



Agronomická  
fakulta

Mendelova  
univerzita  
v Brně



**Zhodnocení stavu Knínického potoka z hlediska  
znečištění fosforečnany**

Bakalářská práce

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

*Vypracoval:*  
Tomáš Králík



# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Tomáš Králík**  
Studijní program: Zemědělská specializace  
Obor: Pozemkové úpravy a ochrana půdy  
Název tématu: **Zhodnocení stavu Knínického potoka z hlediska znečištění fosforečnanů**  
Rozsah práce: 30 stran textu, mapové a grafické přílohy, fotodokumentace

Zásady pro vypracování:

1. Zpracování literární rešerše – znečišťování vod, problematika fosforečnanů, související legislativní předpisy
2. Návrh metodiky řešení
3. Terénní průzkum – povodí Knínického potoka, charakteristika zájmového území
4. Odběr vzorků vody a vyhodnocení vybraných ukazatelů jakosti vody v laboratoři UAKE, zhodnocení dle platné legislativy
5. Hodnocení současného stavu a studie návrhu nápravných opatření
6. Diskuze, závěr



Seznam odborné literatury:

1. PITTER, P. *Hydrochemie*. 4. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko technologická v Praze, 2009. 579 s. ISBN 978-80-7080-701-9.
2. JUST, T. *Vodohospodářské revitalizace: a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. Praha: Český svaz ochránců přírody, 2005. 395 s. ISBN 80-239-6351-1.
3. GERGEL, J. *Metodická pomůcka-Revitelizace drobných vodních toků*. VÚMOP Praha, 1999.
4. OPPELTOVÁ, P. *Ochrana vodních zdrojů*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. 103 s. ISBN 978-80-7509-218-2.
5. HETEŠA, J. – KOČKOVÁ, E. *Hydrochemie*. 1. vyd. Brno: MZLU, 1998. 95 s. ISBN 80-7157-289-6.
6. KOUTNÝ, L. *Stabilní úpravy toků v přírodních podmínkách*. MZLU Brno, 1995.
7. EHRlich, P. *Revitalizační úpravy potoků: Objekty*. VÚMOP Praha, 1994.
8. PUNČOCHÁŘ, P. a kol. *Zákon o vodách č. 254/2001 Sb. : v úplném znění k lednu 2004 s rozšířeným komentářem*. Praha: Sondy, 2004. 392 s. ISBN 80-86846-00-8.

Datum zadání bakalářské práce: říjen 2015

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2017



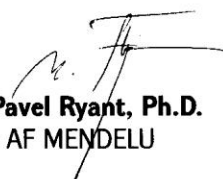
**Tomáš Králík**  
Autor práce



**Ing. Petra Opletová, Ph.D.**  
Vedoucí práce



**doc. Ing. Dr. Milada Šťastná**  
Vedoucí ústavu



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

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci **Zhodnocení stavu Knínického potoka z hlediska znečištění fosforečnanů** vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

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

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

V Brně dne: .....

.....

Podpis

## **PODĚKOVÁNÍ:**

Chtěl bych tímto poděkovat celé mojí rodině a přítelkyni za podporu po celou dobu studia. Dále bych chtěl poděkovat vedoucí práce Ing. Petře Oppeltové, Ph.D. za odborné vedení práce a Jindřichovi Caesarovi za spolupráci na výzkumu.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce *Zhodnocení stavu Knínického potoka z hlediska znečištění fosforečnany* se věnuje sledování znečištění vody v Knínickém potoce od dubna 2015 do března 2017. Sledovanými činiteli jsou celkový fosfor, ortofosforečnany, reakce vody (pH), vodivost, obsah kyslíku a teplota vody. V teoretické části práce je nastíněna problematika druhů vod, znečišťování vod zejména fosforem a předmětných právních předpisů. V praktické části jsou popsány odběrné profily, pracovní postup v terénu i laboratoři a charakteristika území. Podstatnou částí práce jsou vyhodnocené a okomentované výsledky měření, které jsou srovnány s NV 401/2015 Sb. v platném znění a s ČSN 75 7221. Výsledné hodnoty ukazují, že největším zdrojem znečištění na toku je vypouštěná odpadní voda z čistírny odpadních vod. Nejhorší hodnoty jsou naměřeny u celkového fosforu, kde průměrné hodnoty dosahují značně vysoko nad limit NEK.

**Klíčová slova:** Knínický potok, znečištění vody, celkový fosfor, ortofosforečnany

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis *Condition assessment of the stream Knínický potok in terms of phosphate pollution* occupies with monitoring of water pollution in the stream Knínický potok which was carried out from April 2015 to March 2017. The monitored factors were total phosphorus, phosphates, pH, conductivity, dissolved oxygen and temperature. The theoretical part outlines the problematics of different water types, water pollution especially phosphorus pollution and the related legislation. The practical part describes the profiles selected for water sampling, methodology of both fieldwork and laboratory work and also the characteristics of the area. The essential part are the measurement results with commentary, evaluated and compared to the provision of government 401/2015 Sb, in an effective version and to the ČSN 75 7221. According to the results, the main source of pollution is water drained from the wastewater treatment plant. Parameter with the worst measured results was total nitrogen, which has reached extremely high above the NEK limit.

**Key words:** Knínický potok, water pollution, phosphorus, phosphates

## OBSAH

1	Úvod.....	8
2	Cíl práce.....	8
3	Literární rešerše .....	9
3.1	Voda .....	9
3.2	Druhy vod.....	9
3.3	Znečišťování vod.....	11
3.4	Znečišťování vod ovlivněné sloučeninami fosforu .....	12
3.5	Vybraní činitelé ovlivňující jakost vody .....	16
3.5.1	Organoleptické vlastnosti vody .....	18
3.5.2	Sloučeniny fosforu.....	19
3.5.3	Sloučeniny dusíku .....	19
3.5.4	Kyslík .....	20
3.5.5	Chloridy .....	20
3.5.6	Sírany.....	20
3.5.7	Těžké kovy .....	21
3.5.8	Mikrobiologické ukazatele .....	21
3.5.9	Hodnota pH .....	21
3.5.10	Elektrolytická konduktivita .....	21
3.6	Důležité právní předpisy vztahující se na jakost vody.....	22
3.6.1	Vodní zákon č. 254/2001 Sb., v platném znění.....	22
3.6.2	Nařízení vlády č. 71/2003 Sb., v platném znění.....	22
3.6.3	Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., v platném znění.....	23
3.6.4	Vyhláška č. 252/2004 Sb., v platném znění .....	23
3.6.5	Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., v platném znění.....	24
3.6.6	Vodní rámcová směrnice .....	24
3.6.7	Nitrátová směrnice.....	24

4	Metodika .....	25
4.1	Odběrné profily (OP) .....	26
4.2	Postup práce v terénu .....	28
4.3	Postup práce v laboratoři .....	28
5	Charakteristika území .....	30
5.1	Biogeografické členění .....	30
5.2	Fauna a flora .....	31
5.3	Geomorfologie, geologie a pedologie .....	32
5.4	Klimatické poměry .....	35
5.5	Hydrologické poměry .....	36
5.6	Chránění území a zranitelné oblasti .....	38
5.7	Využívání území .....	39
6	Výsledky a diskuse .....	42
6.1	Celkový fosfor .....	42
6.2	Ortofosforečnany .....	43
6.3	pH .....	44
6.4	Obsah kyslíku .....	44
6.5	Vodivost .....	45
6.6	Teplota vody .....	45
7	Závěr .....	46
8	Seznam použitých zdrojů .....	48
9	Seznam obrázků .....	50
10	Seznam tabulek .....	51
11	Seznam zkratk .....	51
12	Seznam příloh .....	52



## 1 ÚVOD

Práce se zabývá zhodnocením stavu toku z hlediska jeho znečištění. Vybraný tok se nazývá Knínický potok, jenž se nachází v Jihomoravském kraji severozápadně od Brna. Potok tvoří přítok toku Veverka, který následně ústí do Brněnské přehrady. Z tohoto důvodu může být Knínický potok jedním ze zdrojů jejího znečištění. Předmětem sledování jsou ukazatelé: celkový fosfor, ortofosforečnany, pH, vodivost, obsah kyslíku a teplota.

Práce je rozdělena do jednotlivých kapitol a podkapitol. Po úvodu a cílech práce následuje třetí kapitola, která s využitím literárních zdrojů popisuje důležité informace týkající se daného tématu. Čtvrtá kapitola se zabývá popisy odběrných profilů a postupy práce při měření v terénu i laboratoři. Pátá kapitola je věnována charakteristice zájmového území z pohledu biogeografického členění, fauny a flory, geomorfologie, geologie, pedologie, klimatických poměrů, hydrologických poměrů, chráněných území a využívání území. Šestá kapitola popisuje veškeré naměřené výsledky včetně diskuze. V závěru práce je celkové shrnutí poznatků sledování. Nedílnou součástí práce tvoří přílohy – fotodokumentace a vyhodnocené grafy.

## 2 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je vypracovat podklad týkající se problematiky znečišťování vod a náležitých právních předpisů. Dále je cílem zhodnotit množství znečištění obsaženého ve vodě na vybraném toku. Podstatou práce je sledování koncentrace vybraných parametrů na toku v měsíčních intervalech na pěti odběrných profilech. Důležitým cílem je také posouzení vlivů, které se na znečištění podílí. Získané výsledky dvouletého měření jsou vyhodnoceny a porovnány.

## 3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 3.1 Voda

Voda je obecně jednou z nezbytných podmínek života hospodářského a civilizačního rozvoje. V přírodě se voda účastní všech významných procesů fyzikálního, chemického a biologického charakteru (Hlavínek, Říha, 2004). Voda je hlavní podmínkou existence veškerého přírodního a společenského bohatství na Zemi (Bulíček, 1977, s. 291). Veškerá voda obsažená v atmosféře bez ohledu na její skupenství je označována jako hydrosféra. Dle skupenství voda existuje ve formě kapaliny, vodní páry a v pevném stavu (sníh nebo led). Působením slunce se voda vypařuje z vodní hladiny, z půdy, z povrchu rostlin nebo živočichů, čímž se dostává do atmosféry, z níž je následně vlivem proudění transportována na nejrůznější místa, kde dochází k její kondenzaci a padání v podobě srážek zpět na zemský povrch. Tento cyklus se nazývá koloběh vody v přírodě (Synáčková, 1996, s. 208).

Voda je z chemického hlediska sloučeninou vodíku a kyslíku. Sumární vzorec vody je  $H_2O$ . Z fyzikálního hlediska je voda za běžných podmínek (tj. normální teploty) bezbarvou a v silnější vrstvě namodralou kapalinou bez chuti a zápachu (Vacík, Barthová, Pacák a kolektiv, 1999, s. 368). Voda se v přírodě nevyskytuje v čisté podobě. Ve všech svých podobách obsahuje určité množství rozpuštěných látek a plynů (Benešová, Satrapová, 2002, s. 208).

### 3.2 Druhy vod

Vodu je možné rozdělit dle různých hledisek.

**Dle původu lze rozlišit vody** (Pitter, 2015, s. 505):

- **přírodní,**
- **odpadní:**
  - **splaškové:**

Jedná se o odpadní vody z domácností, sociálních zařízení, kuchyní, umýváren podniků.

- **průmyslové:**

Jde o odpadní vody z výrobních průmyslových procesů. Může se jednat o **vody**:

- **technologické odpadní,**
- **chladicí,**

– **splaškové,**

– **srážkové**

(Hlavínek, Říha, 2004, s. 85),

· **zemědělské:**

K těmto patří odpadní vody ze zemědělské velkovýroby.

· **srážkové:**

Jedná se o vody, které jsou odváděny do kanalizačního systému z ulic, střech a z veřejných prostranství.

· **městské:**

Tyto představuje směs splaškových, průmyslových a srážkových vod (Hlavínek, Říha, 2004, s. 80).

**Dle výskytu jsou rozlišovány vody:**

• **atmosférické:**

Jedná se o veškerou vodu v ovzduší bez ohledu na skupenství.

• **povrchové:**

Povrchové vody představují všechny vody, které se přirozeně vyskytují na zemském povrchu.

· **kontinentální:**

· **tekoucí:**

□ **prameny a studničky,**

□ **bystřiny (horní toky řek),**

□ **veletoky (dolní roky řek),**

□ **potoky a řeky (střední toky řek) v nížinách,**

· **stojaté:**

□ **jezera,**

□ **rybníky,**

□ **drobné vody, močály, slatiny, rybníčky,**

□ **rašeliniště** (Hlavínek, Říha, 2004, s. 34),

· **mořské.**

• **podpovrchové**

P. Hlavínek a J. Říha rozlišují rovněž **vody podpovrchové**, k nimž patří **podzemní a jeskynní jezírka, podzemní toky, skalní a půdní vody** (Hlavínek, Říha, 2004, s. 34).

Jde o vody, které se přirozeně vyskytují pod zemským povrchem.

Dále se sem řadí **vody brakické**, což jsou vody vznikající při ústí řek do moře, a to mísením mořské vody s říční.

**Dle použití** lze vodu rozlišit jako:

- **pítnou,**
- **užitkovou,**
- **provozní,**
- **odpadní.**

P. Pitter dále rozlišuje **vody dle specifického použití a dle zvláštních požadavků na jakost** – zejména vody pro závlahu, pro rybářství, pro stavebnictví, chladicí, napájecí pro parní kotle a další (Pitter, 2015, s. 505).

### **3.3 Znečišťování vod**

Znečišťování vod představuje každou změnu chemických, fyzikálních a biologických vlastností v porovnání s jejich přírodním stavem. Tyto změny bývají obvykle zapříčiněny nečistotami anorganického a organického charakteru, inertními látkami, mikroorganismy, mutagenními a karcinogenními látkami a radionuklidy.

Jak již bylo naznačeno, dle charakteru znečišťujících látek lze rozlišit následující **znečištění vod**:

- **fyzikální:**
- **chemické:**

K nejčastěji se vyskytujícím chemickým látkám rozpuštěným ve vodách patří tzv. volné kyseliny (zejména kyselina sírová, uhličitá či huminová), dále chloridy, sírany, dusičnany, fosforečnany, těžké kovy a plynné látky (např. oxid uhličitý, sulfan, chlór nebo fluór).

- **organické:**

Organické látky zhoršují jakost vody. Přítomnost těchto látek napomáhá hnilobnému rozkladu dopravázeného úbytkem kyslíku.

- **biologické:**

Biologické znečišťování vod je způsobeno toxickými látkami, které mají zhoubný účinek na rostliny a živočichy, dále zplodiny hnilobného rozkladu vody (např. metan či

sírovodík), mikroorganismy, bakterie, zárodky nejrůznějších nemocí (zejména sněti slezinné neboli antraxu, kulhavky, slintavky, střevních hlístových onemocnění a další). Z dalších znečišťujících látek přítomných ve vodách lze uvést radioaktivní látky či nejrůznější rezidua spojená s lidskou činností (příkladně antibiotika, hormony, perzistentní organické polutanty a další).

Nelze však opomenout i kombinaci fyzikálního, chemického, organického a biologického znečištění vod.

**Dle prostorové povahy jsou znečišťující zdroje vody kategorizovány následujícím způsobem:**

- **bodové:**

Ty jsou dány komunálním znečištěním (zvláště průsaky z čistíren odpadních vod a ze skládek odpadů) a průmyslovým znečištěním (tj. z výroben a provozů, včetně zemědělství).

- **liniové:**

Jedná se např. o průsaky z kanalizací, podél pozemních komunikací, z produktovodů, z vedení či ze znečištěných toků.

- **plošné:**

Jde o průsaky ze zemědělsky využívaných pozemků používaných pro účely rostlinné výroby. Zde patří také infiltrace znečištěné srážkové vody, atmosférická depozice, eroze atd.

- **difúzní:**

Tyto představují drobně rozptýlené bodové zdroje komunálního, zemědělského a průmyslového charakteru. Difúzní zdroje znečištění pocházejí obvykle z výše uvedených zdrojů. Pro příklad je možné uvést šíření znečištění ze skládek odpadů nebo z živočišné produkce (Oppeltová, 2015, s. 33 – 35).

### **3.4 Znečišťování vod ovlivněné sloučeninami fosforu**

Sloučeniny fosforu ve vodách mohou být přírodního a antropogenního původu.

Z přírodních zdrojů sloučenin fosforu lze uvést rozpouštění a vyluhování některých půd, minerálů a zvětralých hornin, zvětrávání vyvěřelých a metamorfovaných hornin (Pitter, 2015, s. 267). Obsah fosforu v půdě se pohybuje od 400 do 1 200 mg/kg (Oppeltová, 2015, s. 48).

Zdrojem anorganického fosforu z antropogenních zdrojů jsou některé **prací, čistící, odmašťovací a mycí prostředky, protikorozi a protiinkrustační přípravky, fosforečná hnojiva**. Zdrojem fosforu anorganického a organického charakteru jsou **živočišné odpady** z velkoplošných chovů hospodářských zvířat. Dalším zdrojem sloučenin fosforu jsou **splaškové vody** a atmosférické depozice. Zdrojem organického fosforu jsou rozkládající se biomasa fytoplanktonu a zooplanktonu, které jsou usazovány na dně jezer, vodních nádrží a toků (Pitter, 2015, s. 267 – 268).

**Celkový fosfor** je ve vodách buď v rozpuštěné, nebo v nerozpuštěné neboli suspendované formě. **Rozpuštěný a nerozpuštěný fosfor** může být dále **anorganicky** či **organicky** vázaný (Spurný, Mareš, Kopp, Řezníčková, 2015, s. 13).

**Rozpuštěný anorganicky vázaný fosfor** je rozdělován na **orthofosforečnanový** (rozpuštěný reaktivní fosfor) a **polyfosforečnanový**. Tento fosfor se vyskytuje ve vodách ve formě jednoduchých či komplexních orthofosforečnanů (kyselina trihydrogenfosforečná) či polyfosforečnanů (difosforečnany, trifosforečnany) v iontové i neiontové formě. Také je rovněž tvořen rozpuštěným nereaktivním fosforem, který je složen z rozpuštěného organicky vázaného fosforu a z polyfosforečnanů. Dále je rozeznáván tzv. biologicky dostupný neboli využitelný fosfor, jehož součástí jsou rozpuštěné orthofosforečnany i nerozpuštěné volně vázané orthofosforečnany.

**Nerozpuštěný anorganicky vázaný fosfor** je tvořen nejrůznějšími **fosforečnany** volně dispergovanými či chemicky nebo sorpčně vázanými na jiné anorganické nebo organické nerozpuštěné látky a sedimenty (např. vápník, hořčík, železo či hliník). Nerozpuštěný organicky vázaný fosfor se nachází v organismech, a to v podobě fosfolipidů, fosfoproteinů, nukleové kyseliny, fosforylovaných polysacharidů a jiných.

(Pitter, 2015, s. 268 – 271).

Hmotnostní koncentrace sloučenin fosforu ve vodách jsou udávány v podobě prvku, nikoliv v iontové formě. Fosforečnany se v přírodních a užitkových vodách vyskytují ve velice malých koncentracích (tj. v koncentracích pod 1 mg/l). Vyšší koncentrace fosforečnanů jsou obsaženy ve splaškových odpadních vodách. Původcem těchto koncentrací jsou fekálie, prací a čistící prostředky (Pitter, 2015, s. 271 – 272).

V rámci hydrochemie jsou velice důležité málo rozpustné fosforečnany kovů, které mají vliv na zbytkovou koncentraci fosforu ve vodách a které jsou využívány k odstraňování některých kovů a fosforečnanů z vod (Pitter, 2015, s. 273).

Sloučeniny fosforu jsou významné pro koloběh látek v přírodě. Mají důležitou úlohu pro nižší a vyšší organismy, jenž tyto sloučeniny transformují na organicky vázaný fosfor. Po úhynu a degradaci organismů jsou fosforečnany znovu uvolňovány do prostředí. Fosforečnany jsou důležité i pro růst řas a sinic a zcela nepostradatelnou roli má fosfor pro **eutrofizaci povrchových vod**.

Podle koncentrace fosforečnanového fosforu lze vody řadit do těchto kategorií:

- < 4 µg/l – ultraoligotrofní
- < 10 µg/l – oligotrofní
- 10 – 35 µg/l – mesotrofní
- 35 – 100 µg/l – eutrofní
- > 100 µg/l - hypertrofní

**Eutrofizace povrchových vod** je zapříčiněna nadměrným množstvím živin ve vodě. Tyto živiny způsobí rozvoj autotrofních organismů schopných fotosyntézy, díky kterým se nadměrně tvoří **sinice a řasy** nebo **vodní makrovegetace**. Vytvořená biomasa fytoplanktonu spotřebovává ve velkém množství kyslík obsažený ve vodě a způsobuje růst pH. Za důsledek mají změnu organoleptických vlastností vody a dále se ve vodě vytvoří toxiny sinic tzv. **cyanotoxiny**, které jsou nebezpečné pro člověka, což je označování jako **sekundární znečištění**. Pro eutrofizaci je typické zelené zbarvení vodní hladiny tzv. **vodní květ**. Pokud se jedná o zbarvení celého sloupce vody, nazývá se tento jev **vegetační zbarvení**

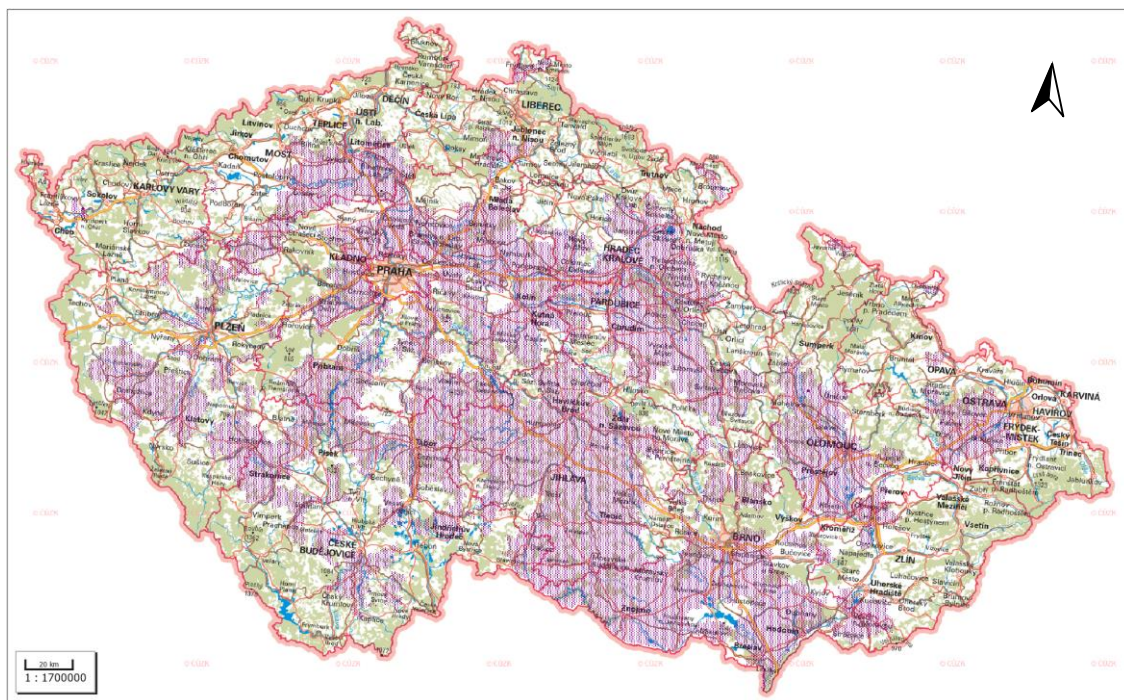
K tvorbě biomasy je zapotřebí splnění stechiometrického poměru C:N:P = 106:16:1. Klíčovým poměrem je hodnota N:P = 16 odpovídající stechiometrickému poměru. Faktor z rovnice, který klesne pod požadovanou hodnotu, zapříčiní biologickou aktivitu. Pokud je N:P menší než 16, udávajícím faktorem je fosfor. Pokud je poměr vyšší, je faktorem dusík. Účinnost koncentrací sloučenin ovlivňují podmínky prostředí, jako jsou klimatické podmínky, teplota, složení vody.

Eutrofizace se dělí na přírodní a antropogenní. **Přírodní eutrofizace** vzniká výluhem půd nebo dnových sedimentů s obsahem sloučenin dusíku a fosforu, rozkladem odumřelých vodních organismů nebo výskytem vulkanického popela. **Antropogenní eutrofizace je způsobena zejména sloučeninami fosforu a v menší míře i sloučeninami dusíku, které obohacují vodu živinami** (Pitter, 2009, s. 423 - 425).

S. Carpenter, N. Caraco, D. Correll, R. Howarth, A. Sharpley, V. Smith jsou s ohledem k problematice antropogenního eutrofizace přesvědčeni o tom, že plošné (příp. lini-ové) zdroje znečištění povrchových vod fosforečnany by mohly být omezeny snížením nadbytečných živin v rámci zemědělských systémů a procesů, snižováním zemědělských a městských odpadních vod a snižováním emisí z fosilních paliv. Eutrofizaci tak lze předejít **snížením vstupní rychlosti fosforečnanů** do vodních ekosystémů. Tito autoři považují eutrofizaci vod v důsledku znečištění sloučeninami fosforu v mnohých případech za trvalý jev, přičemž obnova stavu povrchových vod je velice pomalá (Carpenter, Caraco, Correll, Howarth, Sharpley, Smith, 1998, s. 559).

Při hodnocení jakosti nádrží a jezer jsou důležité **ukazatele charakterizující stratifikaci** (teplota, kyslík, železo, mangan) a **ukazatele charakterizující eutrofizaci** (celkový a rozpuštěný reaktivní fosfor, dusičnany, chlorofyl-a, rozpuštěný kyslík, průhlednost).

Díky značně rozšiřující se eutrofizaci byly zavedeny pojmy **citlivé a zranitelné oblasti**. V těchto oblastech jsou uplatňovány přísnější požadavky na čistotu odpadních vod s ohledem na celkový fosfor a celkový dusík. Za citlivé oblasti byly vyhlášeny všechny povrchové vody v ČR a zranitelné oblasti ČR jsou zobrazeny na obrázku č. 1 (Pitter, 2009, s. 424 – 425).



Obrázek č. 1: Zranitelné oblasti ČR

Zdroj: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map>



**S ohledem na eutrofizaci je celkový fosfor ukazatelem přípustného znečištění povrchových vod.** Všeobecný imisní standard pro celkový fosfor odpovídá hodnotě 0,2 mg/l. U povrchových vod sloužící k vodárenským účelům je tento standard 0,1 mg/l. (Pitter, 2015, s. 278 – 279).

**Podle NV 401/2015 Sb.** je u vod určených ke koupání, vodárenským účelům, u lososových a kaprových vod a u vod pro úpravu na vodu pitnou stanoven limit **0,15 mg/l** (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. [online], 2015, příloha č. 2, A,).

**ČSN 75 7221** rozděluje znečištění vod fosforem do pěti jakostních tříd. Rozdělení je uvedeno v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1: Mezní hodnoty fosforu dle ČSN 75 7221 - ([http://envis.praha-mesto.cz/ro-cenky/pr\\_99/kap\\_021.htm](http://envis.praha-mesto.cz/ro-cenky/pr_99/kap_021.htm))

Ukazatel	Jednotka	Jakostní třída				
		I.	II.	III.	IV.	V.
Celkový fosfor	mg/l	< 0,05	< 0,15	< 0,4	< 1	≥ 1

- I. třída – velmi čistá voda
- II. třída – čistá voda
- III. třída – znečištěná voda
- IV. Třída – silně znečištěná voda
- V. třída – velmi znečištěná voda (Hlavínek, Říha, 2005, s. 133).

### 3.5 Vybraní činitelé ovlivňující jakost vody

Jakost neboli kvalita vody je souborem všech faktorů, které ovlivňují využívání vody lidmi (Spurný, Mareš, Kopp, Řezníčková, 2015, s. 15). P. Oppeltová definuje jakost vody jako „*souhrn jejích fyzikálních, chemických a biologických vlastností, přičemž jakost vody rozhoduje o jejím dalším využívání pro účely zásobovací, závlahové, rybochovné, rekreační atd.*“ (Oppeltová, 2015, s. 31).

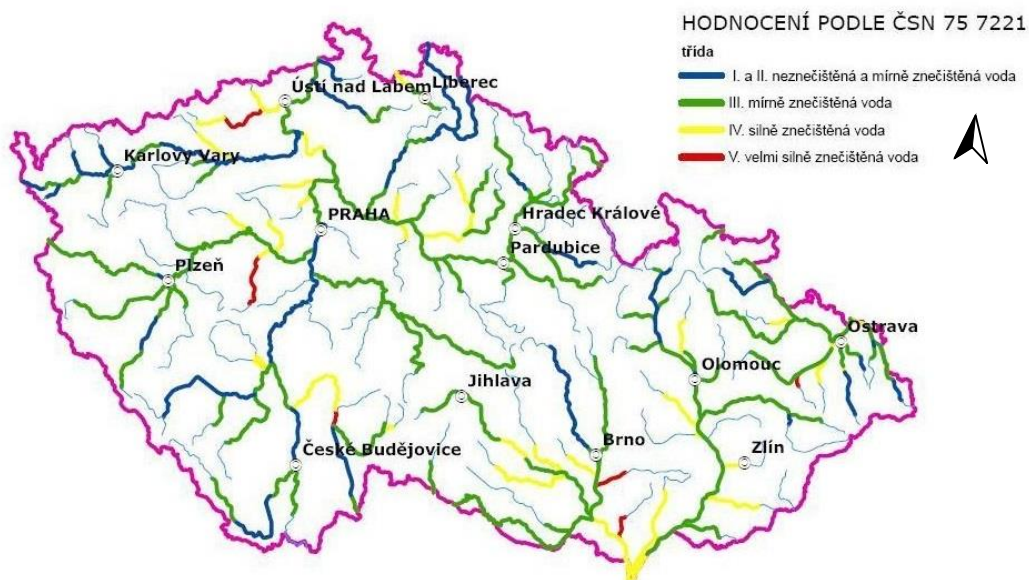
Jakost vody je posuzována dle chemických, biologických a estetických změn vody. Posuzování přípustného znečištění vod je posuzováno dle emisních limitů (tj. maximálně přípustné koncentrace v odpadních vodách vypouštěných do vod povrchových) a dle

imisních limitů (tj. koncentrace v povrchových vodách, jenž by při vypouštění odpadních vod neměly být překročeny). Dle kvality vody jsou vodní útvary kategorizovány do dílčích tříd. Pro účely této klasifikace je využíváno ukazatelů fyzikálního, chemického či biologického stavu vodního prostředí (Spurný, Mareš, Kopp, Řezníčková, 2015, s. 15).

Mezi základní podklady sloužící ke stanovení cílového stavu jakosti vody patří právní předpisy, lokální požadavky na jakost vody a standardy a požadavky mezinárodního charakteru (Říha, 2002, s. 23).

Jakost vodních toků v ČR z let 2006 – 2007 je zobrazena na obrázku č. 2 a pro srovnání pokroků odstraňování znečištění vod i obrázek č. 3 z let 1991 – 1992.

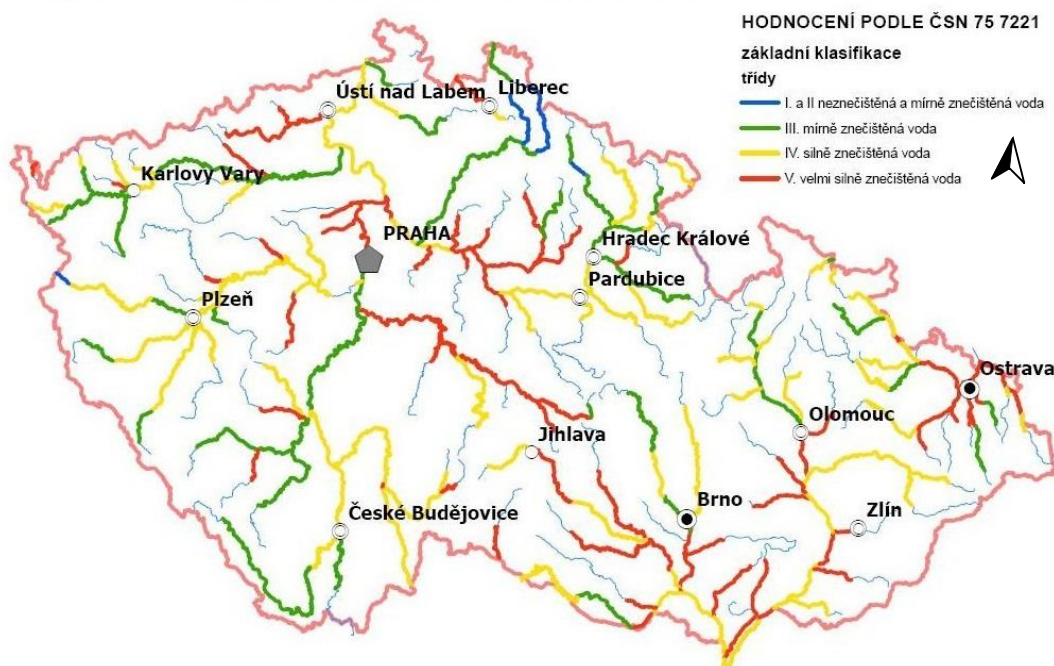
### JAKOST VODY V TOCÍCH ČR V LETECH 2006 - 2007



Obrázek č. 2: Jakost vody v tocích v letech 2006 - 2007

Zdroj: <http://www.cenia.cz>

## JAKOST VODY V TOCÍCH V LETECH 1991-1992



Obrázek č. 3: Jakost vody v tocích v letech 1991 - 1992

Zdroj: <http://www.cenia.cz>

### 3.5.1 Organoleptické vlastnosti vody

Organoleptickými vlastnostmi vody se rozumí zejména teplota, barva, zákal, pach a chuť. Jedná se o vlastnosti vody, které lze zjistit smyslovými orgány.

**Teplota vody** povrchových vod je důležitá, neboť ovlivňuje rozpustnost kyslíku a rychlost biochemických pochodů včetně procesu samočištění. Při teplotách pod 5°C jsou biochemické procesy velice pozvolné. V praxi se lze setkat s tzv. tepelným znečištěním povrchových vod, k němuž dochází vypuštěním oteplených vod do vod povrchových (Pitter, 2015, s. 37).

**Barva vody** je dána přírodními či antropogenními podmínkami. Nutno rozlišovat skutečnou a zdánlivou barvu vody. Barva vody a její intenzita závisí na hodnotě pH a oxidačně-redukčním potenciálu. Barva přírodních vod je dána huminovými látkami (žluté až žlutohnědé zbarvení). Vodu zbarvují rozpustné i nerozpustné látky přítomné ve vodě. Barvu vod ovlivňují příkladně sinice či řasy (zelené až zelenomodré zbarvení). Dále je barva povrchových vod ovlivněna některými průmyslovými odpadními vodami – např. z textilního průmyslu, z výroby barviv či celulózy (Pitter, 2015, s. 39 – 40).

**Zákal vody** představuje snížení průhlednosti vody nerozpuštěnými látkami. Zákal vody je zapříčiněn anorganickými či organickými látkami přírodního nebo antropogenního původu. Zákal povrchových vod je dán především splachem půdních vrstev (tj. jílovými materiály), dále planktonem a dnovými sedimenty zvířat (Pitter, 2015, s. 41 – 42).

**Pach vody** je projevem stopového nečištění. Typ pachu je dán koncentrací konkrétní sloučeniny. Pach vody způsobují látky, jež jsou přírodní součástí vody (např. sulfan či jód v minerálních vodách), látky biologického charakteru (důsledek životních aktivit či odumírání mikroorganismů, bakterií, rostlin, sinic, řas, plísní, hub) nebo látky, které jsou součástí splaškových a průmyslových odpadních vod (Pitter, 2015, s. 43).

**Chuť vody** je způsobena látkami zapříčiňujícími její pach. Chuť vody ovlivňují koncentrace vápníku, hořčíku, železa, manganu, zinku, mědi, hydrogenuhličitanů, chloridů, síranů, oxidu uhličitého a dalších látek. Z hlediska chuti se zdá být nejvhodnější hodnota pH vody od 6,5 do 7,5. Chuť vody ovlivňuje také její teplota – intenzita chuťových vjemů se s rostoucí teplotou snižuje (Pitter, 2015, s. 47).

### 3.5.2 Sloučeniny fosforu

Problematika sloučenin fosforu se zaměřením na znečišťování vod těmito sloučeninami je součástí podkapitoly 1.4 výše.

### 3.5.3 Sloučeniny dusíku

Dusík je po fosforu jedním z nejvýznamnějších makrobiogenních prvků. Dusík náleží do skupiny nutrientů potřebných k rozvoji mikroorganismů. Dusík je nezbytný pro všechny biologické procesy, které probíhají v povrchových, v podzemních a v odpadních vodách. Dále je důležitý při biologických procesech čištění a úpravy vody (Pitter, 2015, s. 280).

Nadměrné množství dusičnanů obsažené ve vodách je pro člověka nebezpečné. Pro pitnou vodu je stanoven limit obsahu dusičnanů do 50 mg/l. **Antropogenní zdroje sloučenin dusíku jsou nejčastěji splaškové odpadní vody, odpadní vody z potravinářského průmyslu, zemědělská hnojiva a odpady z rostlinné a živočišné výroby.** (Opeltová, 2015, s. 47 - 48)

### 3.5.4 Kyslík

Kyslík je ve vodě přítomen v důsledku difúze z atmosféry v rámci fotosyntetické asimilace vodních rostlin, řas a sinic. Rozpustnost kyslíku ve vodě je závislá na koncentraci rozpuštěných látek a na teplotě vody. Koncentrace kyslíku se v povrchových vodách pohybuje okolo 85 až 95 %. Kyslík ve vodě je důležitý k zabezpečení aerobních procesů při samočištění povrchových vod a při biologickém čištění odpadních vod. Koncentrace rozpuštěného kyslíku je tak významným ukazatelem čistoty povrchových vod. Příznakem organického znečištění většího rozsahu je snížení koncentrace kyslíku pod zdrojem znečištění (Pitter, 2015, s. 355 – 357).

V rámci analýzy vod je využíváno tzv. **chemické spotřeby kyslíku**. Koncentrace organických látek přítomných ve vodě je posuzována dle množství použitého oxidačního činidla, jenž se za jistých podmínek spotřebuje na oxidaci těchto látek (Pitter, 2015, s. 389).

Při čištění odpadních vod je využíváno tzv. **biochemické spotřeby kyslíku**. Jedná se o „*hmotnostní koncentraci rozpuštěného kyslíku spotřebovaného za stanovených podmínek v oxickém prostředí biochemickou oxidací organických, popř. anorganických látek ve vodě*“ (Pitter, 2015, s. 411).

### 3.5.5 Chloridy

Přírozně sloučeniny chlóru pocházejí z hornin, půdy, ložisek kamenné a draselné soli, mořské vody. Z antropogenních zdrojů to jsou splaškové vody, zemědělské odpady z živočišné výroby, posypová sůl, odpadní vody z organického průmyslu, chlorace vody, výroba zápalek, ohňostrojů či raketových paliv. Ve vodách jsou sloučeniny chlóru chemicky a biochemicky stabilními. Chloridy jsou hygienicky nezávadné. Při vyšších koncentracích mají vliv na chuť vody. Přípustné znečištění povrchových vod chloridy je 250 mg/l (Pitter, 2015, s. 239 – 240, s. 246).

### 3.5.6 Sírany

Sírany jsou přítomny v některých minerálech (např. v sádrovci či anhydritu). Sírany se hojně vyskytují v důlních vodách, dále v odpadních vodách z moření kovů, v městských a průmyslových exhalacích vznikajících spalováním fosilních paliv a pronikajících do atmosférických vod. V běžných koncentracích nepředstavují sírany v povrchových

a prostých podzemních vodách hygienickou důležitost. Vysoká koncentrace síranů ovlivňuje chuť vody (Pitter, 2015, s. 258 a 260).

### **3.5.7 Těžké kovy**

Těžké kovy jsou z chemického hlediska vymezeny objemovou hmotností nad 5 000 kg/m<sup>3</sup> (zejména železo, měď, zinek, chrom, nikl, kadmium, olovo a rtuť). Znečišťujícím zdrojem vod kovy jsou odpadní vody z těžby a zpracování rud, hutí, válcoven, povrchové úpravy kovů, fotografického, textilního a kožedělného průmyslu, agrochemikálií, algicidních přípravků, vyluhování kalových deponií, exhalací ze spalování fosilních paliv a z výfukových plynů motorových vozidel apod. (Pitter, 2015, s. 108).

### **3.5.8 Mikrobiologické ukazatele**

Druh a počet bakterií ve vodách je jedním z hlavních ukazatelů znečištění vod. Jejich výskyt a početnost může ovlivňovat spousta faktorů jako je např. míra znečištění vody, teplota, pH. K mikrobiologickým ukazatelům vody patří *Escherichia coli*, koliformní bakterie, intestinální enterokoky, *Pseudomonas aeruginosa* a *Clostridium perfringens*. (Oppeltová, 2015, s. 54- 57)

### **3.5.9 Hodnota pH**

Hodnota pH ve vodách společně s oxidačně-redukčním potenciálem mají výrazný vliv na chemické a biochemické pochody ve vodách. V čistých přírodních povrchových a prostých podzemních vodách odpovídá pH hodnotě 4,5 až 9,5 – jedná se o tzv. uhlíkatou rovnováhu (Pitter, 2015, s. 322).

### **3.5.10 Elektrolytická konduktivita**

Jedná se o „*míru koncentrace ionizovatelných anorganických a organických součástí vody*“ (Pitter, 2015, s. 26). Elektrolytická konduktivita se odvíjí od koncentrace iontů, jejich nábojového čísla, pohyblivosti a teploty (Pitter, 2015, s. 27).

### **3.6 Důležité právní předpisy vztahující se na jakost vody**

V následujících podkapitolách 3.6.1 až 3.6.6 jsou uvedeny významné právní předpisy vztahující se k jakosti vody s ohledem na předmět jejich právní úpravy a účel.

#### **3.6.1 Vodní zákon č. 254/2001 Sb. v platném znění**

Účelem vodního zákona je ochrana povrchových a podzemních vod, určení podmínek pro šetrné využívání vodních zdrojů a pro udržení a zlepšení jakosti těchto vod, vytvoření podmínek pro snižování negativních účinků povodní a sucha, zajištění bezpečnosti vodních děl dle evropského práva, podpora zabezpečení zásobování populace pitnou vodou a ochrany vodních ekosystémů včetně suchozemských systémů na nich bezprostředně závislých (Zákon č. 254/2001 Sb. [online], 2001, Část první, Hlava I, § 1, odst. 1).

Tímto právním předpisem jsou dále upraveny právní vztahy k povrchovým a podzemním vodám, vztahy fyzických a právnických osob týkající se využívání těchto vod, vztahy k pozemkům a ke stavbám, které souvisejí s těmito vodami, a to pro účely zabezpečení trvale udržitelného užívání uvedených vod, bezpečnosti vodních děl a ochrany před účinky povodní a sucha. V souvislosti se zmiňovanými vztahy je brán ohled na princip návratnosti nákladů na vodohospodářské služby, na ochranu životního prostředí a na využívané zdroje se zřetelem k principu placení ze strany znečišťovatelů (Zákon č. 254/2001 Sb. [online], 2001, Část první, Hlava I, § 1, odst. 2).

#### **3.6.2 Nařízení vlády č. 71/2003 Sb. o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod v platném znění**

Tímto právním předpisem jsou stanoveny povrchové vody lososové a kaprové vhodné pro život a reprodukci původních druhů ryb a jiných vodních živočichů s cílem zvýšení ochrany těchto vod před znečištěním a zlepšení jakosti těchto vod pro jejich trvalou vhodnost k podpoře života ryb patřících k původním druhům zabezpečujícím přirozenou biologickou diverzitu či k druhům, jejichž existence je vhodná. Dále je tímto nařízením vlády upraven způsob zabezpečování a hodnocení stavu jakosti zmiňovaných povrchových vod (Nařízení vlády č. 71/2003 Sb. [online], 2003, § 1, odst. 1).

Předmětem právní úpravy nejsou povrchové vody v přírodních vodních útvarech, které jsou využívány k intenzivnímu chovu ryb, a povrchové vody v umělých vodních útvarech (Nařízení vlády č. 71/2003 Sb. [online], 2003, § 1, odst. 2).

### **3.6.3 Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech v platném znění**

Tímto nařízením vlády jsou s ohledem na evropské právo stanoveny ukazatele a hodnoty stavu povrchových vod, přípustného znečištění povrchových vod (tj. vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a jiných vodních živočichů a vod využívaných ke koupání) a jejich zdrojů využívaných či předpokládaných k využití, přípustného znečištění odpadních vod (pro citlivé oblasti a pro vypouštění těchto vod do vod povrchových ovlivňujících kvalitu vody v těchto oblastech). Tento právní předpis dále stanovuje normy environmentální kvality prioritních látek a ostatních znečišťujících nebezpečných látek včetně seznamu těchto látek, náležitosti a podmínky povolení pro vypouštění odpadních vod do povrchových vod a do kanalizace, nejlepší dostupné technologie sloužící k zneškodňování městských odpadních vod a podmínky jejich využití (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. [online], 2015, § 1, písm. a), bod 1 – 11). Vymezeny jsou rovněž i výše zmiňované citlivé oblasti (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. [online], 2015, § 1, písm. b)).

Obě podkapitolky 3.6.2. a 3.6.3. se řídí nejen podle evropských legislativních předpisů, ale také ČSN 75 7221, která klasifikuje jakost povrchových vod do pěti tříd jakosti podle míry znečištění (Oppeltová, 2015, s. 32).

### **3.6.4 Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody**

Tato vyhláška s ohledem na evropské právo určuje hygienické limity mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů jakosti pitné vody (i balené), teplé vody dodávané potrubím užitkové vody či vnitřním vodovodem konstrukčně propojených směšovací baterií s vodovodním potrubím pitné vody a teplé vody vyráběné z individuálního zdroje k osobní hygieně pracovníků. Touto vyhláškou je dále určen rozsah a četnost kontroly dodržování jakosti pitné vody a požadavky na metody této kontroly (Vyhláška č. 252/2004 Sb. [online], 2004, § 1).



### **3.6.5 Nařízení vlády č. 262/2012 Sb. o stanovení zranitelných oblastí a akčním programem, v platném znění**

Tímto nařízením vlády jsou zapracovány náležitě předpisy Evropské unie, určeny zranitelné oblasti a stanoven akční program těchto oblastí (Nařízení vlády č. 262/2012 Sb. [online], 2012, § 1).

### **3.6.6 Vodní rámcová směrnice**

Tato evropská směrnice je doposud nejvýznamnější právní úprava v oblasti vod na území Evropské unie. Zaměřuje se na vodní hospodářství komplexně (Vodní rámcová směrnice 2000/60/ES, eAGRI [online], 2017). „*Cílem je zabránit jakémukoli zhoršení stavu vodních útvarů a chránit a zlepšit stav vodních ekosystémů a přilehlých mokřadů.*“ (Vodní rámcová směrnice 2000/60/ES, eAGRI [online], 2017).

Dále se pak zabývá podporou udržitelného využívání vod a zmírnění následků sucha a záplav. Směrnice se vztahuje na všechny druhy vod; vnitrozemské povrchové vody, podzemní vody, brakické vody a pobřežní vody (Vodní rámcová směrnice 2000/60/ES, eAGRI [online], 2017).

### **3.6.7 Nitrátová směrnice**

Nitrátová směrnice je předpisem Evropské unie, a to konkrétně směrnicí Rady č. 91/676/EHS, o ochraně vod před znečištěním způsobeném dusičnany ze zemědělských zdrojů. Plnění této směrnice se vztahuje na zranitelné oblasti vymezené v hranicích katastrálních území (Nitrátová směrnice, eAGRI [online], 2016). Jedná se o oblasti s výskytem „*povrchových nebo podzemních vod, zejména využívané nebo určené jako zdroje pitné vody, v nichž koncentrace dusičnanů přesahuje hodnotu 50 mg/l nebo mohou této hodnoty dosáhnout nebo povrchové vody, u nichž v důsledku vysoké koncentrace dusičnanů ze zemědělských zdrojů dochází nebo může dojít k nežádoucímu zhoršení jakosti vody*“ (Oppeltová, Novák, Kotovicová, 2012, s. 41).

Hospodaření na úseku zemědělství je v těchto oblastech upraveno akčním plánem nitrátové směrnice. V podmínkách České republiky je tato směrnice implementována do dvou již výše zmiňovaných právních předpisů, a to do vodního zákona a dále do nařízení vlády o stanovení zranitelných oblastí a akčním programem (Nitrátová směrnice, eAGRI [online], 2016).

## 4 METODIKA

Náplní práce bylo sledování znečištění vody v Knínickém potoce. Měření probíhalo v měsíčních intervalech po dobu dvou let od dubna roku 2015 do března roku 2017 – viz tabulka č. 2. Veškeré pracovní postupy a odběrné profily jsou zobrazeny v přílohách č. 1 – 16.

Tabulka č. 2: Rozpis dnů monitoringu

ROK 2015	ROK 2016	ROK 2017
9.4.	25.1	23.1.
18.5.	17.2.	14.2.
3.6.	29.3.	1.3.
24.7.	19.4.	
24.8.	16.5.	
21.9.	19.6.	
13.10.	20.7.	
25.11.	29.8.	
22.12.	27.9.	
	25.10.	
	22.11.	
	23.12.	

### Parametry zahrnující monitoring:

- **Reakce vody (pH)**
- **Vodivost** (měřena i vyhodnocena v jednotkách  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ;  $1 \text{ mS}/\text{m} = 10 \mu\text{S}/\text{cm}$ )
- **Obsah kyslíku** (mg/l)
- **Teplota** ( $^{\circ}\text{C}$ )
- **Celkový fosfor a ortofosforečnany** (mg/l)

Sledování toku probíhalo společně se studentem Jindřichem Caesarem, který se soustředil na znečištění vody dusíkem.

## 4.1 Odběrné profily (OP)

Na toku se stanovilo pět odběrných profilů, které byly vybrány na základě charakteru jejich lokality. Poloha odběrných profilů je znázorněna na obrázku č. 4



Obrázek č. 4: Identifikace odběrných profilů

Zdroj: <https://geoportal.gov.cz> – upraveno autorem

GPS souřadnice bodů: 1. – N 49°14.15718', E 16°23.20343'

2. – N 49°14.06932', E 16°23.58838'

3. – N 49°14.19290', E 16°24.52405'

4. – N 49°13.88395', E 16°25.55627'

5. – N 49°13.80703', E 16°25.86720'

- **OP 1** (řkm – 2,056)

První odběrný profil byl umístěn v lese pod pramennou oblastí. Na levém břehu vede podél toku lesní cesta a na pravém břehu souběžně s tokem jsou umístěny pozemky vedené jako zahrady, kde je několik chat. Tok je neudržovaný. V suchých obdobích vysychá.

- **OP 2** (řkm – 2,553)

Druhý odběrný profil byl nad obcí Veverské Knínice v terénní depresi (dříve zde byla černá skládka). Na pravém břehu jsou lesy a na levém břehu polní cesta a ovocný sad. Tok zde vtéká do propustku, která vede pod cestou a směřuje do obce. V suchých obdobích zde tok vysychá. Stav je zanedbaný, propust je téměř ucpaná splaveným materiálem.

- **OP 3** (řkm - 3,935)

Zde byl odběr umístěn přímo u výpusti z čistírny odpadních vod obce Veverské Knínice. Toto místo bylo zvoleno záměrně pro monitoring znečištění vycházející z čistírny, kde vyčištěná odpadní voda vytékala výpustí při každém odběru. Lokalita se nachází v obydlené části obce. V místě výpustě z čistírny je betonové opevnění na obou březích toku.

- **OP 4** (řkm – 5,325)

Profil byl umístěn mezi zemědělsky obhospodařovanými pozemky, kde se pěstuje kuřice, řepka, pšenice a ječmen. Způsob hnojení na pozemcích nebylo možné zjistit. Nachází se hned za propustkem, který vede pod silnicí II. třídy č. 386. Břehy koryta jsou zde stabilizovány kmenným pohozením. V této lokalitě lemuje tok stromořadí.

- **OP 5** (řkm – 5,729)

Pátý odběr byl umístěn taktéž mezi zemědělsky obhospodařovanými pozemky s podobnými podmínkami jako odběr č. 4.

## 4.2 Postup práce v terénu

Monitoring na všech odběrných profilech probíhal stejně. V terénu byly změřeny parametry **pH, konduktivita, obsah kyslíku a teplota** a odebrány **vzorky** pro laboratorní stanovení.

Vzorky byly odebrány do označených vzorkovnic podle čísla odběrného profilu. Vzorkovnice byly předem vypláchnuté vodou v místě odběru a posléze naplněné tak, aby nebyl v nádobách přítomný vzduch. Při převozu či manipulaci byly vzorkovnice vždy v chladném prostředí a zpracování vzorků v laboratoři proběhlo do 24 hodin od odebrání.

Měření parametrů probíhalo multimetrem HQ 30d od značky HACH jehož součástí byly přídavné sondy pro hodnoty pH, konduktivitu a obsah kyslíku. Teplotu může měřit každá sonda, ale byla používána pouze sonda na pH. Po ponoření jednotlivých sond pod hladinu vody byly naměřeny údaje. Tyto údaje byly uschovávány pro výsledné zhodnocení stavu toku – viz kapitola 6.

Po dobu měření se vyskytly extrémní situace (sucho, mráz), kdy nebylo možné provést měření a odebrat vzorek ze všech OP. Ve dnech 24. 7. 2015, 25. 1. 2016, 29. 8. 2016, 27. 9. 2016 bylo možné odebrat vzorky pouze z 3., 4., a 5. OP z důvodu sucha. Ve dny 21. 9. 2015, 19. 6. 2016, 20. 7. 2016 nebylo možné odebrat vzorek na OP 1. opět z důvodu sucha. Dne 23. 1. 2017 bylo možné odebrat vzorky pouze z 3., 4., a 5. OP z důvodu mrazů, které trvaly celý lednový měsíc. 14. 2. 2017 byl odběr proveden u všech OP kromě OP 1 z důvodu mrazů.

## 4.3 Postup práce v laboratoři

Rozbor vzorků vody byl prováděn v laboratoři Ústavu aplikované a krajinné ekologie na Mendelově univerzitě Brno. Cílem laboratorních prací bylo stanovit obsah **celkového fosforu a ortofosforečnanů** v každém odebraném vzorku. Měření ortofosforečnanů probíhalo po celou dobu sledování toku, celkový fosfor byl monitorován až od 19. 6. 2016 z důvodu nedostatku financí pro výzkum.

Postup při vyhodnocování obsahu fosforečnanů zahrnoval filtraci vzorků a poté měření dle metodiky HACH na spektrofotometru HACH DR 4000U.

U měření celkového fosforu se pracovalo s nefiltrovanými vzorky. Postup byl opět dle metodiky HACH, kde byl nejprve použit termoreaktor HACH DRB 200 pro zahřátí vialek, a poté již zmiňovaný spektrofotometr pro zjištění údajů.

Naměřené údaje byly vyhodnoceny a porovnány s ČSN 75 7221 Klasifikace povrchových vod (tabulka č. 3) a s nařízením vlády 401/2015 Sb. v platném znění (tabulka č. 4) – viz kapitola 6.

Tabulka č. 3: Mezní hodnoty jakosti vod dle ČSN 75 7221 – ([http://envis.prahamesto.cz/rocenky/pr\\_99/kap\\_021.htm](http://envis.prahamesto.cz/rocenky/pr_99/kap_021.htm))

Ukazatel	Jednotka	Jakostní třída				
		I.	II.	III.	IV.	V.
Celkový fosfor	mg/l	< 0,05	< 0,15	< 0,4	< 1	≥ 1
Elektrolytická konduktivita	μS/m	< 40	< 70	< 110	< 160	≥ 160
Rozpuštěný kyslík	mg/l	> 7,5	> 6,5	> 5	> 3	≤ 3

- I. třída – velmi čistá voda
- II. třída – čistá voda
- III. třída – znečištěná voda
- IV. Třída – silně znečištěná voda
- V. třída – velmi znečištěná voda (Hlavínek, Říha, 2005, s. 133).

Tabulka č. 4: Normy environmentální kvality pro útvary povrchových vod (NEK) dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb., v platném znění – (<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-401>)

Ukazatel	Jednotka	Norma environmentální kvality	
		Průměrná hodnota	Nejvyšší přípustná hodnota
Celkový fosfor (P celk.)	mg/l	0,15	
Reakce vody (pH)	-	6 – 9	
Rozpuštěný kyslík	mg/l	9	
Teplota vody (t)	°C		29

## 5 CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ

Tato kapitola obsahuje shrnuté informace o zájmovém povodí Veverka (dále jen povodí), kde protéká Knínický potok. Povodí spadá do 4. řádu s označením č. 4 – 15 – 01 – 1460 – 0 – 00.

Povodí se nachází v Jihomoravském kraji v okrese Brno – venkov, částečně i v okrese Brno – město. Rozkládá se na devíti katastrálních územích: Bystrc, Žebětín, Ostrovačice, Říčany, Říčky, Javůrek, Veverské Knínice, Hvozdec, Veverská Bítýška. Polohu povodí lze vidět na obrázku č. 5



Obrázek č. 5: Poloha povodí Veverky

Zdroj: <http://heis.vuv.cz>

### 5.1 Biogeografické členění

Povodí spadá pod Brněnský bioregion č. 1.24 o rozloze 812 km<sup>2</sup>. Nachází se na východním okraji hercynské podprovincie s typickým protáhlým tvarem od severu k jihu. Tvořen je vrchovinou Hercynika jež se dělí na geomorfologické celky Křižanovskou vrchovinu, Dražanskou vrchovinu, Boskovickou brázdou a Bobravskou vrchovinu. Převážně je tvořen soustavou granodioritových hřbetů a prolomů se sprašemi.

Z vegetačních lesních stupňů převažuje 3. stupeň dubovo – bukový s dalším zastoupením 2. stupně bukovo – dubového a 4. stupně bukového.

Celý reliéf bioregionu je tvořen systémem hrastí a prolomů. Tvar reliéfu je převážně plochá vrchovina s výškovými rozdíly 150 – 200 m. Nejvyšším bodem bioregionu je Hořícká hora s nadmořskou výškou 596 m. n. m. a nejnižším bodem jsou koryta řek Svatky a Svitavy s výškou okolo 200 m. n. m. (Culek, 1996, s. 113).

## 5.2 Fauna a flora

Fauna bioregionu je charakterizována třemi podprovinciemi – hercynská, panonská, karpatská. Oblast je značně ovlivněna hustým osídlením, které má vliv na synantropní výskyt a sekundární změnu rozšířených druhů živočichů. Ochuzenou původní faunu představují lesní druhy např. ještěrka zelená nebo kudlanka nábožná. V oblasti vodstva řeka Svatka náleží parmovému pásnu, Svitava patří k parmovému i lipanovému pásnu a ostatní toky náleží pstruhovému pásnu.

### Významné druhy:

**Savci** – netopýr velký, kuna skalní, ježek východní, vrápenec malý

**Ptáci** – strakapoud jižní, břehule říční, lejsek malý, poštolka obecná

**Hmyz** – kudlanka nábožná, kobylka, pestrokřídlec podražcový

**Plazi** – ještěrka zelená

**Měkkýši** – žitovka obilná, pásovka žíhaná, vlahovka karpatská (Culek, 1996, s. 114 – 115)

Ve floře převažují druhy středoevropské, hercynské a v menší míře i karpatské, např. ostřice převíslá, hvězdnatec čemařicový a pryšec mandloňolistý.

Z panonských druhů jsou to dub pýřitý, tuřice úzkolistá, nebo např. len žlutý. Dále je zde výskyt norických druhů – kručinka chlupatá, křivatec český, brambořík nachový. De-alpidi a perialpidi se zde vyskytují jen vzácně, patří k nim např. penízek chlumní nebo pěchava vápnomilná. Ze slatinných druhů sem patří kapradiník bažinný nebo tuřice latnatá, přibliá či odchylná (Culek, 1996, s. 114).



### 5.3 Geomorfologie, geologie a pedologie

#### •Geomorfologie

Celé povodí se rozkládá na jednom systému, provincii, subprovincii i podsoustavě. Celek, podcelek i okrsek tvoří v území tři části. Rozdělení je uvedeno v tabulce č. 5. Členění v tabulce charakterizuje území od západu na východ.

Tabulka č. 5: Geomorfologie území

Zdroj: <https://geoportal.gov.cz>

<b>Systém</b>	Hercynský		
<b>Provincie</b>	Česká vysočina		
<b>Subprovincie</b>	Česko – Moravská soustava		
<b>Podsoustava</b>	Brněnská vrchovina		
<b>Celek</b>	Křížanovská vrchovina	Boskovická brázda	Bobravská vrchovina
<b>Podcelek</b>	Bítešská vrchovina	Oslavanská brázda	Lipovská pahorkatina
<b>Okrsek</b>	Jinošovská pahorkatina	Hvozdecká pahorkatina	Omnická vrchovina

#### • Geologie

V povodí se vyskytuje 9 typů hornin. Podrobné rozčlenění je uvedeno v tabulce č. 6

Tabulka č. 6: Rozčlenění hornin

Zdroj: <http://mapy.geology.cz>

<b>1.</b>	<b>2.</b>
<b>Soustava:</b> Český masiv	<b>Soustava:</b> Český masiv
<b>Oblast:</b> moravskoslezská	<b>Oblast:</b> moravskoslezská
<b>Region:</b> moravikum	<b>Region:</b> moravikum
<b>Jednotka:</b> nerozlišena	<b>Jednotka:</b> nerozlišena
<b>Horniny:</b> ortorula	<b>Horniny:</b> mramor – krystalický vápenec,
<b>Typ horniny:</b> metamorfit	dolomit
	<b>Typ horniny:</b> metamorfit

<p style="text-align: center;"><b>3.</b></p> <p><b>Soustava:</b> Český masiv  <b>Oblast:</b> moravskoslezská  <b>Region:</b> brunovistulikum  <b>Jednotka:</b> Brněnský masiv  <b>Horniny:</b> granodiorit – biotit, amfibol  <b>Typ horniny:</b> magmatit hlubinný</p>	<p style="text-align: center;"><b>4.</b></p> <p><b>Soustava:</b> Český masiv  <b>Oblast:</b> moravskoslezská  <b>Region:</b> brunovistulikum  <b>Jednotka:</b> Brněnský masiv  <b>Horniny:</b> granodiorit - biotit  <b>Typ horniny:</b> magmatit hlubinný</p>
<p style="text-align: center;"><b>5.</b></p> <p><b>Soustava:</b> Český masiv  <b>Oblast:</b> svrchní karbon a perm  <b>Region:</b> mladší paleozoikum brázd  <b>Jednotka:</b> Boskovická brázda  <b>Horniny:</b> jílovec, pískovec, prachovec  <b>Typ horniny:</b> zpevněný sediment</p>	<p style="text-align: center;"><b>6.</b></p> <p><b>Soustava:</b> Český masiv  <b>Oblast:</b> svrchní karbon a perm  <b>Region:</b> mladší paleozoikum brázd  <b>Jednotka:</b> Boskovická brázda  <b>Horniny:</b> slepenec, brekcie  <b>Typ horniny:</b> zpevněný sediment</p>
<p style="text-align: center;"><b>7.</b></p> <p><b>Soustava:</b> Český masiv  <b>Oblast:</b> svrchní karbon a perm  <b>Region:</b> mladší paleozoikum brázd  <b>Jednotka:</b> Boskovická brázda  <b>Horniny:</b> pískovec  <b>Typ horniny:</b> zpevněný sediment</p>	<p style="text-align: center;"><b>8.</b></p> <p><b>Soustava:</b> Český masiv  <b>Oblast:</b> kvartér  <b>Region:</b> nerozlišen  <b>Jednotka:</b> nerozlišena  <b>Horniny:</b> spraš, sprašová hlína  <b>Typ horniny:</b> nezpevněný sediment</p>
<p style="text-align: center;"><b>9.</b></p> <p><b>Soustava:</b> Český masiv  <b>Oblast:</b> kvartér  <b>Region:</b> nerozlišen  <b>Jednotka:</b> nerozlišena  <b>Horniny:</b> hlína, písek, štěrk  <b>Typ horniny:</b> nezpevněný sediment</p>	

- **Pedologie**

Převládajícím půdním typem v území je hnědozem modální, v některých místech i hnědozem oglejená, která zabírá prakticky celou část Boskovické brázdy.

Druhým nejrozšířenějším půdním typem jsou různé typy kambizemě. Největší plochu zabírá kambizem mesobasická, dále pak kambizem modální, dystrická, rankerová, luvická a oglejená. Výskyt těchto půd je v Podkomorských lesích a lesích na severozápadě.

Další hojně vyskytovaná půda je luvizem modální a oglejená, která se vyskytuje také v těchto lesích.

Půdy kolem vodních toků jsou fluvizemě modální či glejové nebo glej luvický.

V menší míře se zde vyskytuje i černozem luvická v okolí Ostrovačic, pseudoglej modální v Podkomorských lesích a ranker modální kolem hradu Veverčí a v některých místech kolem toku Veverka (<http://mapy.geology.cz/pudy/>).

#### **Stručná charakteristika hlavních půdních typů:**

**Hnědozem** - Půdy sorpčně nasycené. U zemědělských půd je sorpční nasycenost v celém půdním profilu, u lesních půd je 35 – 60 %. Obsah humusu je nízký. Hnědozemě se vytvořili převážně v rovinatém i mírně zvlněném terénu s výskytem spraší, prachovic a polygenetických hlín. Jejich výskyt spadá do klimatických regionů 3 – 5 a do vegetačního lesního stupně 3 – 4.

**Kambizem** – Půdy vyvinuté v hlavním souvrství svahovin magmatických, metamorfických a sedimentárních hornin. Vyskytují se převážně ve svažitéch podmínkách pahorkatin, vrchovin a hornatin. Dále se vyskytují ve velké škále klimatických i vegetačních podmínek. Toto široké rozmezí má vliv na různý obsah a kvalitu humusu, vyluhování půdního profilu a zvětrávání.

**Luvizem** – Půdy vytvářené převážně v rovinách a mírně zvlněném reliéfu. Tvoří se z prachovic a polygenetických hlín. Spadá do 6. – 7. klimatického regionu a 4. – 6. vegetačního lesního stupně. V místě jejich rozšíření se uplatňuje udický, hydrický a mesický termický režim (<http://klasifikace.pedologie.cz/>).

## 5.4 Klimatické poměry

Povodí se rozkládá na třech klimatických regionech. Nejrozšířenější je region č. 5.

### **Klimatický region č. 2**

- Symbol: T2
- Charakteristika regionu: teplý, mírně suchý
- Suma teplot nad 10°: 2600 – 2800
- Průměrná roční teplota: 8 – 9°
- Průměrný úhrn srážek: 500 – 600 mm
- Pravděpodobnost suchých vegetačních období: 20 – 30 %
- Vláhová jistota ve vegetačním období: 2 – 4

### **Klimatický region č. 5.**

- Symbol: MT2
- Charakteristika regionu: mírně teplý, vlhký
- Suma teplot nad 10°: 2200 – 2500
- Průměrná roční teplota: 7 až 8°
- Průměrný úhrn srážek: 550 – 650 mm
- Pravděpodobnost suchých vegetačních období: 15 – 30 %
- Vláhová jistota ve vegetačním období: 4 – 10

### **Klimatický region č. 7**

- Symbol: MT4
- Charakteristika regionu: mírně teplý, vlhký
- Suma teplot nad 10°: 2200 – 2400
- Průměrná roční teplota: 6 – 7°
- Průměrný úhrn srážek: 650 – 750 mm
- Pravděpodobnost suchých vegetačních období: 5 – 15 %
- Vláhová jistota ve vegetačním období: >10 (<http://bpej.vumop.cz/>)

## 5.5 Hydrologické poměry

Zájmové povodí Veverka, kde protéká Knínický potok. Spadá do povodí 1. řádu Dunaje, 2. řádu povodí Moravy a 3. řádu Svatka po Svitavu. Jeho plocha zaujímá 31, 35 km<sup>2</sup> a vyznačuje se vějířovitým tvarem. Délka všech toků činí 47,844 km, hustota říční sítě je 1,53 km/ km<sup>2</sup> a střední šířka povodí činí 3,47 km. Průměrná nadmořská výška je 345 m. n. m. Zalesněná plocha zaujímá 51,42 %. Povodí je znázorněno na obrázku č. 6.

Hlavním tokem je Veverka s celkovou délkou 9,044 km a sklonem 1,99 %. Tento tok pramení v Podkomorských lesích na jižním cípu hranic území v lokalitě Valuchova studánka s nadmořskou výškou 420 m. n. m. a ústí jako pravý přítok řeky Svatky v nadmořské výšce 230 m. n. m. do Brněnské přehrady. Průměrný průtok činí 0,04 m<sup>3</sup>/s (Vlček, 1984, s. 291). Téměř po celé své délce protéká lesními porosty. Pod hradem Veveří a u Nového dvora jsou na toku vybudované dvě sedimentační nádrže pro snížení znečištění odtékající do Brněnské přehrady. Do Veverky se vlévá 13 přítoků, zleva je to šest přítoků, z nichž jsou významné Knínický potok, Melkranský potok, Hlinka a zprava je to sedm menších přítoků stékajících z Podkomorských lesů.

Knínický potok, který je předmětem monitoringu, pramení v severozápadním cípu povodí v lokalitě Zahrádky ve výšce 445 m. n. m. V území je to druhý nejdelší tok s celkovými 6,095 km a sklonem 2,54 %. Část potoka od pramene po začátek obce Veverské Knínice protéká lesem. Dále protéká obcí, kde je částečně zatrubněn i veden v umělém korytě, a částečně protéká přirozeným korytem. Za obcí tok protéká přímým směrem přes zemědělsky využívané plochy. Potok má pět menších přítoků. Znázornění potoka je na obrázku č. 7.

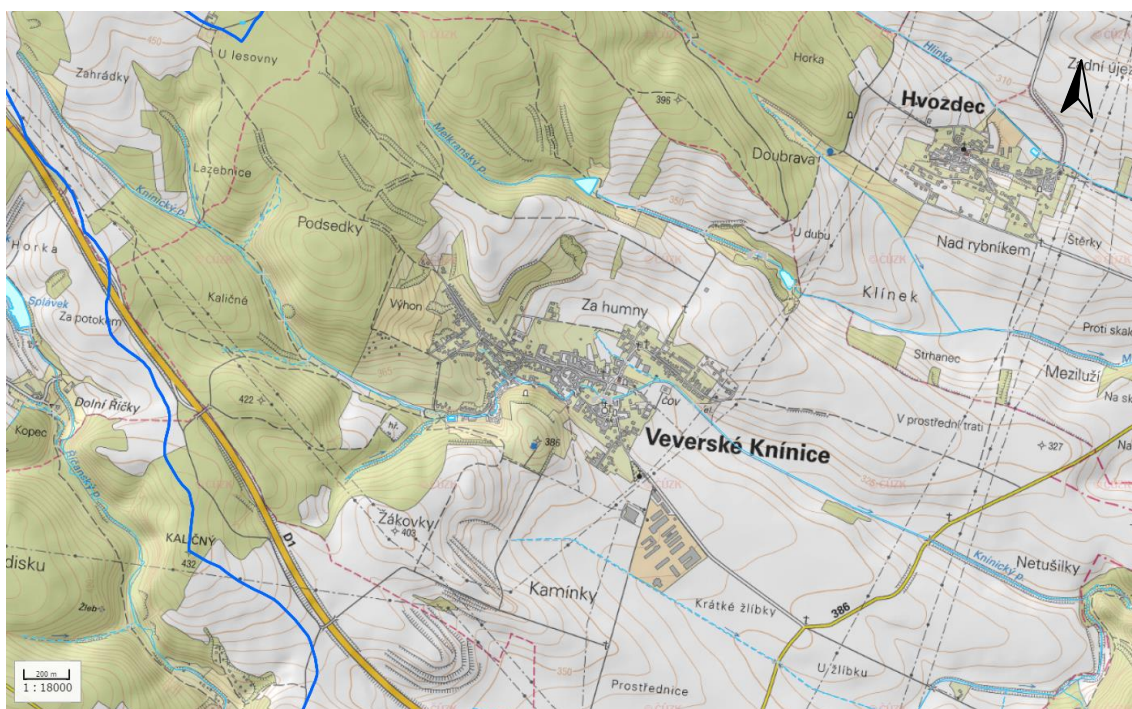
Melkranský potok pramení v lokalitě Zadní les v nadmořské výšce 420 m. n. m. Celková délka je 4,964 km a průměrný sklon činí 3,02 %. Součástí potoka jsou dvě menší vodní nádrže a jeden levostranný přítok. Z větší části potok protéká přes zemědělské pozemky.

Hlinka pramení na hranici povodí v lokalitě Ostrá. Celková délka je 3,356 km a sklon činí 1,79 %. Protéká převážně přes zemědělské plochy a také obcí Hvozdec.



Obrázek č. 6: Povodí Veverky

Zdroj: <http://heis.vuv.cz>



Obrázek č. 7: Detail Knínického potoka

Zdroj: <https://geoportal.gov.cz>

### **Základní hydrologické údaje:**

- Plocha povodí – 31,35 km<sup>2</sup>
- Délka všech toků – 47,844 km
- Délka hl. toku – 9,044 km
- Hustota říční sítě – 1,53 km/ km<sup>2</sup>
- Průměrný roční průtok – 0,04 m<sup>3</sup>/s
- Průměrná roční srážka – 550 mm
- Odtok – 41 mm
- Rozdíl srážek a odtoku – 509 mm
- Specifický odtok – 1,29 l/s\*km<sup>2</sup>
- Odtokový součinitel – 0,07 (Vildomcová, 2012).

## **5.6 Chránění území a zranitelné oblasti**

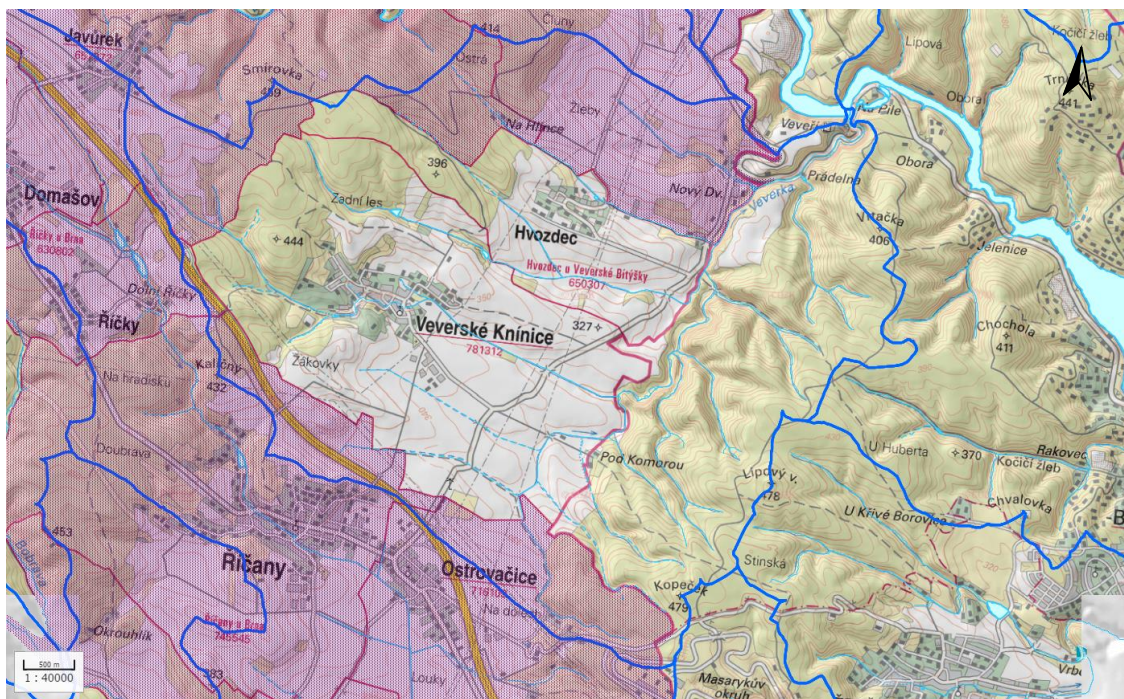
Povodí je obklopeno z východu přírodním parkem Podkomorské lesy, kde je jeho hranice ukončena tokem Veverka a na severozápadních hranicích je to přírodní park Údolí Bílého potoka.

Další chráněnou plochou je evropsky významná lokalita Nad Brněnskou přehradou (CZ0623344), kde je předmětem ochrany roháč obecný. Tato lokalita je součástí přírodního parku Podkomorské lesy.

K. ú. Ostrovačice, Říčany, Říčky, Javůrek a Veverská Bítýška, které zasahují do území, jsou vedeny jako zranitelné oblasti. Situace je znázorněna na obrázku č. 8.

Dále je hlavní tok Veverka označen jako povrchový tok, který je nebo se má stát trvale vhodným pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů. Toto označení platí od místa, kde se do Veverky připojuje první pravostranný přítok až po vyústění do Brněnské přehrady.

V povodí je také ochranné pásmo vodního zdroje, které je využíváno jako zdroj pitné vody pro obec Hvozdec.



Obrázek č. 8: Zranitelné oblasti v povodí

Zdroj: <https://geoportal.gov.cz>

## 5.7 Využívání území

- Sídla

V povodí Veverka se nachází obce Veverské Knínice, Hvozdec, část obce Veverská Bítýška – Nový Dvůr a z menší části do území náleží obec Javůrek. Součástí povodí je i hrad Veveří a část Masarykova okruhu Brno.

Veverské Knínice se nachází v západní části povodí, kde protéká Knínický potok. S počtem 917 obyvatel a celkem 323 domy se jedná o největší obec v povodí. V obci je vybudovaná mechanicko – biologická čistírna odpadních vod, kde odstraňování fosforu probíhá pomocí procesu simultánního srážení a dusík se odstraňuje procesem biologické nitrifikace a denitrifikace. Stabilizace kalů probíhá anaerobně. Technologie zahrnuje i terciální stupeň dočištění odpadních vod, kdy dochází k fyzikálně – chemickému procesu koagulace, flokulace, sorpce, sedimentace a filtrace. Zároveň probíhá i srážení zbytkového anorganického fosforu. Průměrný denní průtok činí 2,4 l/s, který vyúsťuje do recipientu Knínický potok. Parametry ČOV jsou uvedeny v tabulce č. 7. Kanalizační síť byla do roku 2016 oddělená a plně funkční jen ve 2/3 obce. V současné době je vybudována i ve zbylé části obce a v letošním roce bude kompletně připojena.



Tabulka č. 7: Zatížení ČOV – údaje poskytl obec Veverské Knínice

Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Počet ekvivalentních obyvatel	EO	1268
Q <sub>min</sub>	l/s	1,4
Q <sub>24p</sub>	l/s	2,4
Q <sub>24h</sub>	l/s	3,1
Q <sub>v</sub>	l/s	6,3
BSK 5 celkem	kg/d	76,1
CHSK Cr celkem	kg/d	152,3
NL celkem	kg/d	69,8
N-Kj celkem	kg/d	14,0
P celkem	kg/d	3,2

Hvozdec leží ve středu povodí. Je vybaven čistírnou odpadních vod s rozvedenou oddělenou kanalizací po celé obci. Počet domů je 120 a počet obyvatel 300.

Nový Dvůr je situován u severovýchodní hranice povodí. Jedná se o pár osídlených domů podél silnice.

Javůrek leží na severozápadní hranici povodí. Počet obyvatel je 287 a součet domů je 128. V současné době v obci není vybudován kanalizační systém.

- **Zemědělství**

*Zemědělská společnost Veveří, a.s.* obhospodařuje většinu zemědělských pozemků v povodí. Tato společnost sídlí v areálu bývalého JZD ve Veverských Knínících. Zaměřuje se na výrobu, zpracování a prodej zemědělských surovin. Jedná se především o pšenici, ječmen, řepku a kukuřici.

Významným hospodářským subjektem v povodí je také *Školní zemědělský podnik Nový Dvůr*, který vlastní Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Zaměřují se na živočišnou výrobu, která se nachází v Novém Dvoře, a také na obhospodařování pozemků.

V menší míře zde hospodaří soukromí zemědělci, přičemž někteří zařazují i živočišnou výrobu. Dále je pak v Novém Dvoře zaveden chov koní.

V oblasti lesního hospodářství je značná oblast ve vlastnictví stát. podniku *Lesy ČR*.

- **Průmysl**

Hlavním centrem průmyslu je areál bývalého JZD na začátku obce Veverské Knínice, kde funguje několik menších firem například v oboru zámečnictví či stolařství. Výrobní procesy jsou doprovázeny dopravou materiálu nákladními auty a kamiony. V jedné je i výstavba třídírny odpadů. Dále je na území obce Hvozdec zařízena pila pro zpracování dříví.

- **Doprava**

Dopravu přes povodí zajišťuje síť silnic II. a III. třídy a také dálnice I. třídy D1. Dálnice D1 vede souběžně kolem jihozápadních hranic povodí s možným nájezdem u Ostrovačic. Silnice II. třídy č. 386 se prolíná středem povodí a propojuje směry Ostrovačice – Veverská Bítýška. V části obce Veverská Bítýška – Nový Dvůr je na ni napojena druhá silnice II. třídy č. 384, která propojuje území s městem Brno. Propojení obce Hvozdec s obcí Veverská Bítýška a silnicí II. třídy č. 386 zajišťuje silnice III. třídy č. 3866. Obec Veverské Knínice je zpřístupněna silnicí III. třídy č. 3867, kde tato silnice končí. V jižní části prochází povodím silnice III. třídy č. 3842, která propojuje Ostrovačice – Brno. Zpřístupnění zemědělských, ostatních a lesních ploch zajišťuje síť polních či lesních cest.

## 6 VÝSLEDKY A DIKUSE

V této kapitole jsou vyhodnocena a okomentována data naměřená na Knínickém potoce. Tyto výsledky jsou srovnány s ČSN 75 7221 Jakost povrchových vod a s normami environmentální kvality (NEK), které jsou uvedeny v NV 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových a odpadních vod, v platném znění. Vyhodnocené grafy se nachází v příloze.

### 6.1 Celkový fosfor

Celkový fosfor byl měřen po dobu deseti měsíců od 19.6. 2016 do 1.3.2017. Při laboratorním výzkumu bylo zjištěno, že téměř **všechny vzorky překračují limit normy environmentální kvality (NEK - 0,15 mg/l) až desetinásobně**. Pouze ve třech případech tento limit nebyl překročen – 14.2. 2017 na OP 2 a 1.3. 2017 na OP 1 a 2 z důvodu tání sněhu.

Dle ČSN 75 7221 se naměřené hodnoty celkového fosforu pohybují od I. do V. třídy jakosti povrchových vod. OP 1 spadá do III. třídy s průměrnou hodnotou 0,665 mg/l. 2. OP s průměrným obsahem 0,366 mg/l náleží do II. třídy. 3. OP spadá do V. třídy s průměrným obsahem 1,222 mg/l. 4. OP s průměrnou hodnotou 1,066 mg/l spadá rovněž do V. třídy a 5. OP patří do IV. třídy s průměrnou hodnotou 0,978 mg/l. Podle hodnot je patrné, že většina OP náleží do IV. a V. třídy jakosti povrchových vod (silně až velmi silně znečištěná voda).

Dne 23. 1. 2017 byla naměřena na OP 4 nadprůměrná hodnota pro tento profil z důvodu odebírání vzorku vody v ledu. Znárodnění grafu je v příloze č. 17.

**Celkově lze říci, že koncentrace celkového fosforu na toku nabývá nepřijatelných hodnot. K největším extrémům docházelo v letních měsících s menším množstvím protékající vody, kdy obsah celkového fosforu ve vodě dosahoval až na hodnotu 2,26 mg/l.**

Na 1. a 2. OP jsou hodnoty viditelně nižší, z důvodu umístění nad obcí. 3. OP téměř vždy svými hodnotami přesahoval limit NEK z důvodu vypouštění odpadní vody z ČOV. Průměrná hodnota vypouštění celkového fosforu z ČOV činila za rok 2016 1,43 mg/l. Dle Pittera (2009) jsou zdrojem fosforu prací, čistící, odmašťovací a mycí prostředky, protikorozi a protiinkrustační přípravky, fosforečná hnojiva a živočišné odpady. **Podle vyhodnocených dat je naprosto zřejmé, že vytékající odpadní voda z ČOV na OP 3**

**ovlivňuje koncentraci fosforu v toku.** Dalším vlivem velkého obsahu fosforu jsou odpadní vody vypouštěné přímo z domácností, které doposud nejsou připojeny na místní kanalizaci. U 4. a 5. OP se koncentrace fosforu v mírně snižovala vlivem samočistící schopnosti vody.

Dle *Studie možných zdrojů znečištění na vodním toku Veverka* (Gross, 2014) je možné porovnat hodnoty koncentrace celkového fosforu na Knínickém potoce z roku 2013 – 2014, kde je zřejmé, že za výpustí z ČOV je taktéž vždy překročena NEK 0,15 mg/l. Možným původem znečištění je zde označena odpadní voda z ČOV, vypouštění odpadních vod přímo z domácností nebo splach z okolních polí.

Dle *Monitoring jakosti vody Bílého potoka* (Navrátilová, 2014) je možné porovnat koncentraci celkového fosforu z roku 2013 na Bílém potoce, který se nachází v blízkém okolí. Hodnoty celkového fosforu zde opět přesahují limit NEK 0,15 mg/l z důvodu vypouštění odpadních vod do toku.

**Knínický potok, jako jeden z dílčích přítoků Brněnské přehrady, představuje velký zdroj znečištění fosforem.**

## 6.2 Ortofosforečnany

Limit pro ortofosforečnany není legislativou nijak stanoven. Průměrná hodnota za oba roky se pohybovala od 0,307 mg/l – 2,822 mg/l. Po vyhodnocení průměrných hodnot 1. a 2. roku vyplynulo patrné zhoršení stavu u 1., 3., 4., a 5. OP u 2. OP došlo k mírnému zlepšení. Nejnižší hodnoty se zpravidla objevovaly na OP 1 a OP 2. Vůbec nejnižší hodnota byla naměřena na OP 2 dne 29. 3. 2016 a to 0,014 mg/l. Naopak nejvyšší hodnoty se objevovaly na OP 3, které dosahovaly až na koncentraci 6,37 mg/l. U OP 4 byla průměrná koncentrace 2,279 mg/l a u OP 5 2,085 mg/l. Dne 23. 1. 2017 je u OP 4 vysoká koncentrace ortofosforečnanů z důvodu odběru vzorku z ledu. Zobrazení grafu je v příloze č. 18.

**Z výsledných hodnot je patrný vyšší nárůst znečištění v letních měsících, kdy tokem protéká menší množství vody.** Důvody původu znečištění jsou stejné jako u celkového fosforu. Dále by mohl představovat zdroj znečištění smyv z okolních polí. Opět je patrný nárůst koncentrace ortofosforečnanů za výpustí z ČOV.

Taktéž dle *Monitoring jakosti vody Bílého potoka* (Navrátilová, 2014) lze porovnat koncentraci ortofosforečnanů v Bílém potoce, kde hodnoty průměrně dosahují okolo 2 mg/l.

### 6.3 pH

NV 401/2015 Sb., v platném znění, stanovuje limit pro pH od minimální hodnoty 5 do maximální hodnoty 9. Z výsledků je patrné, že naprosto všechny naměřené hodnoty tyto požadavky splňují.

Průměrné hodnoty se pohybovaly v rozmezí 7,38 – 8,06, přičemž v druhém roce se objevovaly vyšší hodnoty než v prvním roce, a to u všech OP. Nejnižší pH bylo zaznamenáno na 3. OP dne 24.7. 2015 s hodnotou 6,91, naopak nejvyšší hodnota pH 8,23 byla na OP 5 dne 19.6. 2016. Znázornění grafu je v příloze č. 19.

**Celkový výsledek měření poukazuje na to, že pH je v toku neutrální až mírně alkalické.** Dle Pittera (2009) je běžné pH u povrchových vod 6,0 – 8,5, což podle výsledků Knínický potok splňuje. Příliš zásadité pH je ovlivněno fotosyntézou. Při hodnotě pH nad 8 může být vyčerpán volný oxid uhličitý, což je vyvoláno fotosyntetickou asimilací zelených organismů.

### 6.4 Obsah kyslíku

Podle NV 401/2015 Sb. v platném znění, je pro rozpuštěný kyslík minimální hodnota NEK 9 mg/l. Průměrné roční hodnoty u 1., 2., 4. a 5. OP tento limit splňují, pouze u 3. OP jsou hodnoty nižší. Podle ČSN 75 7221 voda v průměru náleží do I. třídy jakosti. Nejnižší hodnota byla naměřena dne 21. 9. 2015 na OP 2 s hodnotou 4,06 mg/l, což odpovídá IV. třídě jakosti. V ostatních měsících byl obsah kyslíku nejnižší téměř vždy na OP 3. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny dne 23. 12. 2016 na OP 2 - 13,14 mg/l, OP 5 - 13,07 mg/l, OP 1- 12,90 mg/l, OP 4 - 12,36 mg/l. Graf je znázorněn v příloze č. 20.

Dle Pittera (2009) je obsah kyslíku závislý na teplotě vody a ovzduší a také na tlaku. Dále uvádí, že obsah kyslíku v povrchových vodách je závislý na rozpustnosti kyslíku ve vodě. Výsledky měření poukazují na to, že mezi teplotou a obsahem kyslíku je nepřímá úměrnost. V teplejších měsících se objevovaly nižší hodnoty obsahu kyslíku, naopak v chladnějších měsících dosahovala koncentrace nejvyšších hodnot. **Dále je zřejmé, že na obsah kyslíku má vliv vypouštění odpadní vody z ČOV, kde jsou naměřeny nejnižší hodnoty.** Obsah kyslíku ve vodě výrazně ovlivňuje samočistící schopnost vody.

## 6.5 Vodivost

Vodivost vymezuje pouze ČSN 75 7221, která rozděluje znečištění na pět tříd jakosti. Průměrné roční hodnoty vodivosti se nacházely v rozmezí 693 – 1083  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . V průměru voda v toku spadá do II. třídy jakosti. Nejnižší vodivost byla naměřena dne 24. 8. 2015 na OP 1 s hodnotou 492  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  spadající do II. třídy. Nejvyšší hodnota vodivosti 1281  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , spadající do IV. třídy, byla naměřena dne 19. 6. 2016 na OP 2. Další značně vysoké hodnoty byly naměřeny na OP 3 a to dne 23. 1. 2017 s hodnotou 1271  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 27. 9. 2016 s hodnotou 1242  $\mu\text{S}/\text{cm}$  spadající rovněž do IV. třídy. Graf je znázorněn v příloze č. 21.

Dle Pittera (2009) slouží vodivost ke zjištění koncentrace iontů a celkové mineralizaci vody. Zároveň je ovlivněna mnoha parametry, např. teplotou. Tvrdí, že pokud teplota vzroste o 1 °C, vzroste konduktivita nejméně o 2 %. Teplota na OP 1 a OP 2 byla vždy nižší, tudíž i hodnoty vodivosti nabývaly odpovídajících hodnot. **Hodnoty na OP 3 byly vyšší z důvodu vypouštění odpadní vody z ČOV**, která může obsahovat neznámé množství rozpuštěných látek. Na OP 4 a OP 5 může vyšší hodnoty způsobovat již zmíněná odpadní voda z ČOV nebo častá vyšší teplota vody oproti OP 1 a OP 2.

## 6.6 Teplota vody

Požadavky na teplotu jsou stanoveny pouze NEK s nejvyšší přípustnou hodnotou 29 °C. Všechny naměřené hodnoty tento limit splňují. Průměrná roční teplota se pohybovala v rozmezí 7 – 11,2 °C s nejvyššími hodnotami na 3., 4. a 5. OP. Nejnižší teplota byla naměřena dne 23. 12. 2016 na OP 1 s hodnotou 0,2 °C. Nejvyšší teplota byla naměřena dne 24. 7. 2015 s hodnotou 21,8 °C na OP 3, 4 a 5. Graf je znázorněn v příloze č. 22.

Teplota vody se přirozeně odvíjela od ročního období a aktuální teploty ovzduší. Obecně nižší teploty se objevovaly na OP 1 a OP 2 z důvodu charakteru lokality. U OP 3 byla teplota ovlivňována výpustí odpadních vod z ČOV a průměr teploty u OP 4 a OP 5 byl vyšší z důvodu umístění v lokalitě s větším množstvím slunečního svitu. Teplota vody pro život lososovitých ryb je dle Pittera (2009) 8 – 18°C.

## 7 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit míru znečištění na zájmovém toku s názvem Knínický potok, který je jedním z dílčích přítoků Brněnské přehrady. Podstatou práce bylo sledování toku v měsíčních intervalech v době od dubna 2015 do března 2017, kde bylo stanoveno pět odběrných profilů, které byly umístěny na základě charakteru lokality. Sledované parametry byly celkový fosfor, fosforečnany, pH, obsah kyslíku, vodivost a teplota. Celkový fosfor a fosforečnany byly vyhodnocovány v laboratoři, ostatní ukazatelé přímo v terénu.

Získané hodnoty byly porovnány s NV 401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod v platném znění (NEK). Dále pak byly srovnány s ČSN 75 7221 Jakost povrchových vod a zařazeny do jakostních tříd.

**Vyhodnocení a porovnání dat s normami ukázalo, že celkový fosfor i ortofosforečnany dosahovaly naprosto nepřijatelných koncentrací.** Průměrná hodnota celkového fosforu na všech odběrných profilech přesahovala přípustný limit NEK **až o desetinásobek** a podle ČSN 75 7221 spadala do III. – V. třídy jakosti vody, taktéž ortofosforečnany dosahovaly vysokých hodnot. Získané průměrné **hodnoty pH splňovaly přípustný limit** u všech odběrných profilů. **Obsah kyslíku** z pěti odběrných profilů **splňoval limit** NEK na čtyřech profilech a podle ČSN spadal do I. třídy jakosti. U vodivosti nebyl limit NEK dodržen pouze u profilu č. 1 v prvním roce, dle ČSN hodnoty spadaly do I. – II. třídy. Při vyhodnocení průměrné teploty vody nebyl v žádném z odběrů překročen limit NEK.

**Celkový výsledek sledování dokázal, že pravidelně největším zdrojem znečištění je vypouštěná odpadní voda z čistírny odpadních vod v obci Veverské Knínice, dále pak vypouštěná odpadní voda přímo z domácností doposud nenapojených na obecní kanalizaci. Další vliv na znečištění vody může mít splach z okolních polí, s kterým do vody pronikají různé nežádoucí látky, jejichž součástí jsou i fosforečnany.**

Podle generálního ředitele Povodí Moravy přiteče ročně do Brněnské přehrady 35 tun fosforu, z čehož více než 70 % má původ na posledních třinácti kilometrech řeky. Povodí Moravy se toto množství snaží odstraňovat pomocí areačních věží a dávkováním síranu železitého, který fosfor vysráží. **Tato práce dokazuje, že Knínický potok, jako jeden z dílčích přítoků nádrže, přispívá ke znečištění fosforem v masivních koncentracích.**

Znečišťování vod je celosvětovým problémem, na který je nutné klást velký důraz. Jednou z hlavních cest pro omezení znečišťování vody je budovat hustou síť čistíren odpadních vod, které zajistí minimální vypouštění nežádoucích látek do koloběhu vody. V této práci je patrné, že některé čistírny vypouštějí vodu, která i po čistícím procesu nesplňuje dané normy, tudíž je důležité budovat moderní kvalitní ČOV, které budou vypouštět normám odpovídající vodu.



## 8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

### Literární zdroje

- BENEŠOVÁ, Marika, SATRAPOVÁ, Hana. *Odmaturuj z chemie*. Brno: Didaktis, 2002. 208 s. ISBN 978-80-86285-56-1.
- BULÍČEK, Jaroslav. *Voda v zemědělství*. Praha. Státní zemědělské nakladatelství, 1977. 291 s. ISBN neuvedeno.
- CULEK, Martin, ed. *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Enigma, 1996. ISBN 80-85368-80-3.
- GROSS, Karel. *Studie možných druhů znečištění na vodním toku Veverka*. Brno, 2014. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. Agronomická fakulta.
- HLAVÍNEK Petr, ŘÍHA Jaromír. *Jakost vody v povodí*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. 209 s. ISBN 80-214-2815-5.
- KOPP, Radovan. *Hydrochemie nejen pro rybáře*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. 116 s. ISBN 978-80-7509-352-3.
- NAVRÁTILOVÁ, Lucie. *Monitoring jakosti vody Bílého potoka*. Brno, 2014. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. Agronomická fakulta.
- OPPELTOVÁ, Petra. *Ochrana vodních zdrojů*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. 100 s. ISBN 978-80-75-09-218-2.
- OPPELTOVÁ, Petra, NOVÁK, Jiří, KOTOVICOVÁ, Jana. *Vzdělávací modul: Ochrana životního prostředí: Voda*. Náměšť nad Oslavou: ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura, o. s., 2012. 164 s. ISBN 978-80-87226-12-4.
- PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. Praha: vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2009. 592 s. ISBN 978-80-7080-701-9.
- PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. Praha: vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2015. 792 s. ISBN 978-80-7080-928-0.
- ŘÍHA, Jaromír. *Jakost vody v povrchových vodních tocích a její matematické modelování*. Brno: NOEL 2000, 2002. 262 s. ISBN 80-86020-31-2.
- SPURNÝ, Petr, MAREŠ, Jan, KOPP, Radovan, ŘEZNÍČKOVÁ, Pavla. *Hydrobiologie a rybářství*. Brno: Mendelova univerzita, 2015. 254 s. ISBN 978-80-7509-345-5.
- SYNÁČKOVÁ, Marcela. *Čistota vod*. Praha. Vydavatelství ČVUT, 1996, 208 s. ISBN 80-01-01083-X.
- VACÍK, Jiří, BARTHOVÁ, Jana, PACÁK, Josef a kolektiv. *Přehled středoškolské chemie*. Praha: SPN, 1999. 368 s. ISBN 978-80-7235-108-4.

VILDOMCOVÁ, Anna. *Revitalizace toku Veverka*. Brno, 2012. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně. Lesnická fakulta.

VLČEK, V. A KOL. *Zeměpisný lexikon ČSR: Vodní toky a nádrže*. Praha, Academia, 1984, 291 s. ISBN 8020003150

### **Periodické zdroje**

CARPENTER, S., CARACO, N., CORRELL, D., HOWARTH, R., SHARPLEY, A., SMITH, V. Nonpoint Pollution of Surface Waters with Phosphorus and Nitrogen. In *Ecological Applications: Ecological Society of America*, 1998, Volume 8, Issue 3, p. 559 – 568. ISSN 1051-0761.

### **Osobní sdělení**

Matyáš Oldřich, Bc. (starosta obce Veverké Knínice) osobní sdělení 2017 [cit. 2017-2].

### **Internetové zdroje**

*AOPK ČR*. [online], [cit. 2017-02-05]. Dostupné z: <http://drusop.nature.cz/>.

*Česká geologická služba*. [online], [cit. 2017-02-04]. Dostupné z: <http://mapy.geology.cz/>.

*eKatalog BPEJ*. [online], [cit. 2017-02-04]. Dostupné z: <http://bpej.vumop.cz/>

*Hydrosoft Veleslavín*. [online], [cit. 2017-02-05]. Dostupné z: <http://heis.vuv.cz/>.

*Národní geoportál INSPIRE*. [online], [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <https://geoport-tal.gov.cz/>.

*Nitrátová směrnice. eAGRI* [online] 2016 [cit. 2016-11-19]. Dostupné z: <http://ea-gri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/ochrana-vody/nitratova-smernice/>.

*Povodí Moravy*. [online], [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/cz/media/aktuality/povodi-moravy-spousti-provoz-aeracnich-vezi-a-davkovani-siranu-zele-ziteho-x/>.

*Vodní rámcová směrnice. eAGRI* [online] 2017 [cit. 2017-1-13]. Dostupné z: <http://ea-gri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/ochrana-vody/vodni-ramcova-smernice/>.

2 *VODA* [online], [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: [http://envis.praha-mesto.cz/ro-cenky/pr\\_99/kap\\_021.htm](http://envis.praha-mesto.cz/ro-cenky/pr_99/kap_021.htm).

## **Právní a ostatní předpisy dostupné na Internetu**

Nařízení vlády č. 71/2003 Sb., o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod, ve znění pozdějších předpisů. *Zákony pro lidi.cz* [online] 2003 [cit. 2016-11-09]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-71>.

Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů. *Zákony pro lidi.cz* [online] 2004 [cit. 2016-11-09]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-252>.

Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu, ve znění pozdějších předpisů. *Zákony pro lidi.cz* [online] 2012 [cit. 2016-11-09]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-262>.

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění pozdějších předpisů. *Zákony pro lidi.cz* [online] 2015 [cit. 2016-11-09]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-401>.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů. *Zákony pro lidi.cz* [online] 2001 [cit. 2016-11-09]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>.

## **9 SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obrázek č. 1: Zranitelné oblasti ČR.....</i>	15
<i>Obrázek č. 2: Jakost vody v tocích v letech 2006 – 2007.....</i>	17
<i>Obrázek č. 3: Jakost vody v tocích v letech 1991 – 1992.....</i>	18
<i>Obrázek č. 4: Identifikace odběrných profilů.....</i>	26
<i>Obrázek č. 5: Poloha povodí Veverky .....</i>	30
<i>Obrázek č. 6: Povodí Veverky .....</i>	37
<i>Obrázek č. 7: Detail Knínického potoka .....</i>	37
<i>Obrázek č. 8: Zranitelné oblasti v povodí .....</i>	39

## 10 SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka č. 1: Mezní hodnoty fosforu dle ČSN 75 7221</i> .....	16
<i>Tabulka č. 2: Rozpis dnů monitoringu</i> .....	25
<i>Tabulka č. 3: Mezní hodnoty jakosti vod dle ČSN 75 7221</i> .....	29
<i>Tabulka č. 4: Normy environmentální kvality pro útvary povrchových vod (NEK) dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb., v platném znění</i> .....	29
<i>Tabulka č. 5: Geomorfologie území</i> .....	32
<i>Tabulka č. 6: Rozčlenění hornin</i> .....	32 – 33
<i>Tabulka č. 7: Zatížení ČOV</i> .....	40

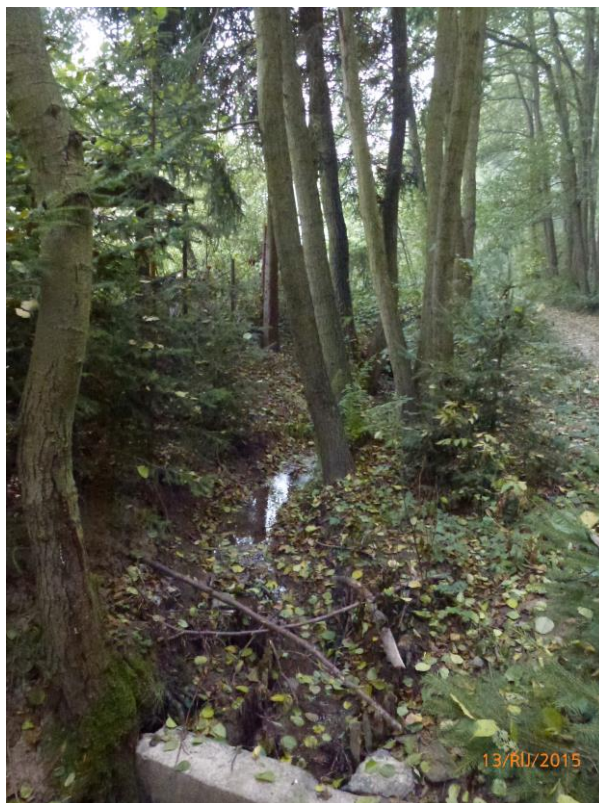
## 11 SEZNAM ZKRATEK

<i>BSK</i>	biologická spotřeba kyslíku
<i>CHSK</i>	chemická spotřeba kyslíku
<i>ČOV</i>	čistírna odpadních vod
<i>ČR</i>	Česká Republika
<i>ČSN</i>	česká státní norma
<i>EU</i>	Evropská Unie
<i>NEK</i>	norma environmentální kvality
<i>NPH</i>	nejvyšší přípustná hodnota
<i>OP</i>	odběrný profil
<i>RP</i>	roční průměr

## 12 SEZNAM PŘÍLOH

<i>Příloha č. 1: Odběrný profil 1</i> .....	54
<i>Příloha č. 2: Odběrný profil 2</i> .....	54
<i>Příloha č. 3: Výpusť z ČOV</i> .....	55
<i>Příloha č. 4: Okolí odběru 3</i> .....	55
<i>Příloha č. 5: Odběrný profil 4</i> .....	56
<i>Příloha č. 6: Okolí odběrného profilu 4</i> .....	56
<i>Příloha č. 7: Odběr vzorků v zimním období</i> .....	57
<i>Příloha č. 8: Detail odběrného profilu 5</i> .....	57
<i>Příloha č. 9: Odběrný profil 5</i> .....	58
<i>Příloha č. 10: Lokalita .4. a 5. odběru</i> .....	58
<i>Příloha č. 11: Měření hodnot za pomoci multimetru HACH HQ 30d</i> .....	59
<i>Příloha č. 12: Spektrofotometr HACH DR 4000U</i> .....	59
<i>Příloha č. 13: Termoreaktor HACH DRB 200 a připravené vialky pro měření celkového fosforu</i> .....	60
<i>Příloha č. 14: Filtrace vzorků pro měření fosforečnanů</i> .....	60
<i>Příloha č. 15: Odebírání přefiltrovaného vzorku pro měření fosforečnanů ve spektrofotometru</i> .....	61
<i>Příloha č. 16: Srovnání obsahu fosforečnanů – vlevo odběrné místo č. 1 (0,44 mg/l) a vpravo odběrné místo č. 3 (2,203 mg/l)</i> .....	61
<i>Příloha č. 17: Vývoj celkového fosforu</i> .....	62
<i>Příloha č. 18: Vývoj fosforečnanů</i> .....	63
<i>Příloha č. 19: Vývoj pH</i> .....	64
<i>Příloha č. 20: Vývoj obsahu O<sub>2</sub></i> .....	65
<i>Příloha č. 21: Vývoj vodivosti</i> .....	66
<i>Příloha č. 22: Vývoj teploty</i> .....	67

## **Přílohy**



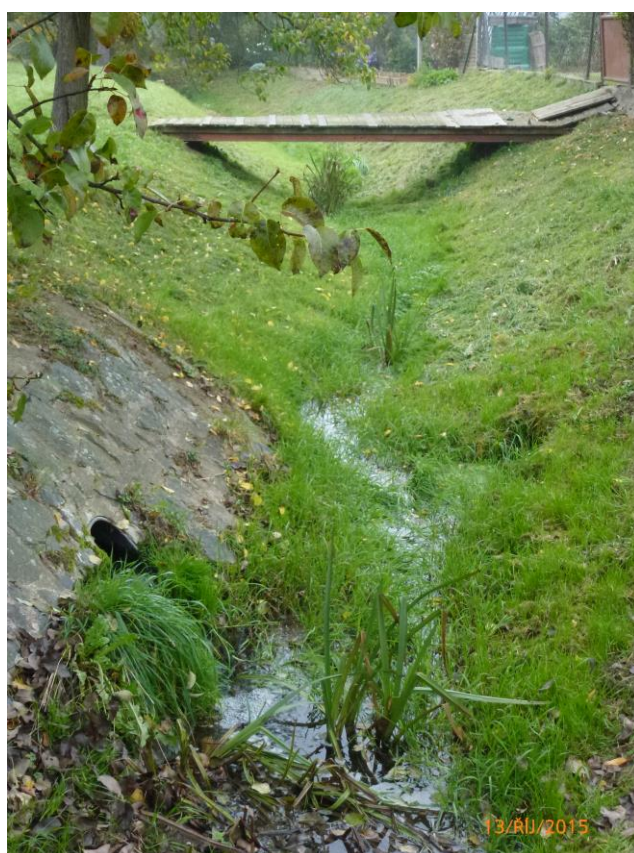
*Příloha č. 1: Odběrný profil 1 – archiv autora*



*Příloha č. 2: Odběrný profil 2 – archiv autora*



*Příloha č. 3: Výpust' z ČOV – archiv autora*



*Příloha č. 4: Okolí odběru 3 – archiv autora*





*Příloha č. 5: Odběrný profil 4 – archiv autora*



*Příloha č. 6: Okolí odběrného profilu 4 – archiv autora*



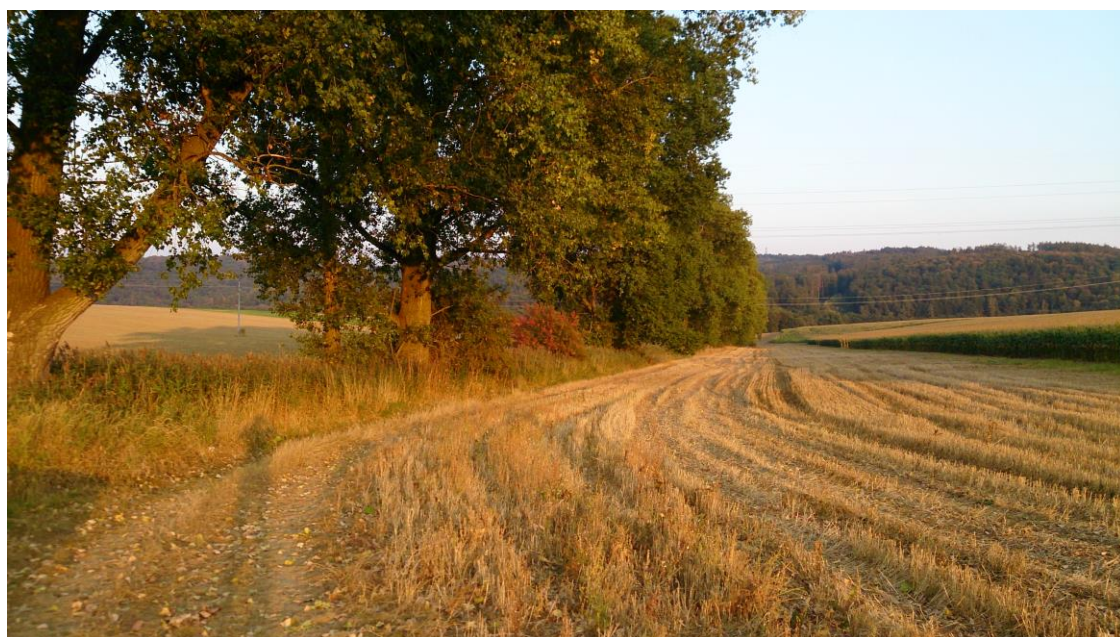
*Příloha č. 7: Odběr vzorků v zimním období – archiv autora*



*Příloha č. 8: Detail odběrného profilu 5 – archiv autora*



*Příloha č. 9: Odběrný profil 5 – archiv autora*



*Příloha č. 10: Lokalita 4. a 5. odběru – archiv autora*



*Příloha č. 11: Měření hodnot za pomoci multimetru HACH HQ 30d – archiv autora*



*Příloha č. 12: Spektrofotometr HACH DR 4000U – archiv autora*



*Příloha č. 13: Termoreaktor HACH DRB 200 a připravené vialky pro měření celkového fosforu – archiv autora*



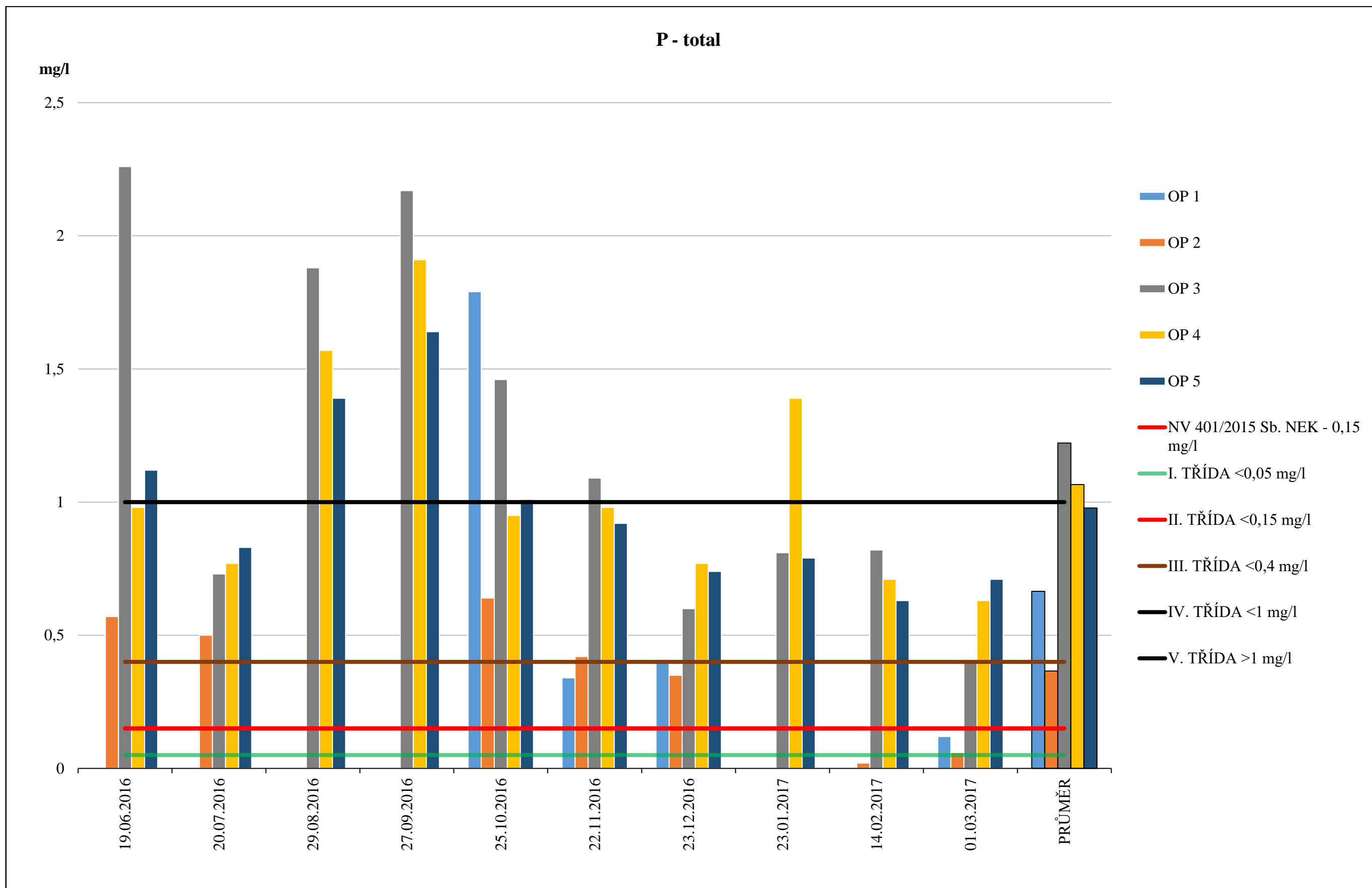
*Příloha č. 14: Filtrace vzorků pro měření fosforečnanů – archiv autora*



*Příloha č. 15: Odebírání přefiltrovaného vzorku pro měření fosforečnanů ve spektrofotometru – archiv autora*



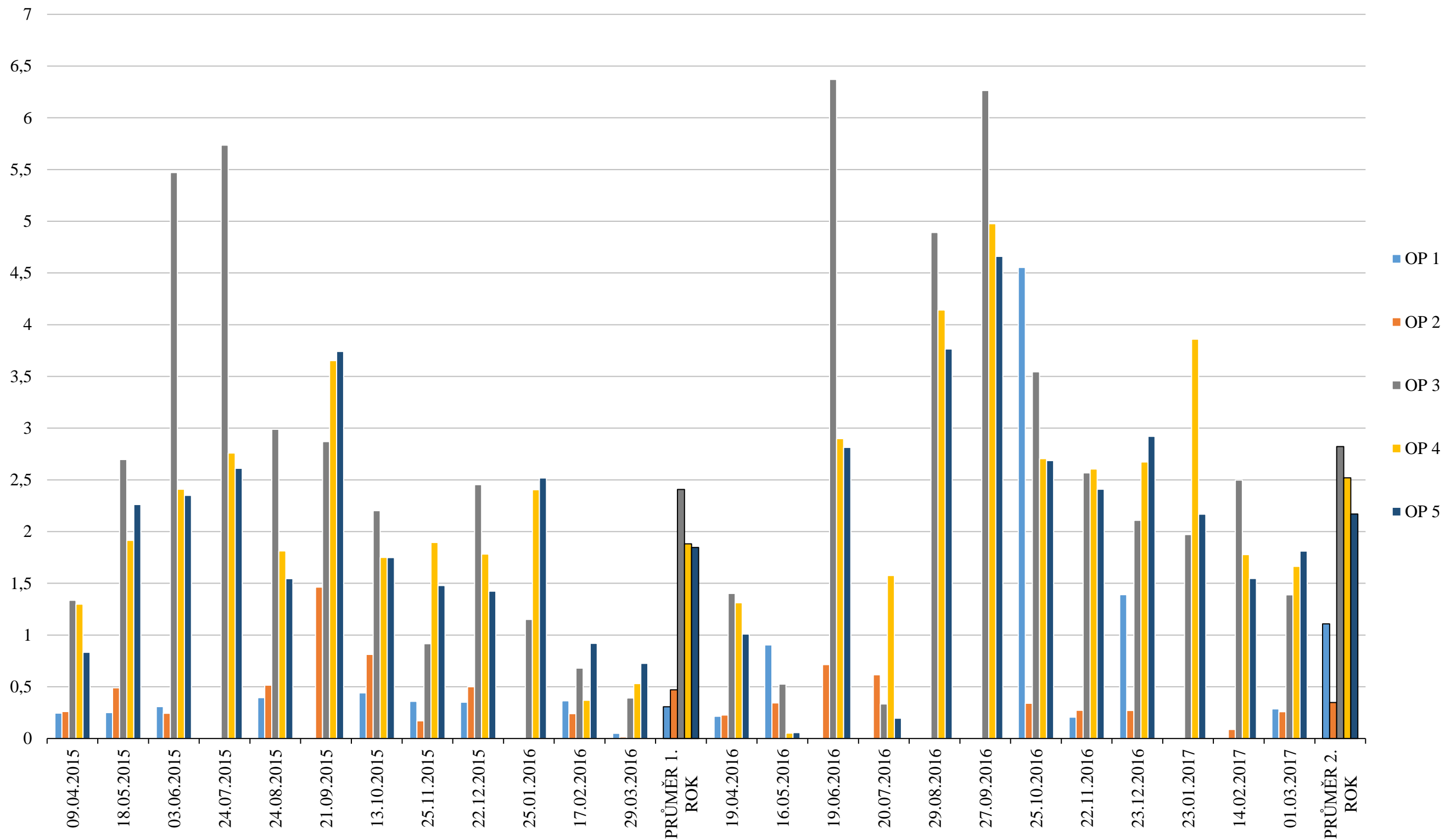
*Příloha č. 16: Srovnání obsahu fosforečnanů – vlevo odběrné místo č. 1 (0,44 mg/l) a vpravo odběrné místo č. 3 (2,203 mg/l) – archiv autora*



Příloha č. 17: Vývoj celkového fosforu

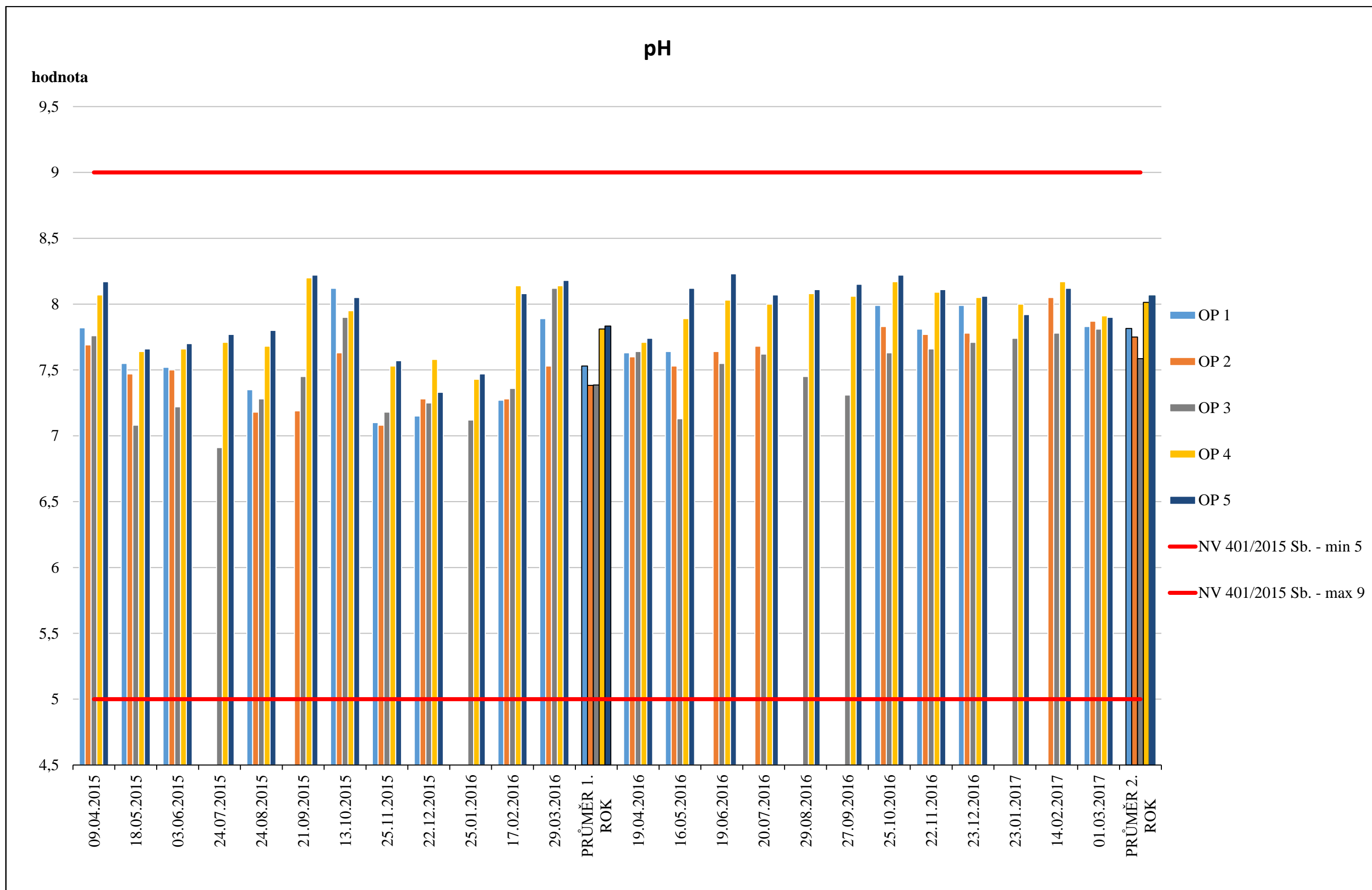
**ORTOFOSFOREČNANY**  
**PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>**

mg/l



Příloha č. 18: Vývoj fosforečnanů





Příloha č. 19: Vývoj pH

## OBSAH O<sub>2</sub>

mg/l

14

12

10

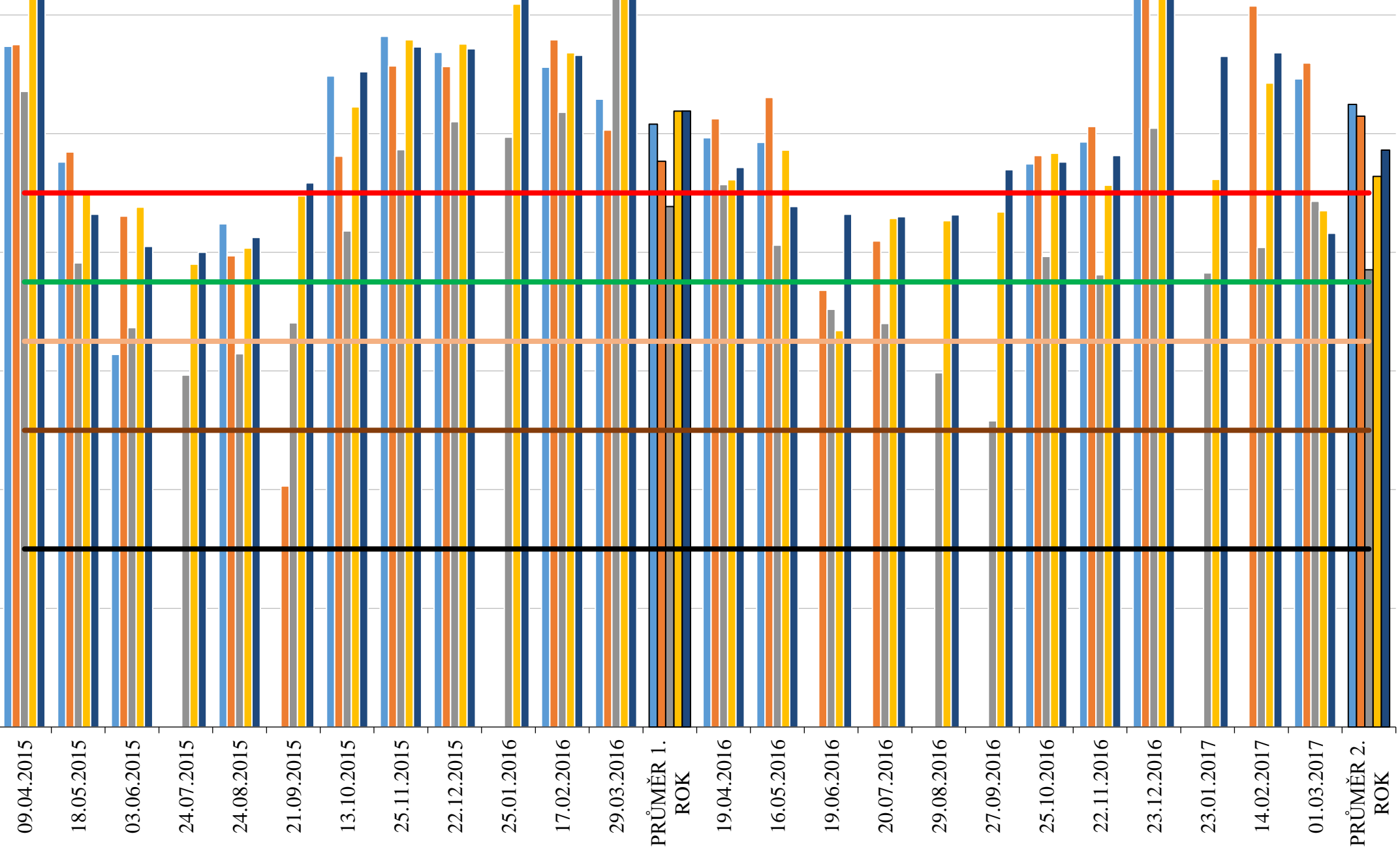
8

6

4

2

0



- OP 1
- OP 2
- OP 3
- OP 4
- OP 5
- NV 401/2015 Sb. - NEK 9 mg/l
- I. Třída >7,5 mg/l
- II. Třída >6,5 mg/l
- III. Třída >5 mg/l
- IV. Třída >3 mg/l

Příloha č. 20: Vývoj obsahu O<sub>2</sub>

# VODIVOST

μS/cm

1600

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

OP 1

OP 2

OP 3

OP 4

OP 5

I. Třída < 400  
μS/cm

II. Třída < 700  
μS/cm

III. Třída < 1100  
μS/cm

IV. Třída < 1600  
μS/cm

09.04.2015

18.05.2015

03.06.2015

24.07.2015

24.08.2015

21.09.2015

13.10.2015

25.11.2015

22.12.2015

25.01.2016

17.02.2016

29.03.2016

PRŮMĚR 1.  
ROK

19.04.2016

16.05.2016

19.06.2016

20.07.2016

29.08.2016

27.09.2016

25.10.2016

22.11.2016

23.12.2016

23.01.2017

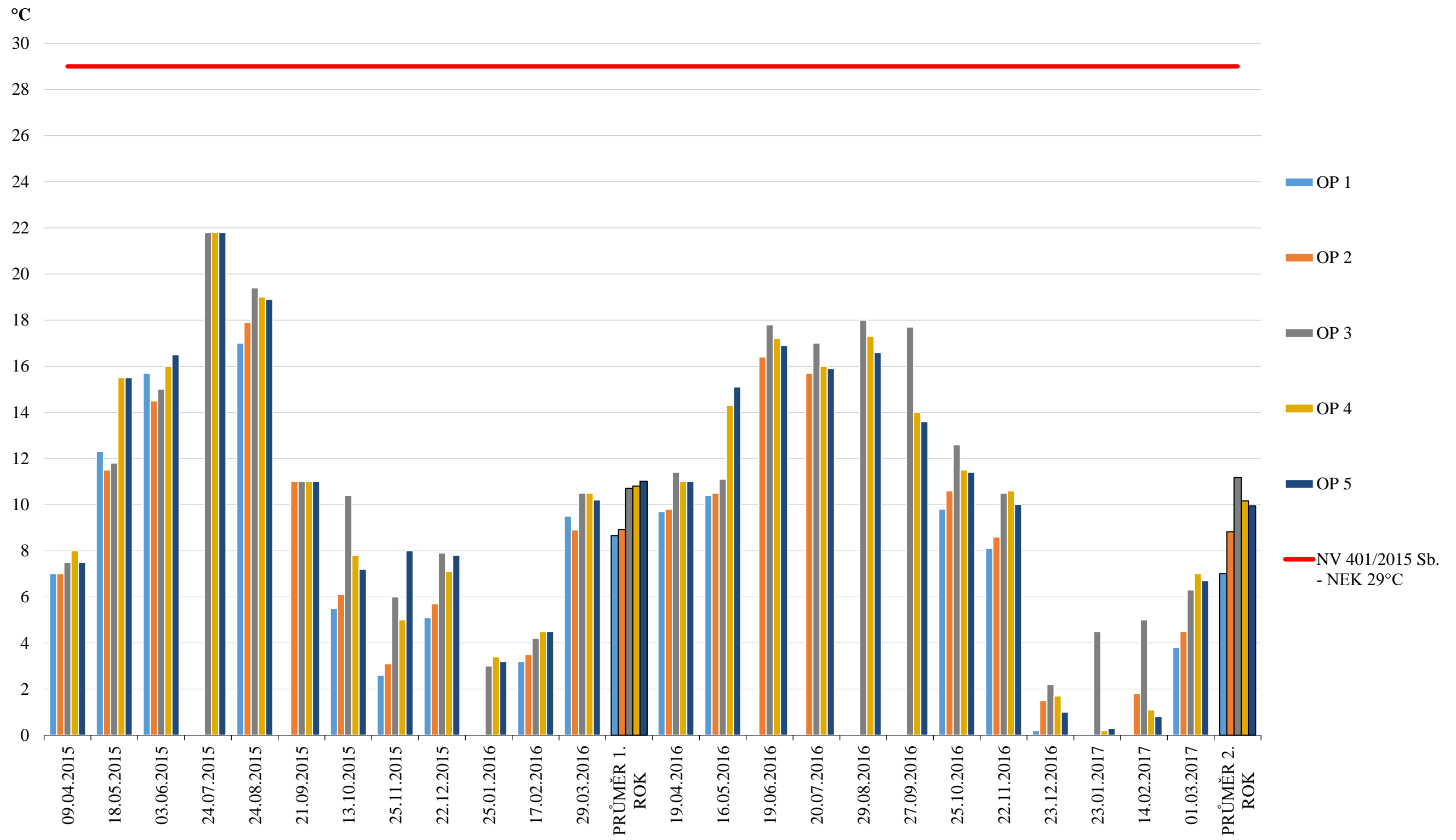
14.02.2017

01.03.2017

PRŮMĚR 2.  
ROK

Příloha č. 21: Vývoj vodivosti

# TEPLOTA



Příloha č. 22: Vývoj teploty