

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA
OSTRAVA**

HORNICKO-GEOLOGICKÁ FAKULTA

Katedra environmentálního inženýrství

**STAV A PŘÍČINY EUTROFIZACE ŽERMANICKÉ
PŘEHRADY (2016-2018)**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor:

Aleš Fajkus

Vedoucí bakalářské práce:

RNDr. Jana Nováková, Ph.D.

Ostrava 2019

VŠB – TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA

FACULTY OF MINING AND GEOLOGY

Department of environmental engineering

**STATE AND CAUSES OF EUTROPHICATION OF THE
ŽERMANICE DAM (2016-2018)**

BACHELOR THESIS

Author:

Aleš Fajkus

Supervisor:

RNDr. Jana Nováková, Ph.D.

Ostrava 2019

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Katedra environmentálního inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student: **Aleš Fajkus**
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 3904R005 Environmentální inženýrství
Téma: **Stav a příčiny eutrofizace Žermanické přehrady (2016-2018)**
State and causes of eutrophication of the Žermanice dam (2016-2018)
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Charakteristika Žermanické přehrady a jejího okolí
3. Eutrofizace (Co to je eutrofizace, příčiny a důsledky procesu eutrofizace)
4. Zpracování dat Povodí Odry (zpracování dat ze záznamů stavu 2016-2018)
5. Výsledky a grafy
6. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

PROVÁZŇÍK, Kamil, ed. *Eutrofizace a zdraví*. Praha: Fortuna, [2004]. Místní orgány samosprávy, zdraví a životního prostředí. ISBN 80-7071-229-5
KOČÍ, Vladimír (ed.) *Eutrofizace 2000*. Sborník semináře 10.10.2000. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. 2000.58 s. ISBN 80-7080-396-7
CHORUS, Ingrid. a Jamie. BARTRAM. *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring, and management*. New York: E & FN Spon, 1999. ISBN 0-419-23930-8.
PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 5. aktualizované a doplněné vydání. Praha: Vysoká škola chemickotechnologická v Praze, 2015. 792 stran. ISBN 978-80-7080-928-0.
Koupací vody v ČR 2009: sborník semináře: 12.11.2009, Praha. [Praha: Český svaz vědeckotechnických společností, 2009]. 64 s. ISBN 978-80-02-02191-9.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **RNDr. Jana Nováková, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2018

Datum odevzdání: 30.04.2019




doc. Ing. Silvie Heviánková, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení autora

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval(a) samostatně a uvedl(a) jsem všechny použité podklady a literaturu
- Byl(a) jsem byl seznámen(a) s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 30. 4. 2019



Poděkování

Chtěl bych poděkovat mé vedoucí bakalářské práce paní RNDr. Janě Novákové, Ph.D za odborné vedení, cenné rady, připomínky a za poskytnutí dat z Povodí Odry. Dále bych chtěl poděkovat kamarádovi Janu Hübelovi za pomoc s tiskem bakalářské práce. A v neposlední řadě rodině za podporu a ohleduplnost.

ANOTACE

Tato bakalářská práce je zaměřena na problematiku eutrofizace Žermanické přehrady v rozmezí let 2016 až 2018. Tato práce se zabývá příčiny eutrofizace Žermanické přehrady. První část je věnována charakteristice VN Žermanice a poměrům v dané krajině. Ve druhé části je popisována terminologie koupacích vod a jejich porovnání v České republice a ve světě. Třetí část se věnuje problematice eutrofizace vod nejen obecně, ale také ve zmíněné Žermanické přehradě a zároveň popisuje prvky způsobující eutrofizaci a také dopady eutrofizace na životní prostředí. Ve čtvrté části jsou následně vypracovány data za roky 2016 až 2018, kde tyto data v letech 2016 a 2018 naměřilo Povodí Odry a data roku 2017 pak poskytl Ing. Jakub Pospíšil. Nejvíce prostoru je věnováno fosforu a jeho vlivu na vodní ekosystém.

Klíčové slova: Žermanická přehrada, eutrofizace, nutrienty

SUMMARY

This bachelor thesis is focused on the issue of eutrophication of the Žermanice Dam between 2016 and 2018. This thesis deals with the causes of eutrophication of the Žermanice Dam. The first part is devoted to the characteristics of Žermanice dam and the conditions in the landscape. The second part describes the terminology of bathing waters and their comparison in the Czech Republic and in the world. The third part deals with the issue of eutrophication of water not only in general, but also in the mentioned Žermanice Dam and also describes elements causing eutrophication and also the environmental impact of eutrophication. Subsequently, data for the years 2016 to 2018 are drawn up in the fourth part, where the data from 2016 and 2018 were measured by the Odra River Basin and the data of 2017 were provided by Ing. Jakub Pospíšil. Most space is devoted to phosphorus and its effect on the aquatic ecosystem.

Keywords: Žermanice dam, eutrophication, nutrients

OBSAH

1	Úvod	1
2	Charakteristika Žermanické přehrady a jejího okolí	2
2.1	Geomorfologické poměry	4
2.1.1	Hornotěrlická pahorkatina	4
2.2	Geologické poměry.....	4
2.3	Pedologické poměry	5
2.4	Hydrologické poměry	6
2.4.1	Přivaděč Morávka-Žermanice	7
2.5	Klimatické poměry	8
2.6	Biotické poměry	10
3	Voda určená pro koupání a rekreaci	11
3.1	NV 401/2015 Sb.....	11
3.2	Kvalita koupacích vod v ČR	12
3.2.1	Ukazatele kvality koupacích vod	14
3.3	Kvalita koupacích vod ve světě.....	15
4	Eutrofizace	18
4.1	Fosfor.....	19
4.1.1	Zdroje fosforu	19
4.1.2	Formy fosforu	20
4.1.3	Translokace fosforu.....	20
4.1.4	Globální koloběh fosforu.....	20
4.2	Dusík.....	21
4.2.1	Zdroje dusíku	21
4.2.2	Formy dusíku	22
4.2.3	Globální koloběh dusíku	22
4.3	Koncentrace fosforu a dusíku.....	22
4.4	Trofické úrovně vod	23
4.5	Příčiny eutrofizace	24
4.6	Důsledky eutrofizace	28

4.7	Sinice v České republice	29
4.7.1	Toxické látky sinic	30
4.7.2	Vliv sinic na zdraví	30
4.8	Řešení problému eutrofizace vod	31
4.8.1	Kompostování	31
4.8.2	Snížení znečištění	32
4.8.3	Posílení zákonů a předpisů proti znečištění vodních útvarů	32
4.8.4	Ultrazvukové ozařování	32
5	Metodika práce	34
6	Zpracování dat	39
6.1	Výsledná data z roku 2016	39
6.2	Výsledná data z roku 2017	43
6.3	Výsledná data z roku 2018	48
6.4	Porovnání fosforu a P-Fosforečnanový 2016-2018	52
7	Diskuze	55
8	Závěr	57
	Seznam literatury	58
	Elektronické zdroje	59
	Seznam obrázků	65
	Seznam tabulek	66
	Seznam grafů	67
	Seznam příloh	69

1 ÚVOD

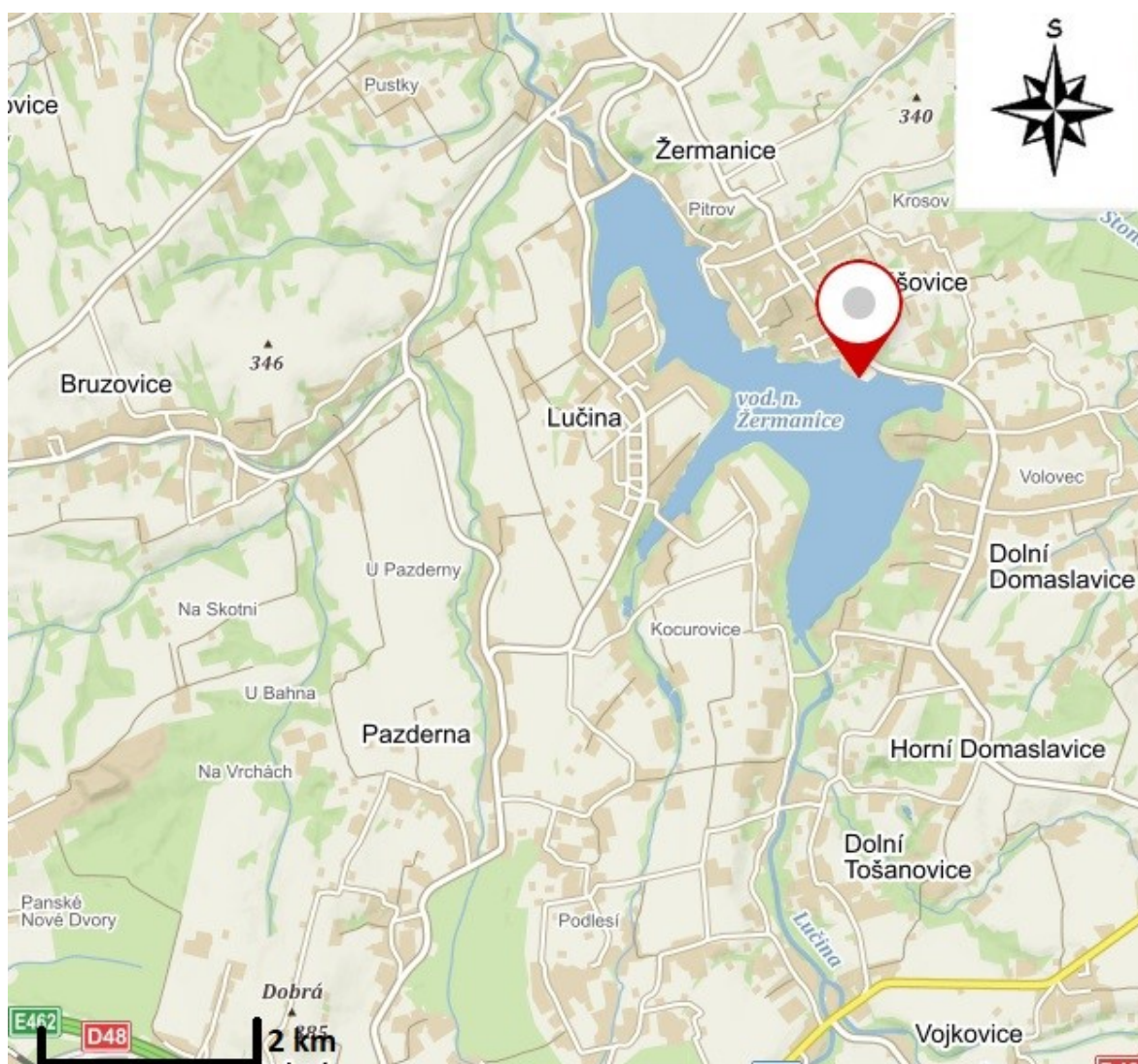
V této bakalářské práci je řešena Žermanická přehrada, která se nachází v okrese Frýdek-Místek blízko města Havířov. Žermanická přehrada je údolním typem nádrže, jejíž voda se využívá jako zásobárna vody pro firmy v Moravskoslezském kraji. Mimo jiné se využívá taky během léta jako místo pro odpočinek a koupání. O kvalitu koupací vody v Žermanické přehradě se stará Povodí Odry, které na různých místech v nádrži odebírají vzorky a těsně před koupací sezonou zkoumají přítomnost sinic. Následně, informace o kvalitě koupací vody v dané nádrži publikují na svém webu pro širokou veřejnost. V dnešní době nejvíce diskutovaným důvodem zhoršení kvality vody je eutrofizace neboli zvýšení koncentrace nutrientů fosforu a dusíku ve vodách. Jedná se o problém, který trápí celý svět. Hlavní příčinou zvýšení koncentrace těchto biogenních prvků je lidská činnost. Velké koncentrace fosforu způsobují přemnožení sinic, které kdysi neměly takové množství fosforu, aby se tak výrazně rozšířily jako v posledních letech. Během druhé světové války byla tendence vyrábět detergenty s obsahem fosforu a následně je vypouštět do vod, čímž došlo k razantnímu zvýšení koncentrace fosforu a tím i přemnožení sinic.

Povodí Odry využívají 5 profilů k odběru vody. V této práci jsou použita data, které poskytlo Povodí Odry a také Ing. Jakub Pospíšil. Rok 2016 a 2018 jsou zpracovány z výsledných tabulek Povodí Odry a vzorky za rok 2017 pořídil Ing. Jakub Pospíšil, ale tentokrát v jiných odběrných profilech a taktéž v jiných měsících, než odebírá Povodí Odry. Z tabulek byl sledován ukazatel teploty vody, rozpuštěného a nasyceného kyslíku, vodivosti, pH, celkového fosforu a fosforečnanů.

Hlavním cílem této práce bylo porovnat ukazatelé v Žermanické přehradě za rok 2016 až 2018, zjistit míru eutrofizace a pravděpodobnou příčinu zvýšení fosforu v Žermanické přehradě.

2 CHARAKTERISTIKA ŽERMANICKÉ PŘEHRADY A JEJÍHO OKOLÍ

Vodní nádrž Žermanice se nachází v Moravskoslezském kraji v okrese Frýdek-Místek. V dané oblasti jsou největší města Havířov a Frýdek-Místek. Co se týká obcí tak nejbliže se zde nacházejí Nošovice, Žermanice a Lučina.



Obrázek 1 Mapa zobrazující okolí Žermanické přehrady (1: 200 000)
(Mapy seznam © b.r)

Žermanická přehrada je **údolním typem nádrže**, což znamená, že je uměle hrazená, hluboká a zpravidla průtočná na tocích. Leží na řece Lučině u obce Žermanice. Při dokončení Žermanické přehrady se v roce 1956 vybudovala obec, která dostala jméno Lučina a podle tohoto nového názvu se přejmenovala taktéž tato říčka z Lucina na Lučina. (Povodí Odry ©2016)

Lučina pramení v Moravskoslezských Beskydech na úbočí hory Prašivá v nadmořské výšce 685 metrů. Její tok nejdříve protéká severním směrem k obci Dobratice a v daném místě se napojuje potok Zbojičný. (Povodí Odry ©2016)

Potok Šprochůvka se k Lučině připojuje u obce Vojtkovice a z levé strany se nachází **přivaděč Morávka-Žermanice**. Přivaděč se začal stavět, aby se zvýšila vodnost řeky Lučiny, a tím samozřejmě i Žermanické přehrady. Přivaděč do Lučiny přivádí vodu z povodí Morávky o předpokládaném množství **1,9 m³/s**. (Povodí Odry ©2016)

S výstavbou údolní vodní nádrže Žermanice se začalo v roce 1951 a dokončilo se v roce 1956. Žermanická přehrada je v pořadí už **druhou vodní nádrží** v povodí Odry. Účelem výstavby bylo **zásobovat průmysl** v Moravskoslezském kraji vodou, která je určená k provoznímu využití. Do dnešních dnů přehrada zásobuje vodou Arcelor Mittal v Kunčicích a Biocel Paskov. Dále se voda z vodní nádrže využívá k výrobě elektrické energie určené pro veřejnost. (Povodí Odry ©2016) A díky této přehradě se v roce 2004 vyrobilo přes 388 MWh elektřiny. (Němec et al. 2014) Místo je navštěvováno širokou veřejností, kteří zde hledají odpočinek u vody. Díky tomu patří přehrada k nejvíce navštěvovaným údolním přehradám v Moravskoslezském kraji. (Povodí Odry 2016)



Obrázek 2 Mapa Žermanické přehrady a říčky Lučiny (1: 200 000)
(Mapy seznam © b.r)

2.1 Geomorfologické poměry

Oblast Frýdecko-Místecka náleží do provincie Západních Karpat, přesněji do geomorfologické soustavy Vnějších západních Karpat. Dále se člení do podsoustavy Západobeskydského podhůří, geomorfologického celku Podbeskydská pahorkatina a podcelku Těšínské pahorkatiny. Žermanická přehrada náleží Hornotěřlické pahorkatině (viz Tabulka 1).

Tabulka 1 Geomorfologické členění území Žermanické přehrady (Demek 2006)

Provincie	Západní Karpaty
Soustava	IX Vnější západní Karpaty
Podsoustava	IXD Západobeskydské podhůří
Celek	IXD-1 Podbeskydská pahorkatina
Podcelek	IXD-1G Těšínská pahorkatina
Okrsek	IXD-1G-2 Hornotěřlická pahorkatina

2.1.1 Hornotěřlická pahorkatina

Vyskytuje se ve střední části Těšínské pahorkatiny. Na rozdíl od Těšínské pahorkatiny je plochá a ne členitá. Velikost plochy je 36,98 km². Vyskytují se zde flyšové pískovce, jílovce jílového těšínsko-hradištského souvrství slezské jednotky a vyvřelé horniny těšínitové asociace. Povrch je erozně denudační s uspořádáním hřbetů a údolím. Obsahuje stopy po středopolském zalednění. (Demek 2006)

2.2 Geologické poměry

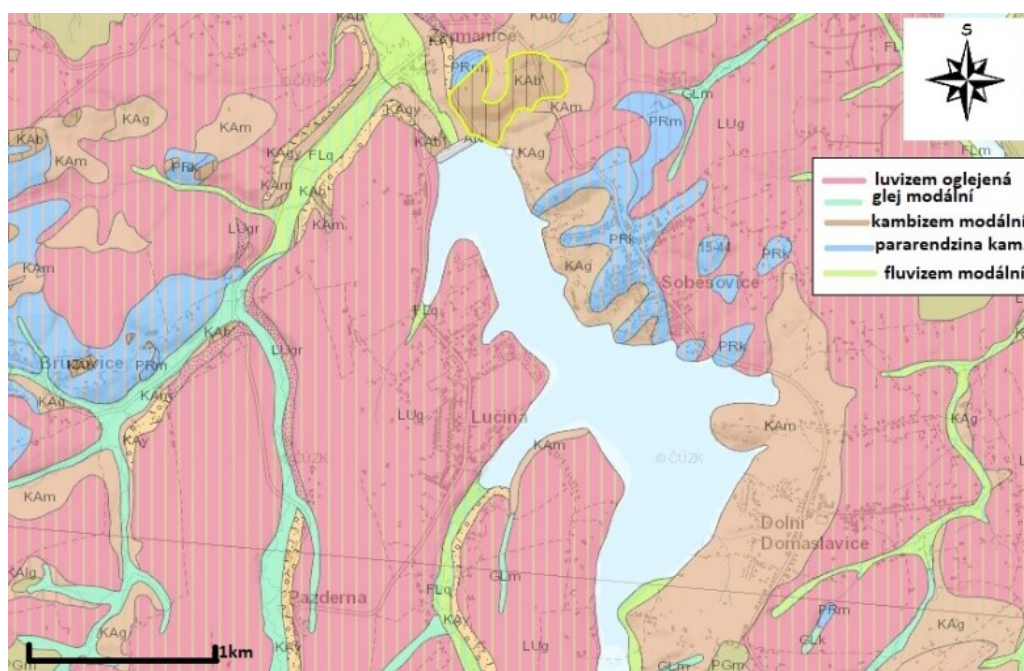
Podle Obrázku 3 (viz níže), který se týká geologických poměrů, můžeme zjistit, že daná oblast je hojně zastoupena sedimenty. V Lučině a vně nádrže se nacházejí **nivní sedimenty**, které patří do nezpevněných sedimentů. Kolem pobřeží se nacházejí sprašové hlíny a kamenitý až silně kamenitý sediment. (Mapy.geology.cz © b.r.)



Obrázek 3 Mapa geologických poměrů Žermanické přehrady (1: 100 000)
(Mapy.geology.cz ©2002-2018)

2.3 Pedologické poměry

Největší, v oblasti kolem Žermanické přehrady, má půdní typ **luvizem**. Z levé strany nádrže se nacházejí luvizemě oglejené a v menší míře glej modální a kambizem psefitická. Z pravé strany přehrady najdeme převážně kambizem oglejenou, parenzinu kambickou a kambizem eutrofní. V celkové míře celého území se zde nacházejí v největším zastoupení **hnědozemě**. Všechny tyto informace můžeme vyčíst z mapy, která je uvedena níže.



Obrázek 4 Mapa pedologických poměrů kolem Žermanické přehrady (1: 100 000)
(Mapy Geology ©2002-2018)

2.4 Hydrologické poměry

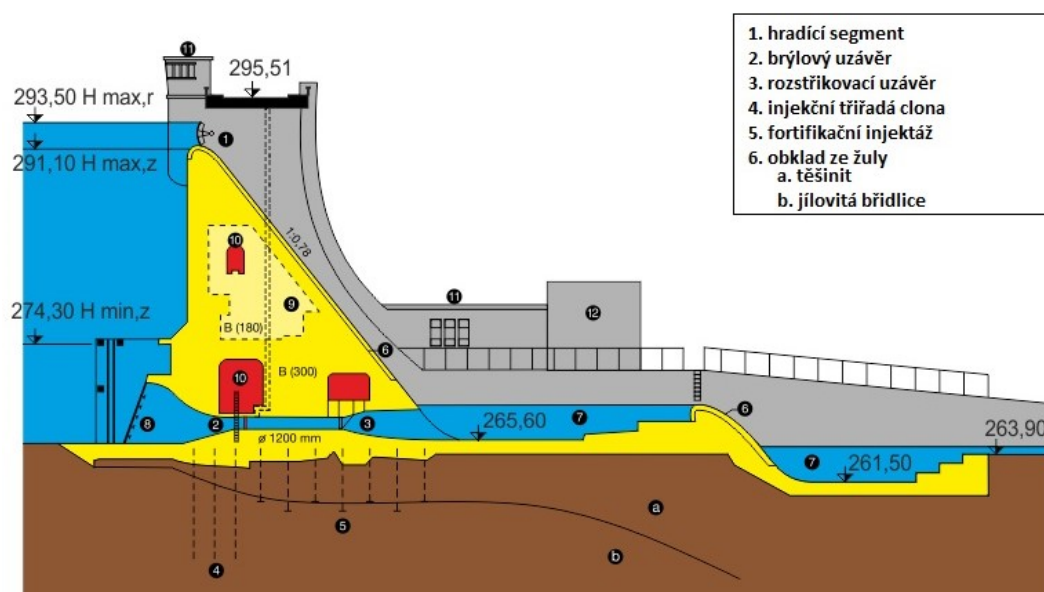
Hydrologická oblast patří pod **povodí Odry**, konkrétně do oblasti povodí horní Odry. Jejím úmoří je **Baltského moře**. Hranici tohoto povodí tvoří na jihu povodí Moravy a povodí Váhy. Na západě se nachází povodí Labe a na východě povodí Visly. (Brosch 2005)

Skrz vodní nádrž Žermanice protéká Lučina, která pramení na severozápadních svazích Prašivé v Moravskoslezských Beskydech. Prameniště se nachází v nadmořské výšce 580 m. Lučina ústí do Ostravice, která se nachází v blízkosti města Ostravy. Celková délka toku činí 37,9 km a průměrný průtok v ústí je $2,39 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Řadí se mezi podhorské beskydské toky a v horních částech toku má očividný bystřinný charakter. Pod vodní nádrží je ve velké míře údolní niva, která se rozevírá a tvoří meandry. V blízkosti města Havířov byla vyhlášena v roce 1992 přírodní památka **Meandry Lučiny**. Hlavním cílem ochrany jsou říční meandry a taktéž mokřady. (Němec et al. 2014)

Vodní nádrž se řadí mezi **vodní díla**. Tyto stavby slouží pro využívání, zadržování, vedení, anebo k určitému nakládání s povrchovou tak i podzemní vodou. K vodním dílům patří například: přehrady, hráze, vodní nádrže, stavby pro upravování vodního koryta toků, stavby používané k ochraně proti povodním, přístroje pro zavlažování a odvodňování pozemků, stavby pro využívání energetického potenciálu vody a stavby pro pozorování kvality povrchových či podzemních vod. (Zákon č. 254/2001 Sb. - Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon))

Každé vodní dílo **má svého vlastníka**. Povinnosti tohoto vlastníka jsou dané v § 59 zákona č. 254/2001 Sb. Každý vlastník musí dodržovat podmínky a povinnosti dané v tomto zákoně. Udržovat vodní dílo v bezpečném stavu, aby nedošlo k újmě na zdraví obyvatel a majetku. (Zákon č. 254/2001 Sb. - Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon))

Žermanická přehrada je tvořená klasickou tížní betonovou hrází. Vysoká je 32 metrů a 314 metrů dlouhá. Nejvíce možné zatopení plochy činí 248 hektarů. Na Obrázku 5 jsou zaznamenány parametry příčného řezu vodní hráze. (Broža 2005)

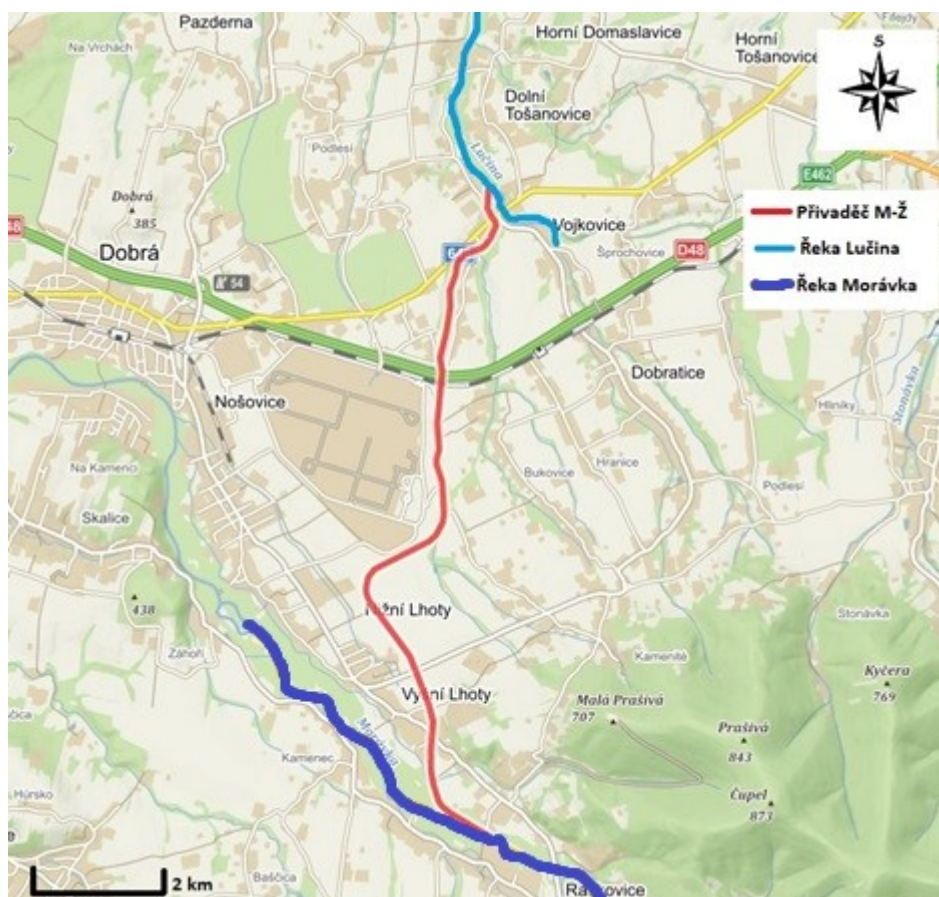


Obrázek 5 Schéma příčného řezu hrází (Povodí Odry ©2016)

2.4.1 Přivaděč Morávka-Žermanice

Kvůli nízké vodnosti Lučiny se v roce 1951 začal stavět **vodní kanál**. Po výstavbě v roce 1958 se zlepšila regulace vodní hladiny v Žermanické přehradní nádrži. Kanál převádí vodu z řeky Morávky do vodního toku Lučiny. (Brosch 2005)

Voda se převádí z řeky Morávky (9,3ř.km) dlouhým korytem. V korytě jsou spádové stupně o výšce 2-4 m. První část přivaděče vede kolem hory Prašivá, následně směřuje na sever a přibližně 2 km od ústí do Žermanic v blízkosti města Vojkovice vtéká do řeky Lučiny. Na Obrázku 6 jsou označené jednotlivé řeky a přivaděč. (Domaslavice.cz © 2017)



Obrázek 6 Přivaděč Morávka-Žermanice (1:200 000) (Mapy seznam © b.r)

2.5 Klimatické poměry

Frýdecko-Místecký kraj spadá pod oblasti MW7. V této oblasti je jaro krátké a mírné. Léto krátké, mírné až lehce chladné a mírně vlhké. Podzim je mírný a krátký jako jaro. Zima podle MW7 je normálně dlouhá, mírná, poměrně suchá a sněhová pokrývka normálně přetrvává. (Tolasz 2007)

Tabulka 2 Klimatické poměry Frýdecko-Místeckého kraje (Tolasz 2007)

Klimatické jevy	MW7
Počet letních dnů	30-40
Počet dnů s průměrnou teplotou více než 10 °C	140-160
Počet mrazových dnů	110-130
Počet ledových dnů	40-50
Průměrná lednová teplota (°C)	-2 – -3
Průměrná červencová teplota (°C)	16-17
Průměrná dubnová teplota (°C)	6-7
Průměrná říjnová teplota (°C)	7-8
Průměrný počet dní se srážkami 1 mm	100-120
Suma srážek ve vegetačním období (mm)	400-450
Suma srážek v zimním období (mm)	250-300
Počet dní se sněhovou pokrývkou	60-80
Počet zatažených dní	120-150
Počet jasných dní	40-50

Letním dnem se rozumí den, kdy maximální teplota bude mít přes 25°C. Nejčastěji se tyto dny vyskytují v tropických oblastech. V České republice se tyto dny vyskytují v červenci a srpnu. V nížinách se tyto dny mohou objevit v květnu a září. (Tolasz 2007)

Ledový den je označení pro den s maximální teplotou, která se nedostane nad bod mrazu. Celý den je pod 0°C. V České republice se s ledovými dny setkáváme nejčastěji v listopadu až do března. Ale nejvíce během ledna. (Tolasz 2007)

Mrazový den je klimatologické označení pro den, kdy minimální teplota klesne pod bod mrazu, což znamená, že se dostane pod teplotu 0°C. (Tolasz 2007)

2.6 Biotické poměry

Podle biogeografické klasifikace se daná lokalita řadí mezi **polonskou podprovincii** a **Ostravský bioregion**. (Culek et al. 2013)

Fauna v polonské podprovincii je ovlivněna antropogenním vlivem okolní aglomerace a industrializací celého území. Typickým prostředím jsou rybníky a mokřady, které vznikly díky důlní činnosti člověka. Vyskytuje se zde bohatá ptačí fauna. Vodní toky převážně obsahují pstruhová pásma, s výjimkou Ostravice a Olše, kde se objevují lipanová a parmová pásma. (Culek et al. 2013)

V polonské provincii, jsou významní tito savci: ježek východní (*Erinaceus concolor*), myšice temnopasá (*Apodemus agrarius*). Z ornitologického odvětví fauny jsou zde zastoupeni například vodouš rudonohý (*Tringa totanus*) a racek bouřní (*Larus canus*). Mezi typické obojživelníky lze zde zařadit mloka skvrnitého (*Salamandra salamandra*) a kuňku žlutobřichou (*Bombina variegata*). Taktéž se zde vyskytují zástupci měkkýšů jako sítovka (*Aegopinella epipedostoma*), anebo vřetenka nadmutá (*Vestia turgida*). (Culek et al. 2013)

Přímo ve vodní nádrži Žermanice žije **spousta druhů ryb**. Rybáři zde chodí ulovit kapry (*cyprinus carpio*), štiky (*esux lacius*), candáty (*sander lucioperca*), líný (*tinca tinca*), úhoře (*anguilla anguilla*), okouny (*perca fluviatilis*) a v horních částech nádrže dokonce i pstruhy. (Beskydy, s.r.o. © 1998-2019)

Flora je relativně chudá a převahují vodní, bažinné a lužní druhy. Objevuje se například pryšec mandloňolistý (*Tithymalus amygdaloides*), zapalice žluťuchovitá (*Isopyrum thalictroides*) či svízel Schusterův (*Galium schultesii*). Jedině na vyvýšených místech, jako jsou haldy, se objevují méně náročné **subtermofyty**. Jsou to rostlinné druhy, které potřebují hodně tepla a málo světla. Do této skupiny patří například hvozdík svazčitý (*Dianthus armeria*), anebo řepík lékařský (*Agrimonia eupatoria*). V místech, kde jsou zaříznutá údolí, pronikají oreofyty submontánních poloh. Oreofyty jsou rostlinné druhy, které se vyskytují na skalních a horských stanovištích. Patří zde druhy jako například žebrovice různolistá (*Blechnum spicant*), kýchavice zelenokvětá (*Verantrum lobelianum*), děvětsil bílý (*Petasites albus*). Velkou část flory tvoří druhy subatlanské, například pérnatec horský (*Lastrea limbosperma*). Ojediněle se zde objevuje i bříza pýřitá (*Betula pubescens*). (Culek et al. 2013)

3 VODA URČENÁ PRO KOUPÁNÍ A REKREACI

Široká veřejnost navštěvuje vodní díla za účelem rekreace a trávení volného času. Mezi nejvíce populární činnost patří **využívání vody ke koupání**. Aby voda mohla patřit do skupiny koupacích vod, musí splňovat určitá kritéria, aby nedošlo například k ublížení na zdraví.

Umělá koupaliště – jsou koupaliště, kde voda bývá často upravována člověkem. Voda v umělém koupališti bývá často upravována chemickou cestou za účelem zbavení bakterií. Tato koupaliště jsou součástí města a jsou vytvořena člověkem. (Voda základ života © 2016)

Přírodní koupaliště – jsou koupaliště, pod které spadají objekty určené ke koupání v přírodě. Voda obsažená v přírodním koupališti není ovlivňována chemickou cestou za účelem zbavení bakterií. Každé přírodní koupaliště má na starost majitel, který má za úkol starat se o jakost vody, zabránit znečišťování prostředí kolem koupaliště. Je také povinen hlásit znečištění vody na vodoprávní úřad. (Voda základ života © 2016)

Koupací sezóna – část roku, kdy jsou tato místa nejvíce navštěvována lidmi. Koupací sezóna bývá 1. června až 1. září. (litovelsko.eu 2000, Voda základ života © 2016)

Pár zákonů v legislativě se zabývají vodou určenou ke koupání. Mezi tyto zákony patří: **Zákon č. 258/2000 Sb.** o ochraně veřejného zdraví ve znění pozdějších předpisů a **Zákon č. 254/2001 Sb.** Vodní zákon, zmíněném výše. (Topinfo s.r.o. © 2001-2019) Zákon č. 258/2000 Sb. upravuje povinnosti fyzických a právnických osob v oblasti ochrany zdraví a veřejného zdraví. Vytváří pravidla ohledně hygieny v přírodním koupališti a v povrchových vodách, které se využívají pro koupání. Pravidla a požadavky jsou více vysvětleny ve vyhlášce č. 238/2011 Sb. (Topinfo s.r.o. © 2001-2019)

3.1 NV 401/2015 Sb.

Jedná se o nařízení vlády ohledně ukazatelích a mírou přípustného znečištění povrchových a odpadních vod. Hodnoty obsažené v této příloze se nevztahují pouze na vody určené k veřejnému koupání. Patří zde také vody lososové a kaprové. (Zakonyprolidi.cz © 2017)

Tabulka 3 Ukazatelé ročních průměrů přípustného znečištění dle NV č.401/2015 Sb. (Zakonyprolidi.cz © 2017)

Ukazatel	Zkratka	Jednotka	Roční průměr	Maximum
Rozpuštěný kyslík	O ₂	mg/l	>9	
Biochemická spotřeba kyslíku	BSK ₅	mg/l	3,8	
Chemická spotřeba kyslíku	CHSK _{Cr}	mg/l	26	
Celkový fosfor	P _{celk.}	mg/l	0,15	
Celkový dusík	N _{celk.}	mg/l	0,6	
Amoniakální dusík	N-NH ₄	mg/l	0,23	
Dusičnanový dusík	N-NO ₃	mg/l	5,4	
Teplota vody	t			29
Reakce vody	Ph		05.zář	
Nerozpuštěné látky	NL	mg/l	20	

Tato práce se zaměřuje na ukazatelé, uvedené v Tabulce 3, jako je teplota vody, reakce vody (pH), rozpuštěný kyslík a celkový fosfor.

3.2 Kvalita koupacích vod v ČR

Hygienické stanice **pravidelně kontrolují místa**, která slouží jako místa ke koupání. Kontrolují jak kvalitu vody, tak i okolí kolem koupacích míst. Stanice provádí měření minimálně **jednou do měsíce**. Místa vybírají podle toho, jak moc se předpokládá, že se dané místo bude navštěvovat a také podle toho, kde se předpokládá výskyt sinic (khsova.cz © 2007-2019). Na webových stránkách www.koupacivody.cz sdílejí výsledky kontrol kvality koupacích vod, které jsou vhodné ke koupání. Systém sdělování informací je velmi zřetelný. Hygienické stanice používají **ikonky**, které nápadně připomínají smajlíky. Smajlíci mají různé obličejové tváře a barvy, podle kterých zjistíme kvalitu koupací vody. (Zakonyprolidi.cz © 2017)



Voda vhodná ke koupání – jedná se o vodu, která není kontaminovaná. Je to voda s nejnižší pravděpodobností vzniku zdravotních problémů při koupání.



Voda vhodná ke koupání s mírně zhoršenými vlastnostmi – jedná se o vodu nezávadnou s nízkou pravděpodobností zdravotních problémů při koupání. V případě využití této vody je nejlepší se osprchovat.



Zhoršená jakost vody – v této vodě už, je mírná možnost onemocnění, když ji využijeme pro koupání. Nejvíce to může poznamenat těhotné ženy, děti a osoby trpící alergií a osoby se slabým imunitním systémem. Osprchování je nutné!



Voda nevhodná ke koupání – voda, která neodpovídá požadavkům pro koupání. Jsou zde větší procenta zdravotních problémů. Koupání se nedoporučuje především dětem, těhotným ženám, osobám trpícím alergií a osobám s oslabeným imunitním systémem.



Voda nebezpečná ke koupání, přísný zákaz koupání! – voda, která vůbec neodpovídá hygienickým požadavkům pro vodu určenou ke koupání. Hrozí velké poškození zdraví.

Kvalita vody ve vodní nádrži Žermanice má v posledních letech docela pozitivní výsledky ohledně závadnosti vody. O dobré kvalitě vody svědčí i velmi dobrá průhlednost. Kdysi tomu tak ale nebylo, vodní nádrž měla velmi kolísající hodnoty. Existovalo zde riziko, že ve vodní nádrži se usadili řasy a sinice. (UZIS ČR © 2010- 2019)

Tabulka 4 Kvalita koupací vody Žermanice (UZIS ČR © 2010- 2019)

Rok 2018	Vyhodnocení kvality vody
4.9	Voda vhodná ke koupání
20.8	Voda vhodná ke koupání
6.8	Voda vhodná ke koupání
23.7	Voda vhodná ke koupání
9.7	Voda vhodná ke koupání
25.6	Voda vhodná ke koupání

3.2.1 Ukazatele kvality koupacích vod

Nejběžnější ukazatele určující kvalitu koupacích vod jsou uvedeni ve vyhlášce č. 238/2011 Sb. v příloze č. 1, 4 a 5. (www.khsjih.cz b.r) Řadí se zde:

Eschenrichia coli a střevní enterokoky – jsou to indikátory znečištění způsobené vypouštěním fekálií do vod. Při zjištění může dojít ke střevním či žaludečním problémům. (Státní zdravotní ústav © b.r)

Průhlednost – chápeme jako hloubku, do které je vidět spuštěná Secchiho deska. Snížená průhlednost prozrazuje, že ve vodě jsou fytoplanktony nebo anorganické částice. Přímá zdravotní rizika nehrozí. Jediná obtíž může být záchrana tonoucích a taktéž může být brána jako estetická vada. (www.khsjih.cz b.r)

Vodní květ – ukazatel se hodnotí vizuálně při odběru. Vodní květ se řadí do jednoduché stupnice (žádný, pozorovatelný, hojný, masový). (Státní zdravotní ústav © b.r)

Chlorofyl – potřebují řasy a sinice pro fotosyntézu. Tento ukazatel slouží pro získání informací o míře přítomnosti řas a sinic. (www.khsjih.cz b.r)

Mikroskopický obraz – dává informace o druzích řas, které jsou ve vodním díle. Taktéž může určovat druhy živočichů a informace o neživých částicích ve vodě. (Státní zdravotní ústav © b.r)

Sinice – jakmile se člověk jde koupat do vody s přítomností sinic, můžou mu přivodit zdravotní problémy. Každý na sinice ale reaguje jinak, podle toho, jak je člověk citlivý na toxiny, které sinice produkují do vody. Mohou způsobovat vyrážky, zarudlé oči a problém s dýchacími cestami anebo také způsobovat otravu, které se projevují střevními a žaludečními problémy. (www.khsjih.cz)

Znečištění odpady – jsou to viditelné předměty (odpady), které se objevují ve vodním prostředí. Mohou to být různé plasty, dřeva, láhve, obaly, gumy a nebezpečné odpady. Při posuzování se rozlišují čtyřbodové stupnice (zanedbatelné, mírné, místy značné, značné podél celého břehu). (Státní zdravotní ústav © b.r)

3.3 Kvalita koupacích vod ve světě

Evropa má velkou rozmanitost krásných pláží a oblastí ke koupání a každý rok miliony Evropanů tráví víkendy na své místní pláži. Když se koupací sezona blíží, mnoho lidí má velký zájem o rekreaci, a proto také mají velké požadavky na kvalitu vody. Aby se Evropané mohli informovat o kvalitě koupacích vod, tak je vždy připravena **výroční zpráva o kvalitě** pobřežních a sladkovodních oblastí pro koupání, které jsou hlášeny členskými státy EU. Zprávu připravuje Evropská agentura pro životní prostředí (EEA) ve spolupráci s Evropskou komisí pro životní prostředí. Zpráva hodnotí kvalitu vody ke koupání ve všech členských 28 státech EU a uvádí, kde bude v tomto roce dobrá kvalita vody ke koupání. (Europe environment agency © b.r)

Důležité je zmínit směrnici **Evropského parlamentu a rady 2006/7/ES**. Směrnice se zaměřuje na prostředky, jak zajistit kvalitu koupacích vod. **Skládá se ze tří hlavních částí:** monitorování a klasifikace jakosti vody ke koupání, řízení jakosti vody ke koupání a informování veřejnosti ohledně kvality koupacích vod. Státy Evropské unie každý rok stanovují délku koupací sezony a informují veřejnost ohledně změny jakosti vod. Pokud se zjistí znečištění koupacích vod, musí se udělat určité opatření pro odstranění problému. Poté se odebere vzorek a zjistí se, zda ono znečištění už není aktuální. (Krajská hygienická stanice Moravskoslezského kraje © 2007-2019)

Na Obrázku 7 je uvedena tabulka, která odkazuje na členské státy EU a jejich množství vody ke koupání za rok 2017. Také jsou zde data ohledně uzavřených, nových a změněných koupacích míst. V EU za rok 2017 bylo dohromady využíváno **21 801 koupacích míst**, které splňovaly kvalitu ke koupání.

Country	Total number of bathing waters in 2017	Bathing waters with sampling frequency satisfied ⁽¹⁶⁾	Bathing waters with sampling frequency not satisfied ⁽¹⁷⁾	Bathing waters that are new, changed or closed ⁽¹⁸⁾		
				Closed	New	Changes
AT (Austria)	263	262	0	0	1	0
BE (Belgium)	113	112	1	0	0	0
BG (Bulgaria)	95	93	1	0	1	0
CY (Cyprus)	113	111	1	1	0	0
CZ (Czech Republic)	154	144	2	4	4	0
DE (Germany)	2 287	2 248	3	10	20	6
DK (Denmark)	1 029	989	27	5	5	3
EE (Estonia)	54	50	4	0	0	0
ES (Spain)	2 219	2 171	7	3	34	4
FI (Finland)	299	284	13	0	2	0
FR (France)	3 379	3 267	30	27	48	7
GR (Greece)	1 598	1 437	108	1	52	0
HR (Croatia)	976	915	17	0	44	0
HU (Hungary)	257	230	5	1	21	0
IE (Ireland)	142	139	0	0	3	0
IT (Italy)	5 531	5 147	312	4	35	5
LT (Lithuania)	114	107	5	0	2	0
LU (Luxembourg)	12	12	0	0	0	0
LV (Latvia)	56	46	7	0	3	0
MT (Malta)	87	87	0	0	0	0
NL (Netherlands)	719	703	0	2	13	1
PL (Poland)	205	182	1	1	21	0
PT (Portugal)	603	588	0	0	15	0
RO (Romania)	50	50	0	0	0	0
SE (Sweden)	441	396	35	0	6	4
SI (Slovenia)	47	47	0	0	0	0
SK (Slovakia)	32	29	0	3	0	0
UK (United Kingdom)	634	630	0	2	2	0
EU	21 509	20 476	579	64	332	30
AL (Albania)	102	80	18	0	1	3
CH (Switzerland)	190	113	67	0	10	0
Europe	21 801	20 660	677	60	343	33

Obrázek 7 Kvalita koupacích vod v Evropské unii za rok 2017 (Europe environment agency © b.r)

Ve světě se také liší označování pro kvalitu koupacích vod, než které se používá v České republice. V zahraničí používají modrou značku, na které je vyobrazený plavec a hvězdy, které charakterizují kvalitu vody.



Excellent bathing water quality



Tři hvězdičky značí vodu, která je vynikající pro koupání.



Good bathing water quality



Dvě hvězdičky značí vodu, která může způsobit menší zdravotní potíže.



Sufficient bathing water quality



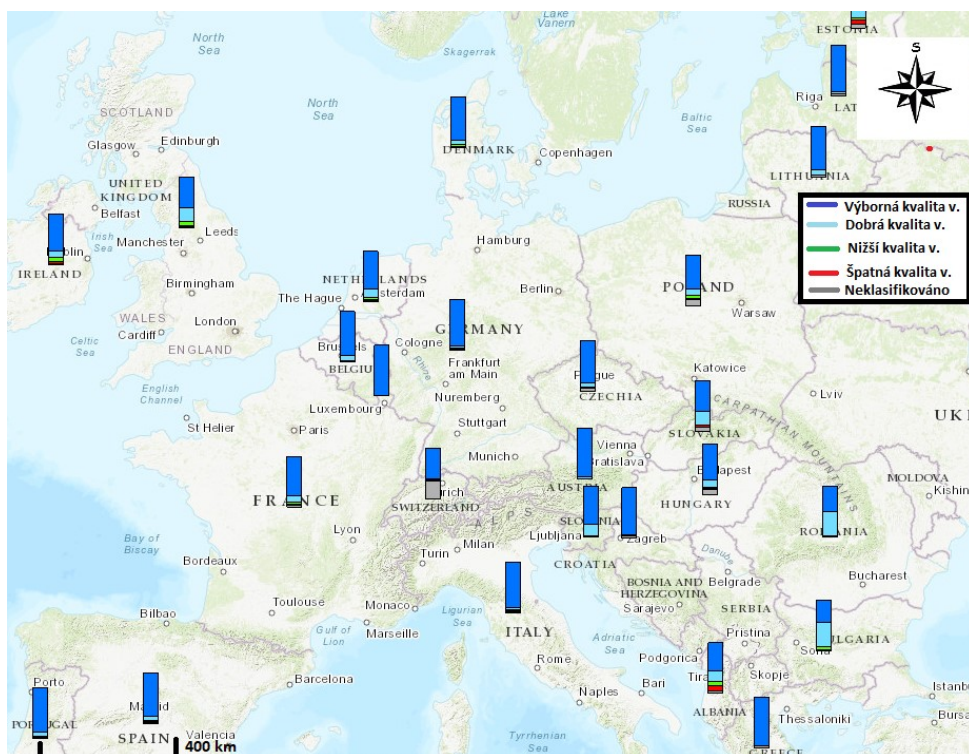
Jedna hvězdička značí vodu, která by se neměla využívat pro koupání. Může způsobit větší zdravotní potíže.



Advice against bathing

Červené značení označuje vodu, ve které je zakázáno se koupat, protože může způsobit velmi vážné zdravotní potíže.

Na Obrázku 8 jsou podrobněji zaznamenány státy, kde je nejlepší kvalita koupacích vod. V Lucembursku, Litvě, Rakousku, Řecku a Itálii. Nižší kvalitu vody ke koupání můžeme vidět v Irsku a na Slovensku. Nejhorší kvalita se nachází v Estonsku a Albánii.



Obrázek 8 Kvalita koupacích vod ve světě. (Europe environment agency © b.r)

4 EUTROFIZACE

Eutrofizace je středem vědeckých studií již více než 40 let. Definicí eutrofizace je mnoho, ale nejčastěji se používá tato: **eutrofizace je zvýšení živin (nutrientů) ve vodním prostředí**. Mezi nutrienty se řadí nejprve **dusík** a pak **fosfor**, které se společně podílejí na zvyšujícím růstu řas a sinic. V závislosti na stupni eutrofizace se mohou vyvinout závažné účinky na životním prostředí, které snižují kvalitu vody. Například zvýšená masa fytoplanktonu může snížit jasnost, kvalitu světla a hladinu kyslíku. Dále mají negativní vliv na organizmy, které žijí v jezeře, anebo ve vodní přehradě. Nejenže jsou účinky eutrofizace škodlivé pro biotu jezera, ale také představují **riziko pro lidské zdraví** ve formě škodlivých květů řas. (FONDRIEST ENVIROMENTAL INC. © 2019)

Proces eutrofizace je **přírozený**. V mnoha jezerech, která stárnou po staletí, dochází k nahromadění živin, sedimentů a rostlinného materiálu, které se pomalu usazují v jezeře. Tento proces závisí na vlastnostech povodí a klimatu. Lidé však vypouštěním živin značně **zvyšují rychlost**, s jakým může dojít k eutrofizaci vodního díla. Eutrofizaci způsobenou lidskou činností nazýváme také **kulturní**, anebo **umělou**. Způsobují to vstupy fosforu ze zdrojů, jako jsou zemědělská hnojiva nebo částečně upravené odpadní vody. (Harper 1992)

Poprvé se o problému eutrofizace zmínil **Vollenweideren** v roce 1968. Fosfor a do značné míry dusík byli spojováni s narůstajícím problémem eutrofizace jezer. Po doložení Vollenweiderových důkazů se nadále projevovaly znaky o lidském působení na zvyšování živin ve vodách. V Kanadě následně proběhl experiment v oblasti známé jako **oblast experimentálních jezer (ELA)**, kde byla zřízena společnost za účelem zkoumání rostoucího problému eutrofizace. Experiment na jezeře s číslem 226 spočíval v tom, že se vytvořila bariéra mezi dvěma stranami jezera. Na obou stranách se přidaly živiny uhlíku a dusíku, ale jedna strana byla taktéž obohacená fosforem. Vliv fosforu na eutrofizaci byl rychlý, hned se onen vliv dal zaznamenat lidským okem. Díky těmto výsledkům byly provedeny změny v řídicích postupech a prostřednictvím redukci živin a omezování živin byly dopady eutrofizace sníženy a v některých případech došlo rovnou k obnovení jezer. Taktéž došlo k vědeckému hnutí, začalo se rozšiřovat pochopení o procesu a problémů spojených s eutrofizací. (FONDRIEST ENVIROMENTAL INC. © 2019)

Byly zavedeny **zákony a předpisy**, které stanovují kvalitu vody a omezují vstupy dusíku a fosforu do vody. Jezera, která obsahují méně živin, mají nižší koncentrace řas a jsou obecně jasná a považují se za vysoce kvalitní vodní zdroje a rekreační místa. Pokračuje úsilí o kontrolu eutrofizace a vyžadují se trvalé spolupráce s občany, vědci, manažery a politiky. (Jenkins 1980)

Na eutrofizaci se podílí v největším rozsahu **2 prvky**: dusík a fosfor. Ideální poměr těchto dvou živin je **100:1** (N: P) což znamená, že větší zastoupení má dusík. Pokud se stane, že ve vodním prostředí bude více nutrientů, než je ideální, způsobí to velmi rychlý růst sinic a řas. Ne všechny organizmy dobře snáší velké množství živin ve vodě. (Mendelova univerzita v Brně © 2014)

4.1 Fosfor

Fosfor se podílí na eutrofizaci ve vodních nádržích a jezerech, což je dnes **globální problém**. Má negativní dopad na zdraví, cestovní ruch, zdraví ekosystémů a v neposlední řadě i na ekonomiku. Zdroje fosforu jsou **bodové**, anebo **plošné**. Řízení přítoků fosforu z bodových zdrojů do vodních ekosystémů bývalo lépe zvládnutelné, avšak kontrola nepotřebných zdrojů fosforu **se zhoršila díky zemědělství**. Do dnešní doby je řízení přísunu fosforu do vod ze zemědělství velkým problémem. Eroze půdy je hlavním činitelem translokace fosforu do vodního systému ve formě rozpuštěného P. Nadměrné množství fosforu způsobuje růst řas a sinic, anoxické podmínky, mění složení druhů rostlin, vede k usmrcení ryb, narušení potravního řetězce, produkci toxinů a degradaci rekreačních oblastí. Strategie zmírňování eutrofizace fosforu zahrnuje řízení přísunu živin a obnovu ekosystémů. (Sharpley 2013)

4.1.1 Zdroje fosforu

Nadbytečné vstupy fosforu do jezer a vodních nádrží obvykle pocházejí z průmyslových vypouštění odpadních vod a odtoku ze zemědělství, stavenišť a městských oblastí. Vstupování fosforu do půdy vytváří potenciál pro zvýšení přenosu do širšího prostředí. Zdroje fosforu jsou přirozené anebo antropogenní. **Antropogenní zdroje fosforu** zahrnují hnojiva, vstup krmiv do půdy a hnůj. Ještě jako menší zdroj fosforu můžeme brát podzemní vodu, která může potenciálně přispět významným množstvím

fosforu ve vodních útvarech. **Přírodní zdroje fosforu** vznikají rozpuštěním a vyluhováním některých minerálů a zvětralých hornin. (Sharpley 2013)

Hlavním zdrojem **plošných vstupů** nutrientů fosforu do vodních útvarů je nadměrná aplikace hnojiva, která způsobuje akumulaci fosforu v půdách. Například se potvrdilo, že méně než 20 % fosforu vstupuje do jezera Okkechobee v hnojivech, které byly produkovány v zemědělství. (Jorgensen et al. 2005)

4.1.2 Formy fosforu

Fosfor existuje v řadě **organických a anorganických sloučeninách**, které se liší v biologické dostupnosti. Anorganické sloučeniny fosforu se spojují zejména s amorfními a krystalickými formami hliníku (Al), železa (Fe) a vápníku (Ca). Organický fosfor ve většině půd převažuje ve směsi fosforečnanových monoesterů. (AgriInfo.in © 2019)

Organický fosfor se dostává do vodního prostředí z půd, které obsahují monoestery fosfátů a fosfátových diesterů. Organický fosfor odpovídá všem fosforečnanům organicky živočišné a rostlinné hmoty. **Anorganický fosfor** může být přítomný ve dvou formách. První forma je krystalický fosfor (soli vápníku, železa anebo hliníku) a patří mezi nejméně rozpustné formy fosforu. Poté tam patří fosfor fixovaný nebo adsorbovaný na povrch částic a jeho složek (uhličitan vápenatý, hydroxidy železa a hliníku, organické látky). (Ngatia, Taylor 2018)

4.1.3 Translokace fosforu

Fosfor ve většině případů vstupuje do vodních ekosystémů tak, že se **absorbuje na částice půdy**, která pak erodují do řek a jezer a vodních nádrží. Jakýkoliv fosfor urychluje erozi, anebo vysoké koncentrace fosforu v půdě zvyšují potenciální odtok fosforu do vodních systémů. V závislosti na podmínkách lokality dochází k difúznímu transportu P jako částic, anebo rozpuštěného P v kanalizačním povrchovém odtoku a podzemní vodě. V podzemní vodě je koncentrace fosforu nízká. To je důsledek toho, že ortofosfát P je absorbován v půdě. (www.uroda.cz 2001)

4.1.4 Globální koloběh fosforu

Rostliny nejprve fosfor přijmou přes kořenový systém ve formě rozpuštěných **fosforečnanových iontů**. Dávají si je do své struktury ve formě organických sloučenin.

Organicky vázaný fosfor je následně součástí **potravního řetězce**, který končí úmrtím masožravého jedince a poté dojde k rozkladným procesům pomocí bakterií a dalším půdním organismům. Největší mírou se ale na koloběh fosforu podílí **látkový metabolismus organismů**. Díky výkalům, které produkují organismy, se fosfor vrací do prostředí v rozpuštěné formě ve výkalech. Prvek koluje tak dlouho v přírodě, dokud jej voda neodplaví do vodního prostředí. Člověk zasahuje do přirozeného cyklu koloběhu fosforu. Dvě třetiny množství fosforu, která voda odnese, je díky lidské činnosti. (Šimek, Cooper 2004)

4.2 Dusík

Dusík představuje **důležitou živinu (nutrient)**, ale na druhou stranu je velmi škodlivý jak na vodní prostředí, tak na zdraví člověka. Nedávné vědecké studie ukazují nové informace o tom, jak podzemní voda může přispívat jako zdroj živin odnosem dusíku z podzemních vod do jezer. Vypouštění nadměrné koncentrace dusíku způsobují škodlivé **vodní květy**, které se mohou objevovat na vodní hladině a způsobovat špinavou pitnou vodu, čímž pak dochází k úhynu ryb a jiných vodních organismů, uvolňování toxinů a snižování estetické a rekreační hodnoty jezer a potoků. Zatímco povrchové odtoky mohou být zdrojem přebytečného dusíku, který se dostává do jezer a vodních nádrží, existuje také jeden celkem **skrytý zdroj** dusíku, který je v kontaminovaných vodách vypouštěný ze septických systémů a znečištěných půd. (U.S Geological Survey © 2016)

Většina dusičnanů přenášených do jezer podzemními vodami je přeměněna mikroby žijícími v mělkých sedimentech. Přírodní mikrobiální procesy převádějí škodlivé formy dusíku na neškodný plyn dusíku. (U.S Geological Survey © 2016) Koncentrace dusičnanů v našich jezerech a vodních nádrží se **postupně zvedá**, což mají na svědomí právě **zemědělské oblasti**, které kvůli zvýšenému hnojení půd. Rovněž závisí na meteorologických podmínkách. V letech, kdy bylo období such, byla koncentrace dusičnanů nižší, než v obdobích častých přeháněk a dešťů. (Štraškrabová, Buchtele 1992)

4.2.1 Zdroje dusíku

Ačkoliv je dusík přirozeně hojný v životním prostředí, zavádí se také prostřednictvím odpadních vod a hnojiv. Chemická hnojiva nebo živočišná hnojiva se běžně používají na plodiny pro přidání živin. Pokud na farmách nejsou postaveny speciální konstrukce, tak

mohou silné deště vytvářet odtok s obsahem těchto materiálů do okolních potoků a jezer. Zařízení na úpravu odpadních vod, která specificky odstraňuje dusík, mohou vést k nadměrnému dusíku v povrchových a podzemních vodách. Dusičnany se mohou dostat do vody přímo v důsledku **odtoku hnojiv obsahujících dusičnany**, ale některé mohou do vodního prostředí proniknout **z atmosféry**, kde zdrojem jejich výskytu je automobilová či jiná doprava z měst. Dusičnany mohou být také vytvořeny ve vodních útvarech oxidací jiných forem dusíku, včetně dusitanu, amoniaku a organických sloučenin dusíku jako aminokyseliny. Amoniak a organický dusík mohou vstupovat do vody prostřednictvím odpadních vod a odtoku z půdy, kde byl aplikován nebo uložen hnůj. (Muller et al. 1996)

4.2.2 Formy dusíku

Voda v pobřežních oblastech obsahuje především elementární plyn dusíku, neboť vzduch obsahuje 78 % dusíku a voda je v pravidelném kontaktu se vzduchem. Amoniak, dusičnany a dusitany hrají **nejdůležitější roli v biochemických procesech**. Celkový dusík představuje součet organických a anorganických sloučenin dusíku. Dusík je přítomen především **v odpadní vodě**. Po biologické úpravě odpadních vod se vyskytuje převážně jako oxidovaný dusitan. (Lenntech B.V. © 1998-2019)

4.2.3 Globální koloběh dusíku

Nejvíce podstatnou část koloběhu dusíku představuje **atmosféra**. Z atmosféry dusík přechází do půdy a do vodního prostředí díky bakteriím, sinicím a houbám, které mají schopnost vázat dusík ze vzduchu. Nejprve rostliny přijmou **anorganický dusík**, který je obsažený ve vodě a zabudují si ho do organických látek, poté býložravci, začnou konzumovat rostliny a býložravce začnou lovit zase masožravci. Výkaly se rozkládají pomocí bakterií, jež připravují anorganický uhlík pro rostliny. V průběhu procesu **denitrifikace a nitrifikace** dochází k uvolňování dusíku zpět do atmosféry. (Šimek, Cooper 2004)

4.3 Koncentrace fosforu a dusíku

Poměr sloučenin uhlíku, dusíku a fosforu obsažených v řasách, je v poměru **39:5:1** (Healey 1973). Zastoupení celkového fosforu ve vodních dílech je nižší a to znamená, že fosfor vystupuje z mikrobiogenních prvků a je to limitující prvek. (Komárková 1974)

Sloučeniny dusíku a fosforu, které jsou obsažené v odpadních vodách, jsou v poměru přibližně **4:1**. I po sekundárním biologickém čištění se tento děj nemění (Wuhrman 1968). Poměr sloučenin dusíku a fosforu v zemědělských hnojivech, které byly aplikovány na hektar zemědělské půdy, je **2:1 až 3,5:1**. (Zelinka a kol. 1977)

Celkový fosfor obsažený v městských splašcích jsou v USA přibližně 11 mg.l⁻¹ fosforu. U nás celkový fosfor obsažený ve splašcích jsou poměrně nižší než v USA. Z celkových studií ohledně koncentrací fosforu se zjistilo, že odtok ze zalesněných povodí, ale i odtok ze zemědělského obdělávání má koncentrace fosforu nižší než povodí, do kterého se vypouštějí odpadní vody. (Anon 1976)

4.4 Trofické úrovně vod

Výživnost (trofie) je schopnost organismům dodávat živiny (nutrienty), které potřebují. Trofický potenciál se stanovuje ve vodách vzhledem k obsaženým živinám. Když rostliny rostou tak produkují organickou hmotu. **Zvyšování trofie** je způsobená eutrofizace vody. Trofie se v dnešní době spojuje s producenty jakož autotrofním organismům. (poradme.se 2015)

Vnější a vnitřní kontrolující aspekty ovlivňují trofii vodních útvarů. Mezi vnitřní patří: **makronutrienty** (dusík, fosfor, uhlík), **makronutrienty** (bor, zinek, kobalt). Mezi vnější lze zařadit: **světlo, teplo a hydraulické činitele**. Trofické úrovně, jsou určovány podle způsobu získávání energie. Všechny trofické úrovně jsou uvedené v Tabulce 7. (poradme.se 2015)

Tabulka 5 Trofické úrovně vody (poradme.se 2015)

Stupeň trofie vody	Trofický potenciál mg/l
Ultraoligotrofní (neúživné)	<5
Oligotrofní (slabě úživné)	5-50
Mesotrofní (středně úživné)	50-200
Eutrofní (silně úživné)	200-500
Plytrofní (velmi silně úživné)	500-1000
Hypertrofní (vysoce úživné)	>1000

Oligotrofní vodní útvar je vodní útvar s nízkou primární produktivitou v důsledku nízkého obsahu živin. Tyto vodní útvary mají nízkou produkci řas a v důsledku toho mají často velmi čisté vody s vysokou kvalitou blížíící se pitné vody. V dolních vodách těchto jezer se předpokládá vysoký obsah kyslíku. Tyto jezera často podporují mnoho druhů ryb. Termín oligotrofní se používá k odlišení neproduktivních jezer charakterizovaných nedostatkem živin od eutrofických jezer. Oligotrofní vodní útvary jsou nejčastěji v chladnějších oblastech. (worldatlas.com © 2019)

Mezotrofní vodní útvar má střední úroveň produktivity. Tyto jezera jsou obvykle čistá s ponořenými vodními rostlinami se středními úrovněmi živin. Termín mezotrofní se vztahuje k suchozemskému stanovišti. Mezotrofní půdy mají průměrné výživné hodnoty. (Buglife © 2019)

Eutrofní vody jsou obvykle jezera nebo rybníky s vysokou biologickou produktivitou. Vzhledem k vysokým koncentracím fosforu a dusíku, jsou tyto vodní útvary schopny podporovat růst vodních rostlin. Vodní dílo je ovlivněno vodními rostlinami nebo řasami. Když je ve vodním díle více vodních rostlin, vody jsou většinou jasné. Když dominují řasy, voda má tendenci být tmavší. Může dojít k nadměrnému rozkvětu řas a tento děj může vést k úhynu ryb. (worldatlas.com © 2019)

Hypertrofní vody jsou jezera bohatá na živiny. Tyto vody jsou charakteristické častým výskytem řas a nízkou průhledností. Hypertrofní jezera mají hloubku viditelnosti menší než 3 stopy, mají více než 40 µg/l celkového chlorofylu a více než 100 µg/l fosforu. Nadměrné květy řas mohou snížit hladinu kyslíku a zabránit životu v nižších hloubkách vod. Taktéž mohou způsobit biologické znečištění, což je snížení koncentrace znečišťujících látek a zvýšení trofické hladiny. (Buglife © 2019)

4.5 Příčiny eutrofizace

Příčiny eutrofizace jsou většinou chápány jako nežádoucí zvýšení koncentrace nutrientů ve vodním ekosystému. Toto obohacování může pocházet z bodových a plošných zdrojů. (Harper 1992)

Bodové znečištění je znečištění, které pochází z kontaminantů, které vstupují do vodního prostředí z jediného identifikovatelného zdroje jako jsou stacionární místa nebo

pevná zařízení, například vypouštění nežádoucích látek z čistírny odpadních vod, průmyslových oblastí a rybářských hospodářství. **Plošné znečištění** jsou kontaminanty pocházející z rozsáhlých oblastí včetně lidských činností bez konkrétního místa vypouštění nebo vstupu do vodního toku. Příkladem je vyluhování dusíkatých sloučenin ze zemědělských ploch a z atmosférické depozice. (Jonge et al. 2002)

Obohacení vody nutrienty může být **přírodního**, ale nejčastěji antropogenního původu, jak už bylo zmíněno dříve. **Přírodní eutrofizace** se vyskytuje již tisíciletí a jedná se o proces přidávání a hromadění nutrientů do vodního útvaru, což vede ke změnám v primární produkci a druhovém složení vodního prostředí. **Kulturní či antropogenní** je proces, který urychluje přirozenou eutrofizaci vlivem lidské činnosti. Existují tři hlavní zdroje antropogenních vstupů živin do vody: eroze a vyluhování ze zemědělských oblastí, odpadní vody z měst a průmyslových vod. Atmosférická depozice dusíku může být také důležitá, jež je definována jako děj, při kterém se přenáší látky z atmosféry k zemskému povrchu. Jedná se o významný děj podílející se na samočištění atmosféry. (Jonge et al. 2002)

Odpadní vody obsahují polutanty organického znečištění uhlíku, nutričního prvku dusíku a fosforu a dalších. Ukazatelé C, N, P lze různými metodami odstraňovat z odpadních vod. Organické látky v odpadních vodách jsou **biologicky rozpustitelné či nerozpustitelné**. V odpadních vodách jsou také dusíkaté znečištění, které se nacházejí v mnoha formách. K zejména anorganickým formám dusíku se v odpadních vodách řadí redukovaná a oxidovaná forma. (Švehla 2007)

Hlavním zdrojem znečišťujících látek z dusíku je **odtok povrchové vody ze zemědělské půdy**, ale také i podpovrchové vody, zatímco většina znečišťujícího fosforu pochází **z domácností, myček a průmyslu**, včetně detergentů na bázi fosforu. Tyto nutrienty vstupují do vodního ekosystému vzduchem, povrchovou a podzemní vodou. Většina dusíku, který se používá ke komerčnímu využití, jde do výroby hnojiv. Taktéž většina těžebního fosforu jde do výroby hnojiv. Zvýšení intenzivního používání hnojiv má vážné důsledky pro pobřežní stanoviště, neboť vyšší aplikace těchto hnojiv vede k většímu odtoku. Zvýšená globální produkce dusíkatých hnojiv byla do značné míry spojena s obavami ohledně vztahu mezi kvalitou vody a eutrofizací. Čistící prostředky a detergenty

bez fosforu jsou životně důležité pro minimalizaci dopadu znečištění dusíkem a fosforem v evropských vodách. (Jonge et al. 2002)

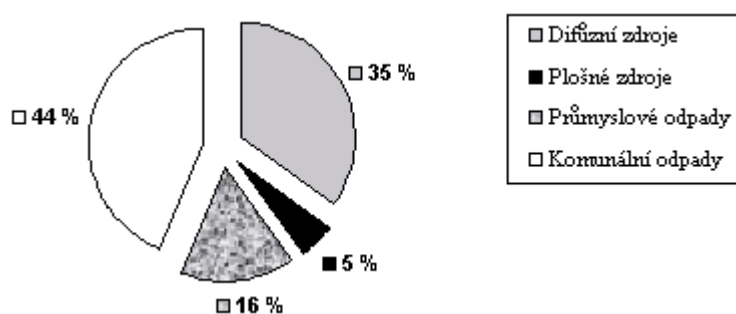
Zemědělci mají tendenci používat nadměrné množství hnojiv s obsahem dusíku a fosforu. Proto odtok ze zemědělských polí způsobuje problém fosforu a dusíku v jezerech, nádržích a rybnících. Odtok ze zemědělství zahrnuje povrchový i podpovrchový průtok. Hlavní faktor, který ovlivňuje ztrátu fosforu v zemědělském odtoku, je vodní **eroze**. První pohybem fosforu v povrchových odtocích je jeho uvolňování z tenké povrchové vrstvy půdy a rostlinného materiálu. Fosfor se v půdě hromadí ve vyšších úrovních. Voda proniká skrz půdu, kde získává vyšší koncentrace fosforu. Tento fosfor může být rozpuštěný ve vodě, anebo se váže na sediment. Fosfor fixovaný na sediment poskytuje proměnlivý, ale dlouhodobý zdroj fosforu pro řasy ve vodních útvarech. Do sedimentu se fixuje **až 90 % fosforu** při zemědělském odtoku. Kontrola eroze půdy má proto zásadní význam pro minimalizaci ztráty fosforu ze zemědělských půd. Pro minimalizaci fosforu ze zemědělství je zapotřebí zvážit několik důležitých faktorů. Aby vznikl problém ohledně fosforu, který by měl vliv na životní prostředí, musí existovat zdroj fosforu. A fosfor ze zdroje musí být přepravován odtokem na citlivé místo. (Pöyry et al. 2017)

Velký vliv na eutrofizaci mají také **průmyslové zdroje**. Chemický průmysl a potravinářský průmysl jsou největší průmyslové odvětví, které produkují fosfor. Mezi menší zdroje fosforu patří například: papírny a výroba pracích a mycích prostředků. Zatížení životního prostředí celulózou a papírenským průmyslem je v některých zemích **přísně omezeno**, aby se zabránilo eutrofizace povrchových vod. Na vodních mlýnech se vyskytuje fosfor pocházející z výroby papíru a od živin, které se přidávají na čištění kalu. Neošetřená odpadní voda z lisu obsahuje méně fosforu, než je zapotřebí pro čištění kalu. (Srinivasan, Dhamodharan 1994)

Detergenty se do splaškových vod dostávají především z pracích prostředků. Kdysi než se začaly používat syntetické detergenty, byla koncentrace anorganického fosforu **3 až 10 mg.l⁻¹**. Významná část tohoto fosforu pochází z fekálií. V dnešní době obsahují vody v místech, kde se pravidelně pere prádlo, okolo hodnoty 40 až 100 mg.l⁻¹ fosforu. Dlouhou dobu se diskutovalo o největších zdrojích fosforečnanů ve vodách. Nebylo jisté, zda hlavní zdroj fosforečnanů jsou fekálie, detergenty či zemědělské činnosti. Až **vládní Projekt**

Labe tuto otázku zodpověděl. Tento projekt monitoroval koncentrace fosforečnanů ve vodách různého složení. (Kočí 1997)

V závěrečné zprávě tohoto projektu z roku 1994 se uvádí, že největší přísun fosforu do povodí Labe z **bodových zdrojů** jsou městské a průmyslové kanalizace z čistíren odpadních vod a to z 60 %. Na druhém místě se umístily **difuzní zdroje** na 34 % a na posledním místě byly **plošné zdroje** (eroze, zemědělství), kterým připadá hodnota 5 %. (Kočí 1997)



Graf 1 Zdroje fosforečnanů z Projektu Labe (Kočí 1997)

V dnešní době je používání pracích a mycích prostředků na denním pořádku. Pro ochranu vodních zdrojů se nesmí prodávat, anebo uvádět na trh prací prostředky, které se používají na praní textilu s koncentrací fosforu vyšší než 0,5 % hmotnosti. Mycí prostředky obsahují **tenzidy** (změkčovací látky, bělicí látky, enzymy a pomocné látky). Toto omezení se netýká pro prací prostředky, které se používají v průmyslu a institucích. V Tabulce 5 (níže) jsou zaznamenány nejznámější prostředky pro praní s jejich koncentracemi fosforu. (Sinice.cz © b.r)

Tabulka 6 Známé čistící prostředky a koncentrace fosforu (Sinice.cz © b.r.)

Mycí prostředek	Obsah celkového fosforu [mg/kg]	Fosfáty [%]	Fosfonáty [%]	Fosfáty [mg/kg]	Celkový fosfor na 1 mytí [mg/20g]	Fosfáty na 1 mytí [mg/20g]
Somat perfect	103 000	< 30	> 5	<28 200	1 880	< 564
Calgonit gel	67 000	15 - 30	> 5	20 100	1 340	210 - 402
Gosh 11	71 400	> 30	> 5	>21 420	1 428	> 428,4

4.6 Důsledky eutrofizace

Hlavním důsledkem eutrofizace je **změna koncentrace a dostupnost kyslíku** ve vodním ekosystému. Rostliny pomocí fotosyntézy za denního světla produkují kyslík, který hodně závisí na vývoji biomasy. V důsledku akumulace biomasy proces oxidace organické hmoty, která je nahromaděná v sedimentu na dně vodního útvaru, spotřebuje veškerý kyslík obsažený ve vodním díle. Dokonce i kyslík, který je obsažený v SO_4 spotřebovávají některé specifické bakterie. To vede k uvolnění H_2S , jenž automaticky zachytí volný kyslík obsažený v horních vrstvách toku. Takhle voda ztratí veškerý svůj kyslík. Tento proces provází specifická vůně shnilých vajec. Souběžně se změnou koncentrace kyslíku dochází i k dalším změnám ve vodním díle. Zóny, kde k tomu procesu dochází se označují jako **mrtvé zóny**. (FONDRIEST ENVIROMENTAL INC. ©2006)

Populace ryb a měkkýšů během eutrofizace jako první zaznamenají změnu v koncentraci kyslíku, jelikož jsou velmi citlivé na jeho dostupnost, proto je kyslík pro ně vysoce důležitý. Ryby a měkkýši mohou uhynout, když je nízká koncentrace kyslíku, anebo pokud se změní chemické složení vody jako je nadměrná alkalita, ke které dochází během intenzivní fotosyntézy. (FONDRIEST ENVIROMENTAL INC. ©2006)

Fytoplankton jsou fotosyntetické mikroskopické organismy, které obsahují chlorofyl a pro svůj život a růst vyžadují sluneční světlo. Většina fytoplanktonu se vznáší a plave v horních částech oceánů a toků, kde proniká sluneční světlo do vody. Mezi nejznámější fytoplanktony patří: diatony, dinoflagely, kyanobakterie a kokcoliotofory. Tyto druhy fytoplanktonu jsou závislé na živinách fosforu, síry a dusíku. Tyto látky poté převádějí na bílkoviny, tuky a sacharidy. Pokud je ve vodě k dispozici příliš mnoho těchto živin, tak fytoplankton může růst a **množit se velmi rychle a vytvářet květy řas**. Ty se mohou vyskytovat v sladkých i mořských vodách. Dokážou měnit barvu na zelenou, žlutou, hnědou, červenou podle hustoty pigmentovaných buněk. Květy, které se vyskytují v oceánech, mohou pokrývat velkou plochu a jsou snadno viditelné i na satelitních snímcích. Z hlediska veřejného zdraví jsou řasy a fytoplankton velmi nebezpečné, jelikož mohou do vody uvolňovat toxiny. Škodlivé květy řas způsobují škodu produkcí toxinů nebo jejich nahromaděné biomasy, která může ovlivňovat vyskytující organismy a ovlivňovat dynamiku potravinového řetězce. Příklady špatných vlivů květů jsou například: lidské nemoci, úmrtí zvířat, ztráty pro pobřežní komunity a komerční rybolov. (Reynolds 2006)

Fytoplankton slouží jako potrava pro širokou škálu organismů, jako jsou velryby, krevety a medúzy, ale také jako zdroj potravy pro hodně dalších organismů, zejména o **zooplankton** (heterotrofní plankton). Jedná se o plankton, který má želatinovou strukturu, poměrně křehké plastické želatinové tělo složeno z více než 95 % vody. Nejznámější druhy jsou **medúzy**. Růst fytoplanktonu může způsobit zvýšené zakalení nebo snížený rozptyl světla do nižších hloubek vodního sloupce. V jezerech a řekách tento děj může ovlivnit růst níže položených rostlin vyskytující se ve vodě a ovlivnit druhy, které jsou na nich závislé, například ryby a měkkýši. (Reynolds 2006)

Eutrofizace vede ke změnám v dostupnosti světla a určitých živin do ekosystémů. To způsobuje posuny druhové skladby tak, aby přežily pouze tolerantnější druhy a nové konkurenční druhy napadaly a vytlačily původní obyvatele. Příkladem jsou makro řasy a jejich masivní biomasa, která brání růstu jiných vodních rostlin. Celkově květy řasy můžeme rozdělit **na mořské řasy a makro řasy**, což jsou květy rozeznatelné svými velkými listy. Mořské řasy jsou neškodné, avšak při rozkládání anaerobními bakteriemi mohou být uvolňovány toxické plyny. (Ross et al. 2008)

Téměř všechny dopady eutrofizace vody mají **přímý** anebo **nepřímý** společensko-ekonomický dopad. Hlavní dopad je **na rekreaci a cestovní ruch**. Obohacení nutrientů mohou vést k masivnímu růstu makro řas. Existence takových oblastí s hustým růstem řas může zabránit přístupu k vodním cestám. To snižuje způsobilost vody pro **vodní aktivity**. V důsledku toxických květů řas mohou být uzavřeny pláže, jelikož působí nevzhledně a mají nepříjemné zápachy. Když jsou makro řasy nebo mořské řasy rozkládány anaerobními bakteriemi, dochází k uvolňování H_2S . Infikované vody **zvyšují náklady** na úpravu vody, aby se zabránilo problémům s chutí, zápachem a toxiny ve vodě. Vzhledem k toxinům produkovaným škodlivými řasami se ryby a měkkýši mohou stát nevhodnými pro spotřebu, což vede k potenciálním ekonomickým a finančním problémům v odvětví rybolovu. (Lenntech B.V © 1998-2019)

4.7 Sinice v České republice

Sinice můžeme nalézt všude, kde se podíváme, největší zastoupení sinic ale nalezneme ve vodním prostředí. V České republice bylo nalezeno v 20. století přes 5000 druhů sinic a celkový počet sinic se odhaduje na více než 34 000. (Kalina, Váňa 2005)

Nejhojnějšími zástupci u nás jsou druhy **Microcytis** (*Microcytis aeruginosa*) a **Planktohris** (*Planktothrix aghardi*). (Sinicearasy.cz © 2018)

4.7.1 Toxické látky sinic

Sinice neboli cyanobakterie mají schopnost tvořit rozmanitost několika sekundárních metabolitů, které vykazují různé typy biologických nebo biochemických aktivit a některé byly identifikovány jako **silné toxiny (cyanotoxiny)**. Ty jsou různorodou skupinou sloučenin nejen z chemického, ale také i z **toxikologického hlediska**, kde patří neurotoxiny, dermatotoxiny a dráždivé toxiny. (Weiegand, Pflugmecher 2005)

Cyanobakterie jsou potenciálně závažným problémem životního prostředí. Látky, které produkují mohou být **akutně toxické**, jak již bylo ověřeno na smrti hospodářských zvířat a jiných zvířat, která jimi byla vystavena. **Akutní toxicita** byla otestována na myších, kde se aplikovaly **buňky řas a sinic** pomocí injekce do myši a sledovali se účinky. **Chronická toxicita** byla testována za použití štěpení chromozomu lidských lymfocytů (typ bílých krvinek). Výsledky ukázaly, že toxiny nebyly přímo mutagenní, ale chromozomální test naznačil, že mohou být toxiny Sonzugini **klastogenní**, což vede ke změně nebo odstranění části chromozomu. Na základě těchto výsledků mohou být **toxiny z řas a sinic** závažnějšími environmentálními riziky, než si myslíme. (Repavich et al. 1990) Bylo odhadnuto, že 25 až 75 % cyanobakteriálních květů jsou toxické. Produkce toxinů zahrnuje nebezpečí nejen pro člověka, ale i pro zvířata a můžou představovat rizika onemocnění až smrt. (Codd et al. 2005a)

4.7.2 Vliv sinic na zdraví

Nejčastěji se člověk dostane ke kontaktu s toxiny vyvolané sinicemi během **rekreačních aktivit**. Patří mezi ně: ústní, dermální a vdechnutí. Ústně se mohou toxiny dostat do těla hlavně požitím kontaminované vody. Dermálně zejména přímým kontaktem pokožky s vodou obsahující buňky cyanobakterií nebo přes akumulaci v plaveckých oblecích (zvláště potápěčských oblecích). Vstup toxinů do těla při vdechování je vyvolán ze zápchů z kontaminované vody obsahující cyanobakteriální buňky a jejich toxiny. Větrné proudy mohou způsobovat cyanobakteriální květy, které se hromadí na březích. Tato akumulace buněk je mnohem větší než kvetení v otevřených vodách, což představuje větší riziko pro zdraví lidí a zvířat. **Játra** jsou nejvíce postiženým orgánem u lidí, ale také

postihují **ledviny** a **tlusté střevo**. V důsledku toho jsou nemoci připisované otravou toxiny ze sinic. Způsobují alergické a dráždivé reakce a onemocnění jater. Některé pokročilejší fáze onemocnění se mohou vyvinout do nádorů a rakoviny jater. Kromě možnosti kontaminace prostřednictvím zásobování vodou existuje riziko kontaminace potravinovým řetězcem. Existuje možnost, že tyto toxiny se dostanou do člověka při konzumaci ryb. Některé ryby, jako jsou kapři, mohou konzumovat buňky cyanobakteriálních toxinů ve vodě a hromadit je v játrech, ledvinách, ve svalech a vnitřních orgánech. (Campos, Vasconcelos 2010)

Člověk, pokud se jde koupat do vody kontaminované toxiny ze sinic, může mít vážné zdravotní problémy (viz Tabulka 6). Tyto problémy se nejčastěji vyskytují u dětí a citlivějších lidí. (Hrdina 2004)

Tabulka 7 Cyanotoxiny a zdravotní problémy (Hrdina 2004)

Cyanotoxiny	Zdravotní problémy
Mikrocystin-LR	Bolest břicha, bolesti hlavy, bolest v krku, zvracení, suchý kašel, průjem, puchýře kolem úst.
Cylindrospermopsin	Horečka, bolest hlavy, zvracení, krvavý průjem.
Anatoxinová skupina	Brnění, pálení, necitlivost, ospalost, nesouvislý projev, slinění, dýchací paralýza vedoucí k smrti.

4.8 Řešení problému eutrofizace vod

Eutrofizace je **globální problém**, který by se měl co nejefektivněji řešit. Odstraněním zdrojů eutrofizace nebo její zmírnění může zlepšit nejen lidské zdraví, ale také zmírnit úmrtnost vodních zvířat či zlepšit kvalitu koupacích vod. Aby se tento problém vyřešil, musí se přijít k určitým opatřením. (Khan 2014)

4.8.1 Kompostování

Ve snaze řešit eutrofizaci vod je kompostování **dobrým řešením**. Totiž kompostování je proces přeměny organických látek, jako jsou zbytky potravin a rozkládající se vegetace na kompostový hnůj. Živiny přítomné v kompostovém hnoji jsou nedostatečné z vysoké koncentrace dusičnanů a fosfátů, které živí řasy a další mikroby

ve vodních útvarech. V hnoji kompostu jsou všechny základní prvky **rozloženy** a **syntetizovány rostlinami**, čímž se nevytváří cyklus eutrofizace. Tato metoda kontroly eutrofizace je označována jako omezení nutrientů. (Koyama et al 2018)

4.8.2 Snížení znečištění

Kompostování je omezování znečištění jednoduchou a účinnou metodou, jak snížit koncentrace dusíku a fosfátů vypuštěných do vodních systémů, ale co se týká **znečištění obecně**, to už je složitější problém. Velké výrobní společnosti a obce by měly omezit znečištění a přestat vypouštět odpad do vodních systémů tak, aby se snížilo množství toxinů a živin končících ve vodách. Tyto živiny následně živí řasy a další mikroskopické organizmy, což způsobí jejich růst. Pokud může průmysl a obce omezit jejich vypouštění a snížit znečištění na co nejnižší úroveň, pak se obsah živin pochopitelně sníží. Potom by bylo jednodušší kontrolovat eutrofizaci ve vodních systémech. (Conserve Energy Future ©2019)

Aby se snížilo znečištění, tak se musí **dodržovat několik pravidel**: využívat zejména přírodní prací prášky a omezit používání již zmíněných hnojiv.

4.8.3 Posílení zákonů a předpisů proti znečištění vodních útvarů

Posílením zákonů a předpisů proti znečištění vodních útvarů z různých zdrojů může mít podstatně **kladný vliv** na ovlivnění eutrofizace vod. Podle EPA (Agentura pro ochranu životního prostředí) představují nepodstatné znečištění nejvážnější výzvu při řízení vstupu živin do vodních systémů. Kontrola zdrojů vypouštění živin **vede ke snížení** eutrofizace. Minimalizováním znečištění podstatně sníží množství živin vstupujících do vodních ekosystémů. Zákony by měly směřovat k posílení vysokých standardů na kvalitu vody a nulové tolerance k porušování těchto zákonů. S podporou tvůrců zákonů, občanů, regulátorů znečištění a vlády je snadné kontrolovat eutrofizaci. (Conserve Energy Future ©2019)

4.8.4 Ultrazvukové ozařování

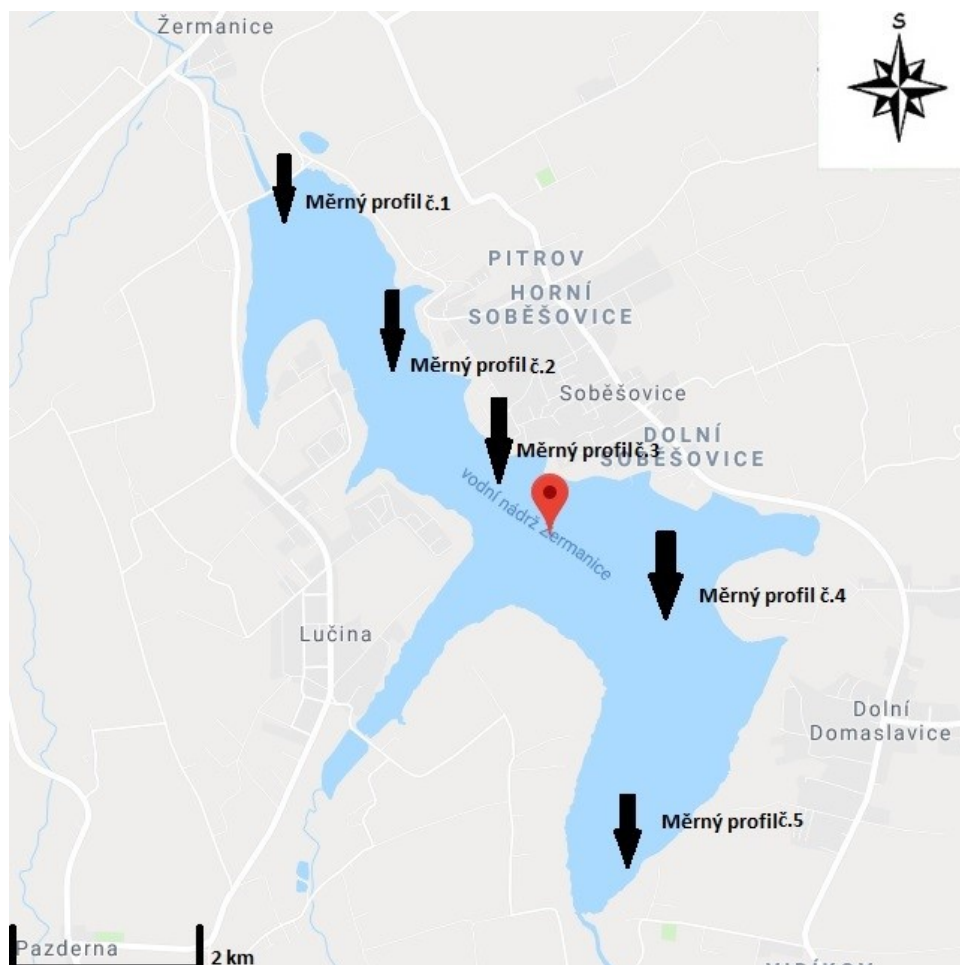
Svět neustále hledá pokročilejší metody pro řešení některých environmentálních problémů. Pokud jde o eutrofizaci, je používání **ultrazvukového ozáření** jedním z takových pokročilejších mechanismů, které byly využívány jako alternativní řešení pro

řízení kvetení řas. Tento proces způsobuje kavitace produkující volné radikály, které **ničí buňky řas**. Přesto stále probíhá výzkum, který určuje jedinečnost jeho použití při kontrole problémů eutrofizace. (Conserve Energy Future ©2019)

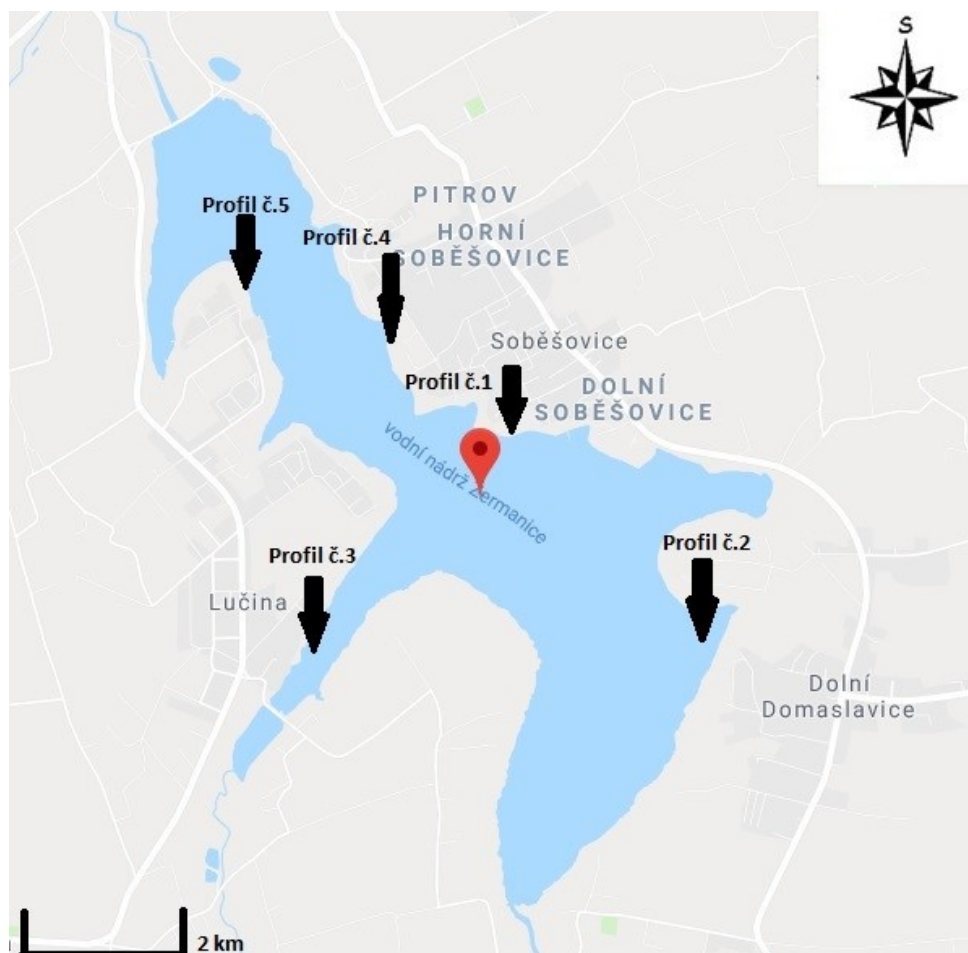
5 METODIKA PRÁCE

Data, která jsou v této práci, jsou zpracována statisticky, pomocí programu Excel 2010. Veškerá tyto data v tabulkách jsou uvedena v přílohách. Zdrojem informací je Povodí Odry, které mi poskytlo data za rok 2016 a 2018 a data za rok 2017 mi poskytl Ing. Jakub Pospíšil ve své diplomové práci na téma Žermanická přehrada-eutrofizace koupacích vod. (Pospíšil 2016)

Povodí Odry využívá měrné profily č. 1, 3, 5 a profil č. 2 a 4 se používá jen ve výjimečných situacích. Vodní nádrž Žermanice využívá k monitoringu celkem 5 měrných profilů (vertikál), které Povodí Odry očíslovaly vzestupně od č.1 až č.5 na konci vzdutí (viz Obrázek 9) (Povodí Odry ©2016). Ing. Jakub Pospíšil si vybral vlastní odběrové místa se stejným číslováním profilů (viz Obrázek 10). Rozdílem mezi jeho profily a profily Povodí Odry je umístění. Ing. Jakub Pospíšil odebíral vodu u břehu Žermanické Přehrady a taktéž je odebíral v jiné měsíce než Povodí Odry. Povodí Odry odebíralo data od dubna do září a Ing. Pospíšil od září do prosince. Důvod odběru v tyto měsíce, bylo zjištění stavu eutrofizace během období, kdy Povodí Odry neprovádí své měření. Taktéž odběr probíhal na březích vodní nádrže Žermanice, tudíž se zjišťovala kvalita koupací vody kolem břehů, které lidi využívají během koupací sezony.



Obrázek 9 Měrné profily Povodí Odry (Google maps © 2019)



Obrázek 10 Měrné profily Ing. Jakuba Pospíšila (Google maps © 2019)

Data obsahovala vyhodnocení ukazatelů, které se měřily v Žermanické přehradě. Jedná se o ukazatele teploty vody, konduktivity, kyslíku ve vodě, pH, celkového fosforu a fosforečnanového fosforu.

Teplota vody je jednou z nejdůležitějších vlastností vodního ekosystému a ovlivňuje: rozpuštěný kyslík, chemické a biologické procesy ve vodě, druhové složení vodního ekosystému, hustotu vody a stratifikaci a environmentální podmínky pro životní etapy. Největším zdrojem tepla pro vodu je samozřejmě slunce, ale teplota může být ovlivněna také teplotou vstupující vody. Do vstupující vody lze zařadit například: srážky, povrchové odtoky, podzemní vody. Teplota vody je proměnná mezi dnem, nocí a časovým obdobím. Mění se podle délky řeky, šířky a nadmořské výšky. Problematika tepelného znečištění také přispívá k růstu problematiky eutrofizace vod. (Abdelrahman, Boyd 2015)

Vodíkovým exponentem (pH) se rozumí zvýšená kyselost neboli acidita v dešti a ve vodách. Týká se to zvířat, rostlin a má dlouhodobé špatné účinky pro životní prostředí. Hodnota pH poukazuje na kyselost anebo zásaditost (alkalitu) vody. Stupnice je vymezena od hodnoty 0 až po 14. Cokoliv vyšší jak číslo 7 je alkalické a cokoliv nižší jak 7 je kyselé. Déšť a podzemní voda bývají přirozeně mírně kyselé. Jejich hodnota je většinou nižší než 6 na stupnici kyselosti. Velké množství zvířat a rostlin tuto úroveň kyselosti zvládá bez problémů. Při znečišťování okolí způsobené lidskou činností se okyseluje vzduch a voda, a to má velký vliv na ekosystémy. Největším problémem je **kyselý déšť**, což jsou srážky, které mají pH nižší než 5,6. Příčinou jsou oxidy síry pocházející ze sopečné činnosti anebo při spalování fosilních paliv a také oxidy dusíku. Posléze se rozptýlí do atmosféry a způsobí reakci s vodou, kde vznikají sirmé a dusíkaté kyseliny, které dopadají na zem ve formě deště. Když pH ve vodním ekosystému klesne, může poškodit rostliny a živočichy a v nejhorším případě způsobit jejich úhyn. Taktéž působí na mikroorganismy obsažené ve vodě, které mohou zničit vodní potravinový řetězec. (www.sciencing.com 2017)

Kyslík se ve vodách objevuje jako forma rozpuštěného kyslíku. Rozpuštěný kyslík se pohybuje při tlaku 1 atm od 15 mg/l při teplotě 0° C až 8 mg/l při teplotě 30° C. To znamená, že studenější voda může mít dvakrát více rozpuštěného kyslíku, než voda teplá. Rozpuštěný kyslík je důležitý pro zdraví vodních organismů. Ryby a vodní živočichové potřebují kyslík rozpuštěný ve vodě, aby přežili. Spotřeba kyslíku závisí na daném druhu živočicha a životní fázi. Rozpuštěný kyslík může ovlivnit rozpustnost a dostupnost živin, které mohou být uvolňovány ze sedimentů v podmínkách nízkého rozpuštěného kyslíku. Při zpracovávání hodnot kyslíku, můžeme rozlišit dva druhy výsledku, a to koncentrace a procentuální nasycení. (Wetzel 2001)

Vodivost neboli konduktivita se zvětšuje u vod, které mají větší koncentrace iontů, protože elektrický proud je transportován ionty ve vodě. Vodivost můžeme rozdělit do tří kategorií. Ultra čisté vody, pitné vody a mořské vody. (Lenntech B.V. © 1998-2019)

Fosfor ve většině jezer a nádrží je limitujícím nutrientem, což znamená, že vše, co rostliny a řasy potřebují k růstu, je k dispozici v nadbytku. To znamená, že fosfor má přímý vliv na růst rostlin a řas v jezerech a nádržích. Čím více je fosforu k dispozici, tím více je řas v jezerech. Fosfor pochází z mnoha zdrojů, avšak největším je lidská činnost. Patří zde například lidské a zvířecí odpady, eroze, půdy, detergenty a hnojení trávníků a

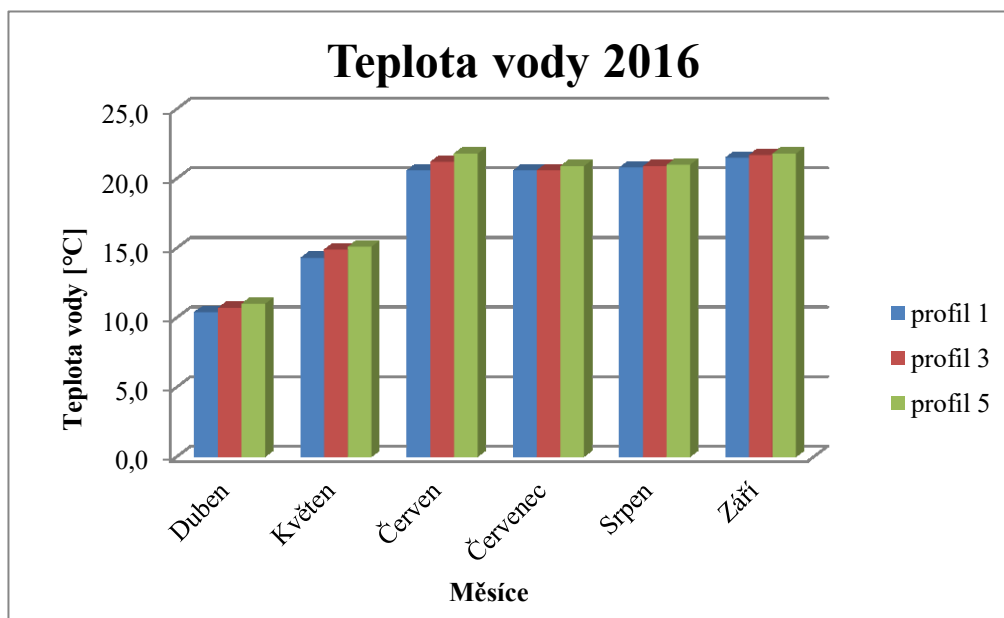
zemin. Celkový fosfor se dobře měří v jezerech, protože obsahuje orto-fosfát, tak fosfor v rostlinných a živočišných fragmentech suspendovaných ve vodě jezera. Úrovně celkového fosforu znázorňuje kvalitu ve vodním díle a trofický stav onoho vodního díla. (Environmental Laboratories, Inc. © 2019)

6 ZPRACOVÁNÍ DAT

V této kapitole jsou zpracovaná data od Povodí Odry a Ing. Jakuba Pospíšila. Jednotlivé ukazatele, které se sledovaly v Žermanické přehradě, jsou zaznamenány do grafů a následně vyhodnoceny stavy zmíněných ukazatelů.

6.1 Výsledná data z roku 2016

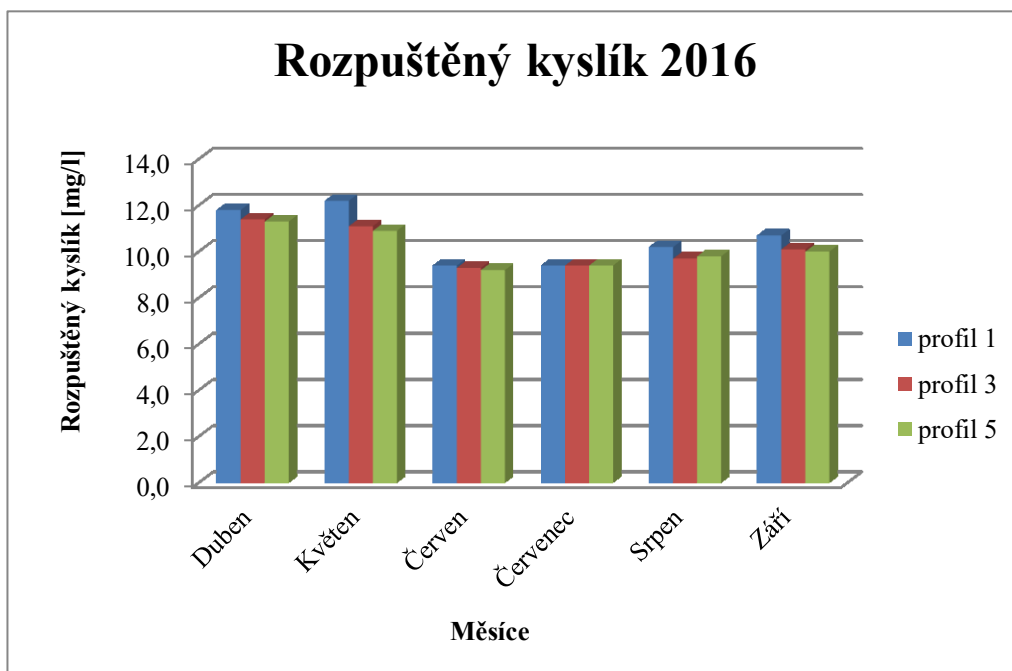
Během měření v roce 2016 se teplota vody pohybovala ve všech profilech 1, 3 a 5 podobně (viz Graf 2). Nejvyšší 21,80 °C byla naměřena během září v profilu 5. Nejnižší pak byla naměřena v dubnu v profilu 1, kde přesáhla rekordních 10,40 °C. Podle NV č.401/2015 je největší přípustná teplota 29 °C a žádná z naměřených hodnot nepřesáhla tuto maximální teplotu.



Graf 2 Teplota vody za rok 2016

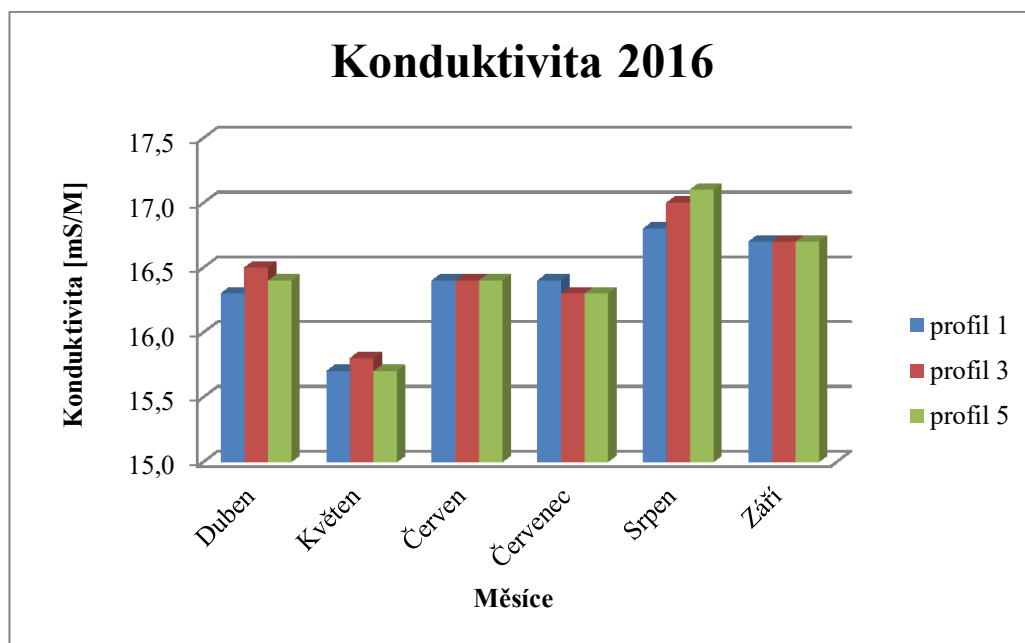
Nejnižší hodnota rozpuštěného kyslíku byla naměřena v červnu s hodnotou **9,40 mg/l**. Nejvyšší se pak pohybovala okolo 12,20 mg/l a to v profilu 1 během května. Všechny hodnoty rozpuštěného kyslíku lze vidět v Grafu 3 (níže). Jelikož byly naměřeny především vysoké hodnoty kyslíku ve vodě, je zcela jasné, že teplota **nezpůsobovala úbytek kyslíku** ve vodě. Avšak jakmile se teplota vody zvyšovala, tak pokleslo množství rozpuštěného kyslíku k hodnotám 9 mg/l. Teplota vody závisí na rozpuštěném kyslíku, čím

vyšší má voda teplotu tím méně váže kyslík. Roční průměr přípustného znečištění kyslíkem je >9, ale žádná naměřená teplota nebyla nižší jak tato hodnota.



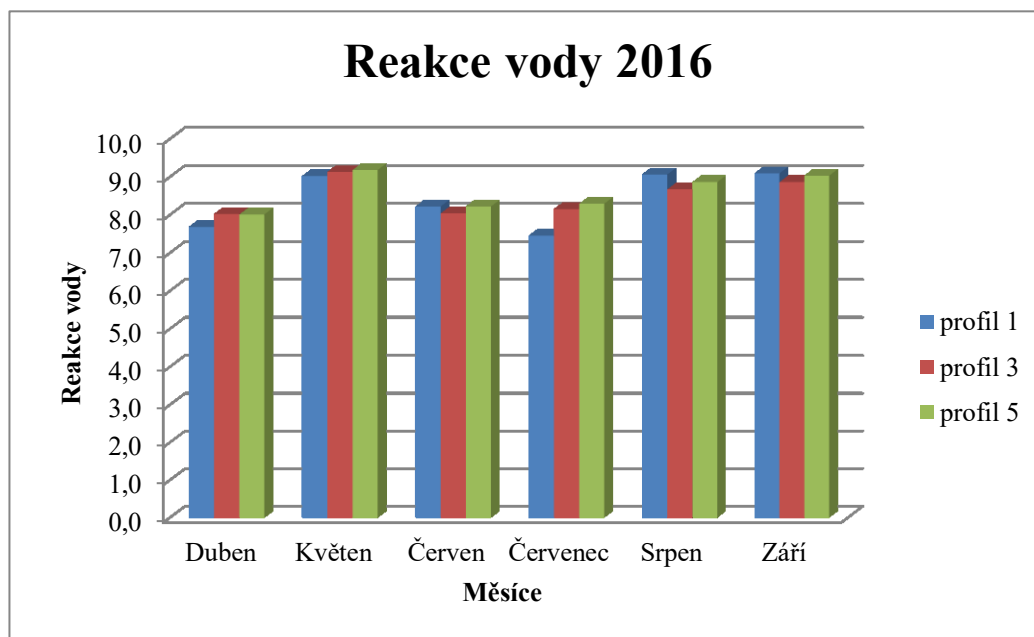
Graf 3 Rozpuštěný kyslík za rok 2016

Elektrolytická vodivost má nejvyšší hodnotu v srpnu v profilu 5, kde činila **17,10 mS/M**. Co se týče nejnižší hodnoty, byly v průběhu května naměřeny hned **dvě nejnižší**, a to na profilu 1 a 5 s hodnotou 15,70 mS/M (viz Graf 4). Přípustná konduktivita je 5 až 50 mS/M, můžeme říct, že naměřené hodnoty, nepřesáhli toto stanovené rozmezí. Vodivost nám vyjadřuje množství minerálních látek ve vodě (solí). Hodnoty, které byly naměřeny, nevykazují žádné znečišťování v žádném odběrovém profilu.



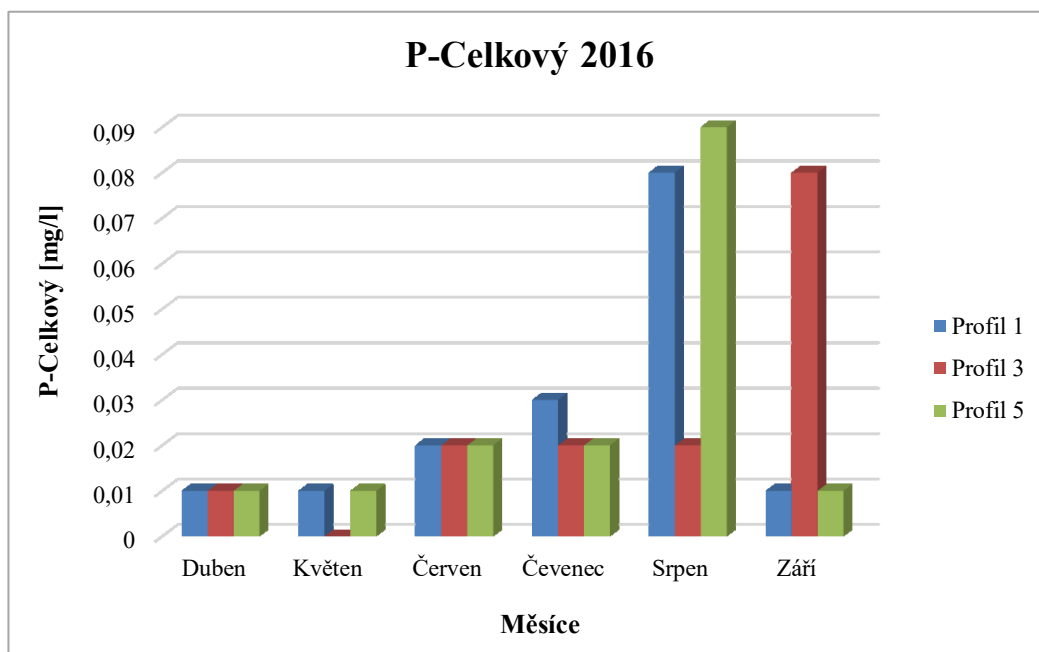
Graf 4 Konduktivita za rok 2016

Reakce vody se až na duben a červenec v profilu 1 nesnížila pod hodnotu 8. Nejvyšší pH bylo zaznamenáno v měsíci květen a hodnota dosáhla 9,18 v profilu 5. Všechny naměřené hodnoty pH jsou uvedené v Grafu 5. Vyšší hodnoty pH může způsobovat fotosyntéza rostlin, které se vyskytují ve vodním prostředí. Proces fotosyntézy odčerpává CO₂ a to způsobí zvyšování hodnot pH.



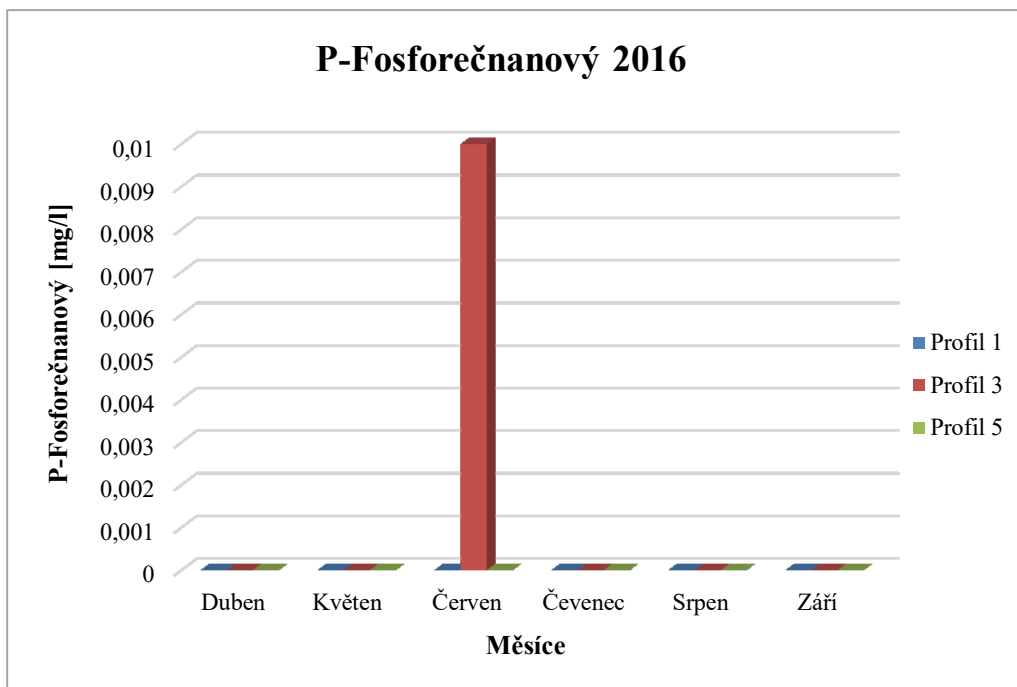
Graf 5 Reakce vody za rok 2016

V Grafu 6 je uveden **celkový fosfor**, a ten byl u směsného vzorku u hráze 0,01 mg/l v každém měsíci, co probíhal odběr. Byl změřen v profilu 1 a jeho hodnota se pohybovala v rozmezí od 0,01 až 0,08 mg/l. V profilu 3 pak hodnota celkového fosforu byla od <0,01 až do 0,08 mg/l, kde tato hodnota 0,08 mg/l se naměřila během září. Poslední profil 5 měl celkového fosforu v rozmezí od 0,01 mg/l až 0,09 mg/l, kde nejvyšší hodnota byla zjištěna v srpnu. Podle Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj je pravděpodobná hodnota celkového fosforu **0,035 mg/l**, tato hodnota je vhodná pro nastartování procesů, které způsobují eutrofizace vodního díla. A podle NV č.401/2015 je přípustné znečištění celkového fosforu **0,05 mg/l**. Celkový fosfor, který byl naměřen na hladině, překročil daný limit v profilu 1 a 5 v měsíci srpen, kde dosáhnul hodnoty 0,08 a 0,09 mg/l. Poté hodnota v profilu 3 překročila daný limit a dosáhla hodnoty 0,08 mg/l v měsíci září. Toto zvýšení koncentrace fosforu je pravděpodobně způsobené koupací sezonou.



Graf 6 Celkový fosfor za rok 2016

Fosforečnany měly hodnotu nižší než 0,01 mg/l a to téměř u všech profilů ve sledovaných měsících, což je viditelné v Grafu 7. Výjimka nastala během června, kdy se fosforečnanový P vyšplhal k hodnotě **0,01 mg/l**. Oné zvýšení fosforečnanů může značit produkci řas a uvolňování fosforečnanů ze sedimentů a koncentrace fosforečnanů z mycích prostředků.

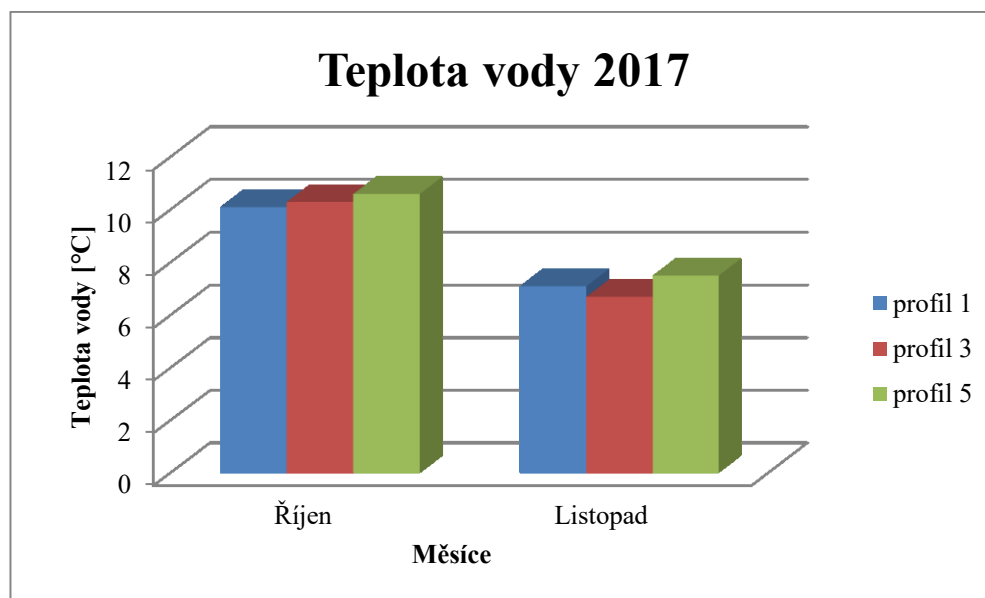


Graf 7 Fosfor fosforečnanový za rok 2016

6.2 Výsledná data z roku 2017

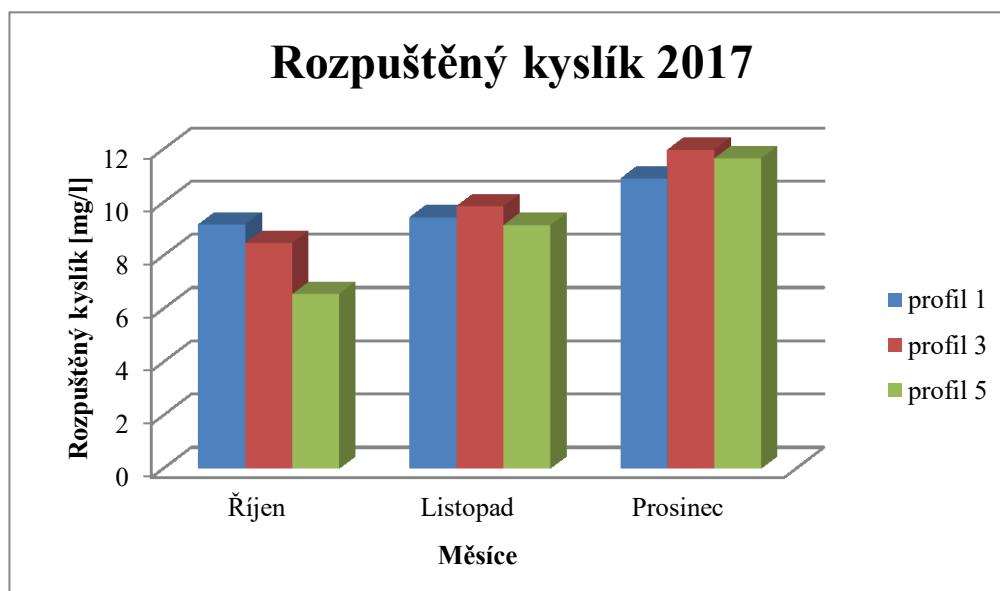
Data z roku 2017, byla naměřila Ing. Jakubem Pospíšilem, které publikoval ve své diplomové práci. Jedná se pouze o 3 měsíce z tohoto roku, jelikož další měsíce už zasahují do roku 2018. Všechny parametry v profilech 1, 3 a 5, které si zvolil sám na Žermanické Přehradě, byly po odběru následně v laboratoři analyticky zjištěny. U množství celkového fosforu a P-fosforečnanů na rozdíl od roku 2016 byly odběry prováděny od října do prosince, což může mít vliv na koncentrace fosforu, jelikož je nižší teplota a rostliny v takové míře neabsorbují fosfor. Teplota se měřila jen v říjnu a listopadu, kvůli vadnému přístroji.

Teplota se v říjnu pohybovala kolem 10 °C (viz Graf 8). Vlivem ochlazování se teplota vody snižovala. Nejnižší teplota byla změřena v březnu v profilu 3, kde dosáhla hodnoty 6,7 °C. Nejvyšší pak dosáhla v říjnu v profilu 5 s hodnotou 10,60 °C. Teplota se v měsíci prosinec, neměřila kvůli technické závadě na přístroji.



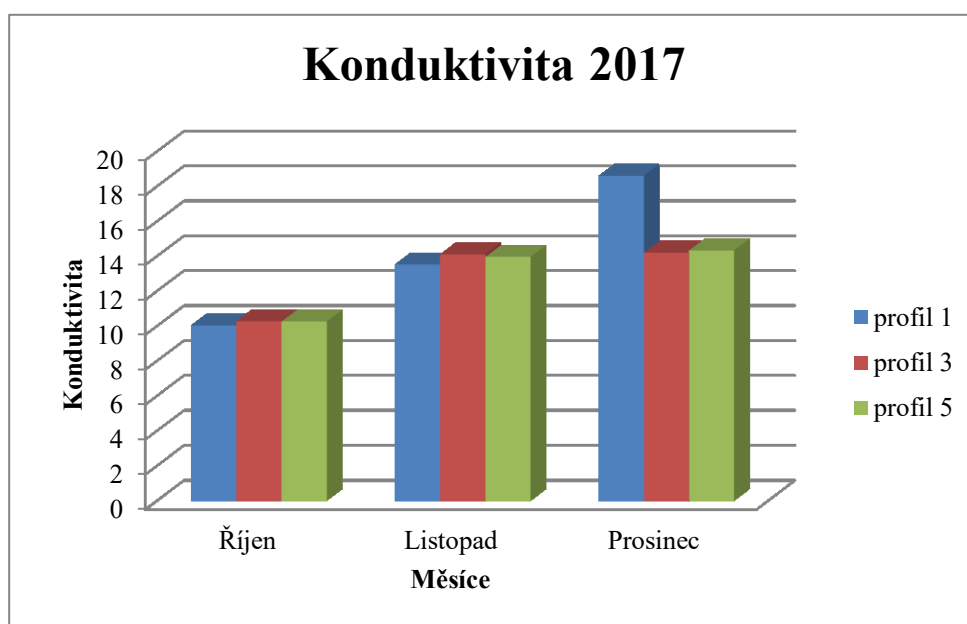
Graf 8 Teplota vody za rok 2017

Rozpuštěný kyslík v tomto roce měl, nejnižší hodnota naměřenou v říjnu, kde v profilu 5 dosáhla 6,56 mg/l. Tato hodnota může vykazovat výskyt sinic a řas. V dalších měsících lze pozorovat velký vzestup hodnot. Největší byla zaznamenána v prosinci na odběrovém místě 3. Hodnota zde činila 11,96 mg/l. Veškeré hodnoty rozpuštěného kyslíku za rok 2017 je uvedeno v Grafu 9. Kromě měsíce říjen, hodnoty byly vždy >9.



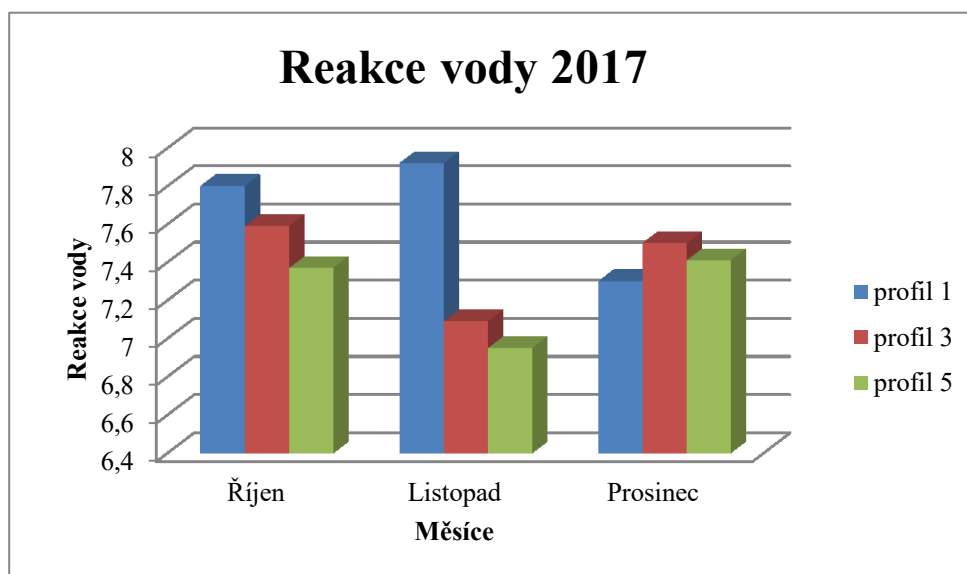
Graf 9 Rozpuštěný kyslík za rok 2017

Konduktivita byla stejně jako v roce 2016 stálá (viz Graf 10). Nejnižší hodnota byla naměřena v říjnu na profilu 1 s 10,03 mS/M. Naopak nejvyšší se naměřila v měsíci prosinec na profilu 1, kde činila 18,61 mS/M. Žádná z těchto hodnot z tabulky nevykazuje znečišťování v místech odběru. Přípustná konduktivita je 5 až 50 mS/M, můžeme říct, že naměřené hodnoty, nepřesáhli toto stanovené rozmezí.



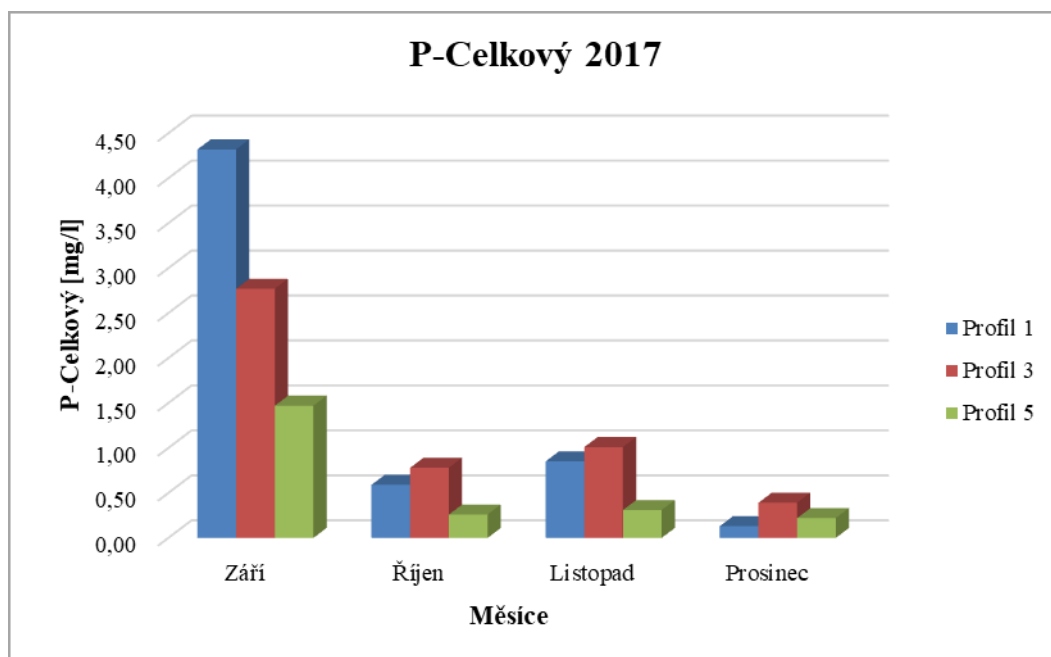
Graf 10 Konduktivita za rok 2017

Reakce vody se pohybovala mezi hodnotami 7-8 pH (viz Graf 11). V listopadu na profilu 5 byla zaznamenána hodnota 6,95. Ostatní hodnoty jsou v daném rozsahu 7-8 pH. Přípustné hodnoty pH jsou 5-9 tudíž žádná hodnota nepřekročila daný limit. Hodnoty, které se měřili v podzimním až zimním období, jsou nižší než hodnoty, které měří Povodí Odry v letním období, kdy je větší vegetace a rostliny fotosyntetizují.



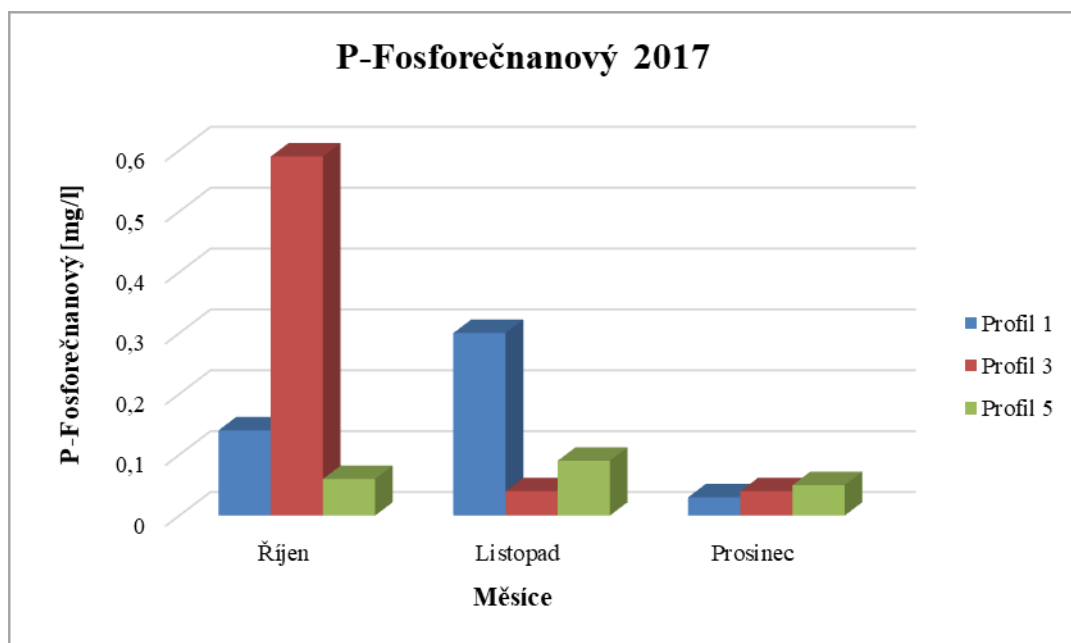
Graf 11 Reakce vody za rok 2017

Hodnoty celkového fosforu v září dosahovaly vysokých hodnot, což je uvedeno v Grafu 12. Tento jev bude pravděpodobně zapříčiněn z obrovských přítoků a z okolních svahů do Žermanické přehrady a v den měření také hrozila povodeň. Když nebudeme brát v úvahu měsíc září kvůli zvýšeným přítokům, tak největší koncentrace celkového fosforu, byla v listopadu na profilu 3 s hodnotou **1,01 mg/l**. Naopak nejnižší se naměřila během prosince na profilu 1 a to **0,20 mg/l**. Podle NV č.401/2015 je přípustné znečištění celkového fosforu **0,05 mg/l**. Tudiž hodnoty přesáhli daný limit koncentrace celkového fosforu. Z měření Ing. Pospíšila bylo dokázáno, že na eutrofizaci ve vodních dílech má velký vliv splach z půd a záplavové situace. V září, byla zvýšená teplota kvůli zvýšeným přítokům z okolních svahů. A nejnižší hodnota, byla pravděpodobně způsobena pravděpodobně sníženou teplotou a sníženou aktivitou vegetace.



Graf 12 Celkový fosfor za rok 2017

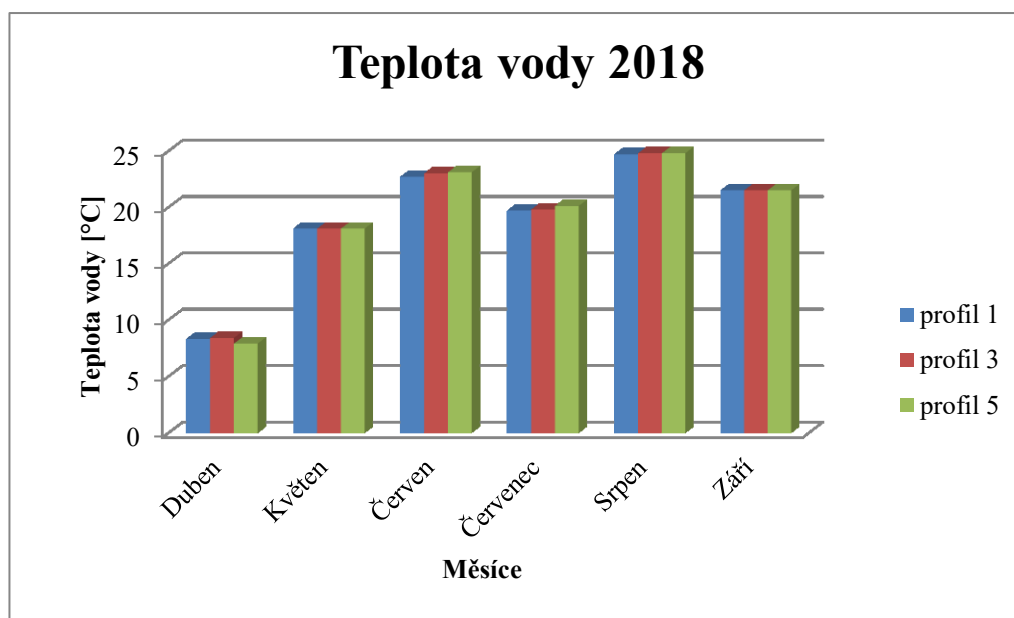
V měsíci září **neproběhla** analýza zjištění množství fosforečnanů v daných profilech Žermanické přehrady. Největší koncentrace fosforečnanů byla v říjnu a dosáhla **0,55 mg/l**. V prosinci byly naměřeny nízké koncentrace fosforečnanů kvůli nižšímu uvolňování fosforečnanů ze sedimentů.



Graf 13 Fosfor fosforečnanový za rok 2017

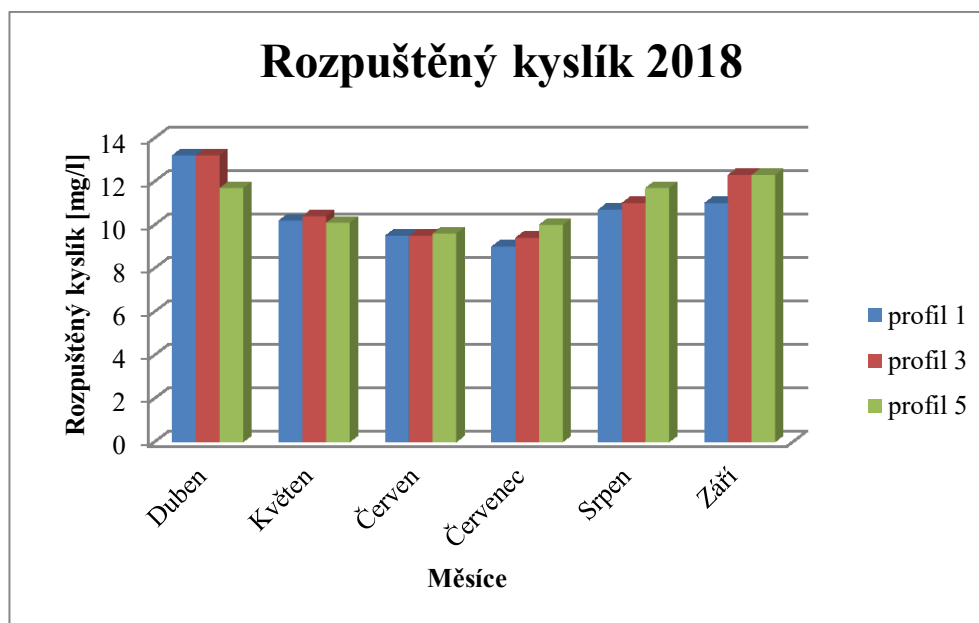
6.3 Výsledná data z roku 2018

Teplota vody v roce 2018 se od dubna do září postupně zvyšovala. V koupací sezoně maximální teplota naměřila v srpnu na profilu 3 a 5. Zde teplota vody dosahovala až 24,8 °C. Za sledované roky 2016-2018 se jedná o největší naměřenou hodnotu teploty vody. Od teploty 25 až 35 °C vzniká vodní květ a hodnoty v srpnu se tomuto stavu dost blížily. Jedním z důvodů vysokých teplot byly nízké srážky. Nejnižší teplotu můžeme sledovat během dubna v profilu 5, kde teplota měla pouhých 7,9 °C. Maximální přípustné teploty jsou 29 °C, ale žádná naměřená hodnota nepřekročila daný limit. Všechny naměřené hodnoty teploty vody jsou viditelné v Grafu 14.



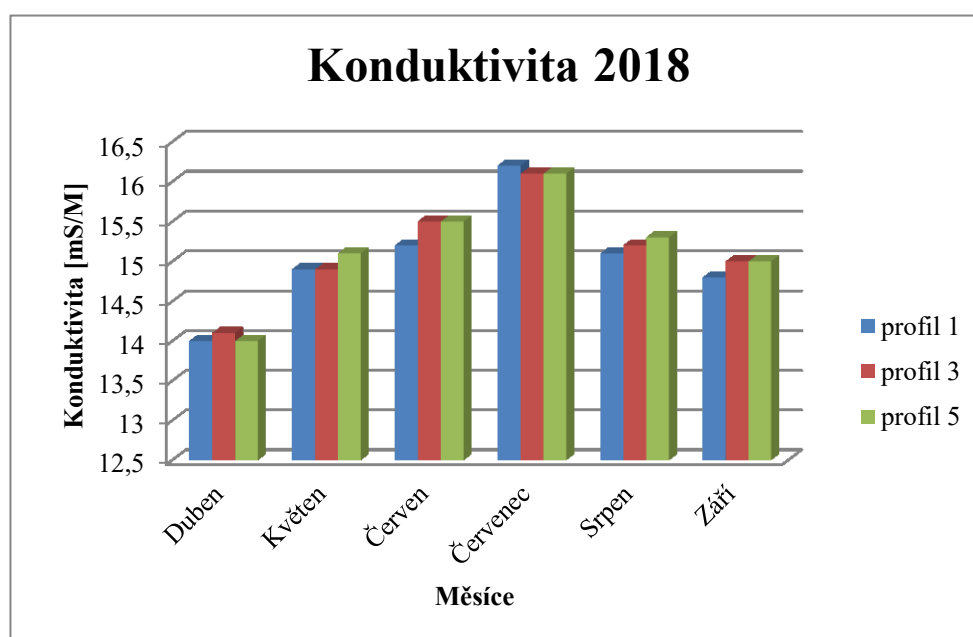
Graf 14 Teplota vody za rok 2018

Rozpuštěný kyslík za rok 2018 měl nejvyšší hodnotu v dubnu v profilu 1 a 3 (viz Graf 15). Rozpuštěný kyslík v tomto měsíci měl hodnotu 13,2 mg/l. V dalších měsících lze vidět menší pokles rozpuštěného kyslíku ve vodě. Nejnižší hodnota byla v měsíci červenec, kde rozpuštěný kyslík měl hodnotu 9,0 mg/l. Podle NV č.401/2015 je přípustná koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě >9. Tudíž hodnoty splňují daný limit. Nižší koncentrace rozpuštěného kyslíku mohou poukazovat na nárůst mikrobiálních aktivit, což způsobila vyšší teplota vody.



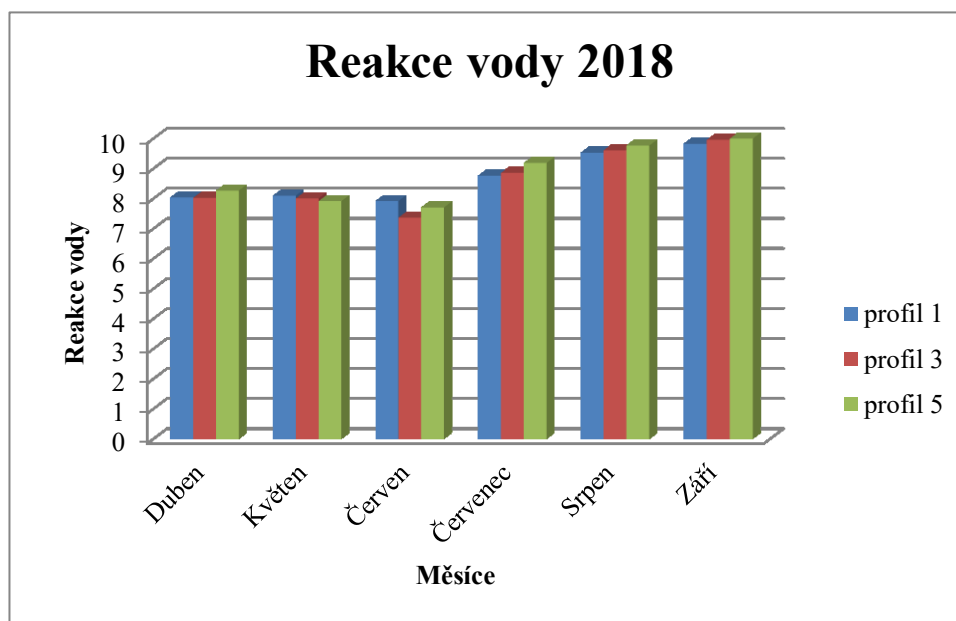
Graf 15 Rozpuštěný kyslík za rok 2018

I během roku 2018 se konduktivita pohybovala u každého měsíce přibližně stejně. Nejvyšší hodnota konduktivita byla v červenci na profilu 1 a to s 16,2 mS/M. Nejnížší pak byla změřena v dubnu v profilu 1 a 5. Zde hodnota byla 14,0 mS/M (viz Graf 16). Přípustná konduktivita je 5 až 50 mS/M, můžeme říct, že naměřené hodnoty, nepřesáhli toto stanovené rozmezí. Žádná z těchto hodnot z tabulky nevykazuje znečišťování v místech odběru.



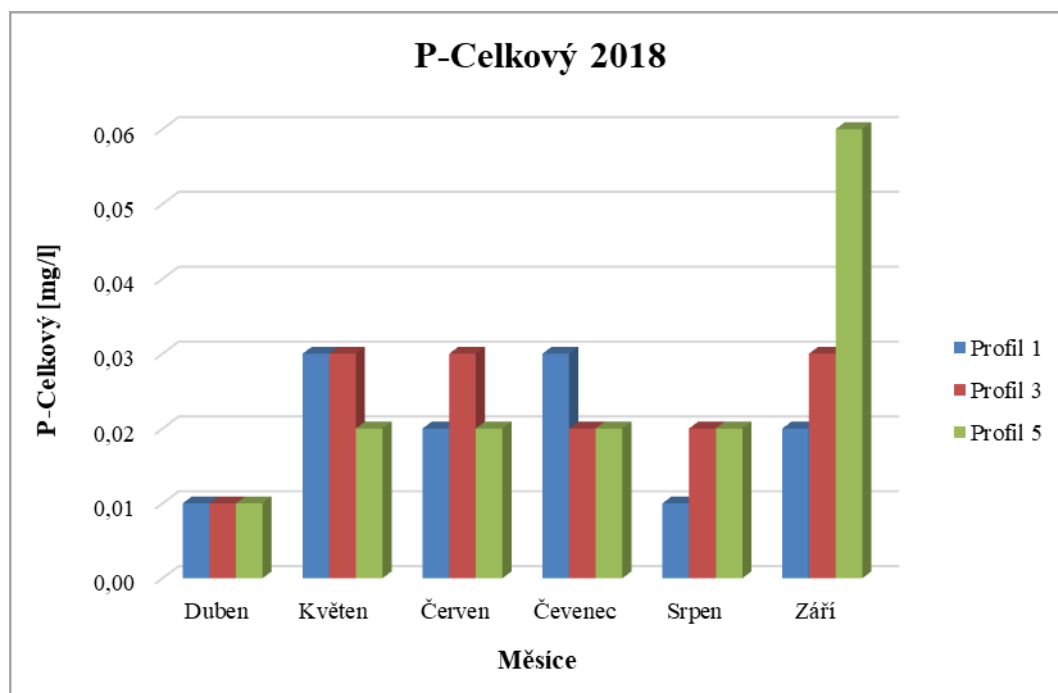
Graf 16 Konduktivita za rok 2018

Reakce vody v daném měsíci byly vyšší než v měsících 2016 a 2017. Nejvyšší hodnota pH se zjistila během září a dosahovala k pH 10, což lze přirovnat k hodnotě pH mýdla. Nejnižší hodnota, byla naměřena v červnu na profilu 3 s hodnotou 7,37. Přípustná hodnota pH je 5-9, tudíž zvýšené hodnoty můžeme zaznamenat v měsíci září, což byla již zmíněná hodnota 10. Kvůli této vysoké hodnotě se předpokládá, že je ve vodě přítomná biomasa fytoplanktonu (zajišťuje růst pH), tento jev je způsoben fotosyntetickou aktivitou. (viz Graf 17).



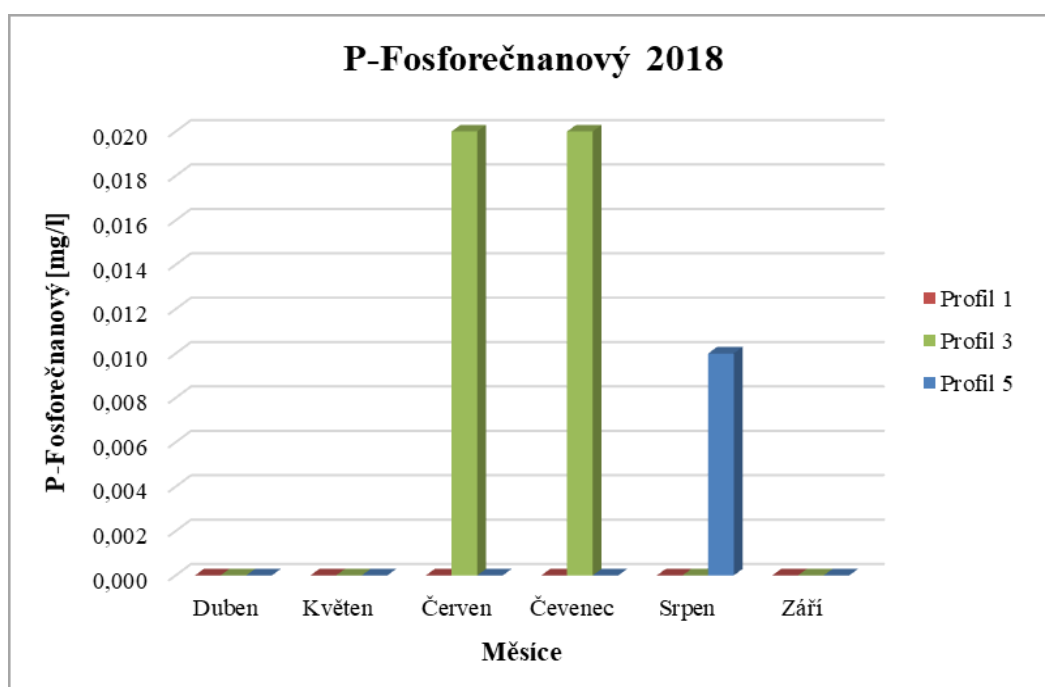
Graf 17 Reakce vody za rok 2018

Celkový fosfor byl u směšného vzorku u hráze **0,02 mg/l** v každém měsíci měření. V profilu 1 se celková fosfor pohyboval v rozmezí od 0,01 až 0,03 mg/l a u profilu 3 byl mezi hodnotami od <0,01 až 0,03 mg/l, kde hodnota 0,03 mg/l se zjistila v průběhu června. Profil 5 obsahoval od 0,01 až 0,06 mg/l celkového fosforu, kde nejvyšší hodnota 0,06 mg/l byla naměřena v září. Podle NV č.401/2015 je přípustné znečištění celkového fosforu **0,05 mg/l**, tudíž tuto hodnotu překročil jen měsíc září. Zvýšení koncentrace fosforu je pravděpodobně způsobené koupací sezonou a velkým suchem. Reakce vody a rozpuštěný kyslík nasvědčují, že v tu dobu byly dobré podmínky pro vznik vodního květu. Výsledky tohoto ukazatele jsou uvedeny v Grafu 18.



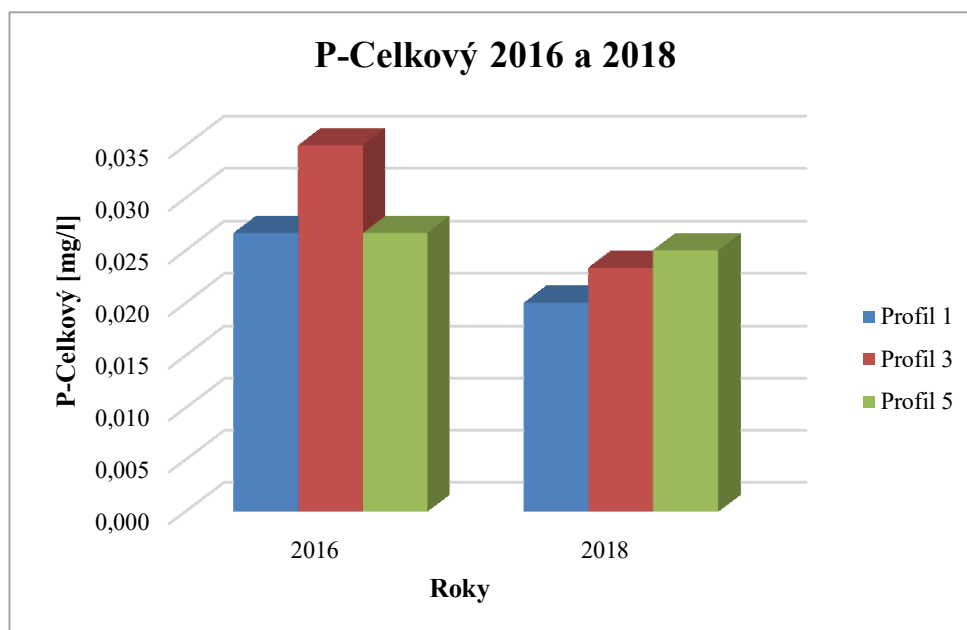
Graf 18 Celkový fosfor za rok 2018

Fosforečnany měly hodnotu nižší než 0,01 mg/l skoro u všech sledovaných měsíců. Největší hodnotu fosforečnanového fosforu se podařilo naměřit v červnu a červenci s 0,02 mg/l. To bude způsobeno uvolňování fosfátů ze sedimentů a kvůli dešťům.(viz Graf 19).

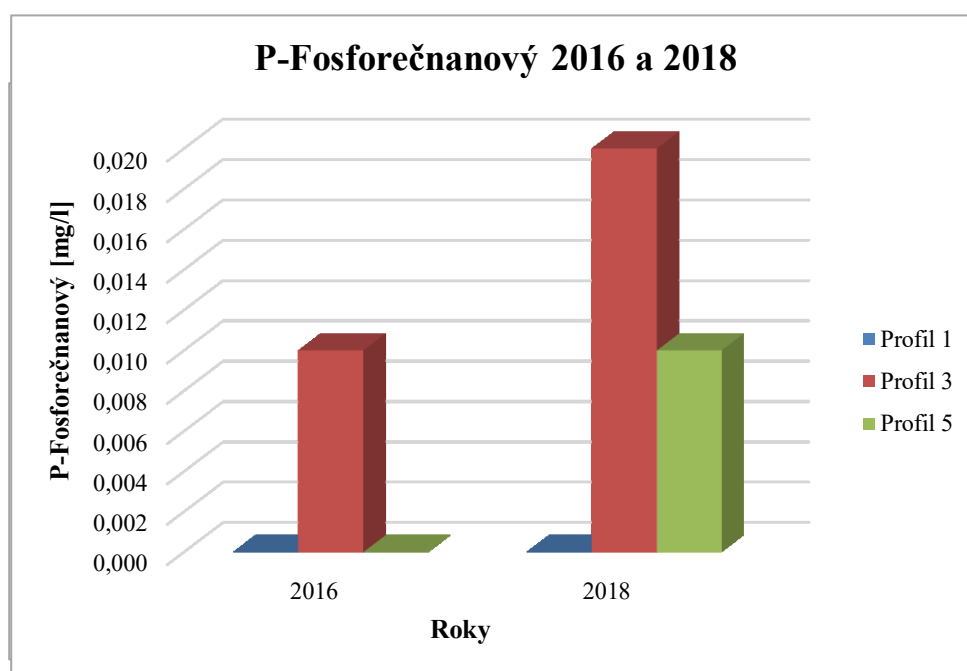


Graf 19 Fosfor fosforečnanový za rok 2018

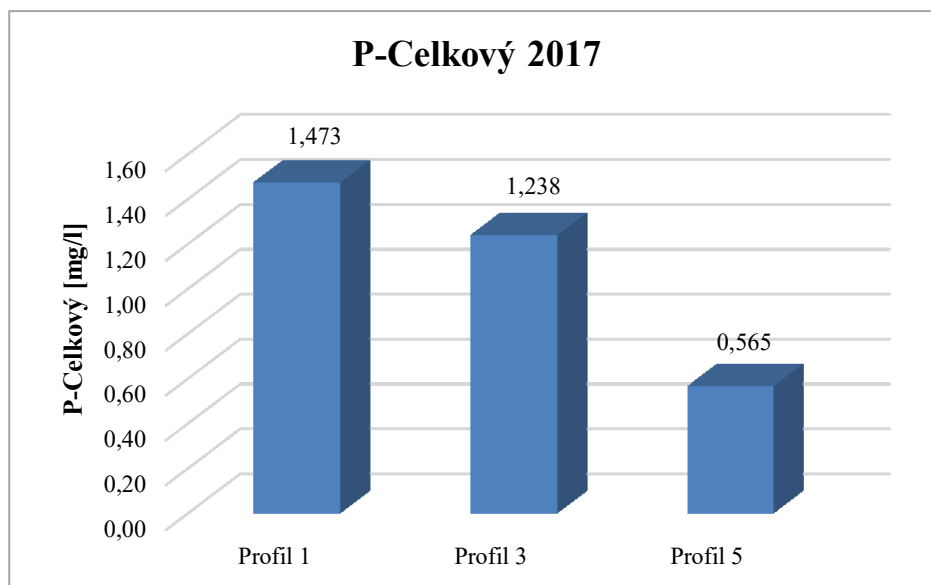
6.4 Porovnání fosforu a P-Fosforečnanový 2016-2018



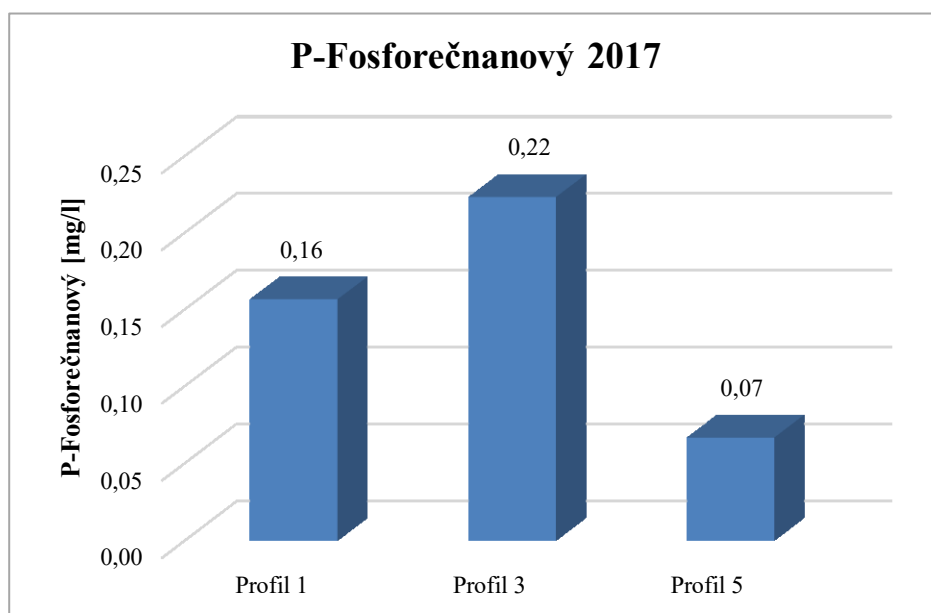
Graf 20 Celkový fosfor v roce 2016 a 2018



Graf 21 Fosfor fosforečnanový v rozmezí let 2016-2018



Graf 22 Fosfor celkový za rok 2017



Graf 23 Fosfor fosforečnanový 2017

7 DISKUZE

Když porovnáme data, které byla měřena v letních obdobích, což je zmíněný rok 2016 a 2018, tak zjistíme, že zvýšená pravděpodobnost objevení eutrofizace je kolem koupací sezony a lehce po koupací sezoně. Jsou to hlavně měsíce červenec až září. Když bereme v potaz, že **minimální koncentrace fosforu** pro vznik eutrofizace je 0,035 mg/l podle Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj, zjistíme, že tyto hodnoty celkového fosforu, byly překročeny v roce 2016 v srpnu a září. (OECD © b.r). Přípustné hodnoty koncentrace fosforu jsou podle NV č.401/2015 0,05 mg/l a tyto hodnoty byly překročeny taktéž v tyto měsíce.

Zvýšený fosfor, který byl změřen na profilech 1, 3 a 5 je pravděpodobně způsoben již zmíněnou koupací sezonou, kdy lidé zvyšují koncentrace fosforu, který je v určitém množství v těle člověka a může se jednat o lidskou moč, anebo rovnou fosfor pochází z šamponů a gelů na sprchování (ale ne v takové velké míře) nebo z pracích prostředků a myček. Fosfor z myček a pracích prostředků se do vody dostává přes vodní přítoky. Taktéž se fosfor může dostávat do vodního prostředí ze zemědělských oblastí, kde se používají hnojiva obsahující fosfor. Také na eutrofizaci má vliv zvýšená teplota a mírnější srážky v oblasti. Taktéž pyl, má velký podíl na eutrofizaci v letních dnech. Pyl obsahuje vápník, křemík, hořčík a mimo jiné i fosfor (Krevetarko.cz © 2017).

Celková teplota vody v Žermanické přehradě během letního období roku 2016, se pohybovala kolem 21 °C a nevykazuje nejlepší podmínky pro tvorbu sinic v Žermanické přehradě. Nejvíce uváděná teplota vody pro vývoj vodního květu je 25 až 35 °C (Říhová 2007). Hlavním podezřením, že se ve vodním díle začíná tvořit eutrofizace, je rozpuštěný kyslík, který by měl postupně klesat. V 2016 se hodnoty rozpuštěného kyslíku liší jen mírně.

Teploty v roce 2018 kolem července a srpna patřily k nejteplejším za rok 2016 až 2018. Vysoká teplota vody, která se pohybovala přes 24 °C, vytvářela výborné podmínky na množení sinic. Taktéž obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě se postupně během koupací sezony snižoval. Reakce vody za tento rok dosáhla **hodnoty 10!**, což znamená, že ve vodním díle byly zvýšená fotosyntetická aktivita. Celkový fosfor s P-fosforečnanovým byl

naměřen nejvíce v září v profilu 5. V květnu, červnu a červenci hodnoty dosahovali skoro odhadované koncentrace fosforu, kdy se začíná tvořit eutrofizace.

V roce 2017 měření probíhalo v jiných profilech odběru, než v roce 2016 a 2018. Data byla odebrána na podzim a v zimě. Teploty byly samozřejmě nižší než v letním období. Největší hodnota byla dosažena v říjnu na profilu 5 s 10,60 °C, nejnižší klesla teplota na 2,20 °C v březnu na tomtéž profilu. Rozpuštěný kyslík, byl ve všech měsících poměrně stejný a nedocházelo k výrazným ztrátám kyslíku. Reakce vody se pohybovala poměrně běžně od 7 až 8.

Fosfor, který byl měřen v září, dosáhl velmi vysokých hodnot. Hodnoty dosahovaly **přes 4 mg/l**, což je přesně **110x** více než uvádí Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (0,035 mg/l).

P-fosforečnanový vyšel nejvíce **přes 0,55 mg/l**. Takové množství fosforu se dá vysvětlit klimatickými podmínkami, kdy v den odběru byl silný přívalový déšť a hrozila záplavová situace. Fosfor se do vodního díla dostal, protože byl zvýšený přítok do Žermanické přehrady z přítoků a z okolních svahů. Déšť může smývat okolní plochy, ze kterých se fosfor z půd může dostat do vody. Taktéž v chladnějších obdobích a zimním ročním období jsou rostliny méně aktivní a spotřebovávají méně fosforu, což může vést k většímu výskytu fosforu ve vodním díle.

8 ZÁVĚR

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo porovnat data za rok 2016 až 2018 ve vodní nádrži Žermanice z dat, které mi poskytlo Povodí Odry a Ing. Jakub Pospíšil. Rok 2016 a 2018 měřilo Povodí Odry na profilu č. 1, 3 a 5. Rok 2017 měřil Ing. Jakub Pospíšil na svých zvolených profilech. Při analyzování dat jsem došel k závěru, že eutrofizace v Žermanické přehradě, byla nejsilnější **v letním období**. Fosfor překročil hodnoty 0,035 mg/l, při kterých podle OECD by se měla začít tvořit eutrofizace vod. Zvýšené koncentrace fosforu za letní období je pravděpodobně způsobené vyšší teplotou, sníženým průtokem vody, nedokonalým čištěním odpadních vod a taktéž koupací sezonou. Taktéž zvýšená koncentrace fosforu může být způsobená pylem. Při teplotě 25-35 °C se hojně rozšiřují sinice. Měření roku 2017 proběhlo na podzim a začátku zimy. Hodnoty fosforu byly enormně vysoké a překročily limit 0,035 mg/l **110násobně**. Zvýšené hodnoty fosforu jsou způsobené přivalovými dešti při odebrání vzorků. Na zvýšené koncentrace fosforu mají vliv také rostliny, jelikož měření probíhalo mimo vegetační období, tak rostliny nepřijímali fosfor v takovém množství jako v letním období. Fosfor následně mohl být zanesen do vodního díla splachem půdy vodou.

Za zvýšené koncentrace fosforu může převážně lidská činnost. Pro snížení fosforu ve vodách by bylo nejlepší **zpřísnit legislativu, snížit používání hnojiv s obsahem fosforu**. Taktéž by se měla zvýšit kontrola sedimentů a odebírat vzorky taktéž z míst, kde se obvykle lidé chodí koupat. Sinic se už 100 % nezbavíme, ale můžeme se pokusit snížit rozšiřování sinic tak, že nebudeme zanášet vodní toky fosforem a dusíkem.

Tomuto tématu se budu věnovat i ve své diplomové práci. Budu porovnávat rok 2019-2020 a budu řešit mimo fosfor i dusík.

SEZNAM LITERATURY

1. Anon. 1976: Process design manual for phosphorus removal. US environmental protection agency, Chapter 2, 5p.
2. BROSCH, Otto. Povodí Odry. Ostrava: Anagram, 2005. ISBN 80734204813
3. BROŽA, Vojtěch. *Přehrady Čech, Moravy a Slezska*. Liberec: Knihy 555, 2005. ISBN 80-866-6011-7.
4. CULEK, Martin, Vít GRULICH, Zdeněk LAŠTŮVKA a Jan DIVÍŠEK. *Biogeografické regiony České republiky*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2013. 448 s. ISBN 978-80-210-6693-9.
5. DEMEK, J.; MACKOVČIN, P. (eds.) et al. (2006). *Hory a nížiny: Zeměpisný lexikon ČR*. Vydání II. Brno: AOPK ČR. 582 s., 1 CD. ISBN 80-86064-99-9.
6. *Drobné vodní toky v ČR*. S. 1.: Consult Jan Němec, 2014. 295 s. ISBN 978-80-905159-0-1 · il., mapy ;
7. Harper (1992). *Eutrophication of freshwaters: principles, problems and reclamation*, Chapman & Hall, London, 1.0.
8. Healey P. 1973: Inorganic nutrient uptake and deficiency in algae. *CRC Critical Reviews in Microbiology*, 3,1: 69-113
9. HRDINA, Vratislav. *Přírodní toxiny a jedy*. Praha: Galén, c2004. ISBN 80-7262-256-0..
10. Jørgensen, S. E. (2005). *Lake and reservoir management*.
11. KOČÍ, V. 1997: LZE SNÍŽIT MNOŽSTVÍ FOSFOREČNANŮ V KOMUNÁLNÍCH ODPADNÍCH VODÁCH SPRÁVNÝM UŽÍVÁNÍM DETERGENTŮ?, *VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ* 12/97, STR.392-393, PRAHA.
12. Komárková J. 1974: Limitation of phytoplankton growth by the lack of nutrients in two reservoirs in Czechoslovakia. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 46, Algo.Stud. 10: 55-89
13. KŘIVÁNEK, J. *Drobné vodní toky*. Praha : Consult, 2014. 295 s. ISBN 978-80-905159-0-1
14. MUELLER, David, Dennis HELSEL a Mary KIDD. *Nutrients in the Nation's Waters: Too Much of a Good Thing (U.S. Geological Survey Circular, 1136)*. 1. US Geological Survey (June 1996), 1996. ISBN 978-9996429309.

15. Srinivasan, Dhamodharan. "Pulp and Paper Effluent Management." *Water Environment Research*, vol. 66, no. 4, 1994, pp. 417–432. *JSTOR*, www.jstor.org/stable/25044439.
16. Straškrabová V. a Buchtele J. (1992): Water pollution. V: National report of the Czech and Slovak Federal Republic – UNCED Brazil (Moldan B., Straškraba M., Žižková E., Guth J., Dlouhá J., eds), ČSAV a FVŽP, str. 90 – 97.
17. Šimek, M. & Cooper, J.E. (2004): Biogeochemical cycles of elements : an introduction to behaviour of main mineral nutrients of plants and microorganisms. Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, Č. Budějovice, pp 63.
18. ŠVEHLA, Pavel, Pavel TLUSTOŠ a Jiří BALÍK. *Odpadní vody*. Vyd. 2., přeprac. V Praze: Česká zemědělská univerzita, katedra agrochemie a výživy rostlin, 2007. ISBN 978-80-213-1716-1.
19. TOLASZ, Radim a Helena BAŠTÝŘOVÁ. Atlas podnebí Česka. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav; Olomouc, 2007. ISBN 978-80-86690-26-1
20. TOMÁŠEK, Milan. *Půdy České republiky*. 5., upr. a dopl. vyd. Praha: Česká geologická služba, 2014. ISBN 978-80-7075-861-8.
21. WETZEL, Robert G. *Limnology: lake and river ecosystems*. 3rd ed. San Diego: Academic Press, c2001. ISBN 978-0-12-744760-5.
22. Wuhrman K. 1968: Objectives, technology and results of nitrogen and phosphorus removal processes. In: Advances in water quality improvement (eds. E.F.Gloyne and W.W Eckenfelder), Austin, University of Texas Press.
23. Zelinka M. a kol. 1977: Production conditions of the polluted trout brook. *Folia Fac. Sci. Nat.Purk. Brunensis, Ser.: Biologia* 8 (7): 105pp.

ELEKTRONICKÉ ZDROJE

24. Abdelrahman, Hisham & Boyd, Claude. (2015). EFFECTS OF CLAY AND PHYTOPLANKTON TURBIDITY ON WATER TEMPERATURE AND POND EVAPORATION.
25. Amir H. Wolfe and Jonathan A. Patz "Reactive Nitrogen and Human Health: Acute and Long-term Implications," *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 31(2), (1 March 2002). <https://doi.org/10.1579/0044-7447-31.2.120>

26. CAMPOS, Alexandre a Vitor VASCONCELOS. Molecular Mechanisms of Microcystin Toxicity in Animal Cells. *International Journal of Molecular Sciences* [online]. 2010, **11**(1), 268-287 [cit. 2019-03-07]. DOI: 10.3390/ijms11010268. ISSN 1422-0067. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/1422-0067/11/1/268>
27. Causes, historical development, effects and future challenges of a common environmental problem: eutrophication. De Jonge, V.N.; Elliot, M.; Orive, E. (2002). *Hydrobiologia* 475-476:1-19.
28. Causes, Effects and Solutions to Eutrophication - Conserve Energy Future. *Conserve Energy Future | Your source for green and sustainable living, environmental news and information* [online]. Copyright © 2019 . [cit. 08.04.2019]. Dostupné z: <https://www.conserve-energy-future.com/causes-effects-and-solutions-to-eutrophication.php>
29. Codd GA, Lindsay J, Young FM, Morrison LF, Metcalf JS. Cyanobacterial Toxins. In: Huisman J, Matthijs HCP, Visser PM, editors. Harmful Cyanobacteria. Springer-Verlag; 2005a. pp. 1–23.
30. Česká geologická služba: Mapové aplikace – Geovědní mapy 1:50 000 [online]. ©2002-2018 [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: https://mapy.geology.cz/pudy/?fbclid=IwAR1xmk4tP1P6w2bbUdvFqfMVL677BYEfyUekk2sGFllGQzpycG5_HqSG7Vs
31. Eutrophication - Lake Scientist. *Lake Scientist* [online]. Copyright ©2016 Fondriest Environmental Inc. [cit. 09.04.2019]. Dostupné z: <https://www.lakescientist.com/eutrophication/>
32. European Environment Agency [online]. 30.5. 2018 [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/themes/water/europes-seas-and-coasts/assessments/state-of-bathing-water/state-of-bathing-water-3>
33. Fosfor v půdě | Úroda. *Úroda | Aktuality z rostlinné produkce a zemědělského výzkumu* [online] [cit. 19.03.2019]. Dostupné z: <https://www.uroda.cz/fosfor-v-pude/>
34. Geologická mapa 1 : 50 000. In: Geovědní mapy 1 : 100 000 [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>

35. Hodnocení kvality vody - Krajská hygienická stanice kraje Vysočina. *Úvodní stránka - Krajská hygienická stanice kraje Vysočina* [online]. [cit. 22.03.2019] Dostupné z: <http://www.khsjih.cz/koupaci-plochy/hodnoceni-kvality.php>
36. Khan, M. (2014). Eutrophication: Challenges and Solutions. 10.13140/2.1.3673.8884.
37. Koupací sezóna 2018. Jaká byla z pohledu kvality vody? | *Vodazakladzivota.cz. Voda základ života | Vodazakladzivota.cz* [online]. Copyright © 2016, Voda základ života [cit. 01.04.2019]. Dostupné z: <http://www.vodazakladzivota.cz/clanky/103-koupaci-sezona-2018-jaka-byla-z-pohledu-kvality-vody>
38. KRAJSKÁ HYGIENICKÁ STANICE | *Úvod* [online]. Copyright ©T [cit. 03.04.2019]. Dostupné z: http://www.khsova.cz/docs/01_legislativa/files/238_2011.pdf
39. Krevetárko.cz | Včelí pyl květový 30g. *krevetarko.cz - krmivo a doplňky pro krevetky* [online]. Copyright © 2017 [cit. 24.04.2019]. Dostupné z: <https://www.krevetarko.cz/vceli-pyl-kvetovy-30g>
40. KOYAMA, Mitsuhiko, Norio NAGAO, Fadhil SYUKRI, Abdullah Abd RAHIM, Mohd Salleh KAMARUDIN, Tatsuki TODA, Takuya MITSUHASHI a Kiyohiko NAKASAKI. Effect of temperature on thermophilic composting of aquaculture sludge: NH₃ recovery, nitrogen mass balance, and microbial community dynamics. *Bioresource Technology*. 2018, **265**, 207-213. DOI: 10.1016/j.biortech.2018.05.109. ISSN 09608524. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960852418307776>
41. *Lenntech: Nitrogen and water* [online]. 2019 [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://www.lenntech.com/periodic/water/nitrogen/nitrogen-and-water.htm>
42. *Lenntech: Water Conductivity* [online]. 2019 [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: <https://www.lenntech.com/applications/ultrapure/conductivity/water-conductivity.htm>
43. MARŠÁLKOVÁ, Eliška a Blahoslav MARŠÁLEK. Myčky nádobí jako důležitý zdroj fosforu v komunálních vodách. *Sinice.cz* [online]. Brno, b.r. [cit. 2019-04-02]. Dostupné z: <http://www.sinice.cz/res/file/popular/mycky.pd>
44. Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, nál.... *Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. Copyright © [cit. 24.03.2019]. Dostupné z: <https://zakonyprolidi.cz/cs/2015-401>

45. NGATIA, Lucy a Robert TAYLOR. Phosphorus Eutrophication and Mitigation Strategies. *Phosphorus - Recovery and Recycling [Working Title]* [online]. IntechOpen, 2018, 2018-11-5 [cit. 2019-04-01]. DOI: 10.5772/intechopen.79173. Dostupné z: <https://www.intechopen.com/online-first/phosphorus-eutrophication-and-mitigation-strategies>
46. Nitrogen and Water: USGS Water Science School. *302 Found* [online]. [cit. 21.03.2019] Dostupné z: <https://water.usgs.gov/edu/nitrogen.html>
47. Object reference not set to an instance of an object.. *Object reference not set to an instance of an object.* [online]. [cit. 24.03.2019] Dostupné z: <https://www.beskydy.cz/content/beskydy-plavani-vodni-sporty-vodni-nadrz-zermanice-u-frydku-mistku.aspx>
48. Oddělení Cyanobacteria - sinice | www.sinicearasy.cz. *Vítejte na stránkách fykologické laboratoře PŘF JU | www.sinicearasy.cz* [online]. Copyright © 2003 [cit. 22.03.2019]. Dostupné z: <http://www.sinicearasy.cz/pokr/sinice>
49. OECD Statistics. *OECD Statistics* [online]. Copyright © OECD [cit. 24.04.2019]. Dostupné z: <https://stats.oecd.org/>
50. Phosphorus Cycle or Transformation - agriinfo.in. *Home - agriinfo.in* [online]. Copyright © 2019 [cit. 04.04.2019]. Dostupné z: <https://agriinfo.in/phosphorus-cycle-or-transformation-162/>
51. Phosphate in Groundwater and Surface Water A Rapid and Reliable Determination Method using the Photometric Spectroquant® Test - Nov 29 2017 - Katrin Schwind and Gunter Decker - Environmental Science News Articles - Envirotech Online. *Environmental Equipment News From Envirotech Online* [online]. Copyright © 2019 Labmate Online. All rights reserved. [cit. 21.03.2019]. Dostupné z: <https://www.envirotech-online.com/article/environmental-laboratory/7/merck-kgaa/pphosphate-in-groundwater-and-surface-waterbr-a-rapid-and-reliable-determination-method-using-the-photometric-spectroquantreg-testppnbspp/2289>
52. POSPÍŠIL, Jakub. *Žermanická přehrada – eutrofizace „koupacích vod“* [online]. Ostrava, 2018 [cit. 2019-04-05]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10084/129964>. Diplomová práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava.
53. Povodí Odry | Žermanice. *Povodí Odry | Domů* [online]. Copyright © [cit. 04.04.2019]. Dostupné z: <https://www.pod.cz/stranka/zermanice.html>

54. PÖYRY, Juha, Luísa G. CARVALHEIRO, Risto K. HEIKKINEN, et al. The effects of soil eutrophication propagate to higher trophic levels. *Global Ecology and Biogeography*. 2017, 26(1), 18-30. DOI: 10.1111/geb.12521. ISSN 1466822X. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/geb.125210>
55. REPAVICH, W, W SONZOGNI, J STANDRIDGE, R WEDEPOHL a L MEISNER. Cyanobacteria (blue-green algae) in wisconsin waters: acute and chronic toxicity. *Water Research* [online]. 1990, 24(2), 225-231 [cit. 2019-04-23]. DOI: 10.1016/0043-1354(90)90107-H. ISSN 00431354. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/004313549090107H>
56. REYNOLDS, C. S. Phytoplankton: pattern, process and dynamics. *The Ecology of Phytoplankton*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006, , 1-37. DOI: 10.1017/CBO9780511542145.002. ISBN 9780511542145. Dostupné také z: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/CBO9780511542145A007/type/book_part
57. ROSS, A, J JONES, M KUBACKI a T BRIDGEMAN. Classification of macroalgae as fuel and its thermochemical behaviour. *Bioresource Technology*. 2008, 99(14), 6494-6504. DOI: 10.1016/j.biortech.2007.11.036. ISSN 09608524. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960852407009716>
58. ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, J. *Vodní květ*. From *Encyklopedie hydrobiologie : výkladový slovník* [online]. Praha: VŠCHT Praha, 2007 [cit. 2019-04-24]. Available from www: <http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-006/ebook.html?p=V009>
59. Sciencing: How to Calculate the PH of NaOH [online]. 14.5. 2018 [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <https://sciencing.com/calculate-ph-naoh-7837774.html>
60. SHARPLEY, Andrew, Helen P. JARVIE, Anthony BUDA, Linda MAY, Bryan SPEARS a Peter KLEINMAN. Phosphorus Legacy: Overcoming the Effects of Past Management Practices to Mitigate Future Water Quality Impairment. *Journal of Environment Quality*. 2013, 42(5). DOI: 10.2134/jeq2013.03.0098. ISSN 0047-2425. Dostupné také z: <https://www.agronomy.org/publications/jeq/abstracts/42/5/1308>
61. Stavba přehrady - Obec Dolní Domaslavice. *Obec Dolní Domaslavice* [online]. Copyright © Obec Dolní Domaslavice [cit. 07.04.2019]. Dostupné z: <http://www.ddomaslavice.cz/cz/menu/107/historie/stavba-prehrady/>

62. Trofie vodních ekosystémů vody. Poradme.se [online]. b.r. [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: http://poradme.se/index.php/Trofie_vodnich_ekosystemu
63. Vodní rekreace – koupání v přírodních koupalištích a dalších povrchových vodách, SZÚ. SZÚ [online]. Copyright © 2007 [cit. 05.04.2019].
Dostupné z: <http://www.szu.cz/centrum-hygieny-zivotniho-prostredi/koupani-omega>
64. Vodní nádrž Žermanice. In: Mapy.cz [online]. © Seznam.cz, a.s., © OpenStreetMap, 2019 [cit. 2019-03-30]. Dostupné z:
https://mapy.cz/zakladni?x=18.4610190&y=49.7192328&z=14&source=base&id=1704153&fbclid=IwAR29WELn0m65x1unmQxk_ZvwAboheIsptEO0F73eZ3Fhkuzb-noVskxs69g
65. Vyhláška hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích hracích ploch. *Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. Copyright © [cit. 28.03.2019]. Dostupné z: <https://zakonyprolidi.cz/cs/2011-238>
66. What Are Oligotrophic, Mesotrophic, And Eutrophic Lakes? - WorldAtlas.com. *World Map / World Atlas / Atlas of the World Including Geography Facts and Flags - Worldatlas.com - WorldAtlas.com* [online]. Copyright © 2019 worldatlas.com [cit. 04.04.2019]. Dostupné z: <https://www.worldatlas.com/articles/what-are-oligotrophic-mesotrophic-and-eutrophic-lakes.html>
67. WIEGAND, C. a S. PFLUGMACHER. Ecotoxicological effects of selected cyanobacterial secondary metabolites a short review. *Toxicology and Applied Pharmacology* [online]. 2005, 203(3), 201-218 [cit. 2019-04-01]. DOI: 10.1016/j.taap.2004.11.002. ISSN 0041008X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0041008X04005113>
68. Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) Zakonyprolidi.cz [online]. 2019 [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>
69. Zdravotnická statistika | ÚZIS ČR. *ÚZIS ČR | Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR* [online]. Copyright © ÚZIS ČR 2010 [cit. 05.01.2019]. Dostupné z: <http://www.uzis.cz/category/edice/publikace/zdravotnicka-statistika>
70. Žermanická přehrada. In: Mapy Google [online]. Google, ©2019 [cit. 2019-04-4]. Dostupné z: <https://www.google.com/maps/place/%C5%BDermanick%C3%A1+p%C5%99ehrada/>

Aleš Fajkus: Stav a příčiny eutrofizace Žermanické přehrady (2016-2018)

@49.7194421,18.4444344,14z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x4713f87227beecdf:0x207c1e2e2fe734c!8m2!3d49.719444!4d18.461944

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Mapa zobrazující okolí Žermanické přehrady	2
Obrázek 2 Mapa Žermanické přehrady a říčky Lučiny	3
Obrázek 3 Mapa geologických poměrů Žermanické přehrady	5
Obrázek 4 Mapa pedologických poměrů kolem Žermanické přehrady	5
Obrázek 5 Schéma příčného řezu hrází	7
Obrázek 6 Přivaděč Morávka-Žermanice	8
Obrázek 7 Kvalita koupacích vod v Evropské unii za rok 2017.....	16
Obrázek 8 Kvalita koupacích vod ve světě.....	17
Obrázek 9 Měrné profily Povodí Odry.....	35
Obrázek 10 Měrné profily Ing. Jakuba Pospíšila	36

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Geomorfologické členění území Žermanické přehrady.....	4
Tabulka 2 Klimatické poměry Frýdecko-Místeckého kraje	9
Tabulka 3 Ukazatelé ročních průměrů přípustného znečištění dle NV č.401/2015 Sb.	12
Tabulka 4 Kvalita koupací vody Žermanice	13
Tabulka 7 Trofické úrovně vody.....	23
Tabulka 5 Známé čistící prostředky a koncentrace fosforu.....	27
Tabulka 6 Cyanotoxiny a zdravotní problémy.....	31

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Zdroje fosforečnanů z Projektu Labe	27
Graf 2 Teplota vody za rok 2016	39
Graf 3 Rozpuštěný kyslík za rok 2016	40
Graf 4 Konduktivita za rok 2016	41
Graf 5 Reakce vody za rok 2016.....	41
Graf 6 Celkový fosfor za rok 2016.....	42
Graf 7 Fosfor fosforečnanový za rok 2016.....	43
Graf 8 Teplota vody za rok 2017	44
Graf 9 Rozpuštěný kyslík za rok 2017	44
Graf 10 Konduktivita za rok 2017	45
Graf 11 Reakce vody za rok 2017.....	46
Graf 12 Celkový fosfor za rok 2017.....	47
Graf 13 Fosfor fosforečnanový za rok 2017.....	47
Graf 14 Teplota vody za rok 2018	48
Graf 15 Rozpuštěný kyslík za rok 2018	49
Graf 16 Konduktivita za rok 2018	49
Graf 17 Reakce vody za rok 2018.....	50
Graf 18 Celkový fosfor za rok 2018.....	51
Graf 19 Fosfor fosforečnanový za rok 2018.....	51
Graf 20 Celkový fosfor v roce 2016 a 2018	52
Graf 21 Fosfor fosforečnanový v rozmezí let 2016-2018	52
Graf 22 Fosfor celkový za rok 2017.....	53
Graf 23 Fosfor fosforečnanový 2017	53

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Naměřené hodnoty ukazatelů 2016 VN Žermanice	1
Příloha 2 P-celkový 2016 VN Žermanice.....	2
Příloha 3 P-Fosforečnanový 2016 VN Žermanice	2
Příloha 4 Naměřené hodnoty ukazatelů 2017 VN Žermanice	3
Příloha 5 P-celkový 2017 VN Žermanice.....	4
Příloha 6 P-Fosforečnanový 2017 VN Žermanice	4
Příloha 7 Naměřené hodnoty ukazatelů 2018 VN Žermanice	5
Příloha 8 P-celkový 2018 VN Žermanice.....	6
Příloha 9 P-Fosforečnanový 2018 VN Žermanice	6
Příloha 10 P-Celkový 2016 a 2018 VN Žermanice	7
Příloha 11 P-Fosforečnanový 2016 a 2018 VN Žermanice	7
Příloha 12 P-Celkový 2017 VN Žermanice.....	8
Příloha 13 P-Celkový 2017 VN Žermanice.....	8