rešerše se vztahuje k tématu povrchových vod, kvality a znečištění vody. Výsledky monitorování jsou vyhodnocovány podle ČSN 75 7221 Klasifikace jakosti povrchových vod a také jsou srovnány s hodnotami přípustného znečištění povrchových vod z nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Klíčová slova: kvalita vody, povrchové vody, řeka Olešná, monitoring.

ABSTRACT

The bachelor thesis is dedicated to water quality monitoring in the river Olešná. The goal of this thesis is to monitor the water quality in the river during a year at four locations along the whole river stream. The thesis is mainly focused on the analysis of basic water quality parameters from collected samples by using a spectrophotometer in a laboratory. Chosen parameters are nitrates, sulphates and total phosphorus. In the field there were measured the temperature of the water, pH, conductivity and the amount of dissolved oxygen in the river. The literature overview is related to the topic of surface water, water quality and water pollution. A part of the thesis describes the characteristics of river Olešná and its surroundings. The results of monitoring are assessed according to CSN 75 7221 Classification of surface water quality and also compared with the values of permissible pollution of surface water from Government Regulation No. 401/2015 Coll.

Key words: water quality, surface water, river Olešná, monitoring.

Obsah

1	ÚVOD.....	8
2	CÍL PRÁCE	9
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	10
3.1	Voda.....	10
3.2	Zákon o vodách.....	10
3.3	Druhy vod	10
3.3.1	Atmosférické vody	11
3.3.2	Podzemní vody	11
3.3.3	Povrchové vody.....	11
3.3.4	Odpadní vody	12
3.4	Vodní toky	12
3.5	Stojaté vody	13
3.5.1	Stratifikace	13
3.6	Znečištění povrchových vod.....	13
3.6.1	Zemědělské znečištění zdrojů vody.....	14
3.6.2	Průmyslové znečištění zdrojů vody.....	14
3.6.3	Eutrofizace	15
3.6.4	Samočistící schopnost vody	15
3.7	Monitoring jakosti vody	16
3.7.1	Typy programů monitoringu	16
3.7.2	Postup činností při monitoringu	17
3.8	Jakost povrchových vod, kontrola, klasifikace.....	17
3.9	Ochrana vod.....	20
3.9.1	Obecná ochrana	21
3.9.2	Zvláštní ochrana	21
3.9.3	Speciální ochrana.....	22
3.10	Sledované parametry jakosti vody a jejich charakteristika	22
3.10.1	Parametry stanovované v terénu.....	22
3.10.2	Parametry stanovované v laboratoři	25
3.11	Popis zájmového toku a jeho okolí	27
3.11.1	Charakteristika vodního toku a hydrologické údaje	27

3.11.2	Charakteristika vodní nádrže.....	28
3.11.3	Geologické a geomorfologické podmínky	29
3.11.4	Pedologické podmínky.....	29
3.11.5	Klimatické podmínky	29
3.11.6	Flora a fauna.....	29
4	METODIKA	30
4.1	Popis odběrných míst	31
4.2	Práce v terénu.....	33
4.3	Práce v laboratoři	33
4.3.1	Stanovení dusičnanového dusíku	33
4.3.2	Stanovení celkového fosforu.....	34
4.3.3	Stanovení síranů	34
5	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	34
5.1	Výsledky podle ČSN 75 7221	34
5.2	Výsledky podle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách připustného znečištění povrchových vod	38
5.3	Souhrnné vyhodnocení podle ČSN 75 7221.....	42
6	ZÁVĚR.....	45
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	46
8	SEZNAM TABULEK.....	47
9	SEZNAM GRAFŮ.....	48
10	SEZNAM OBRÁZKŮ	48
11	SEZNAM PŘÍLOH.....	48

1 ÚVOD

Voda patří mezi základní složky životního prostředí člověka a je i podmínkou existence života na naší planetě. V současné době se otázce vody, jejího dostatku a kvality věnuje v celosvětovém měřítku značná pozornost.

Většina Evropanů dnes považuje čistou pitnou vodu za samozřejmost, přestože ve světě nemá mnoho lidí přístup k bezpečné pitné vodě. Množství vody, její jakost a dostupnost se však mohou stát limitujícím faktorem pro hustotu osídlení a další rozvoj společnosti vzhledem k hygienickým a hospodářským potřebám.

Čistá sladká voda se v mnoha zemích světa stala strategickou surovinou. Zároveň její význam neustále roste v souvislosti s probíhající změnou klimatu, růstem lidské populace a jejích nároků, kdy se neustále zvyšuje spotřeba vody. Nedostatek vody lze již v současnosti pocítit během období s nízkým úhrnem srážek. Aktuálním tématem se tak stává zmírňování dopadů sucha a zároveň i následných záplav. Lze předpokládat, že nedostatek vody se může stát důvodem budoucích celosvětových konfliktů.

Jedním ze základních předpokladů udržitelného hospodaření s vodou a ochrany vodních zdrojů je nepřetržité sledování kvality a kvantity vody a ukládání a vyhodnocování hydrologických a hydrochemických ukazatelů charakterizujících stav vodních toků. V České republice je monitoringu vody a péči o vodní prostředí věnována patřičná pozornost i vzhledem k morfologii České republiky jako tzv. „střechy Evropy“. Většina našich vodních toků na území České republiky pramení, a tak je monitorování kvality povrchové vody důležité i z mezinárodního hlediska.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této práce je sledování a vyhodnocení vybraných ukazatelů kvality vody na vybraných místech řeky Olešné v průběhu jednoho roku (duben 2015 – leden 2016). Součástí práce je praktické odebrání vzorků vody z vodního toku, stanovení základních ukazatelů kvality vody v terénu – teploty vody, pH, rozpuštěného kyslíku a konduktivity pomocí přenosného multimetru a laboratorní analýza dusičnanového dusíku, celkového fosforu a síranů v odebraných vzorcích vody s využitím spektrofotometru. Získané výsledky jsou na závěr vyhodnocovány dle ČSN 75 7221 a dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

Literární rešerše byla zpracována na základě studia odborné literatury a zaměřuje se na problematiku povrchových vod.

3.1 Voda

Voda je základním přírodním zdrojem, který je předpokladem pro veškerý organický život na Zemi. Voda v dostatečném množství a přiměřené jakosti představuje významnou kvalitu životního prostředí (Tlapák, 1992). Význam vody v přírodě spočívá také v přenosu látek a energie v jejím oběhovém cyklu. Účastní se všech biologických, fyzikálních a chemických procesů a má podíl na tvorbě klimatu (Hlavínek, Říha, 2004).

Ve světových oceánech je obsaženo téměř 80 % vod Země, v zemské kůře pod povrchem země 19 %, ledovce tvoří 1 %, v tocích, jezerech a vodních nádržích je obsaženo 0,002 % vod Země a jen kolem 0,008 % v atmosféře (Hlavínek, Říha, 2004).

3.2 Zákon o vodách

Nejvýznamnějším aktuálním právním předpisem upravujícím vodoprávní vztahy v České republice je zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů (Oppeltová, 2015). Tato právní úprava byla naposledy novelizována zákonem č. 150/2010 Sb.

„Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. Účelem tohoto zákona je též přispívat k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a k ochraně vodních ekosystémů a na nich přímo záviselých suchozemských ekosystémů.“ (Zákon č. 254/2001 Sb. § 1).

3.3 Druhy vod

Vodu můžeme dělit podle mnoha kritérií. Jednou z možností je členit ji podle jejího původu na vodu přírodní a odpadní (městskou a průmyslovou), podle výskytu (vod přírodních) na vodu atmosférickou, podzemní a povrchovou a podle použití na vodu pitnou, užitkovou, provozní a odpadní (Oppeltová, 2015).

3.3.1 Atmosférické vody

Atmosférické vody představují veškerou vodu v ovzduší ve všech skupenstvích. Vodní páry v ovzduší nebo na různých površích kondenzují a vznikají tak srážky. Srážky mohou být kapalné (déšť, mlha, rosa, mrholení), pevné (sníh, mráz, námraza, jinovatka, kroupy). Dále rozlišujeme srážky horizontální (mlha, jinovatka, rosa, námraza) a vertikální (déšť, sníh, kroupy). Chemické složení srážek je ovlivňováno složením spodní a střední vrstvy atmosféry a jejím znečištěním. Nejméně jsou srážkové vody znečištěny v horských oblastech, nejvíce v okolí větších průmyslových center a sídlišť (Hubačiková, Oppeltová, 2008).

3.3.2 Podzemní vody

„Podzemními vodami jsou vody přirozeně se vyskytující pod zemským povrchem v pásmu nasycení v přímém styku s horninami; za podzemní vody se považují též vody protékající podzemními drenážními systémy a vody ve studních.“ (Zákon č. 254/2001 Sb. § 2).

Podzemní voda se podle propustnosti horninového prostředí dělí na vodu průlinovou, puklinovou a krasovou a podle chemického složení rozlišujeme podzemní vody prosté a minerální. Chemické složení je určeno vzájemným působením srážkových a povrchových vod, jejich horninovým prostředím a podzemní atmosférou (Hubačiková, Oppeltová, 2008).

3.3.3 Povrchové vody

„Povrchovými vodami jsou vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu; tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních.“ (Zákon č. 254/2001 Sb. § 2). Povrchové vody dělíme na mořské a kontinentální. Kontinentálními povrchovými vodami jsou vody tekoucí – vodní toky a vody stojaté – nádrže, rybníky, jezera, mokřady a periodické tůně (Oppeltová, 2015).

Kontinentální povrchové vody se utváří z vod podzemních a atmosférických a jejich složení ovlivňuje více faktorů: geologická skladba podloží a složení dnových sedimentů, poměry hydrogeologicko-klimatické (teplota, srážky, roční období, transport znečišťujících látek), půdně-botanické poměry (vegetace, zalesnění, půdní druhy), antropogenní činnost (zemědělství, průmysl, komunální odpady), příron podzemních

vod. Povrchové vody slouží jako zdroj pitné a užitkové vody, zároveň je však využíváme jako recipient splaškových a průmyslových odpadních vod (Oppeltová, 2015).

3.3.4 Odpadní vody

„Odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod.“ (Zákon č. 254/2001 Sb. § 38).

Odpadní vody členíme na městské a průmyslové. Městské odpadní vody jsou vody vypouštěné z domácností a služeb, jsou to splašky, případně jejich směsi s dešťovými vodami, které jsou odváděny veřejnou kanalizací. Průmyslovými odpadními vodami jsou vody použité a znečištěné při výrobním procesu, mezi ně řadíme i odpadní vody ze zemědělství (Oppeltová, 2015).

3.4 Vodní toky

„Vodní toky jsou povrchové vody tekoucí vlastním spádem v korytě trvale nebo po převažující část roku, a to včetně vod v nich uměle vzdutých. Jejich součástí jsou i vody ve slepých ramenech a v úsecích přechodně tekoucích přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo zakrytými úseky.“ (Zákon č. 254/2001 Sb. § 43).

Podle vzniku můžeme rozlišit vodní toky na přirozené, kdy se koryto vytváří přirozenou činností vody bez zásahu člověka (bystřiny, horské potoky, potoky, řeky, veletoky) a vodní toky umělé, tzv. kanály, které jsou vytvořené člověkem. Vodní toky se postupně stékají v jednotlivých povodích a vznikají tak říční nebo hydrografické sítě. V České republice tvoří hydrografickou síť přibližně 76 000 km přirozených vodních toků, které doplňuje dalších 15 000 km toků umělých. Na území našeho státu pramení řada toků, které patří ke třem hlavním evropským povodím: povodí Labe (patřící do úmoří Severního moře), Odry (Baltské moře) a Dunaje (Černé moře) (Hubačíková, Oppeltová, 2008).

Vodní toky jsou důležitými krajinnotvornými činiteli, ovlivňují utváření reliéfu povrchu země a mají význam pro rekreaci obyvatelstva (Hlavínek, Říha, 2004).

3.5 Stojaté vody

Stojaté vody obvykle dělíme na přirozené (jezera, moře, močály) a umělé (přehradní nádrže, rybníky). Umělé nádrže zachycují velké a nebezpečné srážkové odtoky i průtoky ve vodních tocích a upravují tak odtokové poměry v povodí. Současně vytváří vodní zásoby pro využití v době nedostatku vody (Tlapák, 1992). Podle účelu můžeme tedy rozdělit nádrže na ochranné (retenční) a zásobní (akumulační). Nádrže mohou plnit další funkce: energetické, průmyslové, zemědělské, plavební, rekreační a jako zásoba vody pro obyvatelstvo (Hlavínek, Říha, 2004).

Rybníky a nádrže jsou tradičně důležitou součástí naší kulturní krajiny, nádrže vhodně začleněné do krajiny přispívají k jejímu estetickému vzhledu a plní další nezastupitelné funkce – ovlivňují mikroklima, zvyšují hladinu podzemní vody v okolí, v blízkosti nádrží se vytváří příznivé podmínky pro růst vegetace i v obdobích sucha, soustřeďuje se zde ptactvo a drobní savci atd. (Tlapák, 1992).

3.5.1 Stratifikace

Ve vodních nádržích dochází k vertikální stratifikaci (zonaci) vody, kdy se vytvářejí vrstvy vody různé jakosti. Stratifikace souvisí především se změnou teploty (a dalších složek) a jí vyvolanou změnou hustoty vody. Během roku rozlišujeme čtyři období stratifikace. Během letní stagnace se tvoří tři vrstvy vody, horní nejteplejší vrstva epilimnion s nejmenší hustotou vody, střední vrstva metalimnion (skočná vrstva), ve které s hloubkou výrazně klesá teplota, a hypolimnion s téměř neměnnou teplotou. Následuje období podzimní cirkulace, kdy se teplota v celé nádrži vyrovná. V období zimní stagnace dochází k ochlazení povrchu vody v nádrži a k intenzivnímu vrstvení teploty. Působením větru v období jarní cirkulace se opět celý obsah nádrže promíchá (Oppeltová, 2015).

3.6 Znečištění povrchových vod

Znečištěním povrchových vod se rozumí veškeré změny chemických, fyzikálních a biologických vlastností vody při srovnání s jejich přírodním stavem. Změny mohou být způsobeny anorganickými a organickými nečistotami, mikroorganismy, inertními, karcinogenními a mutagenními látkami, radionuklidy a rezidui léčiv. Tyto látky, které se do vod dostávají především haváriemi, mohou mít vysokou schopnost akumulace, mohou být silně rezistentní, těžce odbouratelné nebo neodbouratelné. Vždy tak dochází

k zhoršení čistoty a jakosti vody, narušení autoregulačních schopností vodního systému a k omezení možností využívání vody.

Také vodní nádrže z hlediska čistoty vody představují určité specifikum, které je vytvořené změnami jakosti vody v prostoru nádrže a v čase. Velikost, hloubka nádrže, proudění vody, přírodní podmínky a především jakost a množství vody přitékající do nádrže významně ovlivňuje eutrofizaci nádrží a toků pod nimi.

Podle povahy znečišťujících látek můžeme znečištění rozdělit na fyzikální, chemické a organické. Znečištění může být přírodního nebo antropogenního původu či jejich kombinací. Oblasti, ve kterých dochází k největšímu znečištění povrchových vod, se nacházejí v místech intenzivní zemědělské činnosti, průmyslové výroby, dopravy, těžby a úpravy surovin (Hubačiková, Opletová, 2008).

3.6.1 Zemědělské znečištění zdrojů vody

Intenzivní zemědělská výroba výrazně ovlivňuje kvalitu povrchových a podzemních vod. Hlavními zdroji zemědělského znečištění vod jsou hnojiva, především průmyslová, která se snadno vyplavují nebo splachují do vod povrchových. Se srážkovou vodou mohou také infiltrovat do vod podzemních. Nepříznivě na vodní zdroje působí většina biocidů (umělé, přírodě cizí látky), mnohé z nich se pomalu rozkládají a hromadí se v půdě. Následně jsou opět vyplavovány do zdrojů vod. Také vodní eroze, především na orné půdě, je příčinou výrazného zhoršení kvality povrchové vody. Dalšími zdroji znečištění mohou být také odpadní vody z živočišné výroby (Tlapák, 1992).

3.6.2 Průmyslové znečištění zdrojů vody

Znečištění průmyslových vod závisí na výrobním odvětví a použité výrobní technologii, v nichž voda působí. Odpadní vody z anorganického průmyslu znečištěné velkým množstvím solí, kyselin a zásad nejsou již dále použitelné ani pro zemědělství, ani pro průmysl. Odpadní vody z výroby buničiny, papíru, chemických vláken a textilního průmyslu patří k největším zdrojům znečištění, zatěžují vodu sloučeninami ligninu, cukry, barvivy, kyselinou octovou a mravenčí a dalšími látkami. Fenolové odpadní vody z koksoven a plynáren se naopak vyznačují velkým obsahem organických nečistot. Mezi další větší zdroje průmyslových odpadních vod patří ropný a potravinářský průmysl, nebezpečné mohou být také radioaktivní odpadní vody (Tlapák, 1992).

3.6.3 Eutrofizace

Eutrofizace je soubor procesů přírodních a antropogenně vyvolaných, které vedou k obohacení povrchových vod minerálními živinami, převážně fosforem a dusíkem. Přírodní eutrofizace je vyvolána uvolněním biogenů ze sedimentů a odumřelých vodních organismů. Hlavní příčinou antropogenní eutrofizace je intenzivní využívání sloučenin s fosforem např. v čistících prostředcích, v zemědělské výrobě spojené s průmyslovým hnojením a další příčinou je zvýšená produkce odpadních vod. Negativním důsledkem nadměrné eutrofizace je rozvoj biomasy sinic, řas a vodních makrofyt, který značně zhoršuje kvalitu vody a její další využití. Některé druhy sinic navíc produkují řadu toxických, karcinogenních, alergenních aj. látek s negativním působením na člověka (Kopp, 2015).

3.6.4 Samočistící schopnost vody

Samočistící schopnost vody je významným přirozeným procesem, kdy se tekoucí a stojaté vody přirozeně zbavují nečistot, a tak obnovují svůj původní stav čistoty, jakosti a dynamické rovnováhy. Jedná se o složitý soubor komplexně propojených procesů povahy fyzikální a biologicko – chemické (biochemické). Tyto pochody probíhají ve všech typech vod. Ve vodách tekoucích bývá samočištění větší, voda bývá dobře prokysličená a tak dochází k mineralizaci organických látek při oxidačních procesech. Výsledkem rozkladných procesů je kyselina uhličitá, voda a kyselina dusičná. Naopak v pomaleji tekoucích a stojatých vodách dochází ke zvýšené sedimentaci organických a jiných znečišťujících látek a v sedimentech dna dochází k redukčním procesům až rozkladným procesům – hnití (za působení anaerobních bakterií). Vzniká amoniak, metan, sirovodík apod.

Mezi nejvýznamnější fyzikální procesy samočištění patří rozrušování unášeného materiálu proudící vodou a pohybem po dně, sedimentace látek a sorpce na povrch částic na dně toku či nádrže, naředování a promíchávání znečišťujících látek, působení slunečního záření, difúze látek plyných z vody do ovzduší.

Mezi chemické samočistící procesy patří oxidoredukční reakce, hydrolýza, hydratace, iontová výměna.

Při biochemických procesech hrají nejdůležitější úlohu mikroorganismy, především bakterie a mikromycety, které v rámci trofického řetězce transformují organické látky (Oppeltová, 2015).

3.7 Monitoring jakosti vody

Monitoringem jakosti vody se rozumí snaha o získání informací o fyzikálních, chemických a biologických vlastnostech vody pomocí statistického vzorkování (Hlavínek, Říha, 2004). Monitoring tedy slouží ke sledování stavu vod. Většina vod mimo výjimky je monitorována v souladu se Směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES upravující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky (Rámcová směrnice), která je transponovaná ve vodním zákoně. Podle požadavků vyhlášky č. 98/2011 Sb. o monitoringu povrchových vod a vyhlášky č. 5/2011 Sb. o monitoringu podzemních vod se zpracovávají programy monitoringu (Oppeltová, 2015).

3.7.1 Typy programů monitoringu

Situační monitoring

Účelem situačního monitoringu je poskytnout informace pro zjišťování jakosti povrchových a podzemních vod, hodnocení dlouhodobých změn přírodních podmínek a změn způsobených lidskou činností, pro plánování v oblasti vod a vedení vodní bilance a další.

Provozní monitoring

Provozní monitoring zjišťuje jakost povrchových vod včetně jejich ovlivnění lidskou činností a navrhuje programy opatření. Dalším účelem tohoto monitoringu je zjišťování změn stavu vod a stavu útvarů povrchových vod, jejichž sledování vyplývá z programů opatření, zjišťování stavu povrchových vod pro účely výkonu správy vodních toků a vodních děl a další.

Průzkumný monitoring

Průzkumným monitoringem se zkoumají mimořádné jevy s neznámými příčinami, provádí se za účelem zjištění velikosti a dopadů havarijního znečištění.

Referenční monitoring

Referenční monitoring se provádí za účelem odvození specifických referenčních podmínek pro jednotlivé typy povrchových vod.

Monitoring kvantitativního stavu povrchových a podzemních vod

Účelem tohoto monitoringu je poskytnout informace pro zjišťování a hodnocení stavu vod povrchových a podzemních podle § 21 vodního zákona, pro hodnocení dlouhodobých změn přírodních podmínek, charakterizaci skupin vodních útvarů povrchových a podzemních vod, hodnocení odtokového režimu v povodí a jeho změn způsobených činností člověka a další (Oppeltová, 2015).

3.7.2 Postup činností při monitoringu

Postup při monitoringu se skládá z následujících činností.

Návrh monitoringu – stanovení odběrných míst, sledovaných parametrů jakosti, frekvence vzorkování.

Odběry vzorků – stanovení způsobu odběru a způsobu vzorkování, konzervace a dopravy vzorků.

Laboratorní rozbor – zvolení metody analýzy, pracovního postupu, záznam výsledků.

Manipulace s daty – třídění dat, uložení do databáze, vypracování zpráv a zveřejnění dat.

Analýza dat – zahrnuje analýzu dat, srovnávání dat s předepsanými limity, klasifikace jakosti vody, interpretace údajů.

Využití informací – při rozhodovacím procesu (Říha, 2002).

3.8 Jakost povrchových vod, kontrola, klasifikace

Jakost vody je ovlivněna přírodními i antropogenními faktory a během roku značně kolísá jak v čase, tak i v jednotlivých vrstvách vody především v hlubších nádržích. Při hodnocení využitelnosti vody pro nejrůznější účely je důležité zjišťovat její množství, rozhodující je ale znát její jakost.

Kontrolou jakosti povrchových vod se rozumí soubor činností vedoucích k hodnocení jakosti vody. Vzorky odebrané vody se pravidelně vyhodnocují a zjišťuje se tak okamžitá kvalita vody. Toto systematické hodnocení je dobrým prostředkem ke kontrole úsilí o zachování čistoty vody.

Klasifikace znamená zařazení povrchové vody do tříd jakosti podle odstupňovaných mezních hodnot jednotlivých ukazatelů. V České republice se určuje způsob stanovení stupně znečištění a způsob klasifikace jakosti povrchových vod podle normy ČSN 75 7221 Klasifikace jakosti povrchových vod (Hlavínek, Říha, 2004).

Hraniční hodnoty vybraných ukazatelů pro jednotlivé třídy jakosti jsou uvedeny v Tab. 1. Podle této normy se také třídy jakosti zakreslují pomocí barevného rozlišení (Tab. 2) do map.

Další možností k ohodnocení jakosti povrchových vod je použití přílohy č. 3 Ukazatele vyjadřující stav povrchové vody, normy environmentální kvality a požadavky na užívání vod 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. V této normě je vymezen limitní roční průměr přípustného znečištění ukazatelů kvality vody, podle nichž jsou také vyhodnoceny naměřené hodnoty. Vybrané ukazatele z této normy s limitními ročními průměry hodnot přípustného znečištění zobrazuje Tab. 3.

Charakteristiky jednotlivých tříd jakosti podle normy ČSN 75 7221:

I. třída – neznečištěná voda: stav povrchové vody, který nebyl významně ovlivněn lidskou činností, při kterém ukazatele jakosti vody nepřesahují hodnoty odpovídající běžnému přirozenému pozadí v tocích

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

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

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

V. třída – velmi silně znečištěná voda: stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky umožňující existenci pouze silně nevyváženého ekosystému (ČSN 75 7221)

Tab. 1: Mezní hodnoty tříd jakosti vody pro vybrané ukazatele podle normy ČSN 75 7221

Ukazatel	Měrná jednotka	Třída				
		I	II	III	IV	V
elektrolytická konduktivita	mS/m	< 40	< 70	<110	< 160	≥ 160
rozpuštěný kyslík	mg/l	> 7,5	> 6,5	> 5	> 3	≤ 3
dusičnanový dusík	mg/l	< 3	< 6	< 10	< 13	≥ 13
celkový fosfor	mg/l	< 0,05	< 0,15	< 0,4	< 2	≥ 1
sírany	mg/l	< 80	< 150	< 250	< 400	≥ 400

Tab. 2: Třídy jakosti povrchových vod a jejich barevné označení na mapě podle normy ČSN 75 7221

Třída	Jakost vody	Barevné označení tříd
I	neznečištěná voda	světle modrá
II	mírně znečištěná voda	tmavě modrá
III	znečištěná voda	zelená
IV	silně znečištěná voda	žlutá
V	velmi silně znečištěná voda	červená

Hodnocení podle Přílohy č. 3 Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod:

Tab. 3: Ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod přílohy č. 3 Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod

Ukazatel	Značka, zkratka nebo číslo CAS ^{A)}	Jednotka	Přípustné znečištění	
			roční průměr	maximum
teplota vody	t	°C		29
reakce vody	pH	-	5-9 ^{1), 2)}	
nasycení vody kyslíkem	O ₂	mg/l	>9	
celkový fosfor	P _{celk.}	mg/l	0,15 ¹⁾	
dusičnanový dusík	N-NO ₃ ⁻	mg/l	5,4 ¹⁾	
sírany	SO ₄ ⁻²	mg/l	200	

Vysvětlivky pro Tab. 3

A) CAS: Chemical Abstracts Service

¹ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikovaná limitní hodnota 5 mg/l (A2) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na C_{prům} = 1,85 (z dat 2010-12).

² Nařízením vlády č. 71/2003 Sb. specifikovaná limitní hodnota 3 mg/l (cílová pro lososové vody) jako P95.

3.9 Ochrana vod

Ochrana vod zahrnuje opatření sloužící k zajištění množství a jakosti povrchové i podzemní vody v přírodním prostředí, k omezování a odstraňování následků znečišťování a k zabránění vyčerpání zdrojů vody. Hlavními cíli ochrany vod v České republice v souladu s požadavky českého práva i práva Evropské unie je zlepšování stavu vodních zdrojů, vodních ekosystémů, zmírňování nepříznivých účinků povodní a sucha a podpora trvalého užívání vod. Tyto soubory opatření můžeme rozdělit z pohledu právního, technického, ekonomického i praktického do tří základních forem: ochrana vod obecná, zvláštní, speciální (Oppeltová, 2015).

3.9.1 Obecná ochrana

Obecná ochrana vod je založena na všech obecně platných a závazných ustanoveních vedoucích k zajištění co nejlepšího stavu (množství a jakosti) vod v přírodním prostředí (zde především na vodním zákoně a jeho prováděcích předpisech), která má každý povinnost dodržovat vždy, všude a za všech podmínek a za to nenáleží žádné finanční kompenzace (Opletová, 2015). Obecnou ochranu vod doplňují další předpisy týkající se ochrany přírody, ochrany životního prostředí, ochrany půdního fondu, odpadového hospodářství, stavební zákon atd. (Hubačiková, Opletová, 2008).

3.9.2 Zvláštní ochrana

Zvláštní ochrana vod má za úkol zajistit vyšší stupeň ochrany konkrétně dané oblasti než ochrana obecná. Jedná se o Chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV), Citlivé oblasti a Zranitelné oblasti (Opletová, 2015).

Chráněné oblasti přirozené akumulace vod řeší § 28 vodního zákona a tyto oblasti představují významné přirozené akumulace vod, na jejichž ochraně má zájem stát (Hubačiková, Opletová, 2008).

Citlivé oblasti jsou právně zakotveny v § 32 vodního zákona a jako citlivé oblasti byly vymezeny všechny povrchové vody na celém území České republiky (Opletová, 2015).

„Citlivé oblasti jsou vodní útvary povrchových vod,

- a) v nichž dochází nebo v blízké budoucnosti může dojít v důsledku vysoké koncentrace živin k nežádoucímu stavu jakosti vod,
- b) které jsou využívány nebo se předpokládá jejich využití jako zdroje pitné vody, v níž koncentrace dusičnanů přesahuje hodnotu 50 mg/l, nebo
- c) u nichž je z hlediska zájmů chráněných tímto zákonem nutný vyšší stupeň čištění odpadních vod.

(2) Citlivé oblasti vymezí vláda nařízením. Vymezení citlivých oblastí podléhá přezkoumání v pravidelných intervalech nepřesahujících 4 roky.“ (Zákon č. 254/2001 Sb. § 32).

Zranitelné oblasti definuje § 33 vodního zákona. Stanovení těchto oblastí je založeno na tzv. Nitrátové směrnici (předpis Evropské unie č. 91/676/EHS), která byla vytvořena pro ochranu vod před znečištěním dusičnany ze zemědělství. Chrání se zde vody, které jsou pro další využití ohroženy nebo znečištěny především dusičnany ze

zemědělství (koncentrace dusičnanů by neměla přesáhnout $50 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$). Zásady správného zemědělského hospodaření v těchto oblastech určují akční programy (Hubačiková, Oppeltová, 2008). V současné době je problematika zranitelných oblastí upravena nařízením vlády č. 262/2012 Sb. o stanovení zranitelných oblastí a akčním programem.

3.9.3 Speciální ochrana

Speciální ochrana představuje určitou nadstavbu ochraně obecné a zvláštní. Chrání se vydatnost, jakost a zdravotní nezávadnost povrchových a podzemních vod, které jsou nebo mohou být využívány jako zdroje pitné vody. U vodních zdrojů se z těchto důvodů podle § 30 vodního zákona stanovují ochranná pásma (Oppeltová, 2015).

„Ochranná pásma se dělí na ochranná pásma I. stupně, která slouží k ochraně vodního zdroje v bezprostředním okolí jímacího nebo odběrného zařízení, a ochranná pásma II. stupně, která slouží k ochraně vodního zdroje v územích stanovených vodoprávním úřadem tak, aby nedocházelo k ohrožení jeho vydatnosti, jakosti nebo zdravotní nezávadnosti.“ (Zákon č. 254/2001 Sb. § 30).

3.10 Sledované parametry jakosti vody a jejich charakteristika

Jakost vody na toku Olešná byla sledována pomocí sedmi níže popsaných ukazatelů. Těmi jsou teplota, pH, rozpuštěný kyslík, konduktivita, dusičnanový dusík, celkový fosfor, sírany.

3.10.1 Parametry stanovované v terénu

Teplota

Teplota je jedna z nejdůležitějších vlastností vody a má vliv na její jakost. Hodnota teploty vody je důležitá především kvůli posouzení kyslíkových poměrů ve vodě a rychlosti rozkladu organických látek. Teplota vody také ukazuje na vhodnost prostředí pro výskyt ryb a dalších vodních organismů, rostlinných i živočišných. Díky změnám počasí a ročních období teplota povrchových vod kolísá v průběhu roku. Teplotu měříme současně s odběrem vzorku v terénu. Měření provádíme ve vzorkovnici hned po odběru, nebo přímo pod hladinou vody. Výsledky vyjadřujeme ve $^{\circ}\text{C}$ a zaokrouhlujeme je na jedno desetinné místo (Horáková a kol., 2003).

Teplotou je přímo ovlivňováno množství plynů rozpuštěných ve vodě. Zároveň platí, že čím je voda teplejší, tím se v ní rozpustí méně plynů. Teplota také ovlivňuje rychlost chemických reakcí, a to především oxidaci a rozkladné procesy během samočištění povrchových vod (Heteša, Kočková, 1998).

V hlubokých nádržích změna teploty v průběhu roku ovlivňuje jejich tepelný i chemický režim (Heteša, Kočková, 1998). V závislosti hustoty vody na teplotě a v závislosti na anomálním chování vody se totiž v nádrži střídají cykly zimní a letní stagnace a jarní a podzemní cirkulace (Pitter, 2009).

pH (reakce vody)

Veličina pH vyjadřuje zápornou hodnotu dekadického logaritmu aktivity vodíkových iontů, uvádí se v molech na litr. Pro další posuzování vlastností zkoumaných vod je hodnota pH klíčová (Horáková a kol., 2003). Má jednak velký vliv na chemické, fyzikálně-chemické a biochemické procesy ve vodě, tak i na formy výskytu (rozpuštěnost) jednotlivých látek a jejich účinky ve fyziologických procesech organismů ve vodě (Oppeltová, 2015).

Hodnota pH povrchových vod se většinou pohybuje v rozmezí od 6,0 do 8,5 a je dána uhličitánovou rovnováhou (poměr mezi volným a vázaným CO_2). Posun pH povrchových vod nad 8,0 bývá způsoben intenzivní asimilací zelených organismů během fotosyntézy. Hodnotu pH pod 6,0 vykazují rašeliníštní vody, které obsahují množství huminových látek. Hodnota může být dále ovlivněna vyšší koncentrací sloučenin boru a křemíku, přítomností volných anorganických nebo organických kyselin. Srážkové vody bez obsahu znečišťujících látek mívají hodnotu pH v rozmezí od 5,0 do 6,0 (Pitter, 2009).

Reakce vody se mění během celého roku i v průběhu jednoho dne (Heteša, Kočková, 1998). Hodnota pH se nejčastěji stanovuje dvěma základními způsoby, kolorimetricky za pomoci indikátorových papírků či barevných indikátorů, nebo potenciometricky (Horáková a kol., 2003).

Rozpuštěný kyslík

Množství rozpuštěného kyslíku ve vodě je limitujícím faktorem pro život vodních organismů. Kyslík je proto nejvýznamnějším plynem ve vodě, který má vliv na probíhající biochemické procesy. Množství kyslíku ve vodě je ovlivněno teplotou vody

(s klesající teplotou se ve vodě rozpouští stále více kyslíku), atmosférickým tlakem, fotosyntézou a změnou teploty během dne. Kyslík se do vody dostává jednak ze vzduchu (převažuje v tekoucích vodách), tak i z fotosyntézy zelených vodních rostlin, řas, sinic (převažuje ve stojatých vodách). Kyslík se naopak spotřebovává při organických i anorganických oxidačních procesech a při dýchání vodních organismů (Heteša, Kočková, 1998).

Koncentrace kyslíku v povrchových vodách je rozdílná podle toho, zda se jedná o vodní tok, jezero nebo nádrž. Dále záleží na organickém znečištění vody. Ve vodních tocích se nasycení kyslíkem pohybuje v rozmezí od 85 % do 95 %. (Pitter, 2009).

Výměna kyslíku mezi vodou a atmosférou je vyrovnávána a urychlována neustálým pohybem vody, jejím přepadáním a vířením. Množství rozpuštěného kyslíku ve vodě se snižuje v dolní části toku, kde se zpomaluje proud vody, snižuje se počet peřejnatých úseků a kyslík se spotřebovává na oxidaci organických látek z vod přítoků (Heteša, Kočková, 1998). V eutrofizovaných vodních nádržích s nadměrnou produkcí řas dochází během letní stagnace v epilimniu až k přesycení vody kyslíkem. Pod metalimniem (skočnou vrstvou) dochází k prudkému poklesu koncentrace kyslíku a u dna hlubších nádrží dochází až k anoxickým podmínkám (Pitter, 2009).

Koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě patří mezi nejvýznamnější ukazatele čistoty povrchových vod, podle kterých se tyto vody zařazují do pěti tříd jakosti. Množství kyslíku je také rozhodující v tom, zda budou ve vodě převažovat procesy aerobní pro zajištění samočisticí schopnosti povrchové vody nebo v přírodních vodách nežádoucí procesy anaerobní (Pitter, 2009).

Konduktivita

Konduktivita (měrná vodivost, elektrická konduktivita) je veličina sloužící ke srovnávání schopnosti vodných roztoků vést elektrický proud. Konduktivita je převrácenou hodnotou odporu roztoku mezi dvěma elektrodami o stejné ploše v konkrétní vzdálenosti od sebe (Horáková a kol., 2003).

Jednotkou konduktivity je $S \cdot m^{-1}$, v hydrochemii se v praxi používá menší jednotka $mS \cdot m^{-1}$, případně $\mu S \cdot cm^{-1}$. U povrchových vod se hodnota konduktivity pohybuje v rozmezí 5 až 50 $mS \cdot m^{-1}$. Konduktivita se měří pomocí konduktometrů. Naměřená hodnota je ovlivněna koncentrací iontů, jejich nábojovým číslem,

pohyblivostí a teplotou. Zvýšení či snížení teploty jen o 1 °C způsobí změnu hodnoty nejméně o 2 % (Pitter, 2009).

Při chemických analýzách vody je stanovování konduktivity jejich běžnou součástí. Poskytuje rychlé odhadnutí koncentrace iontově rozpuštěných látek a zároveň odhadnutí celkové mineralizace ve zkoumané vodě (Horáková a kol., 2003).

3.10.2 Parametry stanovované v laboratoři

Dusičnanový dusík

Dusík patří mezi nejdůležitější biogenní prvky. Jeho sloučeniny mají ve vodě zvláštní význam, uplatňují se totiž v biologických procesech, které probíhají jednak v povrchových vodách, tak i ve vodách odpadních a podzemních. Jsou významné také při úpravě povrchových vod a při biologických procesech samočištění odpadních vod. Sloučeniny dusíku jsou také důležitými kritérii při hodnocení jakosti vody (Heteša, 1981).

Dusičnany se řadí mezi čtyři hlavní anionty, nacházejí se téměř ve všech vodách. Kvůli zemědělské činnosti a vzrůstajícímu počtu obyvatel koncentrace dusičnanů v přírodních vodách stoupá. Zdrojem dusičnanů v povrchových vodách jsou tedy dusíkatá hnojiva používaná v zemědělství při obhospodařování půdy (Pitter, 2009). Dusičnany nejsou v půdě zadržovány a snadno se infiltrací nebo vymýváním dešťovou vodou dostávají do vodních toků. Dusičnany jsou také obsaženy ve splaškových vodách a některých průmyslových odpadních vodách, např. vody z tepelného zpracování uhlí (Heteša, Kočková, 1998). Dále jsou dusičnany obsaženy ve srážkové vodě jako součást emisí ze spalování paliv. Patří také mezi prvky nepříznivě ovlivňující eutrofizaci povrchových vod (Pitter, 2009). V přírodních vodách může být koncentrace dusičnanů vyšší. Dokazuje to starší znečištění organického původu, protože dusičnany jsou konečným produktem rozkladu organicky vázaného dusíku. Koncentrace dusičnanů ve vodě se uvádí v $\text{mg l}^{-1} \text{NO}_3^-$ nebo $\text{N}-(\text{NO}_3^-)$ (Horáková a kol., 2003).

Dusičnany jsou důležitým ukazatelem při rozboru povrchové vody, při samotné klasifikaci jakosti vody i při hodnocení jakosti vody. Pro pitnou vodu je stanovena mezní koncentrace dusičnanů na $50 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{NO}_3^-$ (Horáková a kol., 2003).

Z důvodu nadměrných aplikací dusičnanových hnojiv na zemědělské půdy Evropská unie vytvořila předpis pro ochranu vod před znečištěním dusičnany ze zemědělství, snížení eutrofizace vod a pro ochranu pitné vody. Je to směrnice Rady

č. 91/676/EHS z roku 1991 (tzv. Nitrátová směrnice), která byla implementována do národního právního řádu (Oppeltová, 2015).

Celkový fosfor

Fosfor se ve vodě nejčastěji vyskytuje ve formě orthofosforečnanů a polyfosforečnanů anorganických i organických. Ve vodních tocích a nádržích se fosfor jako prvek může vyskytovat ve formě nerozpuštěné i rozpuštěné (Horáková a kol., 2003).

Antropogenními zdroji anorganického fosforu ve vodách mohou být splachy z polí, které jsou hnojené superfosfátem, odpadní vody vznikající při používání pracích a čisticích prostředků, další odpadní vody z měst. Zdrojem organického fosforu jsou často statková hnojiva, která byla spláchnuta ze zemědělské půdy, dále odpadní vody z textilního průmyslu a z pivovarů. Přírodním zdrojem anorganického fosforu ve vodě jsou některé minerály: apatit, kaolinit a fosforit (Heteša, Kočková, 1998). V přirozeném koloběhu látek hrají sloučeniny fosforu důležitou úlohu. Nižšími i vyššími organismy jsou přeměňovány na organicky vázaný fosfor. Organické fosforečnany se po úhynu a rozkladu biomasy vodních organismů znovu uvolňují do vody. Některé z forem fosforečnanů jsou důležitou živinou pro růst zelených řas a sinic ve vodě. Jejich koncentrace ve vodách jezer a nádrží tak bývá nejnižší v létě, tehdy intenzivně probíhá fotosyntetická asimilace (Pitter, 2009). Fosfor je proto významným biogenním prvkem (Heteša, Kočková, 1998).

V dnešní době velmi vzrostl obsah fosfátů v povrchových vodách vlivem používání fosfátových pracích prostředků. Ve vodních nádržích se fosfor dostává do sedimentů dna a tyto sedimenty se v přírodě stávají rezervoárem fosforu. Z pohledu eutrofizace vody má fosfor klíčový význam, je limitujícím prvkem (Heteša, Kočková, 1998). Pro posouzení podmínek eutrofizace je proto důležité stanovení hmotnostní koncentrace fosforečnanů v povrchových vodách. Hmotnostní koncentrace celkového fosforu se také sleduje v odpadních vodách a u odtoků z čistíren odpadních vod (Pitter, 2009). V přírodních vodách se fosforečnany vyskytují ve velmi nízkých koncentracích, jen zřídka přesahují $1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (Pitter, 2009).

Sírany

Sírany (a sulfidy) jsou nejvýznamnější z anorganických sloučenin síry vyskytujících se ve vodách. Sírany jsou ve vodách relativně stabilní v oxických i anoxických

podmínkách. Spolu s chloridy a hydrogenuhličitanů se řadí mezi hlavní anionty přírodních vod. Koncentrace síranů se udávají v $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (Horáková a kol., 2003).

V přírodních vodách se sírany redukují na sulfidy biochemickou reakcí za anaerobních podmínek a záporné hodnotě oxidačně-redukčního potenciálu a za přítomnosti sulfátiredukujících bakterií rodu *Desulfovibrio*. Tyto bakterie se vyskytují ve splashkových vodách, v sedimentech a v zahnívajících povrchových vodách. Naopak sírany vznikají oxidací sloučenin síry. (Pitter, 2009).

Mezi antropogenní zdroje síranů řadíme odpadní vody z kovodělného průmyslu, atmosférické vody znečištěné exhalacemi ze spalování fosilních paliv ve městech a v průmyslu, které obsahují značné množství SO_2 a SO_3 . Koncentrace síranů se většinou uvádí v $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, případně v $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ (Pitter, 2009).

Sírany za vysoké koncentrace mají vliv na chuť vody (hlavním zdrojem síranů v podzemních vodách je sádrovec a anhydrid), což se projevuje především v některých minerálních vodách, naopak při běžné koncentraci nemají z hygienického hlediska v povrchových a podzemních vodách žádný význam (Pitter, 2009). Sírany se v přírodních vodách vyskytují v jednotkách až stovkách $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (Kopp, 2015).

3.11 Popis zájmového toku a jeho okolí

3.11.1 Charakteristika vodního toku a hydrologické údaje

Řeka Olešná pramení v podhůří Moravskoslezských Beskyd v jihovýchodní části katastru obce Lhotka v nadmořské výšce 565 m n. m. Jako levostranný přítok ústí u města Paskov do Ostravice v nadmořské výšce 249 m n. m. Státní podnik Povodí Odry spravuje celý tok v délce 21,4 km, tzn., že od pramene po ústí není správa toku dělená (Maníček, 2012). Celková plocha povodí je 59,3 km^2 a průměrný průtok u ústí je 0,88 $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$. Hydrologické pořadí toku je 2-03-01-058 [1]. Řeku Olešnou v 10,7 km dělí přehradní hráz stejnojmenné vodní nádrže. Olešná má jen drobné přítoky nepřesahující rozlohu 10 km^2 plochy povodí (Maníček, 2012). Levostrannými přítoky jsou Žlabov, Palkovický potok a Lesní potok, pravostrannými Hranečník a Hodoňovický náhon [1]. Řeka protéká obcemi Metylovice a Palkovice, okrajem okresního města Frýdku-Místku, dále protéká obcemi Staříčem, Žabní a Paskovem (Maníček, 2012).

Řeku charakterizují rozkolísané průtoky a potíže vždy tvořily plošné rozsahy záplav. Z toho důvodu byla převážná část koryta zregulována, neupravené jsou pod

přehradou jen úseky podél zámeckého parku v Paskově (km 1,6 – 2,5) a mezi Místkem a Sviadnovem podél úbočí kopce Štandl (km 8,7 – 9, 6). Již před 2. světovou válkou bylo provedeno zkapacitnění koryta kolem Paskova, to však nebylo dostatečné. I vlivem poddolování oblasti z dolů Paskov a Staříč neustále docházelo k pravidelným záplavám, situaci úplně nepomohla vyřešit ani stavba nádrže Olešné. Řešením tak byla až stavba odlehčovacího ramene, jímž se odvádí povodňové průtoky z Olešné do Ostravice pod Místkem. Odlehčovací rameno má kapacitu $80 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a převádí průtoky vod nad $5,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Koncem sedmdesátých let došlo ke stavbě celulózo-papírenského kombinátu Biocel Paskov a. s. Následkem toho se změnila struktura nivy řeky, kterou začátkem 80. let vyvolala hlavně přeložka toku (km 2,5 – 8,7) podél celého areálu celulóžky. Výstavba tohoto ramene byla potřebná i pro zajištění potřebného odběru vody pro kombinát. Součástí přeložky je i jez s pohyblivým hrazením, který je místem havarijního odběru vody pro Biocel Paskov (km 3,1) a pro Důl Paskov situovaný níže po toku. V současné době Biocel Paskov z Olešné odebírá průměrně $0,105 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, druhým zdrojem vody je údolní nádrž Žermanice na řece Lučině (Maníček, 2012).

3.11.2 Charakteristika vodní nádrže

Vodní dílo Olešná má díky příznivým geologickým poměrům oblasti konstrukčně jednoduchou sypanou hráz. Je 18 m vysoká a 393 m dlouhá. Byla vybudována v letech 1960 až 1964. Jejím účelem je tedy krytí potřeb vody pro průmysl, povodňová ochrana Paskova, rekreace a chov ryb. Objem nádrže je 4,4 mil. m^3 a je rozdělen na 0,3 mil. m^3 objemu stálého, 3,0 mil. m^3 zásobního, 0,2 mil. m^3 ovladatelného a 0,9 mil. m^3 neovladatelného retenčního objemu. Součástí je sdružený manipulační objekt s bezpečnostním přelivem o kapacitě $75 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Údolí Olešné je nádrží zaplaveno v délce 1,75 km a plocha maximálního zatopení dosahuje 78 ha.

Nádrž byla zpočátku intenzivně využívána i k rekreaci. Avšak přehradní prostor nádrže je mělký, dochází také k většímu proteplení vody a k přísunu živin shora z povodí. Díky tomu se v nádrži nad míru vyskytuje fytoplankton a tak rekreační funkce nádrže je v současnosti utlumena (Maníček, 2012).

3.11.3 Geologické a geomorfologické podmínky

Celé území povodí Olešné náleží z hlediska regionální geologie k provincii Západní Karpaty a k soustavě Vnější Západní Karpaty, které vznikly alpínským vrásněním (Weissmannová, 2004). Oblast byla utvářena v době třetihor (kenozoikum), horní část povodí v období paleogén před 85 mil. let. Tvoří jej pískovcovo-jílovcové flyšové horniny, pískovce, jílovce, slepence a vápence. Dolní část povodí se utvořila v neogénu před 23 mil. let, tvoří jej hlavně slínovce (Cháb, 2010).

3.11.4 Pedologické podmínky

V jižní části povodí se vyskytuje půdní typ kambizem na půdotvorném substrátu svahovin silikátokarbonátových břidlic a pseudoglej na prachovici. Ve střední oblasti se nachází luvizem na prachovici a v severní části povodí fluvizem na nivním bezkarbonátovém sedimentu (Kozák, 2009).

3.11.5 Klimatické podmínky

Podle Atlasu podnebí Česka (Tolasz, 2007) se průměrná roční teplota vzduchu v povodí Olešné pohybuje v rozmezí 7 – 9°C, průměrný roční úhrn srážek je v rozmezí 700 – 1000 mm. Průměrný sezonní počet dní se sněžením se pohybuje v rozmezí 60 – 90 dní, průměrný sezonní počet dní se sněhovou pokrývkou 50 – 120 dní. Průměrná relativní vlhkost vzduchu v povodí je 75 %.

Podle Quitta (1971) patří převážná část území do mírně teplé oblasti MT10. V nejvyšších polohách horního toku v Beskydech je to mírně teplá oblast MT2.

3.11.6 Flora a fauna

Oblast povodí spadá podle fytogeografického členění České republiky v její severní části do Ostravského bioregionu Polonské podprovincie a v jižní části do Podbeskydského bioregionu Západokarpatské podprovincie (Culek a kol., 2013).

Pro Ostravský bioregion jsou typické dubové bučiny a dubohabřiny, které navazují na lužní lesy a nivy podél větších vodních toků. Zároveň jsou v oblasti vyvinuté různé typy antropogenní vegetace, ve volné krajině však převažuje orná půda. Mezi časté druhy rostlin patří např. bříza pýřitá (*Betula pubescens*), vrbina hajní (*Lysimachia nemorum*), třezalka rozprostřená (*Hypericum Humifusum*). Typickými

živočichy jsou např. myšice temnopásá (*Apodemus agrarius*), břehule říční (*Riparia riparia*), kuňka žlutobřichá (*Bombina variegata*).

Pro Podbeskydský bioregion jsou dominantní dubohabrové háje, květnaté bučiny, jedlobučiny, suťové lesy, prameništní a rašelinné louky, pastviny a smrkové lesy. Vyskytuje se zde např. hořec tolitovitý (*Gentiana asclepiadea*), bika žlutavá (*Luzula luzulina*), kyčelnice žláznatá (*Dentaria glandulosa*). Významnými živočišnými druhy jsou např. ježek západní (*Erinaceus europaeus*), lejsek malý (*Ficedula parva*), čolek karpatský (*Lissotriton montandoni*) (Culek a kol., 2013). Tok řeky je také biotopem střevle potoční (*Phoxinus phoxinus*) a ledňáčka říčního (*Alcedo atthis*). V pramenné oblasti má řeka pstruhový charakter, pod přehradou až po ústí do Ostravice najdeme množství okounovitých, lososovitých a kaprovitých ryb (Maníček, 2012).

4 METODIKA

Hlavní náplní bakalářské práce bylo sledování kvality vody toku Olešná v průběhu jednoho roku. V rámci monitoringu byla zvolena čtyři odběrná místa na toku Olešné (Příloha 9), na kterých byly provedeny čtyři odběry vody za sledované období. První odběr vzorků proběhl na jaře 12. 4. 2015, druhý v létě 19. 7. 2015, třetí na podzim 11. 10. 2015 a poslední čtvrtý odběr v zimě 17. 1. 2016. Jednotlivá stanoviště odběru (pramen Olešné – Lhotka, nad přehradou, pod přehradou, ústí – Paskov) byla rozmístěna po celé délce toku.

Na odběrných místech byla pomocí přenosného jednokanálového multimetru HQ30D a jeho standardních výměnných digitálních elektrod IntelliCAL (gelová elektroda pH, sonda LDO, sonda konduktivity) společnosti HACH změřena teplota vody, dále hodnota pH, rozpuštěného kyslíku a konduktivity. Zároveň byl odebrán vzorek vody na chemickou analýzu, která byla provedena v následujícím dni v laboratoři Ústavu aplikované a krajinné ekologie Mendelovy univerzity v Brně. S využitím spektrofotometru DR/4000, model 48 000, a termoreaktoru DRB 200 stejné společnosti byl stanoven obsah dusičnanového dusíku, celkového fosforu a síranů.

Následně byly výsledky naměřených hodnot vyhodnoceny a zařazeny do tříd jakosti podle normy ČSN 75 7221 Klasifikace jakosti povrchových vod. Výsledné hodnoty byly také porovnány s hodnotami přípustného znečištění povrchových vod z Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

4.1 Popis odběrných míst

Na řece Olešná byla vybrána čtyři odběrná místa (Příloha 9) tak, aby byla rozmístěná po celé délce toku. Během jednoho roku byly provedeny čtyři odběry vody vždy uprostřed každého ročního období.

Pramen – Lhotka

První odběrné místo bylo určeno na prameni řeky Olešné (Obr. 1) na 21,4 říčním kilometru v nadmořské výšce 565 m n. m. Olešná pramení v lokalitě Dragunky na severozápadních svazích masívu Ondřejníku v podhůří Moravskoslezských Beskyd.



Obr. 1: Pramen Olešné (archiv autorky, 2015)

Nad přehradou

Druhé místo odběrů je znázorněno na Obr. 2, nachází se na 12,5 říčním kilometru asi 100 metru nad vtokem řeky do vodní nádrže Olešná. Měření a odebrání vzorků bylo provedeno z levého břehu Olešné.



Obr. 2: Nad přehradou Olešná (archiv autorky, 2015)

Pod přehradou

Třetí odběrné místo (Obr. 3) se nachází asi 60 metrů pod výpustí z přehrady na 10,7 říčním kilometru. Koryto toku je zde opevněno kamennou dlažbou a měření bylo provedeno na pravém břehu řeky z kamenných schodů zapuštěných do břehu.



Obr. 3: Pod přehradou Olešná (archiv autorky, 2015)

Ústí – Paskov

Čtvrté odběrné místo (Obr. 4) leží v Paskově na 0,1 říčním kilometru asi 100 metrů před ústím do řeky Ostravice, odběrným bodem byl zvolen levý břeh toku.



Obr. 4: Ústí Olešné v Paskově (archiv autorky, 2015)

4.2 Práce v terénu

Na určených odběrných místech byly v konkrétním bodě odběru naměřeny ukazatele jakosti vody. Z gelové elektrody byl odejmut kryt s pufovacím roztokem KCl, elektroda byla připojena na multimetr a stanovila se hodnota pH. Na multimetr připojenou sondou LDO bylo změřeno množství rozpuštěného kyslíku a konduktivita byla určena sondou konduktivity. Všechny tyto sondy byly po použití opláchnuty destilovanou vodou a osušeny.

Ze břehu každého odběrného místa byly také odebrány jednorázové vzorky vody do připravených řádně označených plastových vzorkovnic objemu 0,5 l pro analýzu v laboratoři. Vzorkovnice byla předem vypláchnuta vodou z místa odběru, následně ponořena asi 10 cm pod hladinu, naplněna až po hrdlo pro zabránění přístupu vzduchu a zašroubována. Při odběru nesmělo dojít k znečištění vzorku zvířenými sedimenty dna nebo ze břehu. Vzorkovnice byly uchovány ve stínu a v co nejkratším čase dopraveny do chladničky, kde byly do doby analýzy v následujícím dni uchovány při teplotě do 5 °C.

4.3 Práce v laboratoři

V laboratoři byl proveden v souladu s bezpečnostními předpisy rozbor odebraných vzorků vody. Rozbor bylo nutné provést do 24 hodin od jejich odebrání. Ke stanovení dusičnanového dusíku, celkového fosforu a síranů bylo zapotřebí použít spektrofotometr DR/4000, termoreaktor, kádinky, filtrační papíry, důkladně očištěné kyvety a vialky, automatickou pipetu. Vybrané chemické ukazatele byly stanoveny následujícími postupy.

4.3.1 Stanovení dusičnanového dusíku

Vzorek vody pro stanovení dusičnanového dusíku se nejprve přefiltruje přes filtrační papír. Na spektrofotometru se navolí program číslo 2530 N (Nitrate HR). Každá ze dvou kyvet se naplní 10 ml vzorku, jedna slouží jako slepý vzorek, který se vloží do držáku na kyvetu ve spektrofotometru. Do druhé kyvety se přidá obsah sáčku NitraVer 5 a po dobu 1 minuty se se vzorkem silně míchá. Následně v kyvetě probíhá 5 minut dlouhá reakce. Po uplynutí této doby se spektrofotometr vynuluje, vyjme se slepý vzorek a vloží se vzorek s reagentií. Na displeji přístroje se objeví výsledek v mg/l dusičnanového dusíku.

4.3.2 Stanovení celkového fosforu

Na spektrofotometru se navolí program číslo 3036 (P Total As. TNT). Do testovací vialky „Total and Acid Hydrolyzable“ se napipetuje 5 ml vzorku a zamíchá se. Následně se do ní vsype obsah sáčku Potassium Persulfate Powder Pillow for Phosphonate. Vialka se uzavře, protřepe a umístí se na 30 minut do reaktoru, ve kterém se zahřívá na 150 °C. Následně se z reaktoru vyjme a po vychladnutí na pokojovou teplotu se do vialky odpipetuje 2 ml 1,54 Sodium Hydroxide Solution, uzavře se a promíchá se. Do adaptéru na vialky vloženého do spektrofotometru se umístí očištěné vialky a displej se vynuluje. Pomocí nálevky se do vialky vsype obsah sáčku PhosVer 3 a 10 až 15 sekund se míchá. Po 2 minutách trvající reakci se vialka znova očistí, vloží do držáku na vialky a na displeji přístroje se objeví výsledek v mg/l celkového fosforu.

4.3.3 Stanovení síranů

Vzorek vody pro stanovení síranů se nejprve přefiltruje přes filtrační papír. Na spektrofotometru se navolí program číslo 3450 (Sulfate). Každá ze dvou kyvet se naplní 10 ml vzorku, jedna slouží jako slepý vzorek, který se vloží do držáku na kyvetu ve spektrofotometru. Do druhé kyvety se přidá obsah sáčku SulfaVer 4. Následně v kyvetě probíhá 5 minut dlouhá reakce. Po uplynutí této doby se spektrofotometr vynuluje, vyjme se slepý vzorek a vloží se vzorek s reagentií. Na displeji přístroje se objeví výsledek v mg/l síranů.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

Zjištěné hodnoty sledovaných ukazatelů jsou vyhodnoceny dle Klasifikace jakosti povrchových vod ČSN 75 7221 a dle přílohy č. 3 Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod.

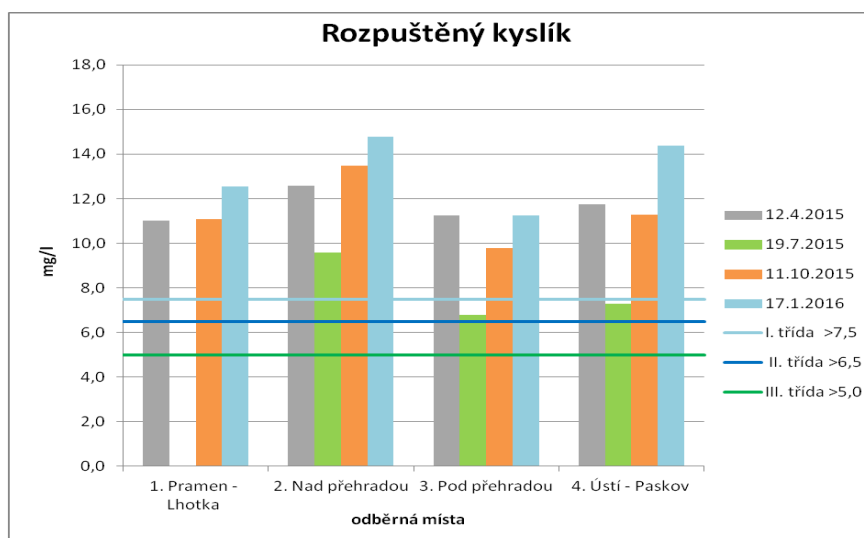
5.1 Výsledky podle ČSN 75 7221

Pro jednotlivé vybrané ukazatele kvality vody jsou v této kapitole vytvořeny grafy zobrazující všechny naměřené hodnoty (Příloha 1 – 8) ve všech odběrných místech a termínech měření se znázorněním hraničních hodnot tříd jakosti. Všechny ukazatele byly měřeny v měrných jednotkách uvedených v normě (mg/l), kromě hodnot konduktivity měřených v $\mu\text{S}/\text{cm}$, které bylo nutno převést na mS/m. Během měření dne 19. 7. 2015 nebylo možno odebrat vzorek vody z pramene. Odběru totiž předcházelo

dlouhé bezsrážkové období doprovázené vysokými teplotami, pramen vyschl a v grafech proto chybí údaje z tohoto měření.

Podle odstavce 4.8 ČSN 75 7221, který říká, že „výsledná třída se určí podle nejnepríznivějšího zatřídění zjištěného u jednotlivých vybraných ukazatelů“, je kvalita vody v jednotlivých odběrných místech vyhodnocena v kapitole 5.3 Souhrnné vyhodnocení podle ČSN 75 7221.

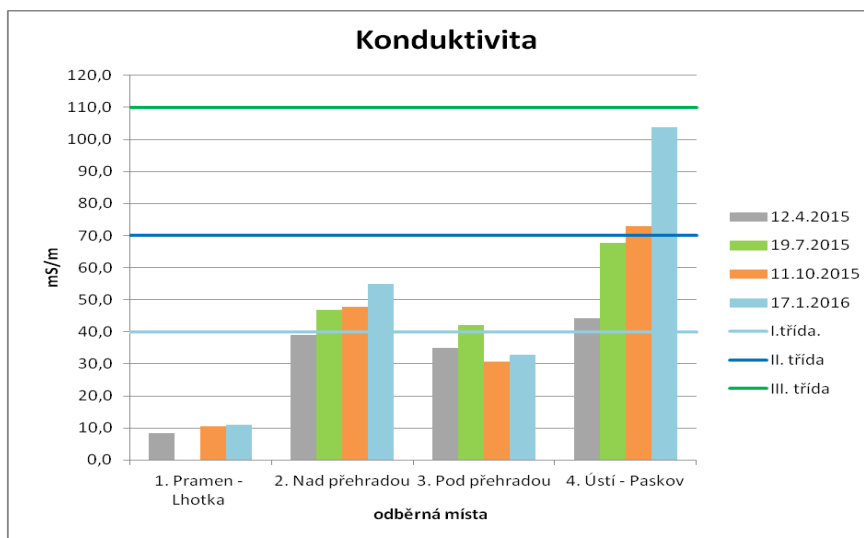
Rozpuštěný kyslík



Graf 1: Hodnoty rozpuštěného kyslíku v jednotlivých odběrných místech

Z Grafu 1 je patrné, že většina naměřených hodnot rozpuštěného kyslíku se pohybuje nad mezní hodnotou 7,5 mg/l, vody tak odpovídají I. třídě jakosti. Pouze hodnoty naměřené na třetím a čtvrtém stanovišti dne 19. 7. 2015 jsou nižší a tuto vodu je proto nutno zařadit do II. třídy jakosti. Pokles rozpuštěného kyslíku nejspíš zapříčinila vysoká teplota ovzduší a tak i vody, která panovala v tomto období. Podle Pittera (2009) je totiž množství kyslíku ve vodě ovlivněno teplotou vody, s rostoucí teplotou se ve vodě rozpouští stále méně kyslíku. Nejvyšších hodnot 14,77 mg/l dosahuje měření dne 17. 1. 2016 na prameni – Lhotka, nejnižších 6,78 mg/l pod přehradou v již zmíněný den 19. 7. 2015.

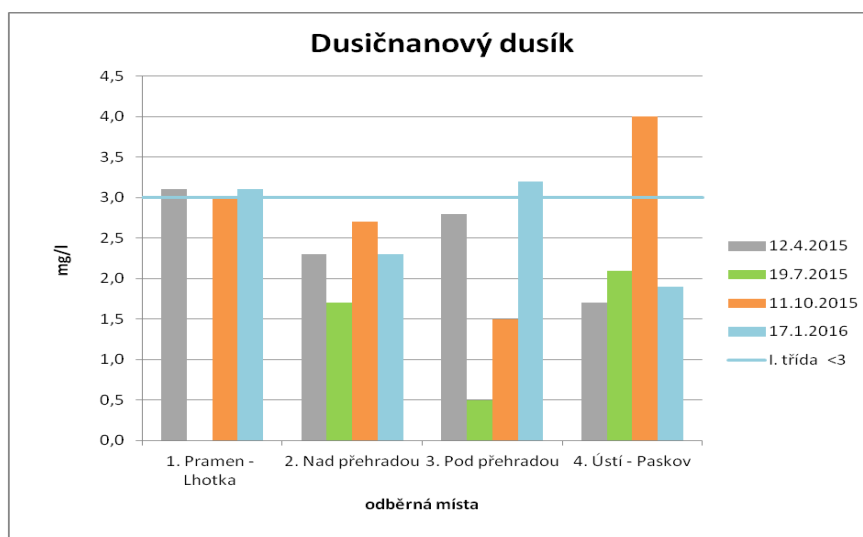
Konduktivita



Graf 2: Hodnoty konduktivity v jednotlivých odběrných místech

Graf 2 ukazuje hodnoty konduktivity. Většina hodnot splňuje I. nebo II. třídu jakosti. Nejvyšší naměřená hodnota 103,80 mS/m ze dne 17. 1. 2016 v ústí – Paskov se však značně blíží k hranici III. třídy jakosti. Trvale nízké hodnoty konduktivity vykazují odběrné místo na prameni, jehož hodnoty nepřesahují 11,09 mS/m. Nejnižší hodnota 8,42 mS/m je na prameni ze dne 12. 4. 2015. Naměřené hodnoty v ústí – Paskov přesahují dokonce rozmezí 5 až 50 mS/m, ve kterém se hodnoty konduktivity v povrchových vodách nejběžněji pohybují, jak uvádí Pitter (2009).

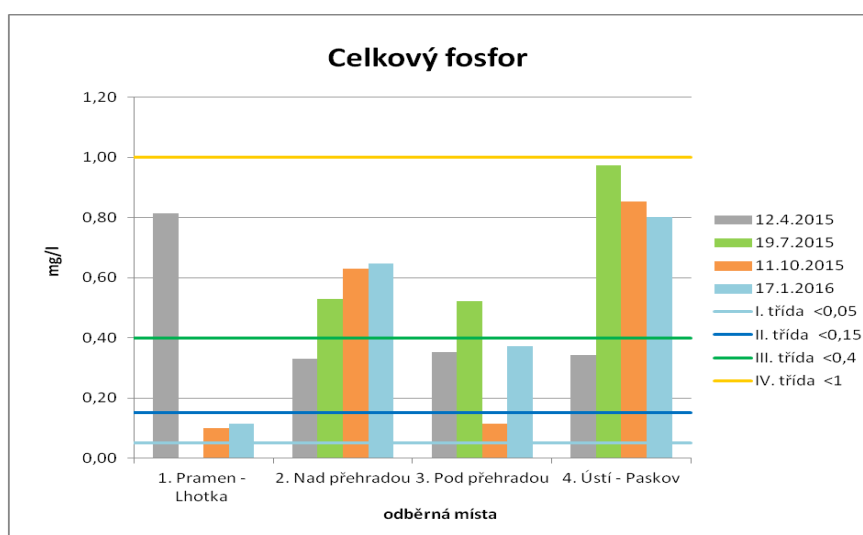
Dusičnanový dusík



Graf 3: Hodnoty dusičnanového dusíku v jednotlivých odběrných místech

Graf 3 se znázorněnými hodnotami dusičnanového dusíku v jednotlivých odběrných místech a termínech měření potvrzuje tvrzení Koppa (2015), že v čistých povrchových a podzemních vodách nacházíme obvykle jednotky mg/l dusičnanového dusíku. Většina hodnot tak spadá do I. třídy jakosti nebo ji jen mírně překračuje. Nejvyšší hodnotu koncentrace vykazuje 11. 10. 2015 čtvrté odběrné místo s hodnotou 4,0 mg/l, nejnižší třetí odběrné místo 19. 7. 2015 s 0,5 mg/l dusičnanového dusíku. Z grafu je dále patrné, že pouze odběrné místo na prameni vykazuje v každém termínu měření vyrovnané hodnoty, ostatní naměřené hodnoty ve zbývajících odběrných místech jsou v rámci I. třídy rozkolísané.

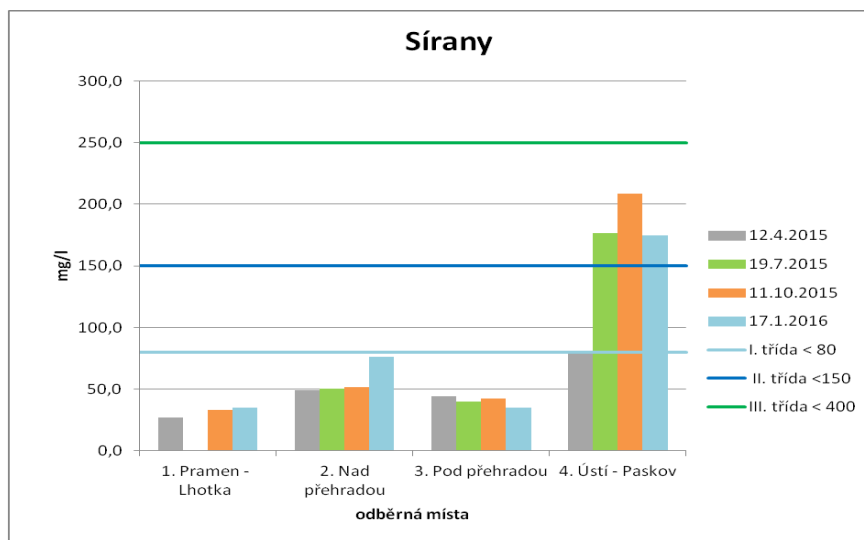
Celkový fosfor



Graf 4: Hodnoty celkového fosforu v jednotlivých odběrných místech

Většina naměřených hodnot koncentrace celkového fosforu uvedených v Grafu 4 řadí vodu do IV. třídy jakosti. Dle ČSN 75 7221 se voda této třídy klasifikuje jako silně znečištěná voda. I Kopp (2015) uvádí, že se koncentrace fosforu v povrchových znečištěných vodách vyskytují v desetínách, výjimečně i jednotkách mg/l. Nejvyšší znečištění fosforem vykazuje čtvrté odběrné místo s nejvyšší hodnotou 0,973 mg/l dne 19. 7. 2015. Nejnižší hodnota 0,100 mg/l je na prameni dne 11. 10. 2015. Na prameni byla naměřena překvapivě vysoká hodnota koncentrace 0,813 mg/l celkového fosforu dne 12. 4. 2015.

Sírany



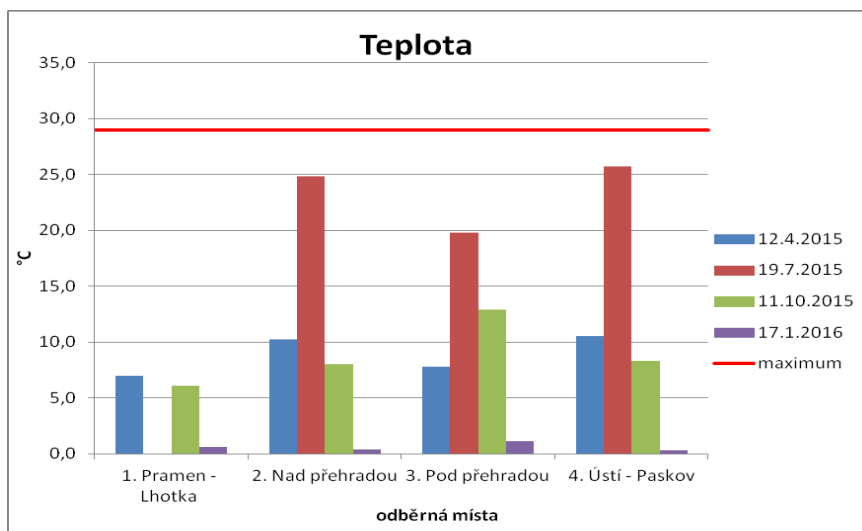
Graf 5: Hodnoty síranů v jednotlivých odběrných místech

Graf 5 ukazuje na prvních třech odběrných místech stabilní hodnoty koncentrace síranů spadající do I. třídy jakosti. Pouze v ústí – Paskov jsou hodnoty výrazně zvýšené a všechny přesahují koncentraci 80 mg/l. Vzorky z odběru v létě, na podzim 2015 a v zimě 2016 přesahují dokonce koncentraci 150 mg/l. Voda je tak řazena až do III. třídy jakosti. Hlavínek, Říha (2004) uvádějí, že typické koncentrační rozmezí síranů je 5 – 200 mg/l, nejvyšší naměřená hodnota ze dne 11. 10. 2015 v ústí – Paskov dosahuje 208,5 mg/l síranů. Nejnižší hodnota 26,9 mg/l je z 12. 4. 2015 na prameni.

5.2 Výsledky podle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod

Grafy v této kapitole uvádějí roční průměrné hodnoty (RP – roční průměr) měřených hodnot s vyznačením průměrné hodnoty přípustného znečištění podle přílohy č. 3 Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod. U grafů teploty a pH jsou však uvedeny naměřené hodnoty ve všech místech a datech odběru a v nich maximální, dolní a horní hranice podle výše zmíněného Nařízení. V grafech opět chybí hodnoty z měření na prameni dne 19. 7. 2015 z důvodu jeho vyschnutí.

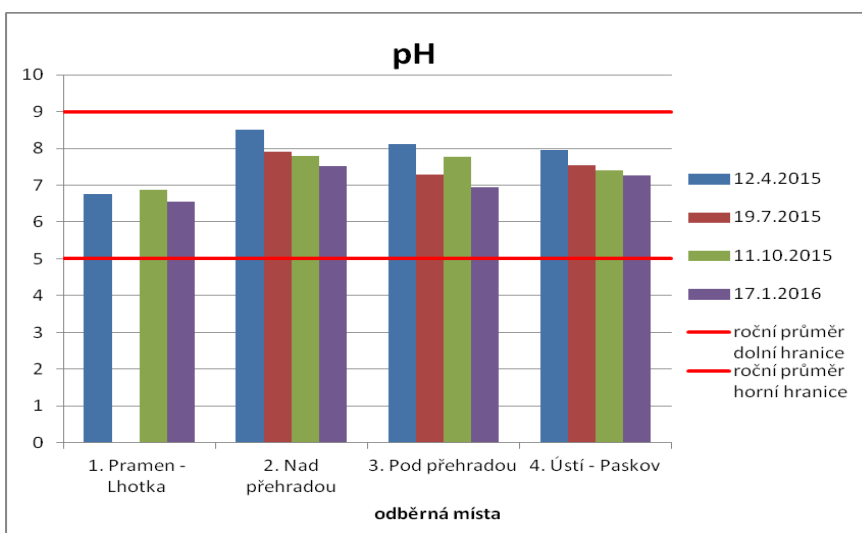
Teplota



Graf 6: Hodnoty teploty v jednotlivých odběrných místech

Graf 6 vyjadřuje naměřené teploty vody z jednotlivých odběrných míst. Maximální přípustná teplota podle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. činí 29 °C. Žádná z naměřených hodnot hranici nepřekročila. Výrazné je zde zvýšení teploty vody dne 19. 7. 2015, které na čtvrtém odběrném místě dosahuje 25,7 °C. Nejnižší teplota 0,3 °C byla zaznamenána u ústí dne 17. 1. 2016.

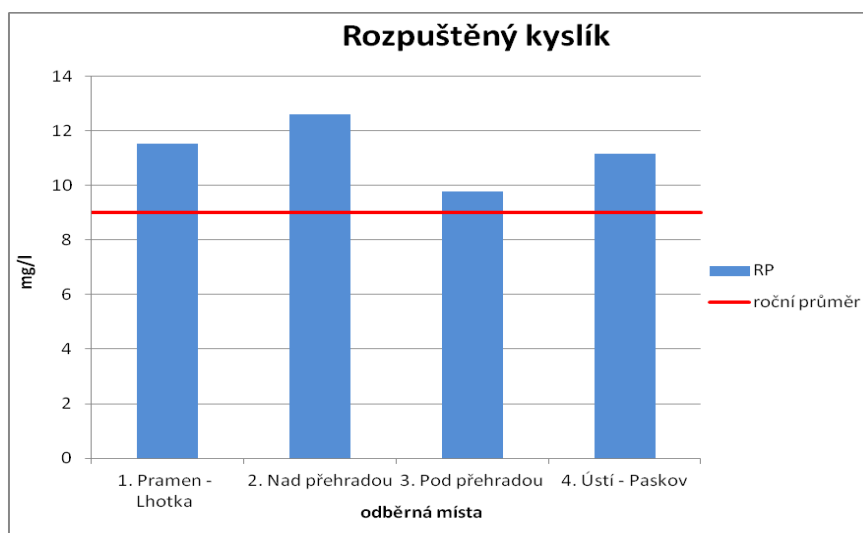
pH



Graf 7: Hodnoty pH v jednotlivých odběrných místech

Podle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. se musí hodnoty pH nacházet v rozmezí 5 až 9. Všechny hodnoty, jak je vidět v Grafu 7, tuto podmínku splňují. Celkově nejnižší hodnoty, které jen těsně nedosahují hodnoty pH 7, byly naměřeny na prameni. Nejvyšší hodnota 8,5 je ze dne 12. 4. 2015 nad přehradou.

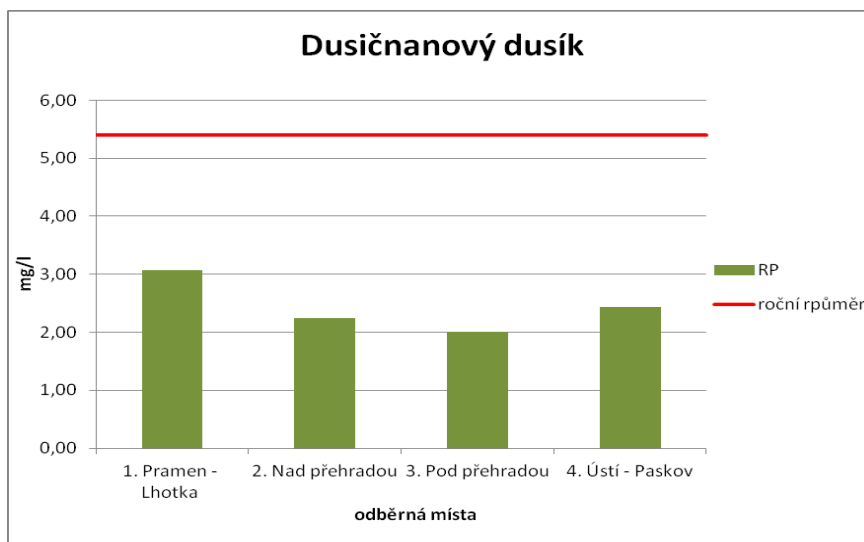
Rozpuštěný kyslík



Graf 8: Průměrné celoroční hodnoty rozpuštěného kyslíku v jednotlivých odběrných místech

Graf 8 ukazuje roční aritmetické průměry hodnot rozpuštěného kyslíku v jednotlivých odběrných místech. Podle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. by roční průměrná hodnota koncentrací kyslíku měla být >9 mg/l. Tuto podmínku všechny průměrné hodnoty splňují. Nejvyšší průměrná hodnota byla 12,598 mg/l na odběrném místě nad přehradou, nejnižší 9,765 mg/l pod přehradou.

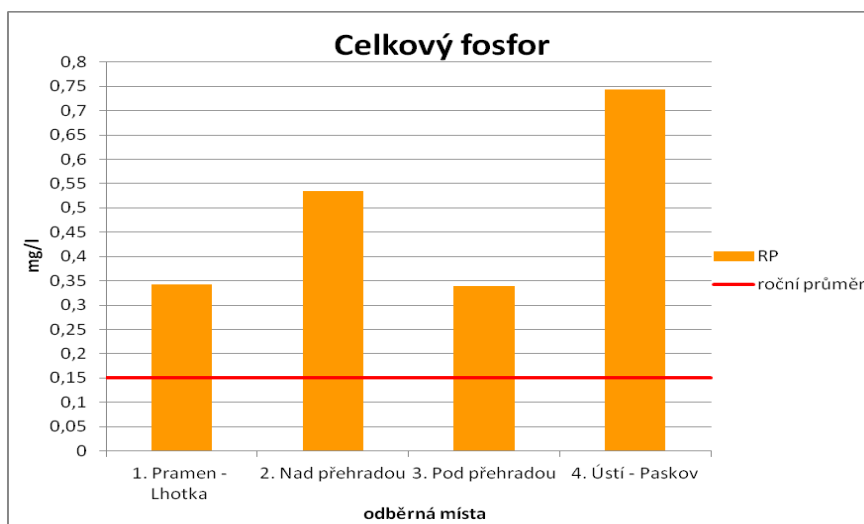
Dusičnanový dusík



Graf 9: Průměrné celoroční hodnoty dusičnanového dusíku v jednotlivých odběrných místech

Z Grafu 9 je patrné, že žádná z průměrných naměřených hodnot dusičnanového dusíku v žádném z odběrných míst zdaleka nedosahuje průměrné hodnoty 5,4 mg/l přípustného znečištění podle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. Nejvyšší průměrná hodnota 3,07 mg/l byla naměřena na prvním odběrném místě, nejnižší 2,00 mg/l pod přehradou.

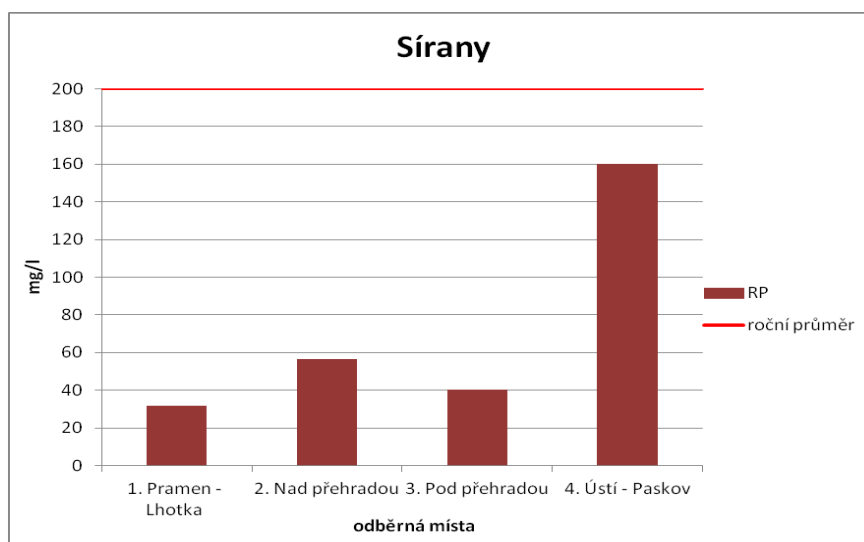
Celkový fosfor



Graf 10: Průměrné celoroční hodnoty celkového fosforu v jednotlivých odběrných místech

V případě celkového fosforu uvádí Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. jako přípustné znečištění vyjádřené ročním průměrem koncentrací 0,15 mg/l celkového fosforu. Z grafu 10 je zřejmé, že naměřené hodnoty tuto hranici překračují, výrazně zvláště v ústí – Paskov, kde průměrná hodnota koncentrace celkového fosforu dosahuje hodnoty 0,743 mg/l. Nejnižší průměrné koncentrace 0,340 mg/l byly naměřeny pod přehradou a na prameni 0,343 mg/l.

Sířany



Graf 11: Průměrné celoroční hodnoty síranů v jednotlivých odběrných místech

Aby byla splněna podmínka ročního průměrného přípustného znečištění sířany podle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., nesmí průměrné hodnoty přesáhnout 200 mg/l. Graf 11 ukazuje, že podmínka byla splněna na všech odběrných místech. Nejvyšší průměrná koncentrace 160,08 mg/l byla zaznamenána v ústí – Paskov, tato hodnota výrazně převyšuje ostatní. Nejnižší hodnota 31,70 mg/l byla zjištěna na prameni.

5.3 Souhrnné vyhodnocení podle ČSN 75 7221

V této kapitole jsou naměřené hodnoty jednotlivých ukazatelů souhrnně vyhodnoceny podle ČSN 75 7221. Výsledná jakost vody byla určena pro každé odběrné místo v každém dni odběru podle nejnepříznivějšího ukazatele. Odběrná místa tak bylo možno rozřadit do jakostních tříd a výsledky barevně vyznačit do mapy.

Výsledky měření jakosti dne 12. 4. 2015 řadí odběrná místa do III. a IV. jakostní třídy. Zhoršená jakost vody je způsobená ve všech případech vysokou koncentrací

celkového fosforu. Odběrná místa nad a pod přehradou a v ústí – Paskov vykazují III. třídu jakosti, na prameni IV. třídu jakosti.

V druhý odběrný den 19. 7. 2015 není známa třída jakosti pro odběrné místo na prameni z důvodu jeho vyschnutí. Ostatní místa odpovídají IV. jakostní třídě, kterou zapříčinila zvýšená koncentrace fosforu.

Vyšší koncentrace fosforu způsobuje zhoršení kvality vody na odběrných místech i dne 11. 10. 2015. Voda na odběrném místě nad přehradou a v ústí byla vyhodnocena ve IV. třídě jakosti, pod přehradou se o dvě kategorie zlepšila a i na prameni se voda řadí do II. třídy jakosti.

Dne 17. 1. 2015 byla na prameni určena II. třída jakosti díky zvýšené koncentraci dusičnanového dusíku a celkového fosforu. Opět kvůli vysoké koncentraci celkového fosforu vykazuje IV. třídu jakosti odběrné místo nad přehradou a v ústí – Paskov, III. třídu odběrné místo pod přehradou.

Zjištěné výsledky ukazují, že největší vliv na jakost vody má koncentrace celkového fosforu, kvůli níž jsou všechna odběrná místa zařazena do II. až IV. třídy. Nebylo však zjištěno žádné odběrné místo, které by odpovídalo V. třídě jakosti.

Na zvýšené koncentraci celkového fosforu má podíl Biocel Paskov a.s. jako dominantní znečišťovatel řeky Olešné. V této výrobně viskóznové buničiny je proces čištění odpadních vod na špičkové úrovni. Problémem však je, že pro málo vodný tok Olešné představuje i toto zbytkové znečištění velkou zátěž. Dalším problémem je, že obec Palkovice v současné době není uspokojivě odkanalizována. Dále se na vyšší koncentraci fosforu projevuje i zbytkové znečištění z čistíren odpadních vod, např. z ČOV Paskov [3]. Zároveň je ale důležité poznamenat, že bez čištění odpadních vod v čistírnách by znečištění vody fosforem bylo mnohem horší.

Souhrnně nejlepší výsledky vykazuje měření ze dne 12. 4. 2015, kdy IV. třída jakosti vody byla zjištěna pouze na odběrném místě na prameni a voda z ostatních odběrných míst odpovídá III. třídě jakosti. Je možné, že na výsledné relativně nízké hodnoty tohoto dne může mít vliv zvýšená hladina vody v důsledku tání sněhové pokrývky ve třech předcházejících dnech. Zároveň se ale domnívám, že vysoká hodnota celkového fosforu na prameni zařazující vodu do IV. třídy jakosti není reálná – mohlo dojít k nepřesnosti nebo chybě v měření. Dalším možným vysvětlením může být momentální kontaminace biologického původu. Kopp (2015) uvádí, že přírodní

eutrofizace vody je vyvolána uvolněním biogenů ze sedimentů a odumřelých vodních organismů. Naopak nepravděpodobné je znečištění celkovým fosforem způsobené hospodářskou činností. Odběrné místo pramen – Lhotka se totiž nachází ve svahu hřebenu Ondřejník, který je celý zalesněn jehličnatým lesem a nejbližší zemědělská půda (pastvina), ze které by znečištění fosforem mohlo pocházet, se nachází až 200 metrů dolů po svahu.

Nejhorší výsledky vykazuje měření ze dne 19. 7. 2015, protože v měsíci červnu a červenci bylo srážek nedostatek a průtoky byly nízké. Podle dat Českého hydrometeorologického ústavu byl celkový úhrn srážek za měsíc červen v Moravskoslezském kraji 51 mm, zatímco dlouhodobý srážkový normál 1961-1990 je pro tento měsíc 108 mm, za měsíc červenec byl celkový úhrn srážek 40 mm, dlouhodobý srážkový normál činí 105 mm [4].

Z hlediska celkové koncentrace dusičnanového dusíku byla nejhorší zjištěnou třídou II. třída jakosti. Dne 12. 4. 2015 a 17. 1. 2015 byla tato třída určena na prameni. Vyšší koncentrace dusičnanového dusíku ve vodě, jak uvádí Pitter (2009), může být způsobena rozkladem dusíkatých organických látek rostlinného původu z jehličí a drobných větviček. Rozkladu tohoto rostlinného materiálu mohla napomáhat vlhkost ze sněhové pokrývky.

6 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývala sledováním a vyhodnocením vybraných ukazatelů kvality vody toku Olešná po dobu jednoho roku. Na čtyřech odběrných místech byly provedeny odběry vody z vodního toku vždy jednou v každém ročním období. Na každém odběrném místě byla v terénu stanovena teplota vody, pH, rozpuštěný kyslík a konduktivita. V následujícím dni byla z odebraných vzorků vody provedena laboratorní analýza dusičnanového dusíku, celkového fosforu a síranů s využitím spektrofotometru. Následně byly zjištěné hodnoty vyhodnoceny a zařazeny do tříd jakosti podle normy ČSN 75 7221 Klasifikace jakosti povrchových vod. Naměřené hodnoty byly také porovnány s hodnotami přípustného znečištění povrchových vod z 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.

Podle souhrnného vyhodnocení dle normy ČSN 75 7221 Klasifikace jakosti povrchových vod je možno říci, že voda ze všech odběrných míst v průběhu celého roku byla zařazena do II. až IV. třídy jakosti. Jde tedy o mírně znečištěnou vodu, znečištěnou vodu nebo o silně znečištěnou vodu. Výsledné třídy jakosti jsou převážně určeny zvýšenou koncentrací celkového fosforu a v jednom případě koncentrací dusičnanového dusíku. Ostatní měřené ukazatele odpovídají I. a II. jakostní třídě, v případě odběrného místa ústí – Paskov i třídě III. kvůli zvýšené koncentraci síranů a vyšší konduktivitě. Důvodem znečištění vody celkovým fosforem je hlavně antropogenní činnost, podíl na znečištění má výrobce viskózní buničiny Biocel Paskov a.s., zbytkové znečištění z čistíren odpadních vod a neuspokojivé odkanalizování obce Palkovice.

Zjištěné hodnoty měřených ukazatelů lze však považovat spíše za orientační z důvodu malé četnosti měření a počtu odběrných míst. Z téhož důvodu můžeme také o příčinách zvýšených hodnot konkrétních ukazatelů pouze diskutovat.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- CULEK, Martin a kol. *Biogeografické regiony České republiky*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2013. ISBN 978-80-210-6693-9.
- HETEŠA, Jiří a Eva KOČKOVÁ. *Hydrochemie*. 1.vyd. Brno: MZLU, 1998, 95 s.,přil. ISBN 80-7157-289-6.
- HETEŠA, Jiří. *Cvičení z hydrochemie*. 1. vyd. Praha: SPN, 1981, 83 s.
- HLAVÍNEK, Petr, Jaromír ŘÍHA, Vanda KUŽMOVÁ a Jana MIKLÁNKOVÁ. *Jakost vody v povodí*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004, 209 s. :. ISBN 80-214-2815-5.
- HORÁKOVÁ, Marta. *Analytika vody*. Vyd. 2., opr. a rozš. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003, 335 s. ISBN 80-7080-520-x.
- HUBAČÍKOVÁ, Věra a Petra OPPELTOVÁ. *Úpravy vodních toků a ochrana vodních zdrojů*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, 130 s. ISBN 978-80-7375-243-9.
- CHÁB, Jan. *Geologie České republiky*. Vyd. 1. Praha: Česká geologická služba, 2010. ISBN 978-80-7075-739-0.
- KOPP, Radovan. *Hydrochemie nejen pro rybáře*. 1. Vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015, 120 s. ISBN 978-80-7509-352-3
- KOZÁK, Josef a Jan NĚMEČEK. *Atlas půd České republiky*. 2., upr. vyd. Praha: ČZU Praha, 2009. ISBN 978-80-213-2008-6.
- MANÍČEK, Jiří. *Atlas hlavních vodních toků povodí Odry*. Ostrava: Povodí Odry, státní podnik, 2012, 108 s.
- OPPELTOVÁ, Petra. *Ochrana vodních zdrojů*. Vydání první. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015, 103 stran. ISBN 978-80-7509-218-2.
- PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 4., aktualiz. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2009, 579 s. ISBN 978-80-7080-701-9.
- QUITT, Evžen. *Klimatické oblasti Československa*. Brno, 1971.
- ŘÍHA, J. a kol. *Jakost vody v povrchových vodních tocích a její matematické modelování*. 1. vyd. Brno: NOEL 2000, 2002. 269 s. ISBN 80-86020-31-2.
- TLAPÁK, Václav, Vladimír LEGÁT a Jan ŠÁLEK. *Voda v zemědělské krajině*. 1. vyd. Praha: Brázda, 1992, 318 s. ISBN 80-209-0232-5.

TOLASZ, Radim. *Atlas podnebí Česka*. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2007. ISBN 978-80-86690-26-1.

WEISSMANNOVÁ, Hana. *Ostravsko*. Vyd. 1. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2004. ISBN 80-86064-67-0.

Legislativa

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

ČSN 75 7221 Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod

Nářízení 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

Internetové zdroje

[1] Olešná (přítok Ostravice). Wikipedie, otevřená encyklopedie [online]. [cit. 15. 12. 2015]. Dostupné z WWW: < <http://www.cs.wikipedia.org/wiki/> >.

[2] Olešná. Atlas vodních toků povodí Odry [online]. [cit. 20. 3. 2016]. Dostupné z WWW: < <http://www.pod.cz/> >.

[3] Plán oblasti povodí Odry [online]. [cit. 31. 3. 2016]. Dostupné z WWW: < <http://www.pod.cz/> >.

[4] Územní srážky. Český hydrometeorologický ústav [online]. [cit. 10. 4. 2016]. Dostupné z WWW: < <http://portal.chmi.cz/> >.

8 SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Mezní hodnoty tříd jakosti vody pro vybrané ukazatele podle normy ČSN 75 7221

Tab. 2: Třídy jakosti povrchových vod a jejich barevné označení na mapě podle normy ČSN 75 7221

Tab. 3: Ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod přílohy č. 3 Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod

9 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Hodnoty rozpuštěného kyslíku v jednotlivých odběrných místech

Graf 2: Hodnoty konduktivity v jednotlivých odběrných místech

Graf 3: Hodnoty dusičnanového dusíku v jednotlivých odběrných místech

Graf 4: Hodnoty celkového fosforu v jednotlivých odběrných místech

Graf 5: Hodnoty síranů v jednotlivých odběrných místech

Graf 6: Hodnoty teploty v jednotlivých odběrných místech

Graf 7: Hodnoty pH v jednotlivých odběrných místech

Graf 8: Průměrné celoroční hodnoty rozpuštěného kyslíku v jednotlivých odběrných místech

Graf 9: Průměrné celoroční hodnoty dusičnanového dusíku v jednotlivých odběrných místech

Graf 10: Průměrné celoroční hodnoty celkového fosforu v jednotlivých odběrných místech

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Pramen Olešné (archiv autorky, 2015)

Obr. 2: Nad přehradou Olešná (archiv autorky, 2015)

Obr. 3: Pod přehradou Olešná (archiv autorky, 2015)

Obr. 4: Ústí Olešné v Paskově (archiv autorky, 2015)

11 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Naměřené hodnoty teploty

Příloha 2: Naměřené hodnoty pH

Příloha 3: Naměřené hodnoty rozpuštěného kyslíku

Příloha 4: Naměřené hodnoty konduktivity

Příloha 5: Naměřené hodnoty dusičnanového dusíku

Příloha 6: Naměřené hodnoty celkového fosforu

Příloha 7: Naměřené hodnoty síranů

Příloha 8: Celoroční průměrné hodnoty vybraných ukazatelů

Příloha 9: Mapa řeky Olešné s vyznačením míst odběru 1 - 4

Příloha 10: Jakost vody toku Olešná 12. 4. 2015

Příloha 11: Jakost vody toku Olešná 19. 7. 2015

Příloha 12: Jakost vody toku Olešná 11. 10. 20

Příloha 13: Jakost vody toku Olešná 17. 1. 2016

PŘÍLOHY

Příloha 1: Naměřené hodnoty teploty

Teplota (°C)	12.4.2015	19.7.2015	11.10.2015	17.1.2016
1. Pramen - Lhotka	7,0	x	6,1	0,6
2. Nad přehradou	10,2	24,8	8,0	0,4
3. Pod přehradou	7,8	19,8	12,9	1,1
4. Ústí - Paskov	10,5	25,7	8,3	0,3

Příloha 2: Naměřené hodnoty pH

pH	12.4.2015	19.7.2015	11.10.2015	17.1.2016
1. Pramen - Lhotka	6,76	x	6,87	6,55
2. Nad přehradou	8,50	7,91	7,79	7,51
3. Pod přehradou	8,12	7,28	7,76	6,95
4. Ústí - Paskov	7,95	7,54	7,40	7,27

Příloha 3: Naměřené hodnoty rozpuštěného kyslíku

Rozpuštěný kyslík (mg/l)	12.4.2015	19.7.2015	11.10.2015	17.1.2016
1. Pramen - Lhotka	11,01	x	11,07	12,53
2. Nad přehradou	12,57	9,58	13,47	14,77
3. Pod přehradou	11,24	6,78	9,79	11,25
4. Ústí - Paskov	11,74	7,30	11,28	14,38

Příloha 4: Naměřené hodnoty konduktivity

Konduktivita (mS/m)	12.4.2015	19.7.2015	11.10.2015	17.1.2016
1. Pramen - Lhotka	8,42	x	10,64	11,09
2. Nad přehradou	39,00	46,90	47,70	54,80
3. Pod přehradou	34,90	42,00	30,60	32,90
4. Ústí - Paskov	44,30	67,80	72,90	103,80

Příloha 5: Naměřené hodnoty dusičnanového dusíku

Dusičnanový dusík (mg/l)	12.4.2015	19.7.2015	11.10.2015	17.1.2016
1. Pramen - Lhotka	3,1	x	3,0	3,1
2. Nad přehradou	2,3	1,7	2,7	2,3
3. Pod přehradou	2,8	0,5	1,5	3,2
4. Ústí - Paskov	1,7	2,1	4,0	1,9

Příloha 6: Naměřené hodnoty celkového fosforu

Celkový fosfor (mg/l)	12.4.2015	19.7.2015	11.10.2015	17.1.2016
1. Pramen - Lhotka	0,813	x	0,100	0,115
2. Nad přehradou	0,330	0,529	0,629	0,646
3. Pod přehradou	0,352	0,521	0,114	0,372
4. Ústí - Paskov	0,342	0,973	0,854	0,801

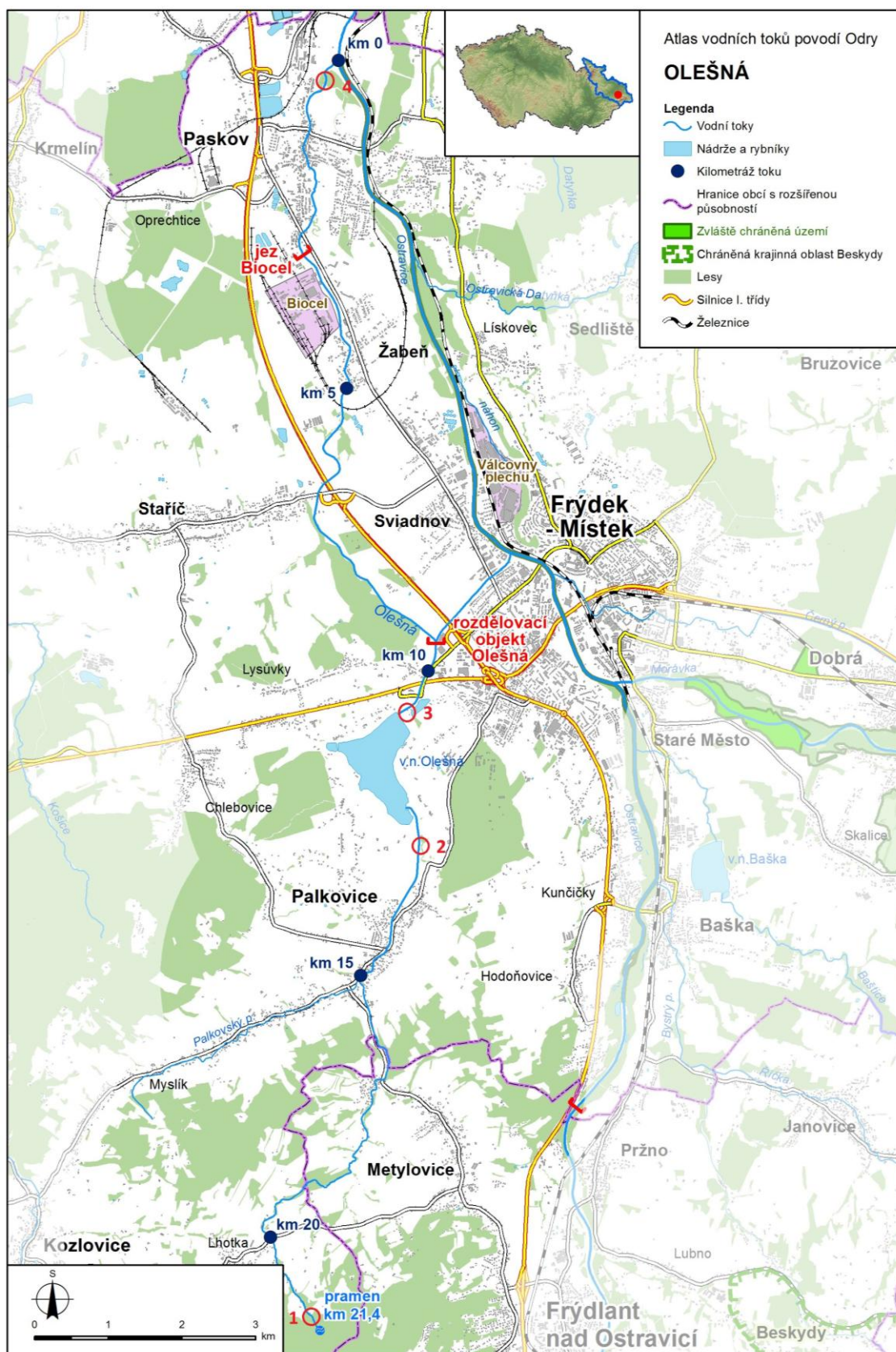
Příloha 7: Naměřené hodnoty síranů

Sírany (mg/l)	12.4.2015	19.7.2015	11.10.2015	17.1.2016
1. Pramen - Lhotka	26,9	x	33,0	35,2
2. Nad přehradou	48,9	50,2	51,5	76,1
3. Pod přehradou	44,2	40,0	42,3	34,9
4. Ústí - Paskov	80,2	176,7	208,5	174,9

Příloha 8: Celoroční průměrné hodnoty vybraných ukazatelů

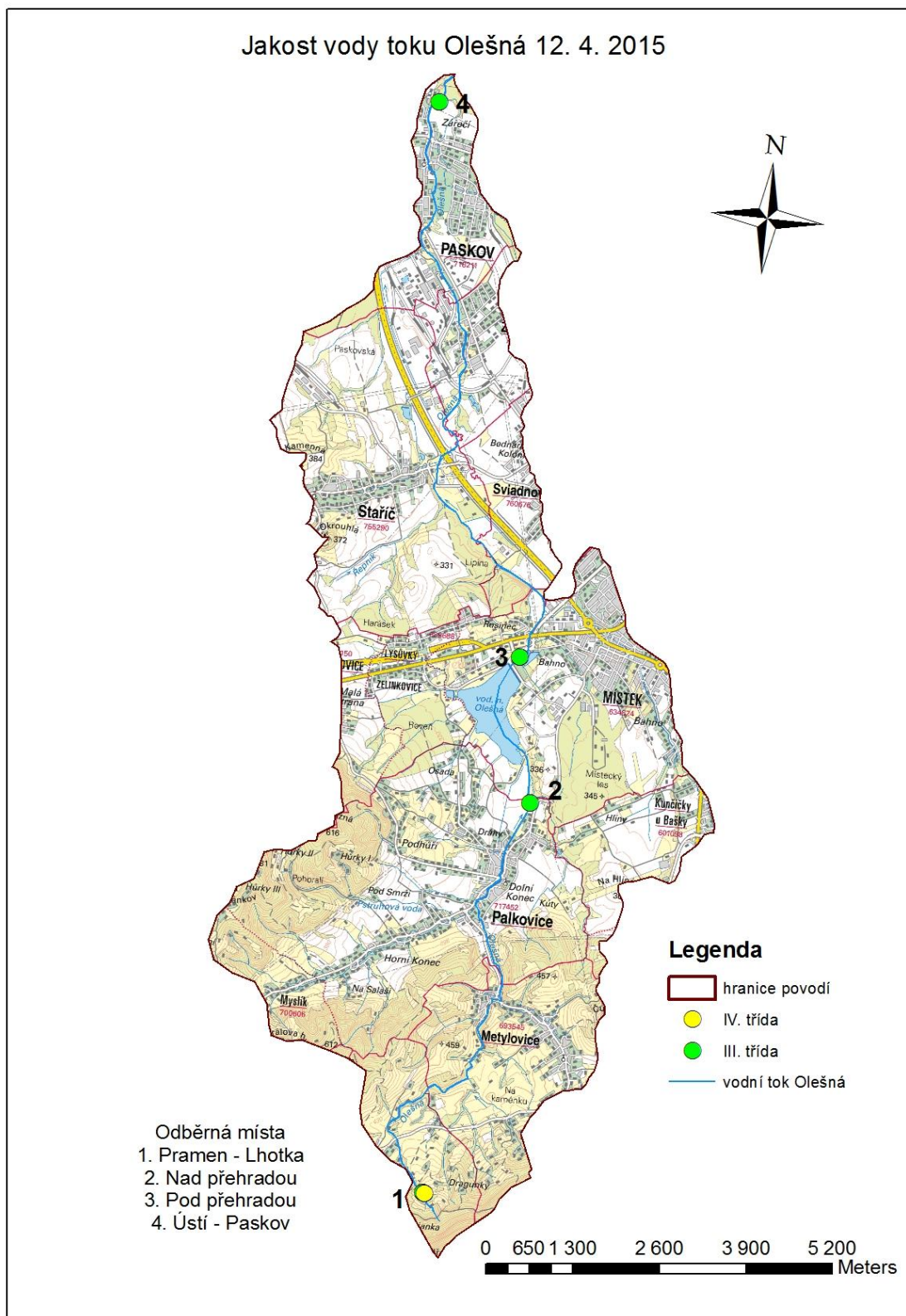
Celoroční průměrné hodnoty	pH	Rozpuštěný kyslík (mg/l)	Dusičnanový dusík (mg/l)	Celkový fosfor (mg/l)	Sírany (mg/l)
1. Pramen - Lhotka	6,727	11,537	3,07	0,343	31,70
2. Nad přehradou	7,928	12,598	2,25	0,534	56,68
3. Pod přehradou	7,528	9,765	2,00	0,340	40,35
4. Ústí - Paskov	7,540	11,175	2,43	0,743	160,08

Příloha 9: Mapa řeky Olešné s vyznačením míst odběru 1 - 4 [2]



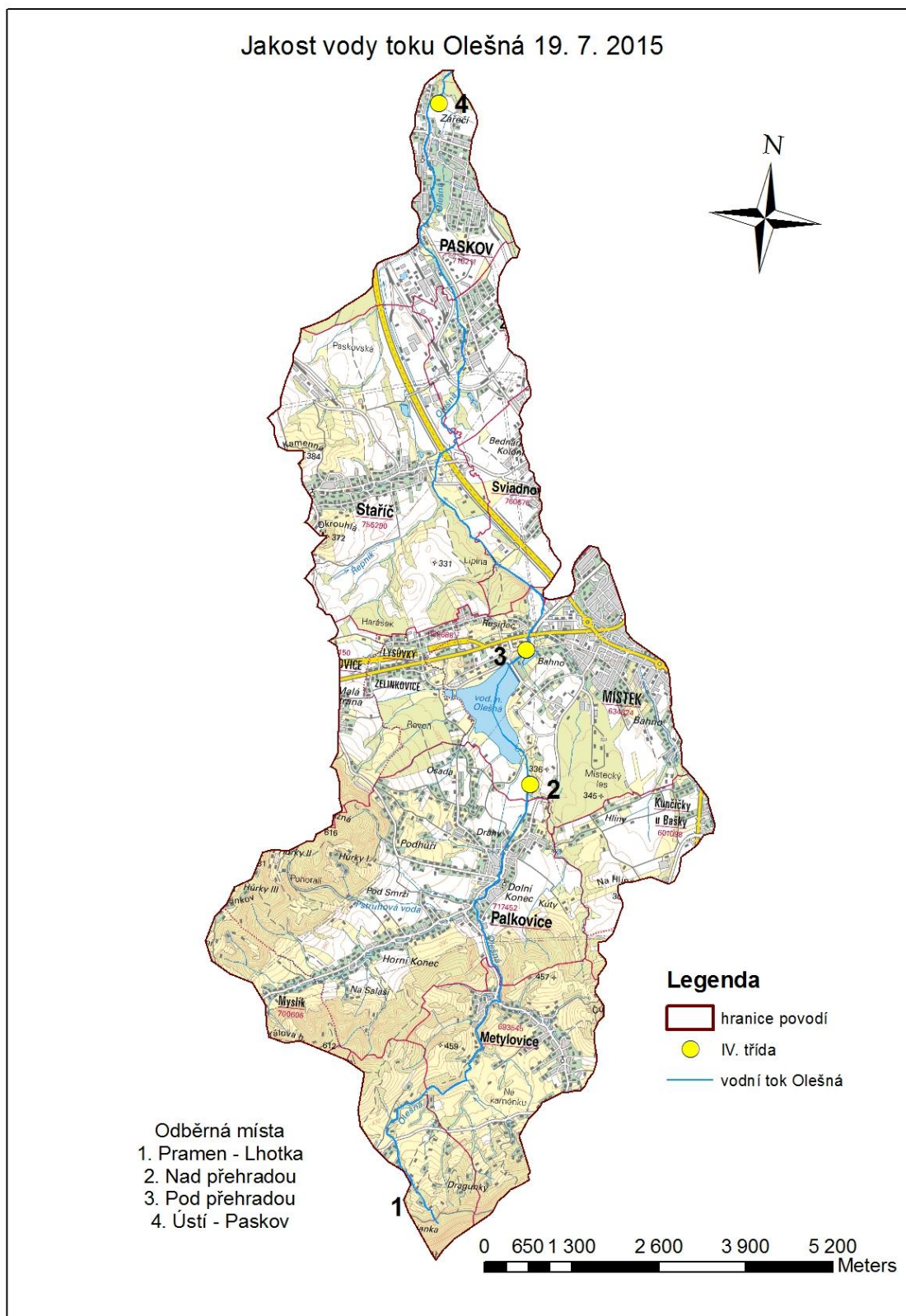
Příloha 10: Jakost vody toku Olešná 12. 4. 2015

Podklad: ZM 50 (© ČÚZK, www.cuzk.cz); A07_Povodi_IV, A08_Povodi_III
z DIBAVOD (© VÚV TGM, v.v.i., www.dibavod.cz)



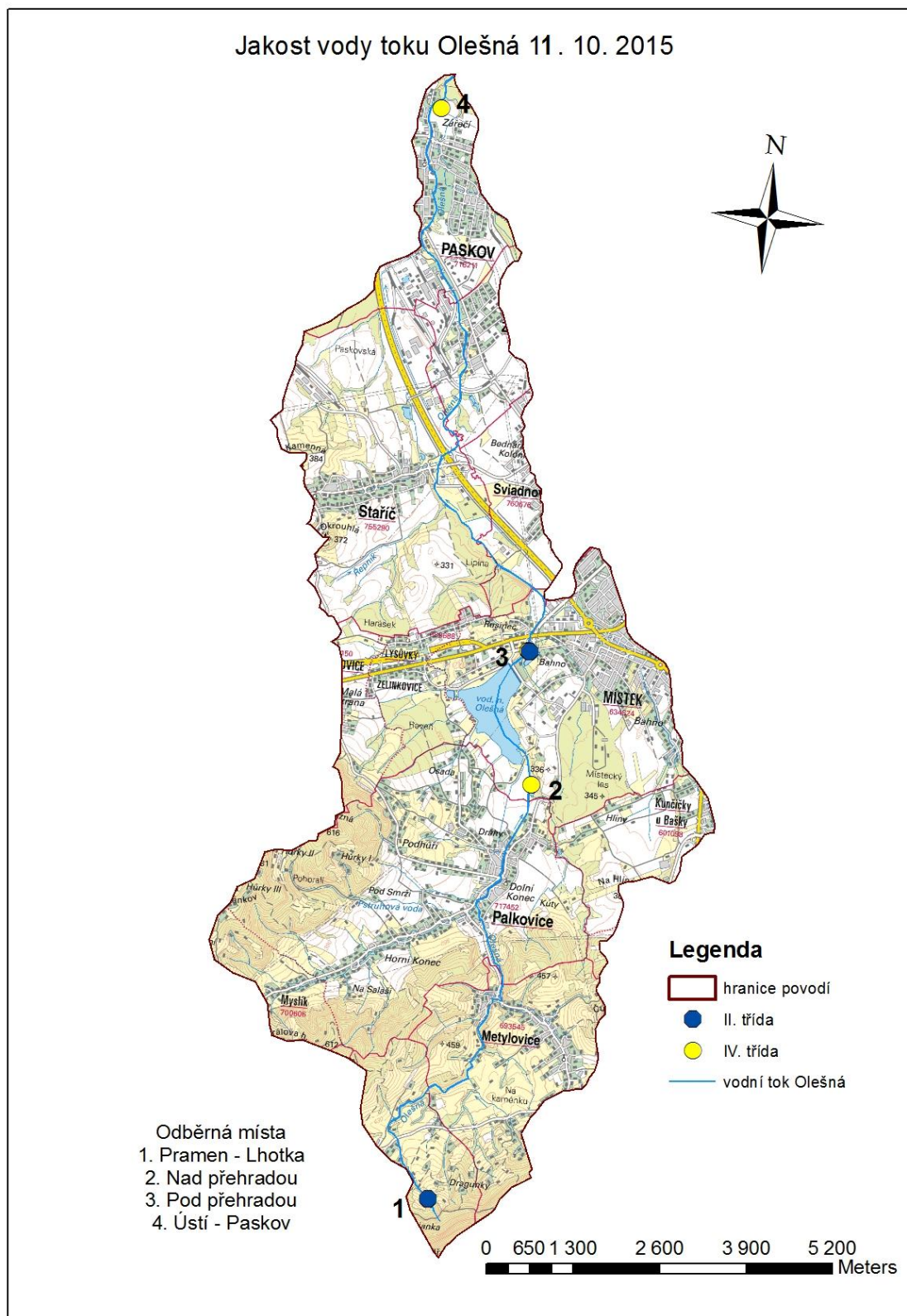
Příloha 11: Jakost vody toku Olešná 19. 7. 2015

Podklad: ZM 50 (© ČÚZK, www.cuzk.cz); A07_Povodi_IV, A08_Povodi_III
z DIBAVOD (© VÚV TGM, v.v.i., www.dibavod.cz)



Příloha 12: Jakost vody toku Olešná 11. 10. 2015

Podklad: ZM 50 (© ČÚZK, www.cuzk.cz); A07_Povodi_IV, A08_Povodi_III
z DIBAVOD (© VÚV TGM, v.v.i., www.dibavod.cz)



Příloha 13: Jakost vody toku Olešná 17. 1. 2016

Podklad: ZM 50 (© ČÚZK, www.cuzk.cz); A07_Povodi_IV, A08_Povodi_III
z DIBAVOD (© VÚV TGM, v.v.i., www.dibavod.cz)

