

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav aplikované a krajinné ekologie



Hodnocení jakosti vody v nádrži Vranov nad Dyjí
Diplomová práce

Vedoucí práce:
Ing. Petra Oppeltová, Ph.D.

Vypracovala:
Bc. Markéta Drgová

Brno 2016



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Markéta Drgová**
Studijní program: Zemědělská specializace
Obor: Agroekologie
Název tématu: **Hodnocení jakosti vody v nádrži Vranov nad Dyjí**
Rozsah práce: 50 stran textu, tabulky, grafy, mapové přílohy, fotodokumentace

Zásady pro vypracování:

1. Problematika ochranných pásem vodních zdrojů, jakost vody, znečišťování vod, související vodoprávní legislativa – literární rešerše
2. Přírodní a hospodářské podmínky v zájmovém území – povodí nad nádrží
3. Charakteristika nádrže Vranov nad Dyjí, popis stávajících ochranných pásem
4. Hodnocení vybraných ukazatelů jakosti vody
5. Zhodnocení účinnosti stávajících ochranných pásem
6. Vypracování rizikové analýzy pro optimalizaci ochrany vodního zdroje
7. Diskuse a závěr

Seznam odborné literatury:

1. 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.
2. NOVÁKOVÁ, P. – NOVÁK, J. Nádrž vranov nad dyjí – problematika ochranných pásem a vývoj kvality surové vody od roku 1984. In *Pitná voda 2004*. České Budějovice: W&ET Team, 2004, s. 339–345. ISBN 80-239-2936-4.
3. HLAVÁČ, J et al.: Učebnice vodárenství, CD rom, Vodárenská akciová spol. Brno, 2003
4. NOVÁK, J.: OP ve smyslu zákona č.137/1998 Sb. (novela zákona č. 138/1973 Sb. o vodách) a vyhlášky č.137/ 1999 Sb., VAS a.s.,Brno,2000
5. PITTER, P.: Hydrochemie. 2.vyd. Praha. VŠCHT, 1999, 568 s.
6. Říha, J. et al.: Jakost vody v povrchových tocích a její matematické modelování. 1.vyd.Brno. NOEL 2000 s r.o., 267 s.
7. Zákon č. 274/2001 Sb. v platném znění o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a s tím související prováděcí předpisy
8. Zákon o vodách č. 254/2001 Sb. v platném znění a s tím související prováděcí předpisy

Datum zadání diplomové práce: říjen 2013

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2015

L. S.



Bc. Markéta Drgová
Autorka práce



Ing. Petra Opletová, Ph.D.
Vedoucí práce



prof. Ing. František Toman, CSc.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc.
Děkan AF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: **Hodnocení jakosti vody v nádrži Vranov nad Dyjí** 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 *Směrnici 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 14. 4. 2016

.....
Bc. Markéta Drgová

Tímto děkuji své vedoucí diplomové práce Ing. Petře Oppeltové, Ph.D. za pomoc, ochotu, připomínky a rady při zpracovávání mé diplomové práce, ale také i za čas strávený při konzultacích.

V neposlední řadě děkuji i Ing. Jiřímu Novákovi z VODÁRENSKÉ AKCIOVÉ SPOLEČNOSTI, a.s. za poskytnutí materiálů i dat potřebných k vypracování této diplomové práce, také za jeho rady, informace a čas strávený při konzultacích.

Poděkování patří i mé rodině za podporu během mého studia.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá hodnocením jakosti vody v nádrži Vranov nad Dyjí.

První část diplomové práce je pojata jako literární rešerše a je zaměřena na obecný popis vody, druhy vod, jakost vody, znečišťování vod, ochranu vod a související vodohospodářskou legislativu. Pozornost je věnována i lodní dopravě na Vranově. V závěru první části jsou popsány přírodní a hospodářské podmínky zájmového území – Vranov nad Dyjí a je zde také charakterizováno Povodí Moravy s.p.

Druhá část diplomové práce je zaměřena prakticky. Jsou zde zhodnoceny a graficky znázorněny vybrané ukazatele jakosti vody. Je zhodnocena účinnost stávajících ochranných pásem a je vypracována riziková analýza pro optimalizaci ochrany vodního zdroje.

Klíčová slova

ochrana vod, ochranná pásma, riziková analýza, optimalizace vodního zdroje

Abstract

This thesis deals with the evaluation of water quality in the Vranov Reservoir.

The first part is literary research and it is focused on describing the water, types of water, water quality, water pollution, water protection and related legislation. Another part of this thesis is about ship transportation in the Vranov Reservoir. At the end of the first part, there is description of the natural and economic conditions of the area of interest - Vranov nad Dyjí. We can find also characteristic of Povodí Morava s.p. in this part

The second part of the thesis is focused in practice. There are evaluated and graphically illustrates selected indicators of water quality. There is evaluated the effectiveness of existing protection zones and developed risk analysis to optimize the protection of water resources.

Keywords

water protection, protection zones, risk analysis, optimization of water resources

OBSAH

1	ÚVOD	11
2	CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE	12
2.1	Cíle teoretické části práce.....	12
2.2	Cíle praktické části práce.....	12
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE	13
3.1	Voda obecně	13
3.2	Říční krajina	14
3.3	Druhy vod podle původu	14
3.3.1	Atmosférická voda.....	14
3.3.2	Povrchová voda.....	15
3.3.3	Podpovrchová voda	15
3.4	Druhy vod podle účelu	15
3.4.1	Pitná voda.....	16
3.4.2	Užitková voda.....	16
3.4.3	Provozní voda.....	17
3.4.4	Odpadní voda.....	17
3.5	Jakost povrchových vody	17
3.5.1	Klasifikace jakosti vody v tocích.....	17
3.5.2	Třídy jakosti tekoucí povrchové vody.....	19
3.5.3	Procesy ovlivňující jakost povrchové vody	21
3.6	Znečištění povrchových vod.....	22
3.7	Jakost surové vody	22
3.7.1	Klasifikace surové vody	22
3.7.2	Kategorie surové vody	23
3.8	Ochrana vod.....	24

3.8.1	Obecná ochrana vod.....	25
3.8.2	Zvláštní ochrana	25
3.8.3	Speciální ochrana	27
3.9	Legislativa	31
3.9.1	Zákon č. 254/2001 Sb., v platném znění	31
3.9.1	Zákon č. 274/2001 Sb., v platném znění	31
3.9.2	Vyhláška č. 46/2015 Sb., v platném znění	32
3.9.1	Vyhláška č. 428/2011 Sb., v platném znění.....	32
3.9.2	Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., v platném znění	32
3.9.3	Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., v platném znění	33
3.9.4	Nařízení vlády č. 71/2003 Sb., v platném znění.....	33
4	MATERIÁL A METODIKA ZPRACOVÁNÍ	35
4.1	Materiál a metodika zpracování teoretické části práce.....	35
4.2	Materiál a metodika zpracování praktické části práce.....	35
5	CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉ OBLASTI	38
5.1	Povodí Moravy s. p.....	38
5.2	Nejvýznamnější vodní toky	38
5.2.1	Řeka Morava.....	38
5.2.1	Řeka Dyje.....	39
5.3	Přírodní a hospodářské podmínky v zájmovém území.....	39
5.3.1	Vymezení oblasti povodí Dyje.....	39
5.3.2	Klimatické a výškové poměry	40
5.3.3	Geomorfologické poměry	41
5.3.4	Hydrologické poměry.....	41
5.3.5	Pedologické poměry.....	42
5.3.6	Lesní poměry	42
5.3.7	Zemědělství	43

5.4	Charakteristika nádrže Vranov nad Dyjí	43
5.4.1	Historie vodního díla Vranov	43
5.4.2	Vodního dílo Vranov nad Dyjí	44
6	VEŘEJNÁ VODNÍ DOPRAVA	49
6.1	Historie	49
6.2	Současné problémy	50
7	VÝSLEDKY A DISKUZE	53
7.1	Hodnocení vybraných ukazatelů jakosti vody	53
7.1.1	Dusičnany (NO_3^-)	53
7.1.2	Chemická spotřeba kyslíku manganistanem - CHSK_{Mn}	54
7.1.3	Amonné ionty NH_4^+	54
7.1.4	Železo Fe	55
7.1.5	Mangan Mn	55
7.1.6	Chloridy	55
7.1.7	Sírany SO_4^{2+}	56
7.1.8	Fosforečnany	56
7.2	Popis a zhodnocení účinnosti stávajících ochranných pásem	58
7.3	Riziková analýza pro optimalizaci ochrany vodního zdroje	59
7.3.1	Ohrožení vodního zdroje vlivem přírodních poměrů	60
7.3.1.1	<i>Zranitelnost morfologická</i>	60
7.3.1.2	<i>Zranitelnost půd</i>	61
7.3.2	Odběry vody, nakládání s vodami a nakládání se závadnými látkami	61
7.3.2.1	<i>Odběry vody</i>	61
7.3.2.2	<i>Produkce odpadních vod</i>	62
7.3.2.3	<i>Nakládání se závadnými látkami</i>	63
7.3.2.4	Doposud neznámá rizika	63
7.3.3	Charakteristika druhů pozemků a způsob jejich využívání	64

7.3.3.1	<i>Ochranné pásmo I. stupně</i>	64
7.3.3.2	<i>Ochranné pásmo II. stupně</i>	65
7.3.3.3	<i>Vlastní zátoka</i>	66
7.3.4	Údaje o bodových, plošných a liniových zdrojích znečištění	67
7.3.5	Závěr analýzy rizik	68
8	ZÁVĚR	69
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	73
9.1	Použitá literatura	73
9.2	Použité internetové zdroje	76
9.3	Použitá legislativa	77
10	SEZNAM OBRÁZKŮ	80
11	SEZNAM TABULEK	81
12	SEZNAM PŘÍLOH	82
13	PŘÍLOHY	85
A	Vzorový řez hrází	84
B	Grafy vybraných ukazatelů jakosti vody	85
C	Mapa ochranných pásem	89

1 ÚVOD

„Zemi nedědíme po předcích, nýbrž si ji jen vypůjčujeme od našich dětí.“

Antoine de Saint-Exupéry

Voda je chemická sloučenina vodíku a kyslíku. Je přítomná ve většině přírodních látek - v mořích, v půdě, v rostlinách i v tělech živočichů. Je také obvykle považována jako nejobyčejnější, ale i nejdůležitější kapalina.

Již od starověku lidé budovali centra civilizací v blízkosti toků řek, kde využívali závlahové systémy pro pěstování plodin. V poslední době ale voda není jen obávaným a ničivým živlem, ale je také nezbytná pro život. Víc než kdykoli jindy si právě lidé začínají uvědomovat potřebu vody a s tím související snahu o ochranu vodních ekosystémů.

Péče o jakost vody má v naší zemi bohatou tradici, neboť již v roce 1947 se konal jeden z prvních vodohospodářských seminářů „Péče o čistotu vod“.

Se vzrůstajícím důrazem na řešení ekologických problémů je v posledních letech věnována celosvětově značná pozornost i právě problematice jakosti vody.

2 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem mé diplomové práce na téma *Hodnocení jakosti vody v nádrži Vranov nad Dyjí* je zhodnocení jakosti vody v nádrži Vranov nad Dyjí, zároveň také zhodnocení účinnosti stávajících ochranných pásem a následně vypracování rizikové analýzy pro optimalizaci ochrany vodního zdroje.

2.1 Cíle teoretické části práce

Cílem teoretické části mé diplomové práce bylo vypracování literární rešerše týkající se problematiky ochranných pásem vodních zdrojů, jakosti vody, znečišťování vod a také související vodoprávní legislativy. V literární rešerši je zpracována charakteristika nádrže Vranov nad Dyjí i s popisem stávajících se ochranných pásem. Nezbytnou součástí teoretické části práce je charakteristika přírodních a hospodářských podmínek na území povodí pod nádrží.

2.2 Cíle praktické části práce

Cílem praktické části mé diplomové práce bylo zhodnocení účinnosti stávajících ochranných pásem. Dalším cílem praktické části bylo hodnocení vybraných ukazatelů jakosti vody. Nezbytnou součástí této části bylo vypracování rizikové analýzy pro optimalizaci ochrany vodního zdroje.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Voda obecně

Voda je jednou z chemicky nejjednodušších sloučenin. Molekula vody je tvořena dvěma atomy vodíku a jedním atomem kyslíku. S vodou se můžeme setkat ve třech různých skupenstvích, a to v podobě ledu – tuhé skupenství, v podobě kapaliny – kapalně skupenství a v podobě páry – plynné skupenství (Blažek, 2006, s. 15).

Z celkové rozlohy povrchu Země (510,1 milionů km²) zaujímá světový oceán 360,7 milionů km², což je přibližně 71 %. Na celkovém objemu hydrosféry (vodního obalu Země) se pak podílí přibližně 97,7 %. Zbývající necelá 3 % objemu hydrosféry jsou pak dále rozdělena na zbylá prostředí jako ledovce, povrchovou vodu na souši, podpovrchovou vodu a vodu v atmosféře (Blažek, 2006, s. 15).

Jak upozorňuje Říha (2014, s. 18), význam vody pro lidstvo zdůraznilo vyhlášení „Evropské vodní charty“ z roku 1968, přičemž ve své publikaci uvádí následující stručný přehled názvů jednotlivých kapitol:

- 1. Bez vody není života. Voda je drahocenná a pro člověka ničím nenahraditelná surovina.*
- 2. Zásoby sladké vody nejsou nevyčerpatelné. Je proto nezbytné zásoby udržovat, chránit a podle možnosti rozhojňovat.*
- 3. Znečišťování vody způsobuje škody člověku i ostatním organismům, závislým na vodě.*
- 4. Jakost vody musí odpovídat požadavkům pro různé způsoby jejího využití, zejména musí odpovídat normám lidského zdraví.*
- 5. Po vrácení použité vody do zdroje nesmí tato zabránit dalšímu použití pro veřejné i soukromé účely.*
- 6. Pro zachování vodních zdrojů má zásadní vliv rostlinstvo, především les.*
- 7. Vodní zdroje musí být zachovány.*
- 8. Příslušné orgány musí plánovat účelné hospodaření s vodními zdroji.*

9. *Ochrana vody vyžaduje zintenzivnění vědeckého výzkumu, výchovu odborníků a informování veřejnosti.*
10. *Voda je společným majetkem, jehož hodnota musí být všemi uznávána. Povinností každého je užívat vodu účelně a ekonomicky.*
11. *Hospodaření s vodními zdroji by se mělo provádět v rámci přirozených povodí a ne v rámci politických a správních hranic.*
12. *Voda nezná hranic, jako společný zdroj vyžaduje mezinárodní spolupráci.*

3.2 Říční krajina

Štěrba (2008. s. 25) definuje říční krajinu jako ekologický systém, který je tvořen ekosystémem současné řeky a přilehlými ekosystémy, které jsou danou řekou vytvořeny. Říční krajina je vyvinuta od pramenů řek do jejich konce, v příčném profilu můžeme ekosystémy říční krajiny rozdělit na říční krajinu horské řeky, říční krajinu podhorské řeky, říční krajinu středního toku řeky, říční krajinu nížinného toku a na říční krajinu delty.

3.3 Druhy vod podle původu

Podle původu můžeme vody dělit na atmosférické neboli srážkové, povrchové a podpovrchové. Jako zvláštní druhy vod označujeme vody přírodní léčivé, důlní vody i přirozeně se vyskytující stolní minerální vody (Kučerová a kol., 2011, s. 15).

3.3.1 Atmosférická voda

Atmosférická (srážková) voda vzniká v ovzduší podle Kučerové a kol. (2011, s. 15) z vodních par při poklesu teploty pod rosný bod. Voda může být v kapalném (déšť, rosa, mlha) nebo tuhém (sníh, led, jinovatka, náledí) skupenství. Dále autorka uvádí, že můžeme rozeznávat srážky horizontální či vertikální. Horizontální srážky se tvoří kondenzací vodních par přímo na povrchu země, na rostlinách nebo i na předmětech ve formě mlhy, rosy, jinovatky nebo náledí. Množství horizontálních srážek je však velmi

malé a proto se při většině měření zanedbává. Vertikální srážky se tvoří ve vyšších vrstvách atmosféry a padají v kapalném (déšť) nebo tuhém stavu (sníh, led).

3.3.2 Povrchová voda

Jako povrchové vody jsou podle Hlavínka a Říhy (2004, s. 113) označeny všechny vody, které se vyskytují trvale či dočasně na zemském povrchu. Kučerová a kol. (2011, s. 16) doplňuje, že povrchové vody můžeme rozdělit na kontinentální a mořské, dále podle pohybu na vody tekoucí a stojaté. Povrchové vody jsou zdrojem pitné a užitkové vody, ale také slouží jako recipient splaškových a průmyslových odpadních vod. K určení jakosti povrchových vod slouží norma ČSN 75 7221 – Klasifikace jakosti povrchových vod, kdy se vody na základě této normy zařazují do pěti tříd.

3.3.3 Podpovrchová voda

Podpovrchová voda je podle Kučerové a kol. (2011, s. 16) část hydrosféry, která se nachází ve všech skupenstvích pod zemským povrchem a vyskytuje se jako voda půdní nebo jako voda podzemní. Zásoby podpovrchové vody jsou doplňovány průsakem neboli infiltrací atmosférických a povrchových vod nebo kondenzací vodních par v půdě. Podpovrchová voda je znečišťována průnikem plošně aplikovaných látek, jako jsou například umělá hnojiva či posypové soli. Podle převládajícího aniontu můžeme podpovrchové vody rozdělit do tří tříd, a to vody hydrogenuhličitanové, síranové a chloridové.

3.4 Druhy vod podle účelu

Kučerová a kol., (2011, s. 15) rozděluje vodu podle účelu na vodu pitnou, užitkovou, provozní a odpadní.

3.4.1 Pitná voda

„Pitná voda je definována jako zdravotně nezávadná, která ani při trvalém používání nevyvolá poruchy zdraví nebo onemocnění přítomností mikroorganismů, nebo látek, které mohou (akutně, chronicky) působit na zdraví spotřebitele“ (Kučerová a kol., 2011, s. 17).

Pitter (2009, s. 434) doplňuje, že hygienické požadavky na zdravotní nezávadnost a čistotu pitné vody se stanoví pomocí hygienických limitů mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů.

Jako nejvyšší mezní hodnotu (NMH) definuje Pitter (2009, s. 434) hodnotu ukazatele jakosti pitné vody, jejíž překročení znamená vyloučení použití vody jako vody pitné, neurčí-li orgán ochrany veřejného zdraví jinak. Mezní hodnota (MH) je podle Pittra (2009, s. 434) hodnota organoleptického ukazatele jakosti pitné vody, jejích přírodních součástí nebo provozních parametrů, jejíž překročení obvykle nepředstavuje akutní zdravotní riziko. Pokud není uvedeno jinak, jedná se o horní hranici rozmezí přípustných hodnot. Jako doporučenou hodnotu (DH) označuje Pitter (2009, s. 434) nezávadnou hodnotu ukazatele jakosti pitné vody, která stanovuje minimální žádoucí nebo přijatelnou koncentraci dané látky, případně optimální rozmezí koncentrace této látky.

3.4.2 Užitková voda

Jako užitkovou vodu označujeme vodu, která je používána například ke koupání, chlazení apod., nikoli ale k pitným účelům. Užitková voda je zdravotně nezávadná, avšak ve srovnání s pitnou vodou má horší fyzikálně-chemické vlastnosti (Kučerová a kol., 2011, s. 17).

3.4.3 Provozní voda

Jak píše Kučerová a kol. (2011, s. 17), provozní voda musí být hygienicky nezávadná, bezbarvá, bez zákalu a bez nerozpuštěných látek. Tato voda je užívána v průmyslu a v zemědělství, například k mytí zařízení či k napájení kotlů.

3.4.4 Odpadní voda

Jako odpadní vody označujeme vody, u kterých došlo ke zhoršení kvality a které pochází z domácností, obcí, měst, závodů, nemocnic apod. Odpadní vody můžeme dále dělit na splaškové, průmyslové a městské (Kučerová a kol., 2011, s. 17).

Jako splaškové odpadní vody (splašky) definuje Pitter (2009, s. 463) odpadní vody z domácností, hygienických zařízení, ubytoven a podobně. Městské odpadní vody jsou charakterizovány jako směs splašků a průmyslových odpadních vod, popřípadě vody dešťové či jiné vody. Jako průmyslové odpadní vody jsou označovány vody použité a znečištěné při výrobním procesu, včetně vod chladících, které jsou ze závodu vypouštěny.

3.5 Jakost povrchových vody

3.5.1 Klasifikace jakosti vody v tocích

Jakost vody se na území České republiky sleduje pomocí státní sítě provozované ČHMÚ. Na základě naměřených hodnot vybraných ukazatelů vyhodnocuje VÚV T.G.M., v.v.i. (Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná, výzkumná instituce) jakost vody v tocích. Vyhodnocení je prováděno dle normy ČSN 75 7221 Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod (www.heis.vuv.cz).

Slavík a Neruda (2014, s. 100) upozorňují, že udržení a zlepšování jakosti povrchových, ale i podzemních vod je prioritním úkolem vodního hospodářství ve veřejném zájmu. Ke změně jakosti odebrané vody z přírodního prostředí dochází již v procesu nakládání s vodou převodem do kategorie odpadních vod. V dalších

navazujících procesech oběhu vody na ploše povodí dochází k postupné kontaminaci povrchových a následně i podzemních vod.

Jak uvádí Vostrčil a kol. (2005, s. 20), norma ČSN 75 7221 určuje způsob stanovení stupně znečištění a způsob klasifikace jakosti povrchových vod. Klasifikací je myšleno zařazení povrchové vody do pěti tříd čistoty podle odstupňovaných mezních hodnot jednotlivých ukazatelů.

Pro vyhodnocení stupně znečištění se posuzuje jakost vody podle hodnot, které získáme komplexním rozbořem.

Ukazatele pro stanovení jakosti povrchové vody rozdělujeme následovně:

- Ukazatele kyslíkového režimu: rozpuštěný kyslík, BSK, CHSK, organický uhlík, sulfan a sulfidy,
- Základní chemické ukazatele: pH, teplota vody, rozpuštěné látky, konduktivita, nerozpuštěné látky, veškeré železo, veškerý mangan, amoniakální dusík, dusitanový dusík, dusičnanový dusík, organický dusík, veškerý fosfor,
- Doplňující chemické ukazatele: chloridy, sírany, vápník, hořčík, absorbance, chloridy, fenoly, tenzidy, nepolární extrahovatelné látky, veškeré kyanidy, aktivní chlor,
- Těžké kovy: rtuť, kadmium, olovo, arsen, měď, chrom, nikl, zinek, vanad, stříbro,
- Biologické a mikrobiologické ukazatele: psychrofilní bakterie, koliformní bakterie, fekální koliformní bakterie, enterokoky,
- Ukazatele radioaktivity: celková objemová aktivita alfa, celková objemová aktivita beta, radium 226, uran, tritium.

Základní klasifikace jakosti vody je založena na klasifikaci vybraných ukazatelů jakosti vod. Vybranými ukazateli jakosti vod jsou: saprobní index makrozoobentos, biochemická spotřeba kyslíku, chemická spotřeba kyslíku dichromanem, dusičnanový dusík, amoniakální dusík a celkový fosfor.

Výsledná třída se určí podle nejnepríznivějšího zařazení zjištěného u jednotlivých vybraných ukazatelů. Mezní hodnoty tříd jakosti vody pro vybrané ukazatele uvádí následující tabulka 1.

Tabulka 1 – Mezní hodnoty jakosti vody pro vybrané ukazatele

UKAZATEL	MERNÁ JEDNOTKA	TŘÍDA				
		I	II	III	IV	V
Biochemická spotřeba kyslíku pětidenní	mg/l	<2,0	<4,0	<8,0	<15,0	>= 15,0
Chemická spotřeba kyslíku dichromanem	mg/l	<15,0	<25,0	<45,0	<60,0	>= 60,0
Amoniakální dusík	mg/l	<0,3	<0,7	<2,0	<4,0	>= 4,0
Dusičnanový dusík	mg/l	<3,0	<6,0	<10,0	<13,0	>= 13,0
Celkový fosfor	mg/l	<0,05	<0,15	<0,4	<1,0	>= 1,0
Saprobní index makrozoobentosu	číslo	<1,5	<2,2	<3,0	<3,5	>= 3,5

Zdroj: www.heis.vuv.cz

3.5.2 Třídy jakosti tekoucí povrchové vody

Tekoucí povrchové vody se podle klasifikace jakosti povrchových vod ČSN 75 7221 rozdělují již do pěti zmíněných tříd, a to:

- I. třída – neznečištěná voda,
- II. třída – mírně znečištěná voda,
- III. třída – znečištěná voda,
- IV. třída – silně znečištěná voda,
- V. třída – velmi silně znečištěná voda.

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

Voda má velkou krajínovornou hodnotu a je obvykle vhodná pro všechna použití – zejména pro: vodárenské účely po přiměřené úpravě, potravinářský a jiný průmysl vyžadující dobrou jakost vody, koupaliště, chov lososovitých ryb (www.heis.vuv.cz).

Třída II – 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.

Voda má opět krajínovornou hodnotu a je obvykle vhodná pro všechna použití, zejména pro: vodárenské účely po přiměřené úpravě, vodní sporty, zásobování průmyslovou vodou, chov ryb (www.heis.vuv.cz).

Třída III – 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.

Voda je obvykle vhodná jen pro zásobování průmyslovou vodou, pro vodárenské využití je použitelná jen tehdy, není-li k dispozici zdroj lepší jakosti, a to za předpokladu použití vícestupňové technologie úpravy. Voda má malou krajínovornou hodnotu (www.heis.vuv.cz).

Třída IV – 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.

Voda je obvykle vhodná jen pro omezené účely (www.heis.vuv.cz).

Třída V – 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.

Voda není vhodná pro žádný účel (www.heis.vuv.cz).

3.5.3 Procesy ovlivňující jakost povrchové vody

Jak uvádí Říha (2000, s. 49 - 50), pohyb látek v povrchových vodách ovlivňují fyzikální, chemické, ale i biologické faktory.

Mezi fyzikální faktory řadí Říha advekci, disperzi, sedimentaci a vyplavování látek a boční přítoky, které mohou přinášet určité množství sledované látky, a obvykle zvyšují průtočné množství v toku. Přítoky jsou tedy většinou označovány jako zdroje znečištění, které lze rozdělit na:

- **bodové** (komunální, průmyslové),
- **plošné** (atmosférická depozice na hladinu a zpevněné plochy, přímý odtok bez eroze, základní odtok nebo například i eroze ze zemědělské a ostatní půdy),
- **difuzní** (komunální a zemědělské).

Podle vzniku dělí Říha zdroje znečištění povrchové vody na:

- **přírodního původu** (dané vlastnostmi horninového prostředí, činností organismů a podobně),
- **komunální** (odpadní vody z kanalizací, odpadů z čistíren odpadních vod, septiků a podobně),
- **zemědělské** (znečištění závlahami, hnojením, rostlinnou a živočišnou výrobou či smyvy ze zemědělsky obdělávaných pozemků do toku)
- **spady z ovzduší**.

Mezi chemické reakce a biologické procesy řadí Říha sorpci, desorpci, oxidaci, redukci, srážení, neutralizaci, hydrolýzu, biodegradaci a další procesy. Výše zmíněné procesy lze též rozdělit na homogenní (reagují dvě nebo více látek jedné fáze) a heterogenní (reagují vzájemně látky více fází) procesy. Tyto uvedené jevy mají charakter objemových změn.

3.6 Znečištění povrchových vod

Hlavínek (2004, s. 114) uvádí, že zhoršování jakosti povrchových vod má mnoho příčin. Jednou z nich je například eutrofizace, kdy se jedná o soubor přírodních a uměle vyvolaných pochodů, kterými se v tekoucí nebo stojaté vodě zvyšuje obsah biogenních prvků (dusík, fosfor, draslík...), což má za následek zvýšenou produkci biomasy. Důsledkem těchto pochodů je zhoršení kvality vody – stoupá zákal, vzniká zbarvení, pach a v krajním případě může být voda toxická pro vyšší organismy.

Další příčinou zhoršování jakosti vody může být taktéž plošné znečištění, kdy kromě splachů hnojiv pesticidů a produktů erozní činnosti sem patří také odtoky z plochy území, hlavně zemědělské lesní, zastavěné, ale i odtoky z rybníků a srážky. Voda z atmosférických srážek zatěžuje tok nejen nerozpustnými anorganickými látkami, ale i množstvím různých rozpuštěných anorganických látek. Hlavínek dodává, že nejnebezpečnější jsou dnes tzv. kyselé deště.

Jakost vody zhoršují i průmyslové výroby, kdy mezi největší producenty znečištění patří chemický průmysl.

Velký podíl na znečišťování povrchových vod má také stále více zemědělství, kdy intenzivní zemědělskou výrobou, používáním nových látek na chemickou ochranu rostlin či zvýšeným přísunem živin do půdy nebo rychlým růstem mechanizace se zvyšuje zemědělské znečištění.

3.7 Jakost surové vody

3.7.1 Klasifikace surové vody

Jak uvádí Opletová (2015, s. 29), při odběrech vody pro hromadné zásobování se odebírá ze zdroje voda surová, která se dále upravuje pro účel, k němuž je určena. Mezi základní technologické procesy při úpravě vody pro pitné účely řadíme čiření, sedimentaci, filtraci, sorbci, oxidaci, dezinfekci a aeraci.

Úpravou vody se sleduje zlepšení jakosti vody s ohledem na její další využití (voda pitná, užitková, technologická atd.). Úpravárenský proces a upravená voda musí mít

vyhovující jakost, musí být dodávána v určitém množství a také celkové výrobní náklady musí být únosné, pokud možno co nejmenší.

Vlastnosti vody pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou definuje vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 252/2004 Sb., v platném znění.

Oppeltová dále dodává, že se voda upravuje podle druhu surové vody (povrchová nebo podzemní) a podle požadavků na jakost upravené vody mechanickými, chemickými, fyzikálně-chemickými a biologickými způsoby.

3.7.2 Kategorie surové vody

Hubačiková (2015, s. 15) uvádí, že podle upravitelnosti řadíme vody pro zásobování podle ČSN 75 7214 do čtyř kategorií (tabulka 2).

Tabulka 2 – Dělení surové vody podle upravitelnosti

KATEGORIE	UPRAVITELNOST
A	Surová voda vyžadující pouze dezinfekci popřípadě prostou pískovou filtraci a chemické odkyselení nebo mechanické odkyselení či odstranění plynných složek provzdušňováním.
B	Surová voda vyžadující jednoduchou úpravu, například koagulační filtraci nebo jednostupňovým odželezováním či odmanganováním v horninovém prostředí nebo umělou infiltrací a desinfekcí.
C	Surová voda vyžadující dvou nebo vícestupňovou úpravu čiřením, sorpcí, oxidací, odželezováním a odmanganováním s dekarbonizací, popř. kombinací fyzikálně–chemických, mikrobiologických a biologických procesů úpravy vody.
D	Surová voda nevhodná k úpravě pro zásobování, použitelná pouze výjimečně v odůvodněných případech. Zpravidla ani při aplikaci složité technologie úpravy vody neposkytuje upravená voda záruku jakosti odpovídající ČSN 75 7111.

Zdroj: Hubačiková, 2015, s. 15

Kročová (2009, s. 17) doplňuje, že upravitelnost surové vody je rozdělena podle typu úpravy do tří kategorií, které jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3 – Dělení upravitelnosti surové vody podle typu úpravy

KATEGORIE	TYPY ÚPRAV
A1	Jednoduchá fyzikální úprava a desinfekce včetně chemického nebo mechanického odkyselování.
A2	Běžná fyzikální úprava, chemická úprava a desinfekce, koagulační filtrace, jednostupňové nebo dvoustupňové odželezování a odmanganování.
A3	Intenzivní fyzikální a chemická úprava. Kombinace fyzikálně-chemické a mikrobiologické úpravy.

Zdroj: Kročová, 2009, s. 17

3.8 Ochrana vod

S pojmem ochrana vod se můžeme poprvé setkat v zákoně č. 138/1973 Sb. o vodách. Základním právním předpisem je nyní vodní zákon č. 254/2001 Sb. v platném znění. Mimo skutečnost, že je voda statkem veřejného užívání, jde současně i o statek pro životní prostředí nejdůležitější.

V paragrafu 5 zákona o vodách jsou stanoveny základní povinnosti při obecném nakládání s vodami. Je zde uvedeno, že každý, kdo nakládá s povrchovými nebo podzemními vodami, je povinen dbát o jejich ochranu a zabezpečovat jejich hospodárné a účelné užívání podle podmínek stanovených v zákoně o vodách.

Soubory opatření, které směřují k zajištění ochrany vod, můžeme rozdělit z pohledu právního, ekonomického, technického i praktického do tří základních forem, a to na:

- ochranu vod obecnou,
- ochranu vod zvláštní,
- ochranu vod speciální.

3.8.1 Obecná ochrana vod

Oppeltová, (2015, s. 60) uvádí, že obecná ochrana vod vychází ze všech obecně platných a závazných ustanovení, která se musí za každých okolností dodržovat. Za dodržování ustanovení nenáleží žádné finanční kompenzace.

3.8.2 Zvláštní ochrana

Zvláštní ochrana vod složí k ochraně konkrétní dané oblasti a má za úkol z nejrůznějších důvodů zajistit vyšší stupeň ochrany než obecná ochrana. Jedná se zejména o Chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV), citlivé oblasti a zranitelné oblasti, jejichž charakteristika je uvedena níže (Oppeltová, 2015, s. 60).

CHOPAV – Chráněné oblasti přirozená akumulace vod

Jedná se o území, které je vyhlášováno nařízením vlády na základě odborných doporučení a poznatků o dané oblasti, jako jsou například hydrologické a vodohospodářské bilance, průtokové poměry, vydatnost pramenů atd. Stejně jako u ochrany obecné zde nenáleží žádné kompenzace nebo náhrady.

Problematika CHOPAV je ukotvena v paragrafu 28 vodního zákona č. 254/2001 Sb., v platném znění, a v rozsahu stanoveném nařízením vlády se v nich zakazuje zmenšovat rozlohu lesních pozemků, odvodňovat lesní a zemědělské pozemky, těžit rašelinu či nerosty, popřípadě provádět další zemní práce, které by vedly k odkrytí souvislé hladiny podzemních vod (Oppeltová, 2015, s. 60).

Citlivé oblasti

Citlivé oblasti jsou definovány v paragrafu 32 ve vodním zákoně č. 254/2001 Sb., v platném znění jako vodní útvary povrchových vod, v nichž dochází nebo v blízké budoucnosti může dojít v důsledku vysoké koncentrace živin k nežádoucímu stavu jakosti vod.

Jedná se o oblasti, které jsou nebo se předpokládá jejich využití jako zdroje pitné vody, v níž koncentrace dusičnanů přesahuje hodnotu 50 mg/l nebo u nichž je z hlediska zájmů chráněných tímto zákonem nutný vyšší stupeň čištění odpadních vod.

Citlivé oblasti jsou vymezovány nařízením vlády a jejich vymezení podléhá přezkoumání v pravidelných intervalech, které nejsou delší jak čtyři roky.

Zranitelné oblasti

Problematiku zranitelných oblastí upravuje nařízení vlády č. 262/2012 Sb., v platném znění, o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu.

Zranitelné oblasti jsou oblasti v povodích, kde kontaminace podzemních a povrchových vod dusičnanů již přesáhla nebo by mohla přesáhnout stanovenou mez, která je 50 mg/l. Jako zranitelné oblasti se vyhláší celé katastrální území, jež podléhá každé čtyři roky přezkoumání.

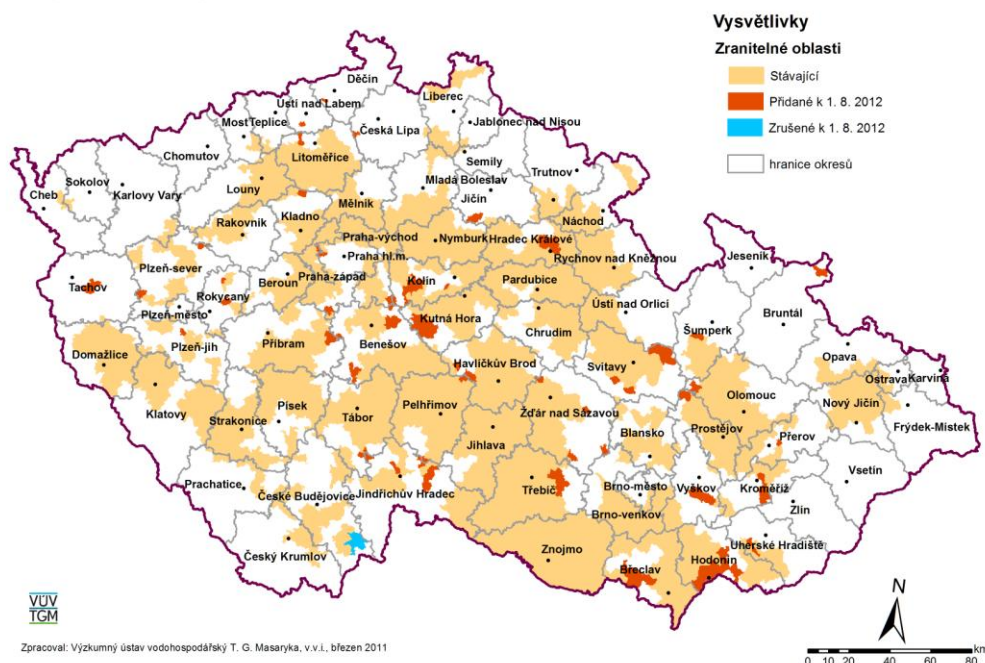
Jak doplňuje Oppeltová (2015, s. 61 – 64), ve zranitelných oblastech jsou akčním programem dány povinné způsoby hospodaření. Akční program představuje povinné způsoby, které odpovídají přírodním podmínkám a také způsoby hospodaření v různých typech zranitelných oblastí, které musí obsahovat povinná opatření ke snížení dusičnanů ve vodách. Jako jedno ze základních opatření akčního programu v České republice se uvádí to, že v žádném podniku ve zranitelných oblastech nebude v průměru překročeno takové množství ročně aplikovaných statkových, organických a organominerálních hnojiv, které obsahuje více než 170 kg dusíku na hektar za rok.

První akční program byl vyhlášen na období 2004 – 2007, druhý akční program pro období 2008 – 2011. Třetí akční program a druhá revize zranitelných oblastí je, stejně jako dříve první a druhý akční program, stanovena nařízením vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu, v platném znění, a platí od 1. 8. 2012. Nové vymezení zranitelných oblastí je na obrázku 1. Zemědělci, kteří jsou zařazení v registru půdy (LPIS) mají možnost na portálu farmáře získat informace o příkázaných způsobech hospodaření na jednotlivých blocích.

Od roku 2009 je v České republice dodržování vybraných povinných požadavků spojeno s vyplácením přímých plateb – některých podpor z osy II. Programu rozvoje venkova a některých podpor v rámci Kontroly podmíněnosti (Cross compliance). Pro vyplacení podpory je nezbytné plnit standardy, jako například udržovat půdu v dobrém zemědělském a environmentálním stavu (GAEC – Good Agricultural

and Environmental Conditions), dodržovat dobré životní podmínky zvířat – povinné požadavky na hospodaření (SMR – Statutory Management Requirements) a nebo například minimální požadavky v rámci agroenvironmentálních opatření (AEO).

Nové vymezení zranitelných oblastí s účinností od 1. 8. 2012



Obrázek 1 – Nové vymezení zranitelných oblastí s účinností od 1. 8. 2012

Zdroj: <http://www.nitrat.cz/nove-zranitelne-oblasti-od-2012.html>

3.8.3 Speciální ochrana

Oppeltová (2015, s. 65 - 67) uvádí, že speciální ochrana je určitou nadstavbou nad ochranou zvláštní a obecnou. Jedná se o ochranu vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávadnosti povrchových a podzemních vod, které jsou nebo mohou být využívány jako zdroje pitné vody a právě proto se u vodních zdrojů stanovují ochranná pásma (OP).

Termín ochranné pásmo nahradil dříve používaný termín pásmo hygienické ochrany (PHO). Jednalo se o takzvaně plošnou nebo také pásmovou ochranu, která měla tři stupně – první, druhý, (dále se dělil na vnitřní a vnější) a třetí stupeň (ten se týkal pouze

povrchových zdrojů). Nové pojetí speciální ochrany se od toho minulého liší tím, že je zonální a nikoli plošné nebo pásmové.

V dříve stanovovaných pásmech hygienické ochrany platily nejpřísnější podmínky vždy v PHO 1. stupně, které se povinně stanovovaly u zdrojů vod podzemních i povrchových. Byl to prostor kolem jímacího nebo odběrného objektu a jeho velikost i tvar se navrhoval podle typu vodního zdroje a jímacího objektu, podle členění území v okolí, směru proudění podzemní vody a dalších místních podmínek. Pozemky ve vnitřní části PHO 2. stupně byly většinou využívány jako trvalé vegetační porosty a i zde platila řada zákazů, jako například zákaz pastvy hospodářských zvířat nebo zákaz používání hnojiv jako je močovina, dusíkaté vápno nebo bezvodý čpavek. Ve vnějších částech PHO 2. stupně podzemních i povrchových vod byl způsob omezení podobný jako ve vnitřní části, ale mírnější intenzity – bylo zde možné používat například širší sortiment hnojiv, pesticidů a podobně. PHO 3. stupně povrchových vod často spíše nahrazovalo obecnou ochranu vod (Oppeltová, 2015, s. 65 - 67).

Co se týče legislativního stanovení, z historického hlediska je možné připomenout např. zákon č. 71/1870 čes.z.z. o tom, kterak vodu lze užívat, sváděti a jí se brániti, dále pak zákon č. 11/1955 Sb., který poprvé obsahoval samostatnou část nazvanou „*Ochrana vod*“, zákon o vodách č. 138/1973 Sb., kde ve stejné pojmenované části byla poprvé zmíněna problematika ochranných pásem (§ 19). Současná právní úprava se však zabývá problematikou ochranných pásem vodních zdrojů v § 30 vodního zákona č. 254/2001 Sb., v platném znění (www.vodarenska.cz).

Ochranná pásma vodních zdrojů

Vodní zákon č. 254/2001Sb., v platném znění, § 30, ods. 1) uvádí „*K ochraně vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávadnosti zdrojů podzemních nebo povrchových vod využívaných nebo využitelných pro zásobování pitnou vodou s průměrným odběrem více než 10 000 m³ za rok a zdrojů podzemní vody pro výrobu balené kojenecké vody nebo pramenité vody stanoví vodoprávní úřad ochranná pásma opatřením obecné povahy. Vyžadují-li to závažné okolnosti, může vodoprávní úřad stanovit ochranná pásma i pro*

vodní zdroje s nižší kapacitou, než je uvedeno v první větě. Vodoprávní úřad může ze závažných důvodů ochranné pásmo změnit, popřípadě je zrušit. Stanovení ochranných pásem je vždy veřejným zájmem.“

Hanslík (2007, s. 12) upozorňuje, že podle minulých předpisů se dříve stanovovaly ochranná pásma jako pásma hygienické ochrany a jejich platnost novela vodního zákona ani žádný jiný právní předpis nezrušil, a proto mohou být zrušena pouze novým rozhodnutím vodoprávního úřadu v souvislosti s nově navrženými ochrannými pásmy.

V současnosti se stanovují pouze ochranná pásma, která se dělí do dvou stupňů:

- **Ochranné pásmo I. stupně**, které slouží k ochraně v bezprostředním okolí jímacího objektu nebo odběrného zařízení a je stanoveno jako souvislé území. První stupeň ochrany vodních zdrojů je povinný a je vždy stanovovaný pro všechny zdroje využívané či využitelné k zásobování pitnou vodou (Barták, 2007, s. 84).
 - U vodárenských nádrží a u dalších nádrží určených výhradně pro zásobování pitnou vodou je stanoveno ochranné pásmo minimálně pro celou plochu hladiny nádrže při maximálním vzduť,
 - u ostatních nádrží s vodárenským využitím s minimální vzdáleností hranice jeho vymezení ochranného pásma na hladině nádrže 100 metrů od odběrného zařízení,
 - u vodních toků s jezovým vzduť je stanoveno ochranné pásmo na břehu odběru minimálně v délce 200 metrů nad místem odběru proti proudu, po proudu do vzdálenosti 100 metrů nebo k hraně vzdouvacího objektu a šířce ochranného pásma 15 metrů,
 - ve vodním toku zahrnuje minimálně jednu polovinu jeho šířky v místě odběru a u vodovodních toků bez jezového vzduť je stanoveno ochranné pásmo na břehu odběru minimálně v délce 200 metrů nad místem odběru proti proudu, po proudu do vzdálenosti 50 metrů od místa odběru a šířce ochranného pásma 15 metrů,

- ve vodním toku zahrnuje minimálně jednu třetinu jeho šířky v místě odběru u zdrojů podzemní vody s minimální vzdáleností hranice jeho vymezení ochranného pásma 10 metrů od odběrného zařízení (Horáček, 2013, s. 97-98).
- **Ochranné pásmo II. stupně** slouží k ochraně vodního zdroje v územích, která jsou stanovena vodoprávním úřadem tak, aby bylo zamezeno ohrožení vydatnosti, jakosti nebo zdravotní nezávadnosti vody. Druhý stupeň ochranného pásma se stanovuje vně ochranného pásma I. stupně a mohou být na základě hydrogeologických podmínek území souvislými nebo oddělenými územími v rámci hydrogeologického povodí nebo rajonu. Ochranné pásmo II. stupně se nestanovuje v případě, kdy ochranné pásmo I. stupně dostatečně zajišťuje ochranu příslušného vodního zdroje (Barták, 2007, s. 84).

Barták (2007, s. 84) také uvádí, že ochranná pásma jsou evidována v katastru nemovitostí. Horáček (2013, s. 97-98) doplňuje, že ochranná pásma stanovuje vodoprávní úřad na návrh nebo z vlastního podnětu.

Pokud jsou vlastníci pozemků a staveb v ochranných pásmech vodních zdrojů omezeni v užívání jejich pozemku či stavby, náleží jim náhrada. Náhradu jsou povinni na žádost vlastníků dotčených pozemků poskytnout v případě vodárenských nádrží vlastníci vodních děl umožňujících v nich vzdouvání vody, v ostatních případech oprávnění (§ 8) k odběru vody z vodního zdroje. Pokud nedojde k dohodě o poskytnutí náhrady, rozhodne o jednorázové náhradě soud. Náklady spojené s technickými úpravami v ochranných pásmech vodních zdrojů uloženými vodoprávním úřadem k ochraně vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávadnosti jsou povinni uhradit ti, kteří jsou oprávnění vodu z těchto vodních zdrojů odebírat, popřípadě o povolení k jejímu odběru žádají. U vodárenských nádrží jsou to pak vlastníci nebo stavebníci vodních děl sloužících ke vzdouvání vody.

3.9 Legislativa

3.9.1 Zákon č. 254/2001 Sb., v platném znění

Účelem vodního zákona je ochrana povrchové i podzemní vody, dále tento zákon stanovuje podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů i pro zachování a zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod.

Cílem tohoto zákona je vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha, a také zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. Vodní zákon č. 254/2001 Sb., v platném znění by měl taktéž přispívat k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou i k ochraně vodních ekosystémů a na nich přímo záviselých suchozemských ekosystémů.

Výše zmíněný zákon upravuje i právní vztahy k povrchovým a podzemním vodám, vztahy fyzických i právnických osob k využívání povrchových a podzemních vod., Upravuje i vztahy k pozemkům a stavbám, s kterými výskyt těchto vod přímo souvisí, a to v zájmu zajištění trvale udržitelného využívání těchto vod, bezpečnosti vodních děl a ochrany před účinky povodní a sucha. V rámci vztahů upravených tímto zákonem se bere v úvahu zásada návratnosti nákladů na vodohospodářské služby v souladu se zásadou, že znečišťovatel platí.

3.9.1 Zákon č. 274/2001 Sb., v platném znění

Tento zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů upravuje některé vztahy vznikající při rozvoji, výstavbě a provozu vodovodů i kanalizací sloužících veřejné potřebě (dále jen "vodovody a kanalizace"), přípojek na ně, jakož i působnost orgánů územních samosprávných celků a správních úřadů na tomto úseku. Podle tohoto zákona se vodovody a kanalizace pro veřejnou potřebu zřizují a provozují ve veřejném zájmu.

Tento zákon se vztahuje na vodovody a kanalizace, pokud je trvale využívá alespoň 50 fyzických osob, nebo pokud průměrná denní produkce z ročního průměru pitné nebo odpadní vody za den je 10 m³ a více, a také pro každý vodovod nebo

kanalizaci, které provozně souvisejí s vodovody a kanalizacemi podle výše uvedeného kritéria.

3.9.2 Vyhláška č. 46/2015 Sb., v platném znění

Předmětem této vyhlášky o stanovení vodních nádrží a vodních toků, na kterých je zakázána plavba plavidel se spalovacími motory, a o rozsahu a podmínkách užívání povrchových vod k plavbě je stanovení zákazu plavby plavidel se spalovacími motory s větším výkonem motoru jak 10 kW a dále pak stanovení rozsahu a podmínek užívání povrchových vod k plavbě.

3.9.1 Vyhláška č. 428/2011 Sb., v platném znění

Vyhláška provedení zákona o vodovodech a kanalizacích stanovuje v § 21 ukazatele jakosti vody odebrané z povrchových vodních zdrojů nebo podzemních vodních zdrojů pro účely úpravy na vodu pitnou ("surová voda"). Jejich mezní hodnoty pro jednotlivé kategorie standardních metod úpravy surové vody na vodu pitnou, včetně jejich definic, jsou uvedeny v příloze č. 13 této vyhlášky.

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

Předmětem tohoto nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, v platném znění, je v souladu s právem Evropské unie stanovení ukazatelů vyjadřujících stav povrchové vody, ukazatelů a hodnot přípustného znečištění povrchových vod i odpadních vod. Předmětem tohoto nařízení je taktéž stanovení ukazatelů a hodnot přípustného znečištění odpadních vod pro citlivé oblasti a pro vypouštění odpadních vod do povrchových vod ovlivňujících kvalitu vody v citlivých oblastech. Dalším cílem tohoto nařízení je pak stanovení ukazatelů a hodnot přípustného znečištění pro zdroje povrchových vod, které jsou využívány nebo u kterých se předpokládá jejich využití jako zdroje pitné vody i stanovení ukazatelů a hodnot přípustného znečištění

povrchových vod, které jsou vhodné pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů či stanovení ukazatelů a hodnot přípustného znečištění povrchových vod, které jsou využívány ke koupání osob. V neposlední řadě stanovuje normy environmentální kvality pro prioritní látky, také náležitosti a podmínky povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a kanalizace a obsahuje i seznam prioritních látek a prioritních nebezpečných látek.

3.9.3 Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., v platném znění

Toto nařízení vlády o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu zpracovává příslušné předpisy Evropské unie. Stanovuje také zranitelné oblasti i akční program pro tyto oblasti.

Vláda stanovuje zranitelné oblasti nařízením a zároveň v nich akčním programem upravuje používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a také provádění protierozních opatření. Akční program a vymezení zranitelných oblastí podléhají přezkoumání a případným úpravám v intervalech, které nepřesahují čtyři roky. Přezkoumání se následně provádí na základě vyhodnocení účinnosti opatření vyplývajících z přijatého akčního programu.

Zranitelné oblasti jsou územně vymezeny katastrálními územími ČR. Zranitelné oblasti se evidují v rozsahu údajů o jejich územní identifikaci a číselném identifikátoru a názvu katastrálního území stanoveného jako zranitelná oblast.

3.9.4 Nařízení vlády č. 71/2003 Sb., v platném znění

Toto nařízení vlády o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod stanovuje povrchové vody, které jsou vhodné pro život a reprodukci původních druhů ryb i dalších vodních živočichů, s rozdělením na vody lososové a kaprové. Účelem je zvýšení ochrany těchto vod před znečištěním a zlepšení jejich jakosti tak, aby se staly trvale vhodnými pro podporu života ryb náležejících k původním druhům zajišťujícím přirozenou rozmanitost nebo k druhům, jejichž

přítomnost je vhodná. Dále toto nařízení upravuje způsob zjišťování a hodnocení stavu jakosti uvedených povrchových vod.

Toto nařízení se nevztahuje na povrchové vody v přírodních vodních útvarech používaných pro intenzivní chov ryb a v umělých vodních útvarech.

4 MATERIÁL A METODIKA ZPRACOVÁNÍ

4.1 Materiál a metodika zpracování teoretické části práce

Materiálem pro zpracování teoretické části diplomové práce byly odborné publikace, legislativa i internetové zdroje.

Metodami použitými pro zpracování teoretické části diplomové práce jsou analýza, srovnání a syntéza teoretických poznatků z odborných zdrojů.

4.2 Materiál a metodika zpracování praktické části práce

Materiály pro zpracování praktické části diplomové práce byly poskytnuty VODÁRENSKOU AKCIOVOU SPOLEČNOSTÍ, a.s. (VAS). Rozbory vody, na jejichž základě byla hodnocena jakost vody, byly provedeny v laboratoři VODÁRENSKÉ AKCIOVÉ SPOLEČNOSTI, a.s. Výsledky rozborů vod byly touto společností poskytnuty pro některé prvky za období let 2010 – 2012 a pro některé prvky za období let 2010 – 2015.

Rozbory za období let 2010 – 2015 byly vyhodnoceny u následujících ukazatelů:

- dusičnany,
- chemická spotřeba kyslíku manganistanem,
- amonné ionty.

Hodnocené ukazatele za období let 2010 – 2012 byly následující:

- železo,
- mangan,
- chloridy,
- sírany
- fosforečnany.

Výsledné hodnoty byly pro každý měsíc zprůměrovány, graficky zpracovány a porovnány s mezní hodnotou, kterou stanovuje vyhláška.

V závěru praktické části byla na základě podkladů VODÁRENSKÉ AKCIOVÉ SPOLEČNOSTI, a.s. provedena riziková analýza pro optimalizaci vodního zdroje.

Jak obecně uvádí Kratochvíl (2002, s. 17), analýza rizika (Risk Analysis) je systematický postup, při kterém se využívají všechny dostupné informace, které se týkají daného problému s cílem identifikace nežádoucích událostí, pravděpodobnosti jejich opakování, zjištění jejich příčin i následků a na základě statistické analýzy kvantifikace míry rizika.

Přesněji se část praktické části práce zabývá analýzou rizik, která hodnotí vztah vodního zdroje a místních podmínek z pohledu ohrožení vydatnosti, jakosti i zdravotní nezávislosti vody ve vodním zdroji a dopady na spotřebitele. Rizika vychází z typu zdroje i jeho přirozených podmínek nebo také z činností, využívání území či případných důsledků s tím souvisejících.

Kvantifikace rizika vzniká sloučením analýzy následků a četnosti. Pro každý z analyzovaných nežádoucích stavů se pomocí rizikové matice stanoví výsledné riziko. Úroveň rizika dělíme podle jeho přijatelnosti na zanedbatelné (zelená barva), kdy není potřeba činit žádná speciální opatření, mírné (žlutá barva), kdy je nezbytné se zamyslet, zda je či není nutné riziko snížit a výrazné až nebezpečné (červená barva), kdy musí být riziko sníženo bezpodmínečně. V tabulce 4 je ukázána riziková matice, podle které budou hodnoceny rizika v této práci.

Jak dodává Říha (2005, s. 105), metod pro stanovení rizika je mnoho, ale právě metoda založená na matici rizika, která je v této práci použita, je univerzální a není v porovnání s ostatními příliš ekonomicky ani nároky na vybavení náročná.

Tabulka 4 – Riziková matice

PRAVDĚPODOBNOST VÝSKYTU		NÁSLEDKY				
		nevýznamné	malé	střední	významné	velké
		a	b	c	d	e
téměř jisté	A	6	10	15	20	25
pravděpodobné	B	4,8	8	12	16	20
méně pravděpodobné	C	3,6	6	9	12	15
nepravděpodobné	D	2,4	4	6	8	10
vzácné	E	1,44	2,4	3,6	4,8	6

5 CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉ OBLASTI

5.1 Povodí Moravy s. p.

Jak píše Blažek (2006, s. 192), státní podnik Povodí Moravy sídlí v Brně a pod jeho správu spadá povodí řeky Moravy, které na území České republiky dosahuje plochy 21 133 km². Soukalová a Neruda (in Hydrologické dny 2010, 2010, s. 471) dodávají, že hydrologicky toto povodí náleží úmoří Černého moře a po hydrologické stránce zabírá toto povodí plochu 23 911 km² i s částí povodí, které leží na rakouském a slovenském území.

Blažek (2006, s. 192) dále uvádí, že se povodí Moravy skládá ze dvou samostatných hydrologických celků, a to dílčím povodím řeky Moravy a dílčím povodím řeky Dyje. Co se týče hydrologické charakteristiky, oblast povodí Moravy je výškově členitá, neboť nejvyšší bod povodí je v oblasti Hrubého Jeseníku s nejvyšším vrcholem Praděd (1491 m n. m.) a nejnižší část povodí je u Lanžhota, který leží v nadmořské výšce přibližně 150 metrů.

5.2 Nejvýznamnější vodní toky

5.2.1 Řeka Morava

Podle Broncové (2006, s. 134), je řeka Morava největším a nejdelším tokem v oblasti povodí Moravy. Morava pramení pod Kralickým Sněžníkem ve výšce 1 380 m n. m. Blažek (2006, s. 193) dále doplňuje, že plocha povodí řeky Moravy je 10 691 km² a její délka toku na území České republiky je přibližně 270 kilometrů. Řeky Bečva a Dyje patří mezi nejvýznamnější přítoky Moravy. Absolutní spád toku řeky Moravy je 1 233 metrů, a i když se jedná o hlavní tok v povodí, není na tomto toku vybudována žádná přehradní nádrž.

5.2.1 Řeka Dyje

Blažek (2006, s. 193) konstatuje, že povodí řeky Dyje má vějířovitý tvar a odvádí povrchovou vodu z východní i jižní části Českomoravské vysočiny, z jižních svahů Ždánického lesa, ale i z části území severního Rakouska. Zdrojnice řeky Dyje jsou v nadmořské výšce přibližně 650 metrů a v pramenné oblasti se řeka Dyje dělí na dvě větve – vodnější rakouskou Dyji a méně vodnou Moravskou Dyji. Mezi nejvýznamnější přítoky řeky Dyje patří řeka Svratka a Jihlava. V horní části byla v roce 1934 na Dyji vybudována Vranovská přehrada.

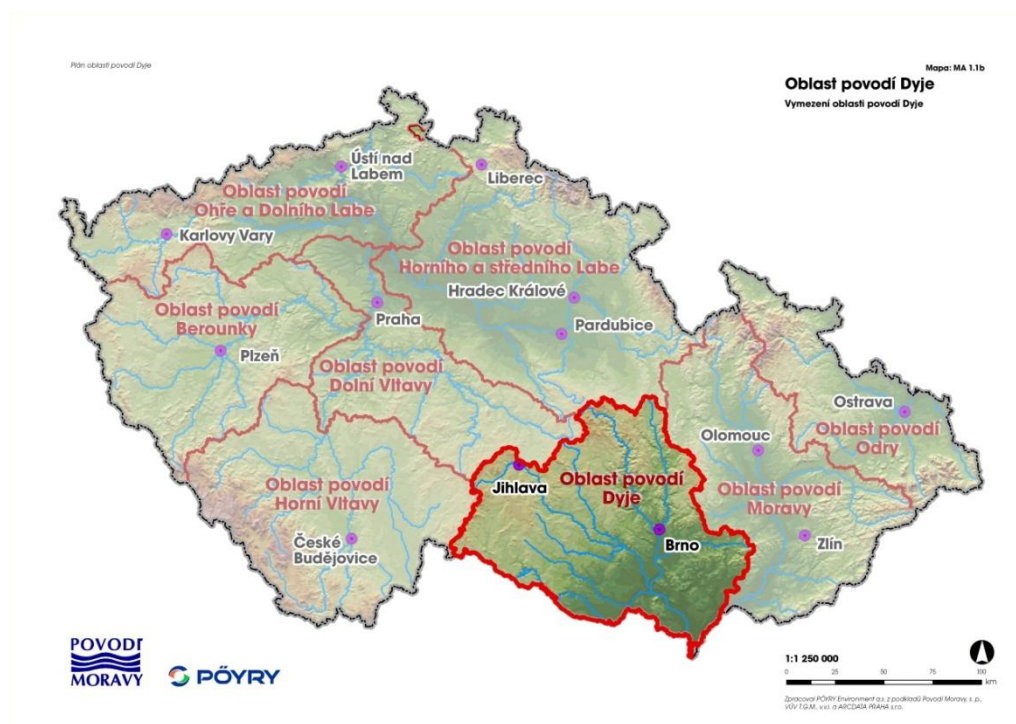
5.3 Přírodní a hospodářské podmínky v zájmovém území

5.3.1 Vymezení oblasti povodí Dyje

V České republice zasahuje oblast povodí Dyje do celkem šesti krajů – Jihomoravského (cca 55,2 %), do kraje Vysočina (cca 34,3 %), Jihočeského (cca 4,5 %), Pardubického (cca 4,4 %), Zlínského (cca 1,1 %) a do Olomouckého kraje (cca 0,5 %).

Oblast povodí Dyje je druhá největší z osmi oblastí povodí, která se nacházejí na území České republiky. Správcem oblasti povodí Dyje je Povodí Moravy, s. p., oblast povodí Dyje je dílčím povodím hydrologického povodí Moravy. Oblast povodí Dyje je vějířovitého tvaru a ve vztahu k řece Dyji asymetricky vyvinutá.

Na severovýchodě a východě sousedí s oblastí povodí Moravy, na severu a severozápadě postupně s oblastmi povodí Horního a Středního Labe, Dolní Vltavy a Horní Vltavy podél rozvodnice Severního a Černého moře. Na jihozápadě sousedí s oblastí povodí Dyje na území Rakouské republiky. Oblast povodí Dyje je znázorněna na obrázku 2 (www.pmo.cz).



Obrázek 2 – Vymezení oblasti povodí Dyje

Zdroj: www.pmo.cz

5.3.2 Klimatické a výškové poměry

Culek (1996, s. 340) uvádí, že podle Quitta leží Dyjsko-Moravský bioregion v nejteplejší oblasti ČR – T 4.

Průměrná dlouhodobá roční teplota vzduchu v oblasti povodí Dyje je 7,8 °C. Nejchladnějším měsícem je leden s průměrnou dlouhodobou teplotou vzduchu -2,8 °C, naopak nejteplejším měsícem je červenec s průměrnou dlouhodobou teplotou vzduchu 17,5 °C.

Co se týče výškových poměrů, 90 % plochy povodí Dyje dosahuje nadmořských výšek mezi přibližně 150 až 600 m n. m. Na méně než 1 % území přesahuje nadmořská výška terénu 800 m (www.pmo.cz).

5.3.3 Geomorfologické poměry

Jak píše Culek (1996, s. 340) geomorfologie bioregionu je klasická nivní, která je charakterizována volnými meandry 2 - 4 metry hluboko zaříznutých řek.

Nejvyšším bodem v povodí Dyje je Javořice (837 m n. m.), který se nachází na západní hranici povodí, naopak nejnižším bodem v povodí Dyje je soutok Dyje s Moravou na hranicích území ČR (150 m n. m.) (www.pmo.cz).

Oblast povodí Dyje na území České republiky leží na rozhraní systémů Hercynského a Alpsko-Himalájského. Do oblasti povodí zasahují dvě provincie – Česká vysočina (Český masiv) a Západní Karpaty, které ve směru JZ-SV rozdělují území povodí na dvě přibližně stejně velké části (www.pmo.cz).

Současné povrchové tvary České Vysočiny jsou výsledkem dlouhého geomorfologického vývoje, který můžeme sledovat od druhohor (mezozoikum -251 milion let až -65 milion let). Na vývoj reliéfu České vysočiny i Vnějších Západních Karpat působily změny klimatu, kdy se na našem území vystřídaly vlivem pohybů zemské kůry a vývoje klimatu různé typy podnebí - vlhké tropické, teplé savanové, suché, mírně vlhké a chladné (www.pmo.cz).

5.3.4 Hydrologické poměry

Hranice povodí Dyje jsou tvořeny ze západu rozvodnicí Jihlavy, ze severu rozvodnicemi Oslavy, Svratky a Svitavy a na východě rozvodnicemi Litavy, Kyjovky a částečně Svitavy. Z jihu je hranice tvořena státní hranicí s Rakouskem.

Hlavním tokem oblasti povodí Dyje je řeka Dyje. Stejně jako oblast povodí Moravy patří povodí Dyje k úmoří Černého moře, kam odvádí vodu prostřednictvím řeky Dyje do Moravy a následně dále do Dunaje (www.pmo.cz).

Retenční význam mají vodní nádrže, které jsou vybudovány na většině řek stékajících z Českomoravské vrchoviny (Dyje, Jihlava, Oslava, Svratka) a také i vodní díla u Nových Mlýnů na Dyji a u Dalešic na Jihlavě.

Značný hydrologický i klimatický význam mají také rybníky na jižní Moravě, které se udržely především v širším okolí Lednice. Největším z nich je rybník Nesyt (307 ha), který je zároveň sedmým největším rybníkem v České republice (www.pmo.cz).

Většina území oblasti povodí Dyje náleží k oblastem chudým na podzemní vody (www.pmo.cz).

5.3.5 Pedologické poměry

V oblasti povodí Dyje jsou nejvíce zastoupeny kambizemě, které se vyskytují přibližně na polovině rozlohy z celkové plochy oblasti povodí, dále jsou to pak černozemě, hnědozemě a fluvizemě.

Kambizemě neboli hnědé lesní půdy, se nacházejí hlavně ve svažitéch podmínkách pahorkatin, vrchovin a hornatin, v menší míře v rovinatém reliéfu. Tyto půdy mají vysokou pórovitost a jsou do značné míry využívány zemědělsky. Hnědozemě patří k velmi úrodným půdám a nacházejí se v nížinách i v rovinatějších prvcích reliéfu pahorkatin, přibližně do nadmořské výšky 400 m n. m.

Černozemě patří k našim nejurodnějším půdám, které se nachází v nejsušších nížinných oblastech v nadmořských výškách do 250 m n. m. Limitujícím faktorem jejich úrodnosti je avšak dostatečné množství atmosférických srážek. Fluvizemě vznikají z povodňových sedimentů, které obsahují značné množství živin. V našich podmínkách jsou tyto půdy jednak využívány k pěstování plodin, ale najdeme je i v lužních lesích (www.pmo.cz).

5.3.6 Lesní poměry

Oblast povodí Dyje zahrnuje všechny druhy lesních vegetačních stupňů, a to od nížinných luhů až po smrkové bučiny. Z přirozených lesních společenstev nejvíce převládají jedlové bučiny s 23,8 %, dubové bučiny s 20,5 % a bučiny s bukovými doubravami, které mají podíl 17,3 %.

V západní části povodí vysoce převažují jehličnaté lesy, které zaujímají přibližně 88 % z celkové rozlohy lesů, na jižní a jihovýchodní Moravě zaujímají jehličnaté lesy přibližně 52 % rozlohy lesa a listnaté lesy 47,1 %.

Velkým problémem jsou větrné polomy i poškození lesních porostů zvěří, jako je například okus, ohryz a loupání.

Lesnatost oblasti povodí Dyje je s 29 % plochy lesa, což je mírně pod celostátním průměrem. Pro plnění funkcí lesa je limitujícím faktorem stupeň ekologické stability lesních ekosystémů. Na základě analýz stupně přirozenosti, věkové struktury a zdravotního stavu porostů není tento stav v oblasti povodí Dyje příznivý a můžeme říci, že schopnost porostů vyrovnat se s extrémními situacemi je nízká (www.pmo.cz).

5.3.7 Zemědělství

Zemědělská půda tvoří přibližně 60 % plochy oblasti povodí Dyje a z toho orná půda zabírá necelých 50 % plochy oblasti povodí. Nejvíce orné půdy najdeme v Jihomoravském kraji, a to konkrétně 308 126 ha, tj. 83 % tamní zemědělské půdy, což představuje 58 % plochy z celkové orné půdy oblasti povodí. V Jihomoravském kraji zaujímají 25 579 ha trvalé travní porosty, což je necelých 7 % zemědělské půdy v tomto kraji. Na jižní Moravě jsou také významné vinice, které zaujímají 17 812 ha půdy (www.pmo.cz).

5.4 Charakteristika nádrže Vranov nad Dyjí

5.4.1 Historie vodního díla Vranov

První zmínky o nutnosti úpravy vodního hospodářství na řece Dyji se pocházejí již z roku 1712, když se uvažovalo zejména o regulaci středního a dolního toku řeky. V roce 1911 byl na podnět zemského sněmu, a také za účelem ochrany před povodněmi, nadlepení průtoku či vodárenství a energetiky vypracován obsáhlý generální program na vybudování 37 údolních přehrad na Moravě. Jednou z nich byla i přehrada u Vranova nad Dyjí a zájem o vybudování právě této přehrady projevila akciová

společnost Podyjské závody pro nádrže a elektrárny. O rok později předložila tato společnost komplexní projekt na využití vodní energie řeky Dyje, který zahrnoval výstavbu tří menších přehrad, a to u Bítova, u Vranova nad Dyjí a v Trouznicích. Návrhy na vybudování prvních dvou zmíněných přehrad vodoprávní úřad zamítl s tím, že má společnost vypracovat projekt pouze na jednu hráz, a to u Vranova nad Dyjí. Novému projektu s pouze jednou hrází byla udělena koncese k vybudování, ale společnost Podyjské závody tuto koncesi prodala, neboť se jí nepodařilo sehnat dostatek finančních prostředků na výstavbu. Hlavním investorem Vranovské přehrady se tedy stal stát, který se zavázal přispět 60 % a země Moravskoslezská, která se zavázala přispět 40 %.

Stavba byla zahájena v roce 1930 a na počátečních přípravných pracích zde bylo zaměstnáno až 600 dělníků. Postup prací značně zkomplikovala v roce 1932 velká voda s průtokem až 200 m³/s. V roce 1933 bylo dokončeno betonování přehradní zdi až po korunu hráze. Při stavbě hráze byla poprvé v našich zemích použita technologie litého betonu a celkový objem betonu použitý ke stavbě činil 233 000 m³. Počátkem roku 1934 probíhaly již jen instalace strojových komponentů na elektrárenských potrubích. V dubnu roku 1934 bylo vodní dílo Vranov uvedeno do zkušebního provozu.

Stavba byla nakonec postavena podle podstatně změněných návrhů projektu a celková cena díla i s náklady na vykoupění pozemků narostla na částku vyšší jak 130 milionů korun (80 let vodního díla Vranov).

5.4.2 Vodního dílo Vranov nad Dyjí

Hydrologické povodí nádrže je velmi rozsáhlé (v ČR 1 159 km²) a zasahuje do čtyř okresů – Znojmo, Třebíč, Jihlava a Jindřichův Hradec.

Přehradní hráz (obrázek 3, 4 a 5) se nachází na řece Dyji, těsně před městysem Vranov nad Dyjí. Hráz byla vybudována jako gravitační betonová s poloměrem zakřivení 500 m a výškou nad terénem 47 m. Vzduť přehrady bylo vypočítáno na délku 30 km a největší šířka nádrže je asi 600 m. Výška přepadové hrany je 3,35 m pod úrovní koruny hráze.

Konstrukčně byla hráz rozdělena 17 dilatačními spárami (k předcházení poruch způsobenými například objemovými změnami) na 18 samovolných bloků o průměrné šířce 15 metrů.

Hrází prochází čtyři výpustné potrubí o průměru 1,6 metru s celkovou kapacitou 143 m³/s. Vývařiště má šířku 40 metrů a délku 50 metrů.



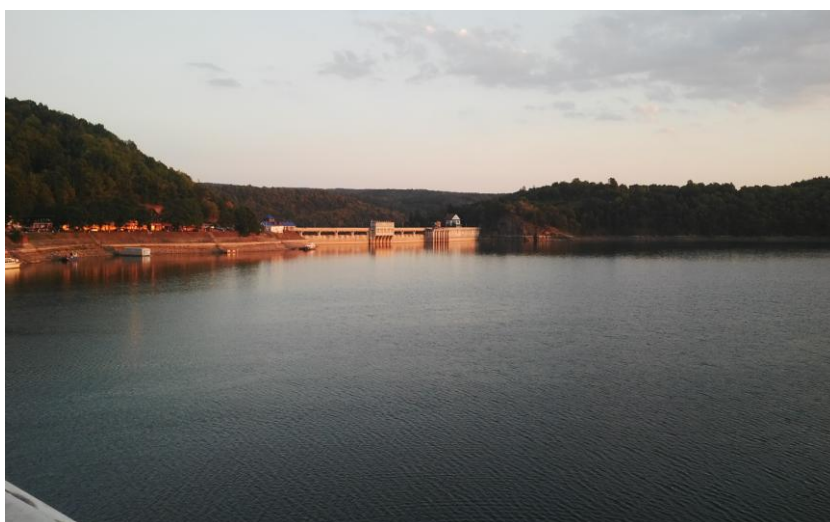
Obrázek 3 – Hráz vodního díla Vranov

Zdroj: vlastní fotografie



Obrázek 4 – Hráz vodního díla Vranov

Zdroj: vlastní fotografie



Obrázek 5 – Hráz vodního díla Vranov

Zdroj: vlastní fotografie

Další vybrané technické parametry jsou uvedeny v tabulce 5. Vzorový řez hrází je zobrazen v příloze A.

Tabulka 5 – Vybrané technické parametry vodního díla Vranov

Říční kilometr	175,41
Plocha povodí	2 211,80 km ²
Celkový objem nádrže	132,696 mil. m ³
Zatopená plocha	761,3 ha
Objem zásobního prostoru	79,668 mil. m ³
Délka koruny hráze	280,50 m
Šířka koruny hráze	7 m
Bezpečnostní přeliv	korunový / nehrazený
Kapacita při maximální hladině	405 m ³ /s
Počet a typ turbín	3, Francis
Výkon	18,9 MW
Provozovatel vodní elektrárny	E.ON

Zdroj: 80 let vodního díla Vranov

Vodní nádrž Vranov slouží jako zdroj surové vody s povolením odebírat $Q = 200 \text{ l/s}$. Odběrný objekt je umístěn na 179,4 kilometru toku Dyje při levém břehu v Jelení zátocce, 3,9 kilometrů od hráze. Následně je voda čerpána z plovoucího pontonu (obrázek 6) do úpravný vod Štítary, odtud je upravená voda dále čerpána do čtyř směrů, a to směrem k obci Zálesí, do obce Vranov nad Dyjí, směrem na obec Štítary a k obci Častohostice.



Obrázek 6 – Plovoucí ponton
Zdroj: vlastní fotografie

Správce nádrže Vranov nad Dyjí i toku Dyje je Povodí Moravy, s. p., vlastníkem odběrného zařízení surové vody je Svazek obcí Vodovody a kanalizace se sídlem v Třebíči, provozovatelem skupinového vodovodu včetně vodárenského odběru a úpravy vody je VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s. (VAS) (Oppeltová a kol., 2014, s. 88).

ÚČEL VODNÍ NÁDRŽE:

- akumulace vody k nadlepšení průtoků pro:
 - odběry a závlahy,
 - odběry pro energetiku,
 - zajištění trvalého minimálního průtoku v toku pod jezerem ve Vranově,
 - odběr pro skupinový vodovod Znojmo (odběr z vodárenské nádrže Znojmo),
 - odběr pro skupinový vodovod Třebíč,
 - zajištění průtoků v Dyjském náhonu od Krhovického jezu,
 - zajištění trvalého minimálního průtoku v Dyji pod jezerem Krhovice,
 - odběry drobných odběratelů vody,
- ochrana před velkými vodami
 - snížení kulminací velkých vod v říčním korytě s částečnou ochranou pozemků pod přehradou až po nádrže Nové Mlýny,
- další využívání vodní nádrže:
 - rekreace a vodní sporty,
 - rybářství,
 - plavba v nádrži.

(Oppeltová a kol., 2014, s. 88)

6 VEŘEJNÁ VODNÍ DOPRAVA

6.1 Historie

Již v roce 1931 se uvažovalo o provozování plavby nad Vranovskou přehradou. Původní záměr byl, že by Národní jednota provozovala plavbu společně s Klubem českých turistů, ale kvůli průtahům se nakonec rozhodla Národní jednota požádat o koncesi samostatně. Následně byla tato žádost Československým plavebním úřadem v roce 1933 schválena. I přes některé finanční problémy byl 11. července roku 1934 na vodu spuštěn první motorový člun Máša s kapacitou 40 osob (Poláková, 2000, s. 7).

Fotografie tohoto člunu je na obrázku 7. Člun Máša jezdil tehdy denně zpravidla ve 14 hodin z Vranova do Bítova a zpět se zastávkami u Lačnova a Chvalatic. V nabídce byla i možnost okružní plavby nad přehradou. Za cestu do Bítova bylo vybíráno 6 Kč a za okružní jízdu 2 Kč. U hlavního přístaviště byla postavena také prostorná čekárna s bufetem. Na obrázku 8 je fotografie restaurace Na hrázi po roce 1934 (www.lodnidopravavranov.cz).



Obrázek 7 – První motorový člun Máša



Obrázek 8 – Restaurace Na hrázi po roce 1934

Zdroj: www.lodnidopravavranov.cz (oba obrázky)

V tabulce č. 6 jsou uvedeni provozovatelé lodní dopravy na Vranovské přehradě

Tabulka 6 – Provozovatelé lodní dopravy na Vranovské přehradě

OBDOBÍ	PROVOZOVATEL
1934 - 1938	Plavební klub NJ a KČST
1935 - 1937	Plavební podnik Ladislava Prchala
1938 - 1940	Kommunalverband des Landrates in Znaim
1946 - 1948	Plavební družstvo Vranov
1948 - 1950	Podyjské a lázeňské plavební družstvo Vranov nad Dyjí
1948 - 1962	Vojenské rekreační středisko
1950 - 1951	Sdružený komunální podnik Vranov nad Dyjí
1951 - 1953	Oblastní komunální podnik Vranov nad Dyjí
1953 - 1954	Služba veřejnosti, oblastní komunální podnik města Znojma
1955 - 1958	Turista Praha
1958 - 1964	Služby rekreačního střediska Vranov nad Dyjí
1964 - 1992	Okresní podnik rekreace Vranov nad Dyjí
1992	Neptun s.r.o.
2006 - doposud	Lodní doprava Vranov s.r.o.

Zdroj: Vaněk, 2012, s. 171

6.2 Současné problémy

Jelikož v roce 2006 došlo k obnovení plavby a tlak veřejnosti na tento druh rekreace byl značný, bylo nutné zahrnout podmínky veřejné vodní dopravy do návrhu dokumentace ochranných pásem.

Při zpracování návrhu dokumentace ochranných pásem se nejdříve vycházelo ze zákonného ustanovení (do dubna 2015, viz níže), které říkalo, že vodoprávní řízení ke stanovení, změně či zrušení ochranných pásem může vyvolat pouze v zákoně uvedený subjekt, kterým byla v tomto případě VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s. jako držitel povolení k nakládání s vodami. Od počátku tvorby návrhu dokumentace ochranných pásem provozovatel veřejné vodní dopravy (Lodní doprava Vranov, s.r.o.) aktivně spolupracoval s vodoprávním úřadem, ale i s VAS jako subjektem odpovědným za ochranu vodního zdroje a také s Povodím Moravy, s.p., který je správcem povodí, nádrže a také pozemků potřebných pro veřejnou vodní dopravu. Lodní doprava Vranov, s.r.o. nejdříve provozovala plavbu s jednou starší lodí, následně i s novou lodí vlastní výroby (obrázek 8). Obě lodě jsou vybaveny závěsnými ekologickými benzínovými motory a speciálními kanystry o obsahu do 40 litrů pohonných hmot, které slouží jako nádrže, tudíž nedochází k manipulaci s ropnými produkty.

Výhodou je, že nevznikají nádní vody (směs vody s olejem, která se shromažďuje ve spodních jímkách motorových člunů), jež jsou velkým nebezpečím pro povrchové vody v nádrži. Pro likvidaci odpadních vod z toalet na lodích bylo taktéž vybudováno zařízení na jejich přečerpávání do kanalizace a odvádění mimo území ochranného pásma.

Lze konstatovat, že za provozování lodní dopravy společností Lodní doprava Vranov, s.r.o. nedošlo k žádné havárii, úniku závadných látek nebo ke stížnostem na ohrožování vodního zdroje.

Od roku 2012 se ale na nádrži objevil i druhý provozovatel veřejné lodní dopravy, který má však zcela opačný způsob jednání. Jeho plavidla jsou více jak 60 let stará, objem nádrže těchto plavidel je 200 litrů, přečerpávání nafty a jeho nerespektování platných opatření k ochraně vod je mnohonásobně větším rizikem pro vodní zdroj. V rámci jeho provozování došlo několikrát k úniku ropy, dokonce i jedna z jeho lodí shořela na hladině (Novák, Opeltoová, 2014, s. 93 – 98).

Zejména díky výše zmíněným problémům druhého provozovatele se stává veřejná lodní doprava rizikem pro vodní zdroj a je třeba zpřísnit ochranná opatření v ochranných pásmech.

I přes výše zmíněné problémy vešla od 15. dubna 2015 v platnost vyhláška ministerstva dopravy č. 46/2015 Sb. o stanovení vodních nádrží a vodních toků, na kterých je zakázána plavba plavidel se spalovacími motory, a o rozsahu a podmínkách užívání povrchových vod k plavbě, v platném znění, která umožňuje užívat k plavbě malá plavidla se spalovacími motory o výkonu do 10 kW. Jelikož VAS s povolením výše zmíněných plavidel nesouhlasila, následovala řada jednání s ministerstvy. Výsledkem těchto jednání bylo obhájení současně platného zákazu plavidel (www.vodarenska.cz).



Obrázek 9 – Lod' Viktorie
Zdroj: vlastní fotografie

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

7.1 Hodnocení vybraných ukazatelů jakosti vody

Ve smyslu ustanovení zákona č. 274/2001 Sb., v platném znění a jeho prováděcí vyhlášky jsou surové vody jednotlivých povrchových zdrojů zařazovány do příslušných kategorií. Stejně je tomu i u technologií úpravy vody. V případě zdroje Vranov a úpravy vody Štítary toto nebylo v minulosti v souladu, protože kategorie surové vody byla A3 a kategorie technologie úpravy vody odpovídala A2. V současné době jde o kategorii A3, neboť v nedávné době proběhla modernizace technologie úpravy vody. Kvalita surové vody se naopak průběžně mírně zlepšuje, v hodnocení pro kategorii A3 není překročen žádný z ukazatelů – v podstatě se kategorie surové vody přesouvá do A2. Dále uváděné hodnocení se z důvodu srovnání s minulostí vztahuje ke kategorii surové vody A3.

7.1.1 Dusičnany (NO_3^-)

Zdrojem dusičnanů ve vodě je nadměrné či nesprávné užívání hnojiv a úniky odpadních vod ze žump, septiků apod. (www.uprava-pitne-vody.cz). Ve sledovaném období 2010 – 2014 byl vývoj obsahu dusičnanů ve vodě vcelku pravidelný.

Nejnižší průměrné měsíční hodnoty v průměru kolem 14 mg/l byly naměřeny na podzim a v zimě, nejvyšší naopak v jarních měsících, zejména v březnu a v dubnu. Jak je vidět v příloze B na grafu 1, nejvyšší hodnota dusičnanů – 42 mg/l byla naměřena právě v měsíci březnu v roce 2013. Výjimkou jsou avšak začátky roků 2012, 2014 a 2015, kdy byly naměřeny velmi nízké hodnoty. Tento jev byl pravděpodobně způsobený nízkými srážkovými úhrny na začátku roku a také absencí sněhové pokrývky, což zapříčinilo minimální povrchový odtok a splachy ze zemědělských pozemků v povodí.

Mezní hodnota pro surovou vodu kategorie A3 (50 mg/l) nebyla ani v jednom měření dosažena.

7.1.2 Chemická spotřeba kyslíku manganistanem - CHSK_{Mn}

Hodnoty chemické spotřeby kyslíku udávají přítomnost organických látek ve vodě. Chemická spotřeba kyslíku se vyjadřuje jako hmotnostní koncentrace kyslíku odpovídající spotřebě manganistanových iontů za předem stanovených podmínek. Stanovení CHSK se provádí titrací manganistanem draselným (KMnO₄) (www.euroclean.cz).

Ve sledovaném období roků 2010 – 2015 se nejvyšší naměřené hodnoty (až 8,1 mg/l) objevují v letních měsících, především v červenci a v srpnu, což je způsobeno zvýšeným množstvím živých organismů – především řas a sinic. V letních měsících má na tyto hodnoty zcela jistě vliv i rekreace v okolí nádrže a produkce nečištěných odpadních vod v povodí. Nejnížší hodnoty byly naměřeny naopak v zimních měsících. Výjimku tvořil duben v roce 2014, kdy byla naměřena téměř nulová hodnota. Nízké hodnoty se vyskytovaly taktéž často v květnu a v červnu. To bylo způsobeno tím, že když na jaře taje sníh a jsou vyšší srážkové úhrny, roste chemická spotřeba kyslíku, následně pak téměř pravidelně klesá na nízké hodnoty.

V hodnoceném období nebyla dosažena mezní hodnota 15 mg/l pro surovou vodu kategorie A3. Graf č. 2 v příloze B ukazuje vývoj hodnot chemické spotřeby kyslíku manganistanem.

7.1.3 Amonné ionty NH₄⁺

Amonné ionty jsou indikátorem fekálního znečištění vody. Ve sledovaném období v letech 2010 – 2015 byla naměřena nejvyšší hodnota amonných iontů – 0,37 mg/l, jak je vidět na grafu č. 3 v příloze B, v srpnu v roce 2015. Stejně jako u dusičnanů jsou nejvyšší hodnoty amonných iontů zaznamenávány v jarních měsících, kdy dochází ke splachům ze zemědělských pozemků a také k pohybům amonných iontů v rámci cirkulace nádrže.

V hodnoceném období nebyla překročena mezní hodnota pro surovou vodu kategorie A3, která je 3 mg/l.

7.1.4 Železo Fe

Železo ve vodě z hygienického hlediska, stejně jako mangan, nepříznivě ovlivňuje organoleptické vlastnosti vody – chuť, barvu a zákal (www.voda.tzb-info.cz).

Vývoj naměřených hodnot železa je vidět na grafu č. 4 v příloze B. Maximální hodnoty jsou dosahovány v únoru a v březnu, kdy dochází k vertikálnímu promíchávání vody v nádrži a uvolnění železa z hypolimnia.

Ve sledovaném období 2010 – 2012 nebyla překročena mezní hodnota pro surovou vodu kategorie A3 – 2 mg/l.

7.1.5 Mangan Mn

Ve vodě se mangan vyskytuje v rozpustné i nerozpuštěné formě, zejména v oxidačních stupních II, III a IV. Při zvýšené koncentraci manganu ve vodě jsou nepříznivě ovlivněny organoleptické vlastnosti vody, a to barva, chuť a zákal (www.voda.tzb-info.cz).

Vývoj naměřených hodnot manganu je vidět na grafu 5 v příloze B. Maximální hodnoty manganu jsou dosahovány v průběhu ledna až března, kdy dochází k vertikálnímu promíchávání vody v nádrži a uvolnění manganu z hypolimnia.

Ve sledovaném období 2010 – 2012 nebyla překročena mezní hodnota pro surovou vodu kategorie A3 – 1,5 mg/l.

7.1.6 Chloridy

Chloridy jsou soli kyseliny chlorovodíkové a jsou přirozenou součástí životního prostředí. Chloridy se běžně do prostředí dostávají erozí hornin nebo také díky antropogenní činnosti, zejména chemického průmyslu (www.arnika.org).

Naměřené hodnoty chloridů jsou zobrazeny v grafu 6 v příloze B. Koncentrace chloridů se neustále pohybuje v rozmezí 15 – 20 mg/l. Mírný nárůst můžeme pozorovat v zimním období, což může způsobovat zimní údržba vozovek v celém povodí nad odběrem.

Mezní hodnota pro surovou vodu kategorie A3 – 250 mg/l nebyla ani v jednom případě překročena.

7.1.7 Sírany SO_4^{2+}

Sírany jsou soli kyseliny sírové, ve které se nachází síranový aniont a nejčastěji kationt kovu. Nadměrná koncentrace síranů ve vodě může vést k zažívacím obtížím a dehydrataci (www.euroclean.cz).

Průměrná měsíční hodnota síranů ve zkoumaných vzorcích vody se pohybovala kolem 50 mg/l. Jak je vidět na grafu 7 přílohy B, nejvyšší naměřená hodnota síranů – 77 mg/l byla v měsíci listopadu v roce 2010.

Mezní hodnota 250 mg/l nebyla ani v jednom případě ve sledovaném období v letech 2010 – 2012 dosažena.

7.1.8 Fosforečnany

V přírodě se fosfor vyskytuje jen ve formě chemických sloučenin. Celkový fosfor je dán množstvím anorganických orthofosforečnanů (PO_4^{3-}), polyfosforečnanů a organicky vázaného fosforu. Do vod se fosfor dostává ve formě orthofosforečnanů a polyfosforečnanů z hnojiv, pracích a čisticích prostředků a podobně. Organicky vázaný fosfor pochází z rozkladných produktů fauny a flóry, ze živočišných odpadů ale i z chemických přípravků používaných v zemědělství (www.hydrobiologie.upol.cz).

V porovnání s minulostí má koncentrace fosforečnanů klesající tendenci a můžeme říci, že v současné době se koncentrace pohybuje v průměru kolem 0,1 – 0,15 mg/l (graf 8 v příloze B).

To, že je koncentrace fosforu ve vodní nádrži Vranov stále problémem, potvrzuje vznik „*Studie zlepšení jakosti vody ve vodním díle Vranov*“. Účelem této studie je detailní popis všech faktorů, které ovlivňují stav vody ve vodní nádrži i v povodí a následně návrh nápravných opatření. Zadavatelem této studie bylo Povodí Moravy, s.p. (Ryšavý, Hanák, 2016, s. 96).

V rámci této studie byly vymezeny čtyři hlavní zdroje znečištění, a to komunální zdroje, průmyslové zdroje, ostatní bodové zdroje a plošné zdroje znečištění.

V rámci komunálních zdrojů znečištění byla řešena zejména problematika likvidace odpadních vod. Ta je v této oblasti velmi nepříznivá, neboť 44 % obyvatel v zájmovém území individuálně likviduje odpadní vody bez využití kanalizačních systémů zakončených čistírnou odpadních vod. Pro účelné napojení obyvatel na kanalizační systém je důležitá velikost obce, ale ty v zájmovém území mají malý počet obyvatel, a proto je výstavba čistírny odpadních vod ekonomicky náročná.

Z hlediska průmyslových zdrojů znečištění do bilance vstoupilo pouze devět významných průmyslových podniků s vlastním vypouštěním odpadních vod, přičemž jediným významným producentem odpadních vod v zájmové oblasti, jehož zatížení P_{celk} je jedním z největších v celém povodí, je Masozávod Krahulčí a.s.

Co se týče ostatních bodových zdrojů znečištění, byla provedena analýza rybníčního hospodaření na stav P_{celk} v tocích. Bylo zjištěno, že rybníky mají docela dobrý potenciál pro snižování P_{celk} i N_{celk} , nicméně vlivem velmi intenzivního hospodaření se z lokality, která nutriety snižuje, může stát značný producent.

V rámci analýzy plošných zdrojů znečištění byly potvrzeny dřívější poznatky, a to, že zemědělská půda není výrazným zdrojem fosforu, ale naopak rozhodujícím zdrojem dusíku, a to i v hydrologicky abnormálním roce (Ryšavý, Hanák, 2016, s. 96 - 98).

Fiala (2015, s. 69) v rámci detailního monitoringu odnosu fosforu do vodního díla Vranov dodává, že odnosy fosforu do vodního díla Vranov se za posledních 14 let pohybují v rozmezí od 23 do 114 tun za rok. Tyto hodnoty byly vypočteny pomocí interpolace měsíčních hodnot koncentrace a průměrných denních průtoků.

Bylo také zjištěno, že ve vodných letech bývá jakost vody v nejvíce eutrofní horní části nádrže lepší, neboť vnesené živiny se dostávají dále do nádrže, kde se teprve růst fytoplanktonu projeví. V suchých letech je tomu právě naopak. Jak udává Kosour a kol. (2015, s. 63), v suchém roce 2014 byla situace na Bítově pro masový rozvoj sinic hodnocena hygienickou službou nejhorším stupněm 5, což značí zákaz koupání. Naopak ve vodném roce 2013 byla situace stavu sinic hodnocena hygienickou stanicí pouze stupněm 2.

PROGNÓZA VÝVOJE JAKOSTI VODY

- Vývoj jakosti surové vody v jednotlivých ukazatelích i v ročních obdobích je přibližně standardní.
- V hodnocení nejsou postihnuty nestandardní (případně) havarijní situace, avšak technologická opatření na úpravě vody by měla do určité míry (ne v plném rozsahu) zajistit jejich řešení. Je proto nutné je kombinovat s opatřeními technickými a zejména preventivními.

7.2 Popis a zhodnocení účinnosti stávajících ochranných pásem

Vodní zdroj Vranov se řadí mezi víceúčelové nádrže s vodárenským odběrem, a jelikož se nejedná pouze o vodárenskou nádrž, péče o ochranná pásma proto náleží subjektu, který vlastní povolení k odběru vody. Toto povolení vlastní Vodovody a kanalizace, svazek obcí se sídlem v Třebíči, který ve smyslu zákona o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu přenesl svoji povinnost na provozovatele vodárenské infrastruktury, kterým je VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s.

Původní ochrana vodního zdroje byla stanovena v Rozhodnutí o povolení stavby skupinového vodovodu Vranov – Moravské Budějovice – Dukovany Okresního národního výboru v Třebíči v roce 1974. V této době se stanovovala ochranná pásma, respektive pásma hygienické ochrany (PHO) celoplošně, tedy v rámci celého povodí zdroje. Zdroj měl stanoveny všechny tři stupně pásem hygienické ochrany, a to konkrétně PHO I a, PHO I b, PHO II a, PHO II b, PHO III.

První revize následovala po zprovoznění vodárenského odběru. Z rozhodnutí vodohospodářského orgánu Jihomoravského krajského národního výboru zajišťoval revizi tehdejší správce zdroje, kterým byl krajský podnik Jihomoravské vodovody a kanalizace. Jihomoravský krajský národní výbor stanovil PHO ve smyslu tehdy platné „metodiky hygienického orgánu“. Opět byla stanovena PHO celoplošně, a to PHO I. stupně, PHO II. stupně vnitřní a vnější část a PHO III. stupně, které zasahovalo až do pramenné oblasti Moravské Dyje v okrese Jihlava. Je nutno připomenout, že jako významné ochranné opatření v těchto stanovených PHO platilo již od počátku až do

roku 1992 zrušení lodní dopravy. Rozhodnutí o revizi PHO i přes celou řadu odvolání nabylo právní moci 30. 5. 1991.

Další změnu PHO začala na konci minulého století připravovat VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s. Nejprve došlo ke zrušení PHO II. stupně vnější a PHO III. stupně a následně bylo také vydáno rozhodnutí o změně ochranných pásem. Jelikož již byla v platnosti současná koncepce ochrany vodních zdrojů (bodová nebo také zonální), došlo k novému stanovení ochranných pásem I. stupně kolem vodárenského odběru a ochranná pásma II. stupně území č. 1, které zahrnuje přibližně celou zátopu nádrže včetně přilehlé břehové části (hranice ochranných pásem je vedena po hranicích pozemků Povodí Moravy, s.p.). Rozhodnutí vodoprávního úřadu i přes odvolání dvou účastníků řízení nabylo právní moci v prosinci 2000. Touto změnou ochranných pásem bylo mimo jiné umožněno návratu veřejné lodní dopravy na vranovskou nádrž a taktéž vznikla na pozemcích zahrnutých do ochranného pásma věcná břemena, která byla zanesena do katastru nemovitostí (Novák, Opletová, 2014, s. 93 – 94).

Současné vymezení ochranných pásem tedy platí již od 7. 12. 2000 a od té doby neustále přibývalo množství změn, nejen právních předpisů, ale byly také získány nové zkušenosti v místních podmínkách. V roce 2013 proto došlo k dohodě mezi VAS a vodoprávními úřady (Městský úřad Znojmo – dozorový orgán a Krajský úřad Jihomoravského kraje – vodoprávně příslušný úřad), že se začne připravovat optimalizace ochranných pásem tohoto vodního zdroje. Mapa ochranných pásem I. i II. stupně je v příloze C.

7.3 Riziková analýza pro optimalizaci ochrany vodního zdroje

Při stanovování ochranných pásem je důležité věnovat pozornost především rizikům, které souvisí s antropogenními činnostmi v povodí zdroje. Je nezbytné komplexně zhodnotit stav vodního zdroje, všechny místní poměry a také vytipovat a zdůvodnit rizika ohrožení, jak vydatnosti, tak i zdravotní nezávadnosti a kvality vody ve zdroji. Posléze se navrhne rozsah ochranných pásem, v nich obecně závazné ochranné opatření a také

potřebná technická opatření. Takové zhodnocení a návrh je poté hlavním podkladem pro návrh opatření obecné povahy vodoprávního úřadu.

7.3.1 Ohrožení vodního zdroje vlivem přírodních poměrů

Předmětem zhodnocení a návrhu ochranných pásem je zdroj povrchové vody, přičemž přírodní podmínky nemají na tento zdroj vody takový vliv jako u vody podzemní. Zastoupené horniny nemají na vodní zdroj téměř žádný vliv, neboť horniny nejsou vodou rozpustné ani vyluhovatelné.

Jako rizikový ukazatel přírodního prostředí není považován ani vodárenský odběr, protože předpokládaná kapacita zdroje není odběrem naplněna.

Součástí přírodních podmínek jsou i podmínky meteorologické a klimatické poměry, které se přímo promítají do momentálních zásob povrchové vody i její kvality. Můžeme konstatovat, že okamžité hodnoty atmosférických srážek nebo teplot jsou v poslední době v jednotlivých obdobích rozdílné a spíše nepravidelné.

7.3.1.1 Zranitelnost morfoloická

Zátopa a její okolí je tvořeno vodní plochou – vzduť hladina a pozemky, které jsou ve správě správce povodí, avšak spíše nedopatřením bylo umožněno v nežádoucím rozsahu jejich zastavění respektive další dodatečné využití.

Břehy kolem zátopy mají různorodý tvar, pokryv, ale i využití. Vranovská pláž i Pláž Bítov jsou ploché, rovinné a naplňují možnost rekreačního využití. Podstatná část břehu je avšak strmější a mnohdy skalnatá až nedostupná. I přes tento fakt jsou tato území zastavěná objekty individuální rekreace. Zastavěnost vznikala především od poloviny 20. století, kdy se jednalo o stavby na cizích pozemcích a spíše o rybářské přístřešky, nikoli tedy o trvalé stavby. Postupem času se však měnil charakter staveb, kdy mnoho ze současných rekreačních objektů plní funkci trvalého obývání.

V tabulce 7 je zobrazena zkrácená riziková matice, kde na základě pravděpodobnosti výskytu (pravděpodobné) a následků (střední) je určena úroveň rizika, které je mírné.

Tabulka 7 – Riziková matice pro faktor morfologická zranitelnost

PRAVDĚPODOBNOST VÝSKYTU					NÁSLEDKY					ÚROVEŇ RIZIKA
téměř jisté	pravdě- podobné	méně pravděp.	nepravdě- podobné	vzácné	nevýzna- mné	malé	střední	významné	velké	
5	4	3	2	1,2	1,2	2	3	4	5	12

7.3.1.2 Zranitelnost půd

Ve zkoumaném ochranném pásmu se jedná o pozemky, které nejsou intenzivně zemědělsky obhospodařovány a nejedná se ani o rozsáhlé lesní porosty. Na vodní zdroj má ovšem vliv kvalita a struktura půd, kdy díky negativním povětrnostním vlivům dochází k erozi a následně k zanášení nádrže.

V tabulce 8 je zobrazena zkrácená riziková matice, kde na základě pravděpodobnosti výskytu (pravděpodobné) a následků (střední) je určena úroveň rizika, které je mírné.

Tabulka 8 – Riziková matice pro faktor zranitelnost půd

PRAVDĚPODOBNOST VÝSKYTU					NÁSLEDKY					ÚROVEŇ RIZIKA
téměř jisté	pravdě- podobné	méně pravděp.	nepravdě- podobné	vzácné	nevýzna- mné	malé	střední	významné	velké	
. 5 .	. 4 .	3	. 2 .	1,2	1,2	. 2 .	. 3 .	. 4 .	. 5 .	. 12 .

7.3.2 Odběry vody, nakládání s vodami a nakládání se závadnými látkami

7.3.2.1 Odběry vody

Odběry podzemní vody z pohledu ovlivnění vydatnosti povrchového zdroje nejsou brány jako riziko. Je nutné avšak dodat, že v okolí rekreačních chat se stále více budují jímací objekty podzemní vody pro individuální zásobování jednotlivých chat a je nutné při jejich budování dodržovat obecnou ochranu vod, aby i nadále neohrožovaly

vodárenský odběr z nádrže. Rizikem se může ale do budoucna stát díky nepříznivým meteorologickým a klimatickým podmínkám zvýšené množství odebírané povrchové vody (v rámci povoleného množství) pro účely zásobování vodou kempu Bítov, pro účely závlah, energetického využívání vody i pro účely vodárenského odběru skupinového vodovodu Třebíč (ten má však prioritu). V budoucnu je proto nadále důležité nepovolovat další povrchové odběry a zabránit nepovoleným odběrům povrchové vody z nádrže.

V tabulce 9 je zobrazena zkrácená riziková matice, kde na základě pravděpodobnosti výskytu (pravděpodobné) a následků (významné) je určena úroveň rizika, které je mírné.

Tabulka 9 – Riziková matice pro faktor odběru vody

PRAVDĚPODOBNOST VÝSKYTU					NÁSLEDKY					ÚROVEŇ RIZIKA
téměř jisté	pravdě- podobné	méně pravděp.	nepravdě- podobné	vzácné	nevýzna- mné	malé	střední	významné	velké	
5	4	3	2	1,2	1,2	2	3	4	5	12

7.3.2.2 *Produkce odpadních vod*

Na území ochranného pásma, v souvislosti se stávajícím i běžným využíváním území a objektů v něm, jde o riziko, které nelze rozšiřovat, například navyšováním obytné kapacity, pokud nebude zajištěna řádná likvidace odpadních vod.

V tabulce 10 je zobrazena zkrácená riziková matice, kde na základě pravděpodobnosti výskytu (pravděpodobné) a následků (významné a velké) je určena úroveň rizika, které je výrazné až nebezpečné.

Tabulka 10 – Riziková matic pro faktor produkce odpadních vod

PRAVDĚPODOBNOST VÝSKYTU					NÁSLEDKY					ÚROVEŇ RIZIKA
téměř jisté	pravdě- podobné	méně pravděp.	nepravdě- podobné	vzácné	nevýzna- mné	malé	střední	významné	velké	
5	4	3	2	1,2	1,2	2	3	4	5	16 - 20

7.3.2.3 *Nakládání se závadnými látkami*

Nakládání se závadnými látkami je rozhodujícím rizikem pro kvalitu povrchové vody (surové vody pro výrobu vody pitné) v nádrži. Je zde zahrnuto nakládání s ropnými látkami (jako jsou pohonné hmoty a mazadla pro plavidla apod.) i nakládání s dalšími závadnými látkami (jako jsou látky při provádění údržby staveb apod.).

V tabulce 11 je zobrazena zkrácená riziková matice, kde na základě pravděpodobnosti výskytu (pravděpodobné) a následků (významné a velké) je určena úroveň rizika, které je výrazné až nebezpečné.

Tabulka 11 – Riziková matice pro faktor nakládání se závadnými látkami

PRAVDĚPODOBNOST VÝSKYTU					NÁSLEDKY					ÚROVEŇ RIZIKA
téměř jisté	pravdě- podobné	méně pravděp.	nepravdě- podobné	vzácné	nevýzn- namné	malé	střední	významné	velké	
5	4	3	2	1,2	1,2	2	3	4	5	16 - 20

V rámci rizikové analýzy v souvislosti s odběrem vody a nakládání s vodami je nutné vzít v potaz i doposud neznámá rizika pojící se s dosavadním využíváním území a objektů v ochranných pásmech, kdy jde především o havárie doprovázené úniky či úkapy závadných látek, dále například o terénní práce většího hloubkového či plošného rozsahu, nevhodné nebo o nadměrné rekreační využívání vodní plochy včetně bezprostředních břehů.

7.3.2.4 **Doposud neznámá rizika**

V tabulce 12 je zobrazena zkrácená riziková matice, kde na základě pravděpodobnosti výskytu těchto možných jevů (méně pravděpodobné) a následků (významné a velké) je určena úroveň rizika, které je mírné, popřípadě výrazné až nebezpečné.

Tabulka 12 – Riziková matice pro faktor doposud neznámých rizik

PRAVDĚPODOBNOST VÝSKYTU					NÁSLEDKY					ÚROVEŇ RIZIKA
téměř jisté	pravdě- podobné	méně pravděp.	nepravdě- podobné	vzácné	nevýzn- namné	malé	střední	významné	velké	
5	4	3	2	1,2	1,2	2	3	4	5	12 - 15

7.3.3 Charakteristika druhů pozemků a způsob jejich využívání

7.3.3.1 Ochranné pásmo I. stupně

Na území ochranného pásma I. stupně se nachází lesní pozemek (lesy zvláštního určení), vodní plocha (umělá vodní nádrž), ostatní plocha (jiná plocha) i zastavěná plocha a nádvoří (stavby související s vodárenskou infrastrukturou).

Co se týče objektů, nachází se zde čerpací stanice, která je umístěna na plovoucím pontonu, dále pak původní čerpací stanice, která je dnes mimo provoz, ale plní náhradní provozní funkci a také schodiště a zvedací zařízení, které slouží pro přepravu materiálů a osob provozovatele.

Nejrizikovějším územím je vodní plocha (z ustanovení vodního zákona je zde zákaz vstupu i vjezdu), která je v těsné blízkosti plavebního koridoru, a proto zde hrozí mechanické poškození plavidla (plovoucího pontonu s čerpací stanicí surové vody) nebo při případném havarijním úniku závadných látek je možné znečištění povrchové vody v bezprostřední blízkosti odběru. Rizikem je také při nadměrném pohybu osob nebo plavidel v okolí odběrného objektu porušení zákazu vstupu, vjezdu či plavby.

V tabulce 13 je zobrazena zkrácená riziková matice, kde na základě pravděpodobnosti výskytu možných jevů (méně pravděpodobné) a následků (velké) je určena úroveň rizika, které je výrazné až nebezpečné.

Tabulka 13 – Riziková matice pro faktor využití pozemků v OP I. stupně

PRAVDĚPODOBNOST VÝSKYTU					NÁSLEDKY					ÚROVEŇ RIZIKA
téměř jisté	pravdě- podobné	méně pravděp.	nepravdě- podobné	vzácné	nevýzn- namné	malé	střední	významné	velké	
5	4	3	2	1,2	1,2	2	3	4	5	15

7.3.3.2 Ochranné pásmo II. stupně

Na území ochranného pásma II. stupně se nachází lesní pozemek (některé rekreační objekty jsou postaveny na pozemcích Povodí Moravy, s. p., tak i na pozemcích Lesů České republiky, s. p., a proto jsou zahrnuty do území ochranného pásma II. stupně i pozemky pod nimi), ostatní plocha (jiná plocha či ostatní komunikace), vodní plocha (umělá vodní nádrž) i zemědělská půda (spíše výjimečně trvalé travní porosty).

Co se týče objektů, nachází se zde zařízení správce nádrže a provozovatele vodárenské infrastruktury (obslužné objekty), najdeme zde i rekreační objekty a objekty služeb, které souvisí především s rekreací i objekty a zařízení související s veřejnou vodní dopravou a rekreační plavbou. Ojedinele zde nalezneme další objekty a zařízení, které souvisí s účelem a využíváním pozemků a staveb.

Největším rizikem je fakt, že se na pozemcích Povodí Moravy, s. p. nachází přibližně 900 objektů, které neslouží správci nádrže a jsou v nesouladu s provozními zásadami a potřebami. Objekty jsou vybudovány na pozemcích, které navazují na vodní plochu nádrže a nacházejí se nad maximální hladinou. Problémem je, že tyto pozemky mají plnit prioritně funkci ochrany nádrže a mají sloužit správci nádrže k obslužným činnostem. Původně byly chaty povolovány jako dočasné s tím, že pokud správce povodí rozhodne o jejich odstranění, vlastník stavby je povinen stavbu odstranit na vlastní náklady. V současnosti se avšak tyto stavby staly největším rizikem pro vodní zdroj, především pro kvalitu povrchové vody, neboť dochází k produkci odpadních vod, k nadměrnému pohybu osob i dopravních prostředků, poškozování porostů či například k nevhodným stavebním úpravám břehů.

V tabulce 14 je zobrazena zkrácená riziková matice, kde na základě pravděpodobnosti výskytu možných jevů (téměř jisté) a následků (významné) je určena úroveň rizika, které je výrazné až nebezpečné.

Tabulka 14 – Riziková matice pro faktor využití pozemků v OP II. stupně

PRAVDĚPODOBNOST VÝSKYTU					NÁSLEDKY					ÚROVEŇ RIZIKA
téměř jisté	pravdě- podobné	méně pravděp.	nepravdě- podobné	vzácné	nevýzn- namné	malé	střední	významné	velké	
5	4	3	2	1,2	1,2	2	3	4	5	20

7.3.3.3 Vlastní zátopa

Podobně je zatížena i vlastní zátopa, neboť se jedná o víceúčelovou nádrž. Vodárenský účel je sice zařazen manipulačním řádem mezi priority, avšak dochází zde k častým střetům zájmů, mezi které se řadí například sezónní rekreace včetně plavby, energetické využití nádrže, protipovodňová ochrana nebo také rybářské využívání. Můžeme říct, že se úroveň rizik sčítá a působí tak velmi intenzivně a negativně na vodárenský zdroj – na plynulé zajištění výroby a dodávek pitné vody v požadované kvalitě a potřebném množství.

V tabulce 15 je zobrazena zkrácená riziková matice, kde na základě pravděpodobnosti výskytu možných jevů (pravděpodobné) a následků (významné) je určena úroveň rizika, které je výrazné až nebezpečné.

Tabulka 15 – Riziková matice pro faktor využití vlastní zátopy

PRAVDĚPODOBNOST VÝSKYTU					NÁSLEDKY					ÚROVEŇ RIZIKA
téměř jisté	pravdě- podobné	méně pravděp.	nepravdě- podobné	vzácné	nevýzn- namné	malé	střední	významné	velké	
5	4	3	2	1,2	1,2	2	3	4	5	16

V rámci charakteristiky druhů pozemku a jejich využívání je potřeba vzít v potaz i víceúčelovost nádrže s vodárenským využitím, neboť jednotlivé účely se posuzují bez vzájemné provázanosti. Neexistuje tedy žádný centrální orgán, který by neposuzoval pouze jednotlivé samostatné činnosti, ale posoudil by vztahy a jejich váhu v rámci celkového, víceúčelového postavení nádrže.

V tabulce 16 je zobrazena zkrácená riziková matice, kde na základě pravděpodobnosti výskytu možných jevů (méně pravděpodobné) a následků (významné) je určena úroveň rizika, které je mírné.

Tabulka 16 – Riziková matice pro faktor víceúčelového využití nádrže

PRAVDĚPODOBNOST VÝSKYTU					NÁSLEDKY					ÚROVEŇ RIZIKA
téměř jisté	pravdě- podobné	méně pravděp.	nepravdě- podobné	vzácné	nevýzn- namné	malé	střední	významné	velké	
5	4	3	2	1,2	1,2	2	3	4	5	12

7.3.4 Údaje o bodových, plošných a liniových zdrojích znečištění

Vydatnost, jakost nebo zdravotní nezávadnost vodního zdroje mohou ohrozit následující zdroje a činnosti znečištění:

- **Bodové**

- objekty s produkcí odpadních vod,
- místa, kde se nakládá se závadnými látkami,
- havarijní úniky závadných látek,
- vyústění kanalizací bez čištění odpadních vod,
- nedovolené vypouštění odpadních vod do vod povrchových (vyčerpávání žump, úniky z hadic při čerpání odpadních vod do fekálního vozu...),
- zatápěné objekty (objekty postavené pod kótou maximální hladiny),

- **Plošné**
 - plošné obhospodařování není zásadním rizikem,
 - plošné využívání vodní plochy (rekreace, plavba...) může být považováno podle svého charakteru za vážné riziko,
- **Liniové**
 - místní komunikace (sezónně intenzivně využívané pro dojezd k rekreačním objektům, pro vyvážení žump...),
 - vodní cesta na nádrži, která je využívána povolenými plavidly.

7.3.5 Závěr analýzy rizik

Z uvedené analýzy rizik vyplývá, že rozsah dosavadních ochranných pásem, která zahrnují nejbližší a nejzranitelnější okolí odběrného objektu, nebude měněn a zůstane zachován. Jelikož nebude měněn rozsah dosavadních ochranných pásem, zůstává v platnosti i část rozhodnutí o stanovení OP. Je nutné avšak optimalizovat ochranná opatření, tedy podmínky v platných ochranných pásmech. V budoucnu se očekávají případná další možná nebezpečí, a proto je nezbytné případná opatření formulovat obecně.

8 ZÁVĚR

Tato diplomová práce na téma „**Hodnocení jakosti vody v nádrži Vranov nad Dyjí**“ je zaměřena na charakteristiku vodní nádrže Vranov nad Dyjí, na hodnocení vybraných ukazatelů jakosti vody a na zhodnocení účinnosti stávajících ochranných pásem. Součástí práce je i vypracování rizikové analýzy pro optimalizaci ochrany vodního zdroje.

Jedním z hlavních cílů práce bylo hodnocení **vybraných ukazatelů jakosti vody**, konkrétně dusičnanů, chemické spotřeby kyslíku manganistanem, amonných iontů, železa, manganu, chloridů, síranů a fosforečnanů. Rozbory dusičnanů, chemické spotřeby kyslíku manganistanem a amonné ionty byly vyhodnoceny za období let 2010 – 2015. Naměřené hodnoty železa, manganu, chloridů a síranů byly hodnoceny za období let 2010 – 2012. Z naměřených hodnot byly zpracovány průměrné měsíční koncentrace a následně tyto měsíční koncentrace byly hodnoceny podle vyhlášky č. 428/2001 Sb., v platném znění (příloha vyhlášky č. 13, Požadavky na jakost surové vody) pro surovou vodu kategorie A3.

Nejvyšší naměřené průměrné hodnoty **dusičnanů** jsou v měsících březen a duben, nejnižší naopak na podzim a v zimě. Výjimkou avšak byly začátky let 2012, 2014 a 2015, kdy byly naměřeny velmi nízké hodnoty dusičnanů. Nízké naměřené hodnoty byly pravděpodobně způsobeny nízkými srážkovými úhrny na začátku roku a také absencí sněhové pokrývky. Tento fakt měl za následek minimální povrchový odtok a splachy ze zemědělských pozemků v povodí. Mezní hodnota dusičnanů pro surovou vodu kategorie A3 (50 mg/l) nebyla avšak ani v jednom měření dosažena.

Nejvyšší naměřené hodnoty u **chemické spotřeby kyslíku manganistanem** byly zejména v červenci a v srpnu, což bylo způsobeno zvýšeným množstvím živých organismů – především řas a sinic, rekreací v okolí nádrže a také produkcí nečištěných odpadních vod v povodí. Nejnižší hodnoty byly naměřeny naopak v zimních měsících a taktéž často v květnu a v červnu. Výjimkou byl avšak duben v roce 2014, kdy proběhlo pouze jedno měření a jeho hodnota byla téměř nulová. Důvodem nízkých

naměřených hodnot bylo to, že při tání sněhu a při vyšších srážkových úhrnech roste chemická spotřeba kyslíku a následně pak téměř pravidelně klesá na nízké hodnoty. V hodnoceném období nebyla mezní hodnota chemické spotřeby kyslíku manganistanem 15 mg/l pro surovou vodu kategorie A3 dosažena.

Nejvyšší hodnoty **amonných iontů** byly zaznamenány zejména v jarních měsících, kdy dochází ke splachům ze zemědělských pozemků, a také k pohybům amonných iontů v rámci cirkulace nádrže. V hodnoceném období let 2010 - 2015 nebyla překročena mezní hodnota pro surovou vodu kategorie A3, která je 3 mg/l.

Maximální naměřené hodnoty **železa** jsou dosahovány v únoru a v březnu, kdy dochází k stratifikaci vody v nádrži a také k uvolnění železa z hypolimnia. Ve sledovaném období let 2010 – 2012 nebyla v žádném měření překročena mezní hodnota železa 2 mg/l pro surovou vodu kategorie A3.

Nejvyšší naměřené hodnoty **manganu** jsou dosahovány v průběhu ledna až března, kdy dochází k vertikálnímu promíchávání vody v nádrži a uvolnění manganu z hypolimnia. Ve sledovaném období let 2010 – 2012 nebyla překročena mezní hodnota manganu

1,5 mg/l pro surovou vodu kategorie A3.

Koncentrace **chloridů** se neustále pohybuje v rozmezí 15 – 20 mg/l, avšak mírný nárůst lze pozorovat v zimním období, což může způsobovat zimní údržba vozovek v celém povodí nad odběrem. Mezní hodnota chloridů pro surovou vodu kategorie A3 – 250 mg/l nebyla ani v jednom případě překročena.

Průměrná měsíční hodnota **síranů** ve zkoumaných vzorcích vody se pohybovala kolem 50 mg/l. Mezní hodnota síranů, která je 250 mg/l, nebyla ani v jednom případě ve sledovaném období v letech 2010 – 2012 dosažena.

Koncentrace **fosforečnanů** se pohybuje v průměru kolem 0,1 – 0,15 mg/l. Problematika zvýšené koncentrace fosforečnanů je však trvalá. Sloučeniny fosforu se do povrchových vod dostávají používáním syntetických detergentů, fosforečných hnojiv, ale třeba dalším zdrojem jsou i splaškové odpadní vody. A právě zvýšené množství sloučenin fosforu významnou mírou přispívá k eutrofizaci vod. Vzniklo dokonce i několik studií s cílem snížit množství fosforu ve vodní nádrži. Výsledkem byl fakt, že

zásahy na nádrži samotné neřeší příčinu, nýbrž následek. Největší potenciál, jak příznivě ovlivnit situaci má snížení koncentrace fosforu na obou hlavních přítocích – Dyji a Želetavce, které jsou v současné době nejvíce zatíženy fosforem. Důležitým předpokladem pro zlepšení stavu fosforu ve vodě je i plné využití potenciálu současných, ale i budoucích čistíren odpadních vod či zlepšení účinnosti odstraňování fosforu na současných čistírnách odpadních vod. Zajímavým zjištěním také je, že míra eutrofizace vody je závislá na vodním nebo suchém roce, neboť v suchém roce 2014 byla míra eutrofizace vody velmi vysoká a naopak ve vodním roce 2013 byla příznivá. Tento jev je dán tím, že ve vodných letech se vnesené živiny dostávají dále do nádrže, kde se teprve tam růst fytoplanktonu projeví.

Dalším z cílů diplomové práce bylo **zhodnocení účinnosti stávajících ochranných pásem**. Současné vymezení ochranných pásem platí od konce roku 2000. Rozhodnutím vodoprávního úřadu bylo vymezeno ochranné pásmo I. stupně kolem vodárenského odběru a ochranné pásmo II. stupně, které je kolem celé zátopy nádrže včetně přilehlé břehové části. Vymezení ochranných pásem plnilo svou funkci, ale z důvodu stále přibývajících množství změn, nejen tedy právních předpisů, ale i informací ze zájmového území, došlo v roce 2013 k dohodě mezi VAS a vodoprávními úřady, která vede k optimalizaci ochranných pásem vodního zdroje. K vypracování návrhu pro optimalizaci ochranných pásem je vhodné zpracovat rizikovou analýzu, která byla také cílem mé diplomové práce.

Riziková analýza hodnotí vztah vodního zdroje a místních podmínek z pohledu ohrožení vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávislosti vody ve vodním zdroji a dopady na spotřebitele. Po vytipování a zdůvodnění rizik ohrožení, vydatnosti, i zdravotní nezávadnosti a kvality vody ve zdroji bylo navrženo zachování rozsahu ochranných pásem a dále v nich byla stanovena obecně závazná ochranná opatření a také potřebná technická opatření.

V rámci rizikové analýzy bylo hodnoceno ohrožení vodního zdroje vlivem přírodních poměrů (zranitelnost morfologická a zranitelnost půd), dále byly hodnoceny odběry vody, nakládání s vodami a nakládání se závadnými látkami (zvláště byl

hodnocen odběr vody, produkce odpadních vod, nakládání se závadnými látkami a doposud neznámá rizika), hodnocena byla i charakteristika druhů pozemků a způsob jejich využívání (zvláště ochranné pásmo I. stupně, ochranné pásmo II. stupně a vlastní zátopa). Poslední hodnocenou kategorií byly údaje o bodových, plošných a liniových zdrojích znečištění.

Z rizikové analýzy vyplynulo, že rozsah dosavadních ochranných pásem nebude měněn a zůstane zachován. Vzhledem k tomu, že původním účelem vodního díla nebylo vodárenství, došlo v okolí nádrže k velkému rozšíření rekreace. Na levém břehu nádrže v prostoru při hrázi je písčiná pláž, v její blízkosti kemp a i v okolí celého vzdutí bylo vybudováno velké množství soukromých i veřejných rekreačních objektů, což souvisí s nejvýznamnějším problémem, a to produkcí a likvidací odpadních vod.

Zejména z výše uvedeného problému je nutné při zachování ochranných pásem optimalizovat ochranné opatření, tedy podmínky v platných ochranných pásmech.

Závěrem je možno konstatovat, že ochranná pásma vodního zdroje Vranov zůstanou zachována, ale je nutné optimalizovat podmínky v ochranných pásmech. V rámci hodnocení vybraných ukazatelů jakosti vody žádný z hodnocených ukazatelů nepřesáhl mezní hodnotu pro surovou vodu kategorie A3. Výsledky byly následně využity při tvorbě rizikové analýzy a při stanovování dalších území ochranného pásma II. stupně. V rámci rizikové analýzy vyplynulo, že hlavní rizika, která je nutno brát v potaz při stanovování ochranných pásem na Vranově, je produkce a následná likvidace odpadních vod (kolem nádrže je přes 5 000 rekreačních a jiných objektů a v ochranném pásmu II. stupně asi 900 rekreačních a jiných objektů), nakládání se závadnými látkami, především ropnými produkty, v souvislosti s obnovením veřejné lodní dopravy. Rizikem je také samotná rekreace na nádrži a jejím okolí obecně.

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

9.1 Použitá literatura

80 let vodního díla Vranov: 1934 - 2014. Brno: Povodí Moravy, s.p., 2014.

BARTÁK, Zdeněk. *Osoba oprávněná k provozování vodovodů a kanalizací*. Vyd. 1. Líbeznice: Pro Vyšší odbornou školu stavební a Střední školu stavební Vysoké Mýto vydalo vydavatelství Medim, 2007, 152 s. Učební text (Vyšší odborná škola stavební a Střední škola stavební Vysoké Mýto). ISBN 978-80-87140-01-7.

BLAŽEK, Vladimír. *Voda v České republice*. Praha: Pro Ministerstvo zemědělství vydal Consult, 2006, 253 s. ISBN 80-903482-1-1.

BRONCOVÁ, Dagmar (ed.). *Voda pro všechny: vodárenské soustavy v ČR*. Vyd. 1. Praha: Milpo media, 2006, 191 s. Z historie průmyslu. ISBN 80-903481-9-x

CULEK, Martin (ed.). *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Enigma, 1996, 347 s. ISBN 80-85368-80-3

FIALA, Daniel. Detailní monitoring odnosu fosforu do VD Vranov. In: *Vodní nádrže 2015: Vodohospodářská konference* [online]. 2015 [cit. 2016-03-12]. ISBN 978-80-260-8726-7.

HANSLÍK, Eduard. *Osoba oprávněná k provozování vodovodů a kanalizací*. Vyd. 1. Líbeznice: Pro Vyšší odbornou školu stavební a Střední školu stavební Vysoké Mýto vydalo vydavatelství Medim, 2007. Učební text (Vyšší odborná škola stavební a Střední škola stavební Vysoké Mýto). ISBN 978-80-87140-03-1

HLAVÍNEK, Petr a Jaromír ŘÍHA. *Jakost vody v povodí*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. ISBN 80-214-2815-5

HORÁČEK, Zdeněk. *Vodní zákon: s podrobným komentářem po velké novele stavebního zákona k 1.1.2013*. 2. vyd. Praha: Sondy, 2013, 319 s. Paragrafy do kapsy. ISBN 978-80-86846-48-4.

HUBAČÍKOVÁ, Věra. *Vodní hospodářství*. Vydání: první. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-239-7.

KOSOURL, Dušan a kol. VN Vranov – situace a možnosti řešení jakosti vody. In: *Vodní nádrže 2015: Vodohospodářská konference* [online]. 2015 [cit. 2016-03-12]. ISBN 978-80-260-8726-7.

KRATOCHVÍL, 2002, str 17 In *Riziková analýza záplavových území: seminář 2002 - sborník příspěvků*. Vyd. 1. Brno: ECON publishing, c2002, 174 s. ISBN 80-86433-15-3.

KROČOVÁ, Šárka. *Strategie dodávek pitné vody*. 1. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2009. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-072-2.

KUČEROVÁ, Radmila, Peter FEČKO a Barbora LYČKOVÁ. *Úprava a čištění vody*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2011, 108 s. ISBN 978-80-248-2389-8.

NOVÁK, Jiří a Petra OPPELTOVÁ. Optimalizace ochranných pásem vodního zdroje Vranov ve smyslu platných právních předpisů a praktických zkušeností. In: *PITNÁ VODA 2014: Pitná voda z údolních nádrží*. České Budějovice, 2014, 93 - 98. ISBN 978-80-905238-1-4

OPPELTOVÁ, Petra. *Ochrana vodních zdrojů*. První -2015. Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-218-2.

OPPELTOVÁ, Petra a kol. Pitná voda 2014: Pitná voda z údolních nádrží. In: *Vodní nádrže 2015: Vodohospodářská konference* [online]. 2015 [cit. 2016-02-12]. ISBN 978-80-905238-1-4.

PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 4., aktualiz. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT Praha, 2009, viii, 579 s. ISBN 978-80-7080-701-9

POLÁKOVÁ, Květoslava, Jan PÁTÝ a Petr PÁTÝ. *Vranovská plavba 1934-1992*. Znojmo: Jihomoravské muzeum, 2000. ISBN 80-902383-3-5.

RYŠAVÝ, Stanislav a Roman HANÁK. Jakostní model povodí VD Vranov. In: *Vodárenská biologie 2016*[online]. 2016 [cit. 2016-03-12]. ISBN 978-80-86832-90-6.

ŘÍHA, Jaromír. *Jakost vody v povrchových vodních tocích a její matematické modelování*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2002. ISBN 80-86020-31-2.

ŘÍHA, Jaromír. *Riziková analýza záplavových území*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN 80-7204-404-4.

ŘÍHA, Josef. *Voda jako složka biosféry: encyklopedie vodního hospodářství I*. Vyd. 1. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, 2014. ISBN 978-80-7414-809-5.

SLAVÍK, Ladislav a Martin NERUDA. *Hospodaření s vodou v krajině*. Vyd. 1. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, 2014. ISBN 978-80-7414-803-3.

SOUKALOVÁ Eva a NERUDA Pavel. In *Hydrologické dny 2010: voda v měnícím se prostředí : hydrologie v České republice a ve Slovenské republice na počátku 21. století : sborník příspěvků a posterových abstraktů : 7. národní konference českých a slovenských hydrologů a vodohospodářů : 25.-27. října 2010, Hradec Králové*. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2010. ISBN 978-80-86690-84-1.

ŠTĚRBA, Otakar. *Říční krajina a její ekosystémy*. 1. vyd. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2008, 391 s. ISBN 978-80-244-2203-9

VANĚK, Miroslav. *Vranovská přehrada: stavba, úzkokolejky, provoz, lodní doprava*. Vyd. 1. Tišnov: Sursum, 2012. ISBN 978-80-7323-238-2.

VOSTRČIL, Josef, Jana HUBÁČKOVÁ a Marta ŠTAMBEROVÁ. *Jakost surových vod a jejich upravitelnost ve vodárnách ČR: (s využitím zahraničních zkušeností)*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, 2005. ISBN 80-85900-55-6.

9.2 Použité internetové zdroje

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK). *EuroClean* [online]. [cit. 2015-11-12]. Dostupné z: <http://euroclean.cz/slovník/chemicka-spotreba-kysliku-chsk/>

Chloridy. *Arnika* [online]. [cit. 2016-01-14]. Dostupné z: <http://arnika.org/chloridy>

Historie plavby na Vranovské přehradě. *Lodní doprava Vranov* [online]. [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.lodnidopravavranov.cz/historie-plavby>

Nové zranitelné oblasti od 2012. *Nitrat.cz* [online]. [cit. 2016-03-09]. Dostupné z: <http://www.nitrat.cz/nove-zranitelne-oblasti-od-2012.html>

Odstraňování železa a manganu ze zdrojů pitné vody. *Technická zařízení budov: stavebnictví, úspory energií* [online]. [cit. 2016-01-14]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/9320-odstranovani-zeleza-a-manganu-ze-zdroju-pitne-vody>

Odstranění dusičnanů. *Úprava-pitné-vody.cz* [online]. [cit. 2015-11-12]. Dostupné z: <http://www.uprava-pitne-vody.cz/technologie-dusicnany>

Ochrana vod: Legislativní přehled. In: *VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST a.s.* [online]. 2010 [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: <http://www.vodarenska.cz/ochrana-vod>

Plán oblasti povodí Dyje. *Povodí Moravy* [online]. [cit. 2015-10-12]. Dostupné z: http://www.pmo.cz/pop/2009/Dyje/end/a-popis/a-1.html#a_1_10

Sírany ve vodě. *EuroClean* [online]. [cit. 2016-01-14]. Dostupné z: <http://euroclean.cz/sirany-ve-vode/>

Spalovací motory nadále na Vranovskou přehradu nemohou. *Vodárenská akciová společnost, a.s.* [online]. [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.vodarenska.cz/spalovaci-motory-nadale-na-vranovskou-prehradu-nemohou>

Stanovení obsahu sloučenin fosforu ve vodách. *Hydrobiologie UPOL* [online]. [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: http://hydrobiologie.upol.cz/uploads/files/04_metody_stanoveni_obsahu_fosforu.pdf

9.3 Použitá legislativa

Portál veřejné správy, vodní zákon č. 254/2001 Sb. [online]. [cit. 2015-02-10].

Dostupné na:

<https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=51514&nr=254~2F2001&rpp=15#local-content>

Portál veřejné správy, zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích) č. 274/2001 Sb. [online]. [cit. 2015-02-10].

Dostupné na:

<https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?page=0&idBiblio=51549&recShow=0&nr=274~2F2001&rpp=15#parCnt>

Portál veřejné správy, vyhláška o stanovení vodních nádrží a vodních toků, na kterých je zakázána plavba plavidel se spalovacími motory, a o rozsahu a podmínkách užívání povrchových vod k plavbě č. 46/2015 Sb. [online]. [cit. 2016-03-09].

Dostupné na:
<https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=83776&nr=46~2F2015&rpp=15#local-content>

Portál veřejné správy, vyhláška k provedení zákona o vodovodech a kanalizacích č. 428/2001 Sb. [online]. [cit. 2016-03-16].

Dostupné na:
<https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=51875&nr=428~2F2001&rpp=15#local-content>

Portál veřejné správy, nařízení vlády 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 č. 401/2015 Sb. [online]. [cit. 2016-03-09].

Dostupné na:
<https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?page=0&idBiblio=85484&recShow=0&nr=401~2F2015&rpp=15#parCnt>

Portál veřejné správy, nařízení vlády o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu č. 262/2012 Sb. [online]. [cit. 2016-03-09].

Dostupné na:
<https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=77970&nr=262~2F2012&rpp=15#local-content>

Portál veřejné správy, nařízení vlády o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod č. 71/2003 Sb. [online]. [cit. 2016-03-09].

Dostupné

na:

<https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=55382&nr=71~2F2003&rpp=15#local-content>

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Nové vymezení zranitelných oblastí s účinností od 1. 8. 2012	27
Obrázek 2 – Vymezení oblasti povodí Dyje	40
Obrázek 3 – Hráz vodního díla Vranov	45
Obrázek 4 – Hráz vodního díla Vranov	45
Obrázek 5 – Hráz vodního díla Vranov	46
Obrázek 6 – Plovoucí ponton.....	47
Obrázek 7 – První motorový člun Máša	49
Obrázek 8 – Restaurace Na hrázi po roce 1934.....	49
Obrázek 9 – Lod' Viktorie.....	52

11 SEZNAM TABULEK

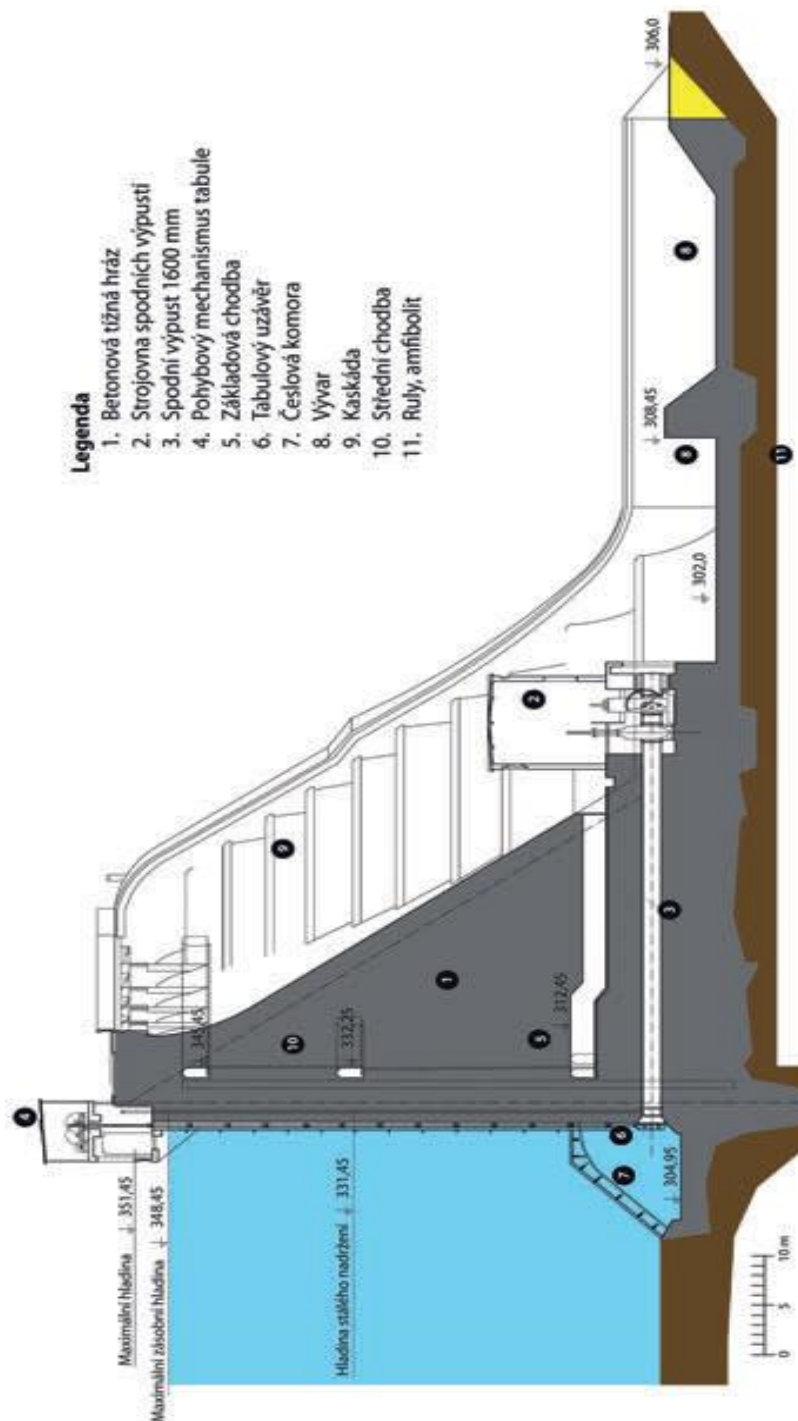
Tabulka 1 – Mezní hodnoty jakosti vody pro vybrané ukazatele	19
Tabulka 2 – Dělení surové vody podle upravitelnosti	23
Tabulka 3 – Dělení upravitelnosti surové vody podle typu úpravy	24
Tabulka 4 – Riziková matice	37
Tabulka 5 – Vybrané technické parametry vodního díla Vranov	46
Tabulka 6 – Provozovatelé lodní dopravy na Vranovské přehradě	50
Tabulka 7 – Riziková matice pro faktor morfologická zranitelnost	61
Tabulka 8 – Riziková matice pro faktor zranitelnost půd.....	61
Tabulka 9 – Riziková matice pro faktor odběru vody	62
Tabulka 10 – Riziková matice pro faktor produkce odpadních vod.....	62
Tabulka 11 – Riziková matice pro faktor nakládání se závadnými látkami	63
Tabulka 12 – Riziková matice pro faktor doposud neznámých rizik	64
Tabulka 13 – Riziková matice pro faktor využití pozemků v OP I. stupně.....	65
Tabulka 14 – Riziková matice pro faktor využití pozemků v OP II. stupně	66
Tabulka 15 – Riziková matice pro faktor využití vlastní zátopy	66
Tabulka 16 – Riziková matice pro faktor víceúčelového využití nádrže.....	67

12 SEZNAM PŘÍLOH

A – Vzorový řez hrází.....	84
B - Grafy vybraných ukazatelů jakosti vody	85
C - Mapa ochranných pásem	89

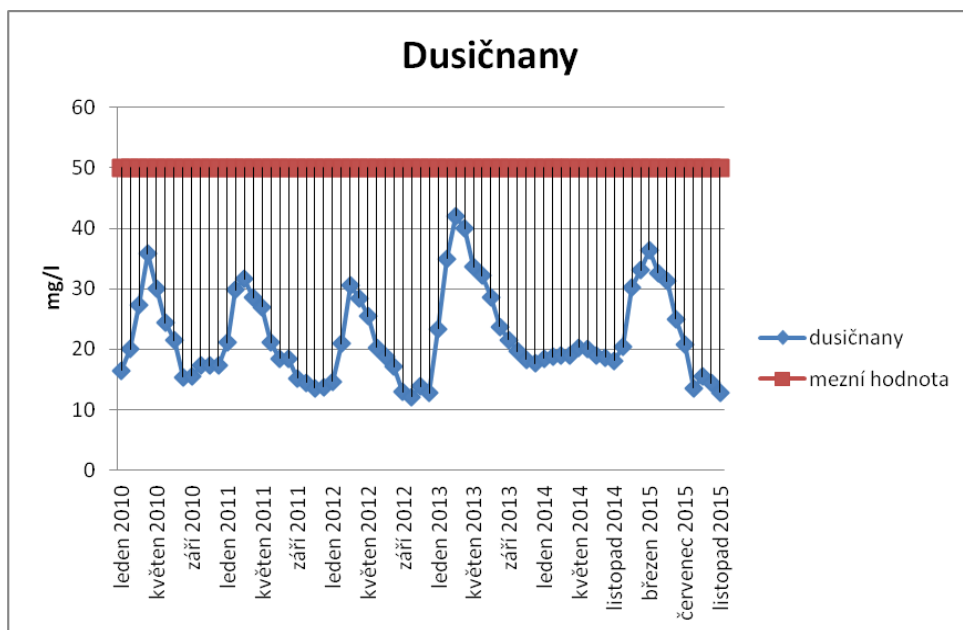
PŘÍLOHY

A Vzorový řez hrází

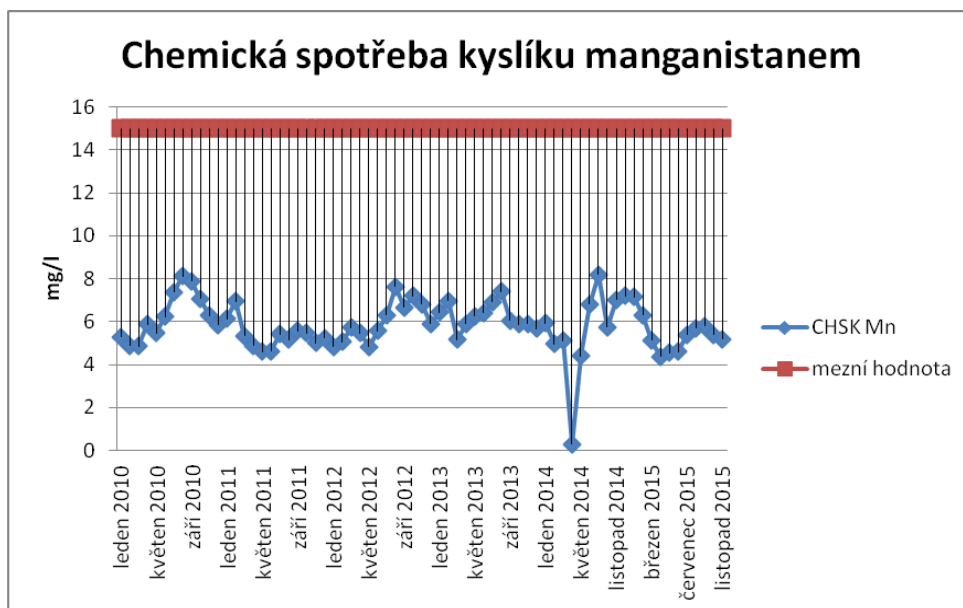


Zdroj: 80 let vodního díla Vranov

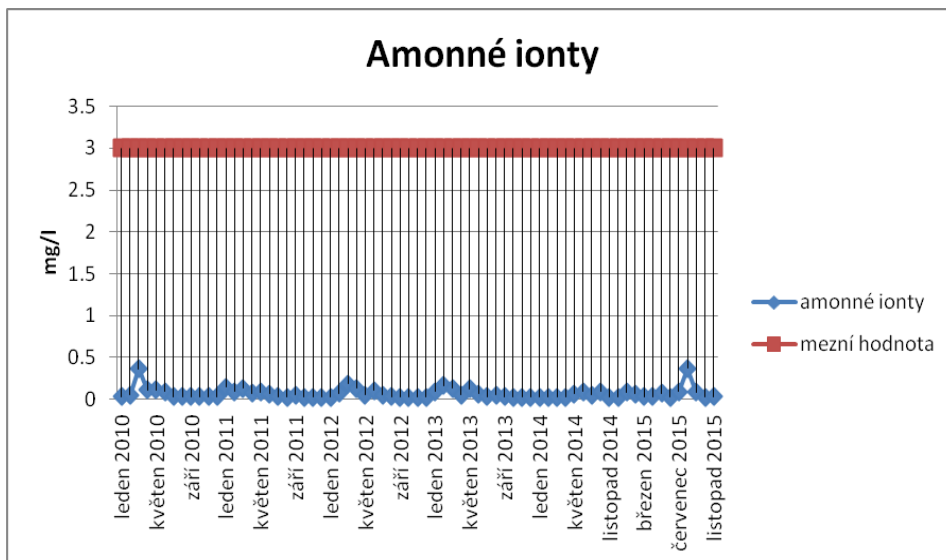
B Grafy vybraných ukazatelů jakosti vody



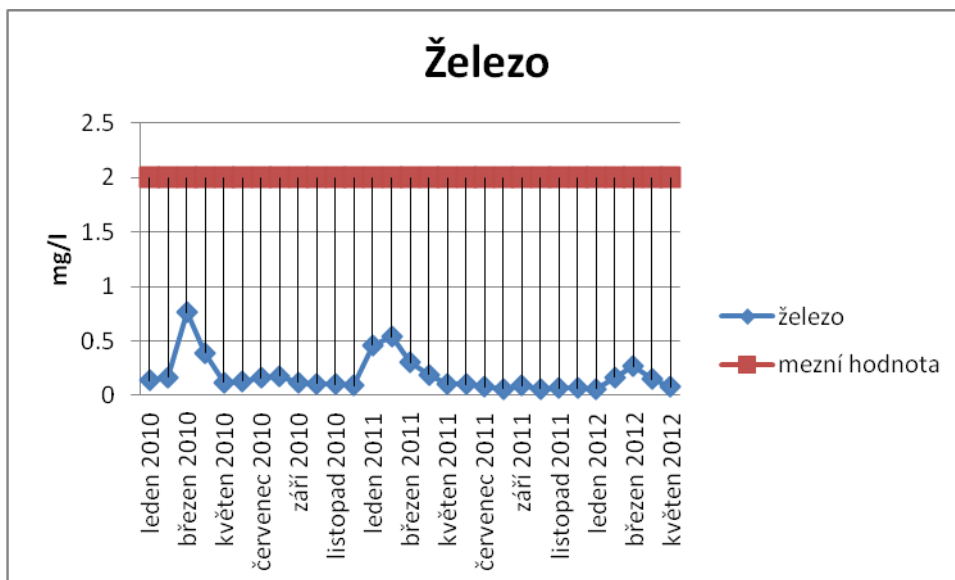
Graf č. 1 - Vývoj koncentrace dusičnanů v období 2010 - 2015



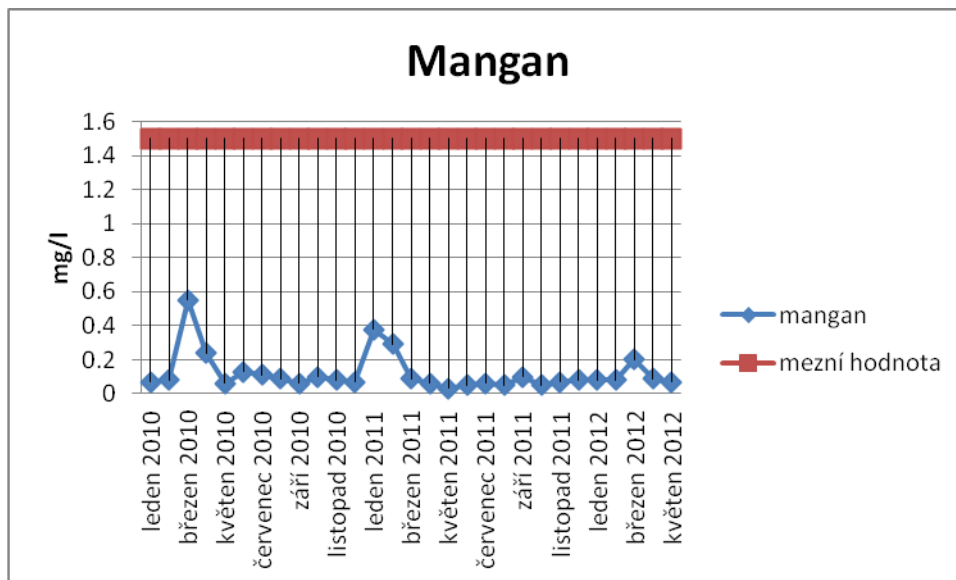
Graf č. 2 - Vývoj chemické spotřeby kyslíku manganistanem v období 2010 - 2015



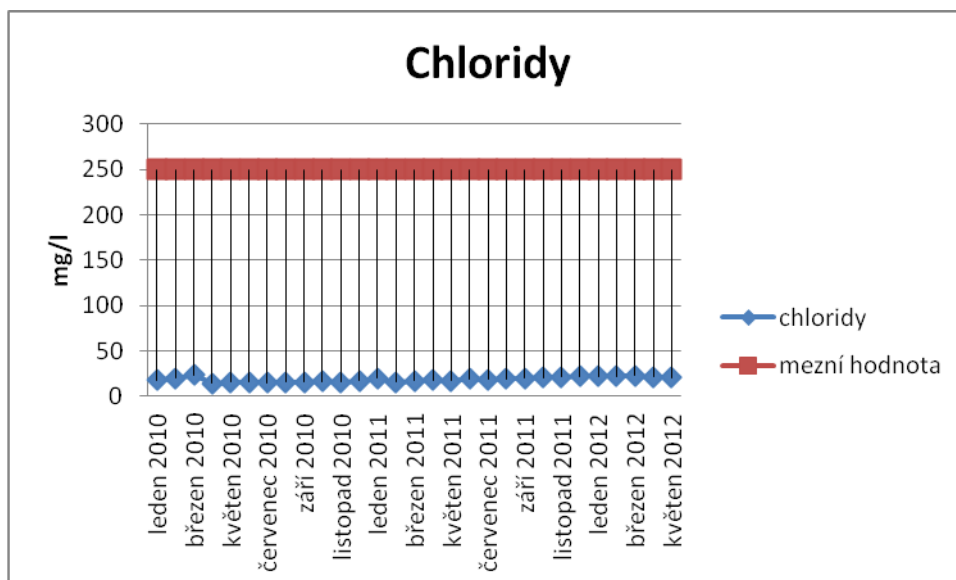
Graf č. 3 - Vývoj koncentrace amonných iontů v období 2010 - 2015



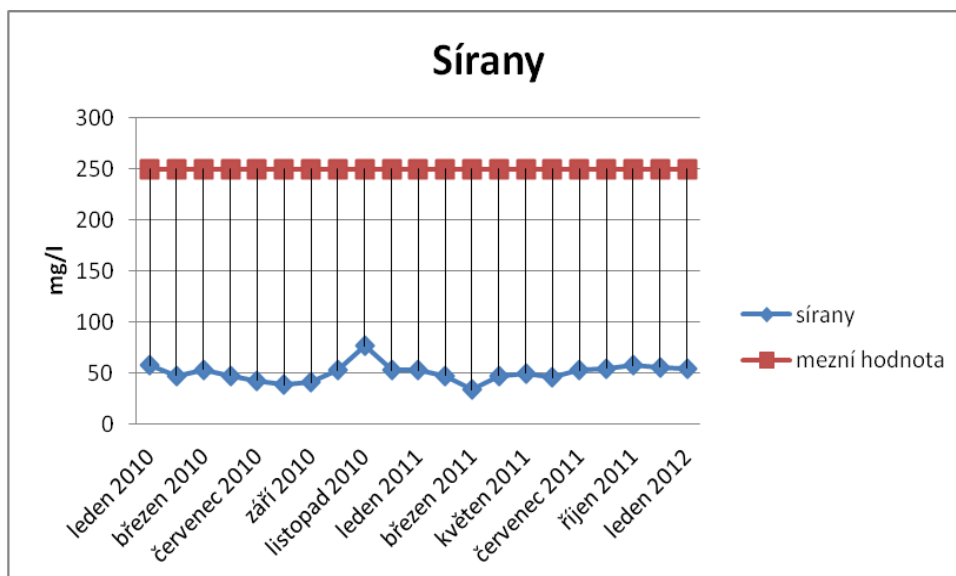
Graf č. 4 - Vývoj koncentrace železa v období 2010 - 2012



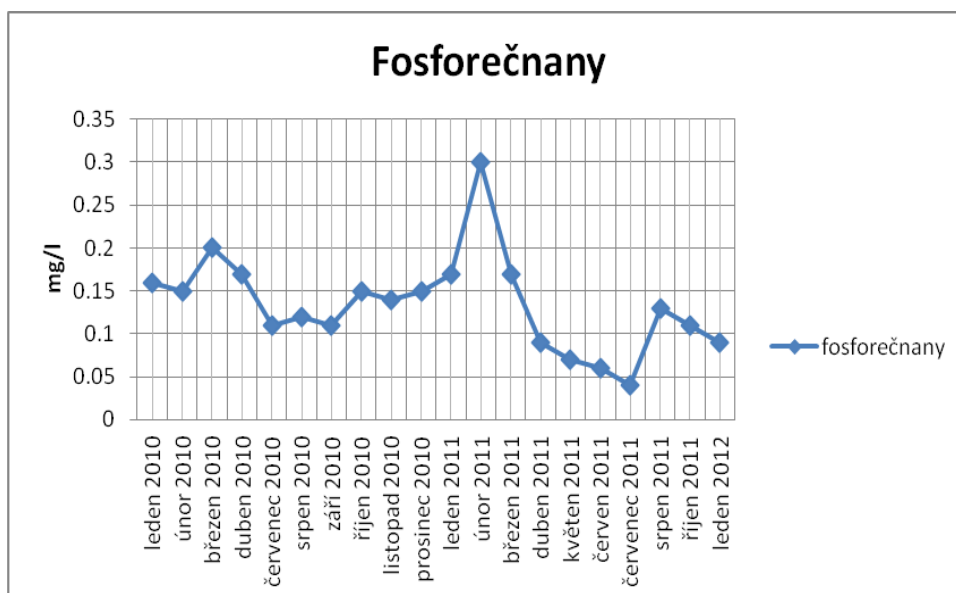
Graf č. 5 - Vývoj koncentrace manganu v období 2010 - 2012



Graf č. 6 - Vývoj koncentrace chloridů v období 2010 - 2012



Graf č. 7 – Vývoj koncentrace síranů v období 2010 - 2012



Graf č. 8 – Vývoj koncentrace fosforečnanů v období 2010 - 2012

C Mapa ochranných pásem

