JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor: Agroekologie - Péče o krajinu
Katedra: Krajinného managementu
Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Stanovení jakostních ukazatelů pitné vody u vybraných zemědělských subjektů v okrese Jindřichův Hradec

Vedoucí diplomové práce: Ing. Václav Nedbal, Ph.D.
Autor diplomové práce: Bc. Monika Kučerová

České Budějovice, duben 2016

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: **2015/2016**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Bc. Monika KUČEROVÁ, DiS.**
Osobní číslo:	**Z14366**
Studijní program:	**N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor:	**Agroekologie - Péče o krajinu**
Název tématu:	**Stanovení jakostních ukazatelů pitné vody u vybraných zemědělských subjektů v okrese Jindřichův Hradec**
Zadávající katedra:	**Katedra krajinného managementu**

Zásady pro vypracování:

Diplomová práce bude zaměřena na problematiku kvality pitné vody v oblasti zemědělství okresu Jindřichův Hradec. Teoretická část práce bude řešit ochranu a nakládání s pitnou vodou v zemědělství. Experimentální část DP bude zaměřena na detekci případného zhoršení jakosti pitné vody používané v zemědělském hospodaření, zejména na výskyt dusičnanů v pitné vodě, jako důsledek nepřiměřeného používání hnojiv. DP navazuje na předchozí bakalářskou práci.

1. Vypracování literární rešerše.
2. Zjištění aktuálního stavu nakládání s pitnou vodou vybraných zemědělských subjektů.
3. Odběry a zpracování vzorků.
4. Analýza dat.

Rozsah grafických prací: **5 - 10 str. grafů a tabulek**

Rozsah pracovní zprávy: **40 - 60 stran textu**

Forma zpracování diplomové práce **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Chapin F. S. III., Matson P. A., Mooney H. A. 2002: Principles of terrestrial ecosystem ecology. Springer Science and Business Media, New York.
Schlesinger W. H. 1997: Biogeochemistry - an analysis of global change. Academic Press, San Diego, California.
Pitter P: Hydrochemie. VŠCHT Praha, 2009 Praha
Horáková M., Lischke P., Grünwald A.: Chemické a fyzikální metody analýzy vod. 1989, Praha

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Václav Nedbal, Ph.D.**
Katedra krajinného managementu

Datum zadání diplomové práce: **16. března 2016**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2016**

V. 2

prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení

doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 16. března 2016

Prohlášení:

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

dne 21. 4. 2016 …….…….....

Bc. Monika Kučerová

Poděkování

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Ing.Václavu Nedbalovi, Ph.D. za rady, čas a ochotu, které mi během jeho odborného vedení poskytl. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Lubošovi Bodlákovi, Ph.D. za rady a spolupráci při psaní diplomové práce a své rodině za podporu při studiu.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá problematikou pitných vod. Cílem práce je hodnocení jakostních parametrů pitné vody v souvislosti s legislativou ošetřující tuto problematiku. Hodnocení probíhalo u devíti zemědělských subjektů a byly stanoveny a vyhodnoceny rozbory pitných vod. Byly porovnány mikrobiologické a hydrochemické ukazatele pitných vod za rok 2015. Sledované mikrobiologické ukazatele byly koliformní bakterie, Escherichia coli, enterokoky, psychrofilní bakterie. Sledované hydrochemické ukazatele byly amoniakální dusík, dusičnanový dusík, fosforečnanový fosfor, celkový anorganický uhlík, celkový organický uhlík, celkový uhlík, celkový dusík, pH, konduktivita. Výsledné hodnoty vykazovaly překročení ukazatelů mikrobiologického šetření na pěti odběrových místech dle platné legislativy. Dále byly překročené mezní hodnoty celkového organického uhlíku u všech sledovaných zemědělských subjektů a taktéž byly zvýšené hodnoty obsahu dusičnanového dusíku v pitné vodě u třech hodnocených subjektů po celý hodnocený rok.

Klíčová slova: pH, dusičnany, amonné ionty, organické látky, mikrobiologické ukazatele

Abstract:

The thesis deals with the issue of drinking water. The aim of the study is to evaluate quality parameters of drinking water in connection with legislation attending to this issue. The evaluation was conducted in nine agricultural subjects and analyzes of drinking water were determined and evaluated. Microbiological and hydrochemical indicators of drinking water were compared within the year 2015. Regarding microbiological indicators, coliforms, Escherichia coli, enterococci, psychrophilic bacteria were followed. Ammonia nitrogen, nitrate nitrogen, phosphate phosphor, total inorganic carbon, total organic carbon, total carbon, total nitrogen, pH, conductivity were followed regarding hydrochemical indicators. The final values showed exceeded values of the microbiological indicators at five sampling sites according to applicable legislation. Furthermore, threshold values of total organic carbon were exceeded in all tested agricultural subjects and also values of nitrate nitrogen in drinking water were increased at three subjects evaluated throughout the year.

Keywords: pH, nitrates, ammonium ions, organic compounds, microbiological indicators

OBSAH

1. ÚVOD 8

2. LITERÁRNÍ REŠERŠE 9

2. 1 ZDROJE PITNÉ VODY 9
2. 1. 1 Šachtová studna 9
2. 1. 2 Vrtaná studna 10
2. 2 ČERPÁNÍ PITNÉ VODY 12
2. 3 TECHNOLOGICKÁ ÚPRAVA VODY 13
2. 3. 1 Filtrace 13
2. 3. 2 Desinfekce 14
2. 4 LEGISLATIVA 16
Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů 16
Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) 16
Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody 16
ČSN 75 7143 voda pro závlahy 17
2. 5 MIKROBIOLOGICKÉ UKAZATELE 18

2. 5. 1 Koliformní bakterie 20
2. 5. 2 Koliformní bakterie termofilní 21
2. 5. 3 Escherichia coli 21
2. 5. 4 Enterokoky 22
2. 5. 5 Psychrofilní bakterie (chladnomilné) 23
2. 6 HYDROCHEMICKÉ PARAMETRY 24
2. 6. 1 pH vody 24
2. 6. 2 Elektrolytická konduktivita (vodivost) 25
2. 6. 3 Amonné ionty 26
2. 6. 4 Organické látky 26
2. 7 ZDROJE ZNEČIŠTĚNÍ PITNÉ VODY 27
2. 7. 1 Fosforečnany 27
2. 7. 2 Dusičnany 28

3. METODIKA 31

3. 1 POPIS ÚZEMÍ 31
Odběrové místo č. 1 31
Odběrové místo č. 2 31
Odběrové místo č. 3 32
Odběrové místo č. 4 32
Odběrové místo č. 5 33
Odběrové místo č. 6 33
Odběrové místo č. 7 34
Odběrové místo č. 8 34
Odběrové místo č. 9 35
3. 2 ODBĚRY VZORKŮ 36
3. 3 ZPRACOVÁNÍ VZORKŮ 36
3. 3. 1 Zpracování nefiltrovaného vzorku 36
3. 3. 2 Zpracování filtrovaného vzorku 37

4. VÝSLEDKY 38

4. 1 MIKROBIOLOGICKÉ VÝSLEDKY PITNÉ VODY 38
4. 2 HYDROCHEMICKÉ VÝSLEDKY PITNÉ VODY 40
4. 3 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ VÍCE ROZMĚROVÉ ANALÝZY ROZPTYLU 45

5. DISKUSE 47

5. 1 MIKROBIOLOGICKÉ UKAZATELE PITNÉ VODY 47
5. 2 ROZPUŠTĚNÉ LÁTKY V PITNÉ VODĚ.....48

6. ZÁVĚR 50

7. SEZNAM LITERATURY 52

8. PŘÍLOHY 61

8. 1 KALENDÁŘNÍ PLÁN, 2015 61
8. 2 ZÁKLADNÍ POPISNÁ STATISTIKA HODNOCENÝCH PARAMETRU 61
8. 3 VÝSLEDKY VÍCE ROZMĚROVÉ ANALÝZY ROZPTYLU PH, NH4-N, PO4 -P, TOC (ANOVA, TUKEYHO POST- HOC TEST P ≤ 0,05) ČÍSLICE V OSÁCH OZNAČUJÍ ODBĚROVÁ MÍSTA, ČÍSLA OZNAČUJÍ DOSAŽENÉ HLADINY VÝZNAMNOSTI S OZNAČENÍM PRŮKAZNÝCH ROZDÍLŮ ČERVENOU BARVOU). 63

Seznam zkratek:

KTJ - kolonie tvořící jednotka

NMH - nejvyšší mezní hodnota

MH - mezní hodnota

DH - doporučená hodnota

TOC – celkový organický uhlík

TC – celkový uhlík

TIC – celkový anorganický uhlík

TN – celkový dusík

tabulka - tab.

obrázek- obr.

Odběrové místo – odb.

MO- mikroorganismy

MBL-mikrobiologická analýza

chemie - hydrochemická analýza

1. ÚVOD

Voda je základní jednotkou pro existenci Země. Je potřebná nejen pro přežití každého z nás ale i v každém pracovním odvětví. Taktéž má i stejnou váhu v zemědělství. Pitná voda se zde používá pro napájení dobytka, pro závlahy polí, které vedou k výnosům. Je i součástí pitného režimu pracovníků.

Ve své diplomové práci se zabývám hodnocením kvality pitné vody z vybraných zemědělských podniků. Byl proveden odběr z individuálních zdrojů pitné vody a byla provedena analýza pitné vody ze stanovených odběrových míst. Předpokládám, že kvalita vody nebude ve všech hodnocených farmách stejná a že v některých oblastech budou překročeny limitní hodnoty mikrobiologických a hydrochemických parametrů vůči legislativě. Analýza by měla také ověřit, zda nedochází ke kontaminaci pitné vody z nadměrného hnojení půdy.
Cílem mé diplomové práce je zjistit přítomnost cizorodých látek ve vodě a vyhodnotit, zda zemědělské hospodaření z vytyčených oblastí ovlivňuje kvalitu pitné vody.

Dílčí cíle

- stanovení a vyhodnocení mikrobiologických ukazatelů ze zdrojů pitné vody ve vybraných zemědělských podnicích
- stanovení a vyhodnocení vybraných chemických parametrů ze zdrojů pitné vody ve vybraných zemědělských podnicích
- porovnání výsledků zemědělských podniků mezi sebou a vyhodnocení plnění povinností dle platné legislativy

2. LITERÁRNÍ REŠERŠE

2. 1 Zdroje pitné vody

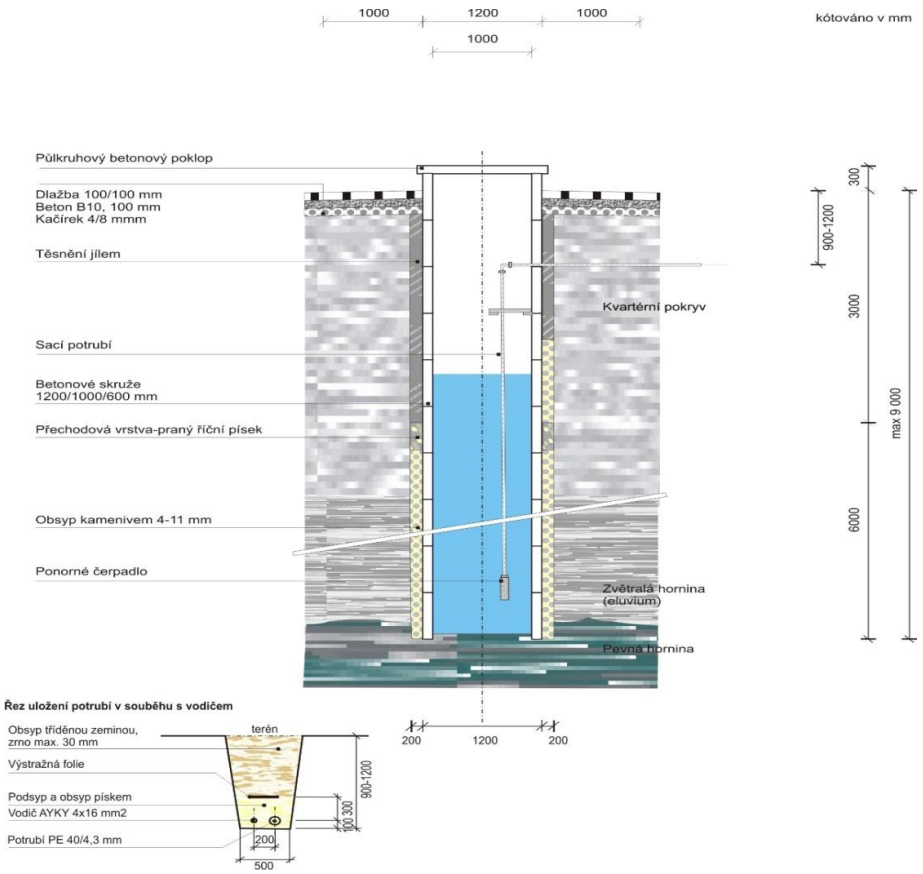
2. 1. 1 Šachtová studna

Studna je podle zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, v platném znění, (dále jen „vodní zákon“) vodním dílem, k jehož provedení, ale i změně nebo zrušení je také potřeba povolení vodoprávního úřadu. Dále je potřeba podle téhož zákona pro odběr vody prostřednictvím studny získat povolení vodoprávního úřadu k nakládání s vodami - k odběru podzemích vod.

Zásady budování studní lze shrnout do pěti základních bodů:

- Studny je třeba situovat v prostředí, které nesmí být znečištěné.
- Odběrem vody ze studny nesmí být snížena vydatnost již existujících zdrojů vody.
- Konstrukce studny musí zamezit vnikání dešťové vody a nečistot do studny.
- Všechny materiály použité na stavbu studny musí být zdravotně nezávadné.
- Je třeba upravit okolí studny. Do vzdálenosti 10 m jsou zakázané činnosti, které by mohly zhoršovat jakost podzemní vody (Šidlíková, 2012).

ČSN 75 5115 uvádí, že šachtovou studnu (obr. č. 1) k jímání vody, která má sloužit jako pitná, je nutno chránit krytem, který nesmí být ze dřeva, musí být zajištěn proti posunutí a musí zamezit vnikání nečistot do studny. Kryt musí přesahovat líc pláště studny nejméně o 50 mm. Musí být upraven tak, aby z něho nemohla stékat voda na plášť studny a povrch musí mít sklon k okrajům. Uzávěr trubky musí být zajištěn proti manipulaci neoprávněnou osobou. Pokud je nutné větrání studny kvůli výskytu plynů, musí být provedeno tak, aby bylo vyloučeno znečištění jímané podzemní vody.



obr. č. 1 Šachtová studna (www.glaukos.cz)[1]

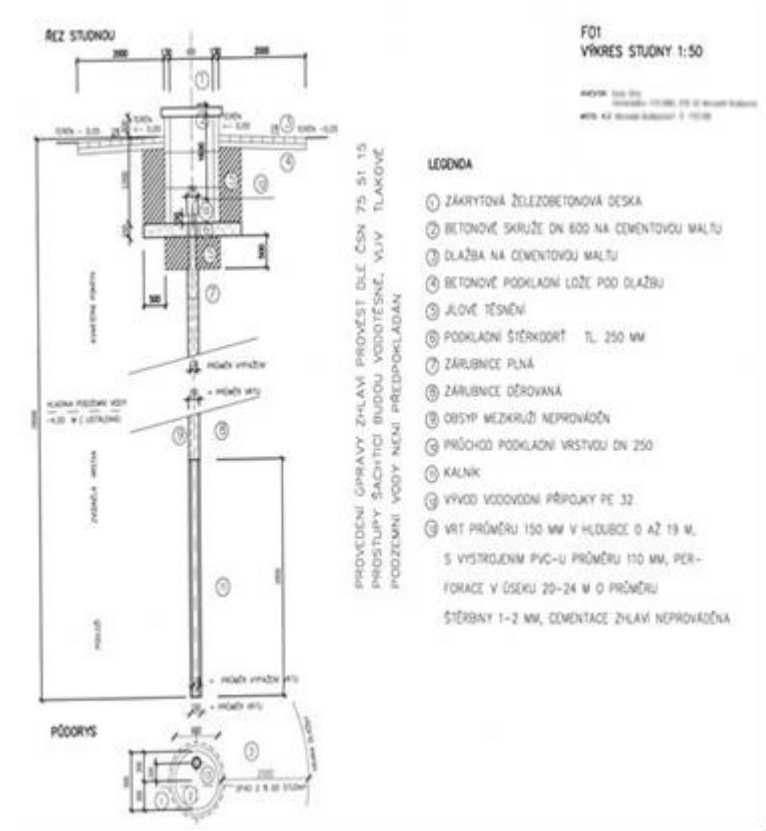
2. 1. 2 Vrtaná studna

ČSN 75 5115 uvádí, že k jímání vody, která má sloužit jako pitná, musí být opatřeny vhodně upraveným zhlavím. Zhlaví musí být upraveno tak, aby bezpečně zabránilo vnikání nečistot, nebo povrchové vody do vrtu a má být ukončeno ve výši nejméně 200 mm nade dnem manipulační šachty. Pokud jím neprochází potrubí, tak musí být opatřeno odnímatelným víkem. Manipulační šachta vrtané studny musí být vyvedena nejméně 0,5 m nad okolní upravený terén a 0,3 m nad hladinu stoleté vody. Hloubku manipulační šachty je nutno volit tak, aby nemohlo dojít k zámrzu potrubí, nebo jiných zařízení instalovaných v šachtě.

Tomanová (2012) uvádí, že studny vrtané (tzv. trubní) (obr. č. 2) jsou dnes nejrozšířenější. Průměr je dán vydatností studny, obvykle 160 mm, hluboká je nejčastěji 30 – 40 m a její stěny bývají vyrobeny z PVC či polyethylenu,

1) http:// www.glaukos.cz/ kopane-studny.php

případně z antikorozní oceli. Kolem těchto stěn je vrstva materiálu (např. štěrk), kterým dobře prosakuje voda. Seshora musí být neprosakující vrstva, která brání vniknutí srážek do studny. Vodní sloupec ve studni může dosahovat i více než 10 m. Studna se obvykle hloubí vrtací soustavou. Vrtaný otvor je vypažen trubkou zvanou pažnice, která nahrazuje studňový plášť. Její spodní část zasahuje do zvodněné vrstvy a je děrována. Tvoří tak studniční filtr. Velkou výhodou těchto studní je možnost využití pramenů vyskytujících se ve větších hloubkách (Remerová, 2011).



obr. č. 2 Vrtaná studna (www.vrtane-studny-sk.cz)[2]

2) http://www.vrtane-studny-sk.cz/projekty-studni

2. 2 Čerpání pitné vody

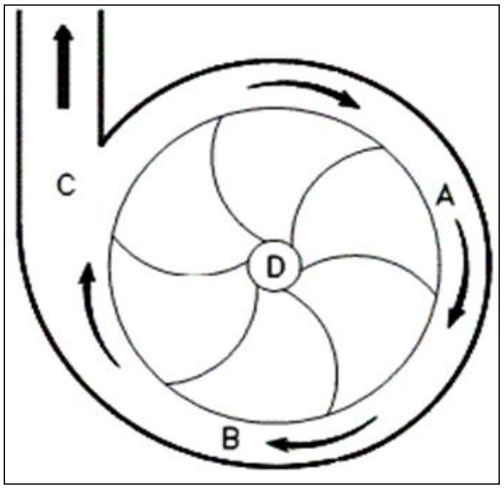
Pro vodu získávanou ze studánky nebo ze studny je často nutné zajistit čerpání vody a její rozvod. Pokud je možnost využití elektrického proudu, mohou se pro čerpání zvolit některé z mnoha typů elektrických čerpadel. Ze zdroje vody se voda vede k odběru pozinkovaným vodovodním potrubím nebo potrubím plastovým ukončeným uzavíracím prvkem. Potrubí může být napojeno na rozvod vody u vstupu (Hanousek, 2005).

Strnadová a Janda (1995) uvádí, že odběr vody ze studny či soustavy studní je možný několika způsoby:

- Ponorným čerpadlem - z každé strany jednotlivě. Tento způsob se používá, kdy není možné dosáhnout vyhovující sací výšky.
- Horizontálním čerpadlem - se společným sacím potrubím. Používá se pro malý počet studní.
- Násoskovým řadem - používá se u dlouhých řadu studní. Voda je přiváděná z jednotlivých studní do sběrné šachtové studny, ke které je přiřazena čerpací stanice.

Čerpadla jsou stroje zajišťující dopravu vody z níže položeného místa do místa výše položeného nebo nucený pohyb vody v uzavřeném okruhu potrubí nazývaný cirkulace. Základními veličinami v čerpací technice jsou výšky nebo měrné energie, průtok a tlak. V souvislosti s tlakem se setkáváme s termíny přetlak (tlak vyšší než atmosférický) a podtlak (tlak nižší než atmosférický). Absolutní tlak je roven součtu hodnoty přetlaku a hodnoty atmosférického tlaku, jež činí přibližně 100 kPa. Nejčastěji používaná čerpadla pro vnitřní vodovody jsou odstředivá. Zpravidla už jen pro ruční čerpání ze studní se dnes pro vodovod používají pístová čerpadla. Pro čištění studní lze použít mamutková čerpadla a pro sání z velkých hloubek se používají ejektory (Gerich, 2014).

Kód obrázku :
písmena: A,B,C,D
- určení směru proudění vody



obr. č. 3 Princip odstředivého čerpadla (www.druhy-cerpadel.cz) [3]

2. 3 Technologická úprava vody

2. 3. 1 Filtrace

Filtrace je nezbytný proces na každé úpravně vody se separačním stupněm. Jejím úkolem je odstranit částice nečistot přirozeně se ve vodě vyskytujících nebo vzniklých předúpravou. Plní tedy funkci jediného separačního stupně nebo posledního stupně separace, kterému může předcházet například sedimentace, flotace či jiný druh filtrace (Hanušová, 2015).

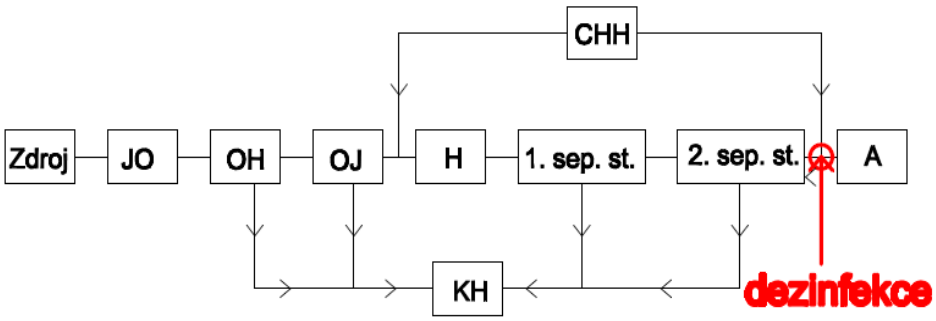
V procesu filtrace se střídají dvě fáze a to vlastní filtrace a fáze praní. Po odstranění sedimentovaných částic je z vody nutno odstranit ještě zbylé částice vloček, které zůstaly v suspenzi. Jejich filtrace probíhá ve vrstvě zrnitého materiálu, nejčastěji písku (Košař a kol., 2000). Výška filtrační náplně se obvykle pohybuje 0,6 – 2,0 m. Při filtraci působí fyzikální síly, které vznikají turbulentním nebo laminárním turbulentním pohybem kapaliny a částic uvnitř filtru (Marušincová, 2007). Druhá fáze praní filtru je proces, při kterém posloupnost technologických kroků zajistí vyprání pískových filtrů po jejich zanesení. Stav filtru je vyhodnocován prostřednictvím měření tlakové diference na filtru a měřením koncentrace železa ve vyfiltrované vodě před akumulační nádrží (Hladký, 1999).

3) http://druhy-cerpadel.cz/hydrodynamicka/odstrediva/

Strnadová a Janda (1995) uvádí, že při úpravě pitných a užitkových vod se převážně používá objemová filtrace. Filtry, které se v praxi používají v technologii vody jsou např. pomalé (anglické filtry) zlepšující senzorické vlastnosti vody. Tlakové filtry, jež se perou vzduchem, vzduchem a vodou, dopírají se vodou. Dále to jsou filtry pracující na principu koláčové filtrace. Tento způsob se pro vlastní úpravu vody používá zřídka.

2. 3. 2 Desinfekce

Desinfekce je činnost směřující k ochraně zdraví fyzických osob a k ochraně životních a pracovních podmínek před původci infekčních onemocnění (zák. č. 258/2000 Sb.). Desinfekce vody, nebo též zdravotní zabezpečení vody, je ústřední výzvou pro 21. století. Cílem desinfekce je vyhledat nejvhodnější řešení, které bude přijatelné z hlediska dopadů na životní prostředí, ale současně i dostatečně účinné a cenově přijatelné. Desinfekce je spolu s oxidací nejběžnější způsob úpravy jak povrchových, tak i podzemních vod. Příklad zařazení desinfekce do technologického procesu dvoustupňové úpravy vody znázorňuje obr. 4 (Šopíková, 2012`



obr. č. 4 Schéma dvoustupňové separace: (upraveno dle Šopíková, 2012)
JO – jímací objekt, HO – odlučovače hrubé, OJ – odlučovače jemné, H – homogenizace, A – akumulace, CHH – chemické hospodářství, KH – kalové hospodářství.

K desinfekci vody se používají buď fyzikální metody nebo chemické metody

- fyzikální metody - tepelná úprava pitné vody varem, UV záření
- chemické metody chlor a jeho sloučeniny, ozon

Velký význam v desinfekci vody má chlorování vody. Do tohoto procesu se zahrnuje chlorace vody (rozpuštěný chlor ve vodě) a chloraminace vody (dávkování amonného iontu do upravené vody před chlorem. Chlorace vody vytváří vedlejší produkty desinfekce jako jsou trihalomethany (THM). Jejich zastoupení v pitné vodě závisí na mnoha faktorech a celkový obsah v pitné vodě je součtem všech 4 přítomných látek. Patří sem chloroform, bromoform, bromfiochlormethan, dibromchlormethan (Hrudey, 2008).

Ozonizace vody - ozon je vyráběn z pracovních plynů obsahující vzdušný či čistý kyslík. Pracuje na bázi elektrického výboje při vysokém napětí.[4]

UV metoda - Desinfekce UV zářením učinila skutečný průlom až v roce 1980 v Severní Americe, kdy se ukázala schopnost UV záření velmi rychle zničit bakterie i jejich spory. Nejúčinnější vlnová délka UV záření pro tyto účely je 254 nm. Výhodou je, že odpadá manipulace s chemikáliemi, jejich kontrola a dávkování. Do vody se nedostávají cizí, toxické látky a voda se chuťově ani pachově nemění. Nevýhodou je, že může dojít k reaktivaci patogenů nebo k rekontaminaci vody (Sompeková, 2010).

Přípravky vhodné k dezinfekci vody jsou např. SAVO - čirá žlutozelená samovolně se rozkládající kapalina. Dávka přípravku doporučená výrobcem k desinfekci je uvedena na obalu přípravku. SAGEN je bílý krystalický prášek, ve vodě téměř nerozpustný (vzniká bílý zákal, který po čase zfialoví). Jako účinnou látku obsahuje min. 0,8% stříbra (Šidlíková, 2012).

4)http://homen.vsb.cz/hgf/546/Marerialy/Radka_2010/uv.html

2. 4 Legislativa

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů

§ 3 Hygienické požadavky na vodu

- Pitnou vodou je veškerá voda v původním stavu nebo po úpravě, která je určena k pití, vaření, přípravě jídel a nápojů, voda používaná v potravinářství, voda, která je určena k péči o tělo, k čištění předmětů, které svým určením přicházejí do styku s potravinami nebo lidským tělem, a k dalším účelům lidské spotřeby, a to bez ohledu na její původ, skupenství a způsob jejího dodávání.

§ 4 Povinnosti osob při kontrole pitné vody, podmínky dodávky pitné vody

- Nedodržení nejvyšší mezní hodnoty nebo mezní hodnoty jakéhokoli ukazatele, stanoveného prováděcím právním předpisem nebo povoleného nebo určeného podle tohoto zákona příslušným orgánem ochrany veřejného zdraví, je povinna osoba uvedená v § 3 odst. 2 neprodleně prošetřit, zjistit jeho příčinu a přijmout účinná nápravná opatření.

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

- Tento zákon má za úkol chránit povrchové a podzemní vody. Dále jsou zde stanoveny podmínky využívání vodních zdrojů, postupy pro zachování kvality vod jak podzemních, tak povrchových, bezpečnost vodních děl a ochrana před povodněmi a dlouhodobými suchy. Zákon také upravuje vztahy fyzických a právnických osob k využívání vodních zdrojů a jejich povinnosti související s údržbou a provozem.

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

- Tato vyhláška udává limity kvality pitné vody biologické, fyzikální, chemické, organoleptické a mikrobiologické. Tyto limity jsou dány nejen pro vodu pitnou, ale i pro vodu balenou, teplou, vodu dodávanou vodovodem nebo užitkovou vodu přiváděnou potrubím.
- Vyhláška také vymezuje některé pojmy související s kvalitou vod: Mezní hodnota – hodnota organoleptického ukazatele jakosti a přirozených součástí pitné vody, jejichž překročení obvykle nepředstavuje akutní zdravotní riziko-

- Nejvyšší mezní hodnota (NMH) – hodnota zdravotně závažného ukazatele jakosti pitné vody, v důsledku jejíhož překročení je zakázáno jakékoli používání či požití vody, neurčí-li orgán ochrany veřejného zdraví jinak.
  - Hygienický limit (HL)– hodnota stanovená touto vyhláškou nebo hodnota stanovená orgánem ochrany veřejného zdraví.
  - Doporučená hodnota (DH)- nevázaná hodnota ukazatele jakosti pitné vody, která stanoví minimální žádoucí nebo přijatelnou koncentraci dané látky, nebo optimální rozmezí koncentrace dané látky.

ČSN 75 7143 voda pro závlahy

Pro závlahu mohou být použity povrchové a podzemní vody, popř. jiné vhodně upravené vody, které vyhovují kritériím této normy.

Poznámka: K užívání vody pro závlahy je podle zákona o vodách třeba povolení vodohospodářského orgánu. Možnost odběru vody pro závlahu předem stanovených kultur, popř. potřeba vybudování zařízení pro úpravu závlahové vody, musí být projednána nejpozději ve stádiu investiční přípravy, kdy je nutno doložit odborný posudek o předpokládané jakosti vody v místě navrhovaného odběru.
K závlaze se smí používat voda, která negativně neovlivní zdravotní stav lidí a zvířat, výši výnosů a kvalitu plodin, půdní vlastnosti, jakost povrchových a podzemních vod a jiných složek životního prostředí. Na jakost vody pro závlahu se dále kladou rozdílné požadavky zejména v závislosti na půdních a klimatických podmínkách, způsobu závlahy a druhu pěstovaných plodin.

Z hlediska doplňkových závlah se dělí vody na tyto třídy:
- I. třída - vody vhodné k závlaze.
- II. třída - vody podmíněně vhodné k závlaze.
- III. třída - vody nevhodné k závlaze.

Voda I. třídy je použitelná k závlaze všech zemědělských a lesních kultur bez jakéhokoliv omezení.

2. 5 Mikrobiologické ukazatele

Tato kapitola předkládá ukazatele mikrobiologického rozboru dle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 252/2004 Sb. Tabulka č. 1 udává limity pro pitnou a balenou vodu.

tab. č. 1 Mikrobiologické a biologické ukazatele pitné vody a balené pitné vody a jejich hygienické limity

Použité zkratky :
KTJ - kolonie tvořící jednotka
NMH - nejvyšší mezní hodnota
MH - mezní hodnota

č	ukazatel	Jednotka	Limit	Typ limitu	Vysvětlivky
1	Enterokoky	KTJ/100 ml	0	NMH	
	Enterokoky	KTJ/250 ml	0	NMH	2
2.	Escherichia coli	KTJ/100 ml	0	NMH	
	Escherichia coli	KTJ/250ml	0	NMH	2
3	Koliformní bakterie	KTJ/100 ml	0	MH	
4	Mikroskopický obraz – počet organismů	jedinci/ml	50	MH	3,4
5	Mikroskopický obraz - živé organismy	jedinci/ml	0	MH	3,5
6	Počty kolonií při 22°C	KTJ/ ml	200	MH	6
		KTJ/ ml	500	NMH	2
7	Počty kolonií při 36°C	KTJ/ ml	100	MH	7
		KTJ/ ml	20	NMH	2

upraveno dle (vyhl. č. 252/2004Sb.)

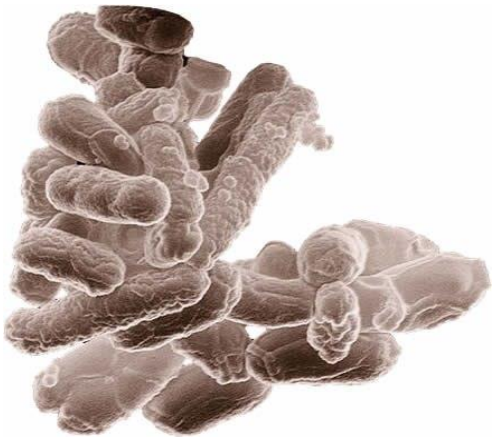
Vysvětlivky k tabulce:

- 1. Stanovuje se u pitných vod upravovaných přímo z povrchových vod nebo podzemních vod ovlivněných povrchovými vodami. Pokud není dodržena hodnota tohoto ukazatele, musí být prozkoumán vodní zdroj a technologie úpravy, aby se zjistilo, zda lidské zdraví není potencionálně ohroženo přítomností patogenních mikroorganismů, např. kryptosporidií. Je nutné informovat příslušný orgán veřejného zdraví.
- 2. Platí pouze pro balenou pitnou vodu.
- 3. V případě nenulových hodnot ukazatelů mikroskopický obraz (počet organismů a živé organismy) a hodnot větších než 1 % u ukazatele abioseston, musí být protokol doplněn informacemi o složení přítomného abiosestonu (případně jeho možný původ), bližším zařazením přítomných organismů a jejich možného původu (surová voda, pomnožení v síti), jejich příslušnost k obtížně odstranitelným skupinám apod. V případě výskytu živých organismů u vod zabezpečených dezinfekcí je vždy nutné udat typ organismu. U podzemních vod se zaznamenává především přítomnost organismů vázaných na povrchové vody a organismů indikujících zhoršenou jakost vody.
- 4. Organismy se v tomto případě rozumí sinice a všechny eukaryotní organismy (řasy, prvoci, mikromycety, vířníci, hlístice apod.). Bakterie (kromě sinic) se uvádějí pouze ve slovním popisu, ale nepočítají se do celkového počtu organismů, je možné uvádět je jako % pokryvnosti. Produkty metabolismu železitých a manganových bakterií se řadí k abiosestonu.
- 5. Mezní hodnota platí pouze u vod zabezpečených dezinfekcí. Živé organismy obsahující chlorofyl se odliší pomocí autofluorescence chlorofylu. Ostatní, pokud je to možné, podle dalších znaků (například pohyb, stav protoplastu).
- 6. Bez abnormálních změn. Pro náhradní zásobování; pro vodu dodávanou ve vzdušných, vodních a pozemních dopravních prostředcích a pro vodu z malých nedezinfikovaných zdrojů, jejichž produkce činí méně než 5 m^3 za den, platí mezní hodnota 500 KJT.100 ml^{-1} .

- 7. Bez abnormálních změn. Pro náhradní zásobování; pro vodu dodávanou ve vzdušných, vodních a pozemních dopravních prostředcích a pro vodu z malých nedezinfikovaných zdrojů, které produkují méně než 5 m^3 za den, platí mezní hodnota 100 KJT.100 ml^{-1} .

2. 5. 1 Koliformní bakterie

Náleží do čeledi Enterobacteriaceae a patří sem i Escherichia coli, Enterobacter aerogenes, rod Citrobakter a některé druhy Klebsiella. Koliformní bakterie představují gramnegativní tyčinky aerobní nebo fakultativně anaerobní, netvořící spory, které zkvašují laktózu a tvoří tvorbu plynu kyselin a aldehydu během 48 hodin při teplotě 35°C. I když to obecně platit nemusí, mají přímý vztah k fekálnímu znečištění. Při hodnocení jejich počtů se vychází z platné legislativy (Klaban, 1999). Kontaminace způsobená přítomností celkových koliformních bakterií indikuje nevhodnou technologii úpravy vody, dodatečnou kontaminaci nebo zvýšený obsah organických látek, nedostatečnou desinfekci pitné vody (Hausler, 1995).



obr č. 5 Koliformní bakterie (www.euroclean.cz)[5]

5) http://euroclean.cz/slovnik/koliformni-bakterie/

2. 5. 2 Koliformní bakterie termofilní

Tyto bakterie se používají zejména jako ukazatel jakosti povrchové vody. Termín termotolerantní koliformní bakterie nahradil dříve a někde i v současné době používaný termín fekální koliformní bakterie. Termotolerantní koliformní bakterie jsou gramnegativní tyčinky netvořící spory, mají negativní cytochromoxidázový test, za aerobních podmínek tvoří kolonie během 24 hodin kultivace při teplotě 44 °C (Mlejnková a Chloupek, 2014).

2. 5. 3 Escherichia coli

Fakultativně anaerobní, gramnegativní tyčinkovitá bakterie, která netvoří spory. Jedná se o bakterii, která je běžně přítomna v tlustém střevě teplokrevných živočichů. Její přítomnost je potřebná, zejména pro správné trávení. Pokud se vyskytuje ve vodě, znamená to, že voda přišla do kontaktu s fekáliemi nebo uhynulými živočichy – je to tedy nejběžnější indikátor fekální kontaminace. Je relativně odolná, ve vodě může přežívat i několik týdnů. Escherichia coli je původcem zejména průjmových a zánětlivých onemocnění (Pavlíková, 2013).

V současné době je pozornost věnována E. coli, které produkují verocytotoxiny, infekční agens, jež je vylučováno stolicí. Ke vzniku závažného průjmovitého onemocnění stačí malá infekční dávka (10^2 -10^3 jedinců). Je známá řada kmenů E. Coli, ale nejznámější jsou enterohemoragické (EHEC) (Rulík, 2013). Z EHEC je nejvýznamnější O157:H7. Od roku 1982 do roku 2002 bylo hlášeno z 49 států celkem 350 epidemií, což představuje 8,598 případů infekce E. coli O157 (Rangel a kol, 2005). Hlavním rezervoárem E. coli O157 jsou hospodářská zvířata, především dobytek. Významná je kontaminace pastvin a zdrojů pitné vody znečištěním zvířecími exkrementy a dalšími odpady ze zemědělské výroby. Současná analýza mikrobiální kvality vod je založena výlučně na indikátorech fekálního znečištění (E. coli, enterokoky, koliformní a fekální koliformní bakterie). Nebyla však zjištěna žádná korelace mezi výskytem EHEC a koncentrací indikátorů fekálního znečištění ve vodách (VTEI, 2013). Nejvyšší mezní hodnota v pitné vodě je 0 KJT.100 ml^{-1} (vyhl. č. 252/2004 Sb.)

obr. č. 6 Escherichia coli (www.ceskatelevize.cz) [6]

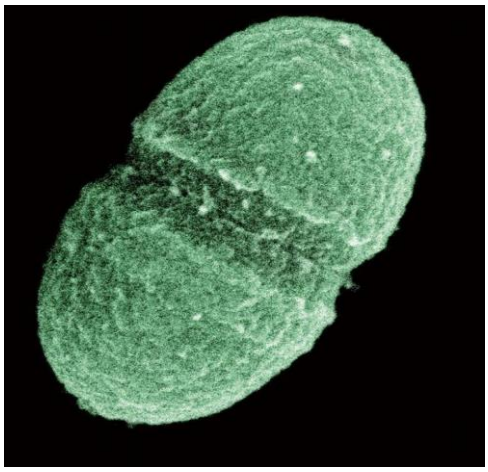
2. 5. 4 Enterokoky

Jde o grampozitivní streptokoky, které jsou považovány za spolehlivého ukazatele fekálního znečištění (řecky enteron = střevo). Jsou indikátorem možného výskytu virů, neboť viry jsou vůči chloru odolné. Jejich výskyt je odkazem závažných hygienických závad. Enterokoky tvoří přirozenou součást střevní mikroflóry. Patří mezi závažné podmíněné patogeny, často způsobují nozokomiální nákazy rezistentní ke konvenčně používaným antibiotikům (Sotolařová, 2012).

Nejvýznamnějšími druhy rodu Enterococcus jsou E. faecalis a E. faecium. Jde o saprofyty (saprofyt je organismus využívající ke svému životu rozkládající se části jiného organismu nebo jeho výměšků) a komenzály (komenzál je organismus žijící v blízkém vztahu k jinému organismu, aniž by jej poškozoval) trávicího ústrojí zvířat i člověka. Enterokoky jsou rozšířeny ve fekálně kontaminovaném prostředí (stáje, povrchové vody). Přežívají teplotu 60º C po dobu 30 minut (Hamerský, 2009). Oproti koliformním bakteriím jsou podstatně odolnější vůči desinfekčním prostředkům. Jsou schopny přežít i takové koncentrace chloru, které koliformní bakterie usmrtí. Mohou tedy indikovat nedostatečnou chloraci pitné vody za

6) http://www.ceskatelevize.cz/ct24/svet/1262035

nepřítomnosti koliformních bakterií (Křížová, 2013). Kultivují se při 37 °C. Nejvyšší mezní hodnota je 0 KJT.100 ml^{-1} (vyhl. č. 252/2004 Sb).



obr č. 7 enteroccocus *(*www.genome.gov)[7]

2. 5. 5 Psychrofilní bakterie (chladnomilné)

ČSN 75 7842 uvádí, že se jedná se organotrofní bakterie s růstovým optimem kolem 20°C, které vytvářejí kolonie na neselektivním živném médiu (masopeptonový agar) po 72 hodinách inkubace. Zvýšené počty těchto indikátorů obecného znečištění signalizují stagnaci vody, používání nevhodných plastových či jiných organických materiálů v kontaktu s vodou, průnik povrchové vody do studny, poruchy úpravy vody nebo desinfekce (Ambrožová, 2008).

Pumann (2014) uvádí, že pokud je pohlíženo na tyto bakterie z hlediska hygieny vody, máme na mysli obvykle skupinu tzv. heterotrofních (či nověji organotrofních) bakterií, které pro svůj růst získávají zdroj uhlíku z organických látek. Kultivovatelné heterotrofní bakterie sice představují jen nepatrnou frakci (asi 0,01 %) všech vodních mikroorganismů, ale díky historickému vývoji se jako první vodní bakterie staly předmětem hygienického zájmu, který byť v pozměněné podobě – trvá dodnes. Stanovení heterotrofních bakterií jako tzv. psychrofilních a mezofilních bakterií bylo zavedeno již v první české normě na kvalitu pitné vody a nepočítáme-li změnu kultivační metody, vydrželo včetně limitů v téměř nezměněné podobě až

7) http://www.osel.cz/4919-pohledy-do-bricha.html

do současné doby, i když nyní toto stanovení nazýváme počty kolonií při 22°C a 36 °C. Autor také uvádí, že je indikátorem mikrobiologického oživení pitné vody. Neposkytuje žádný přímý důkaz o přítomnosti choroboplodných zárodků a jeho zvýšená hodnota ve vodě sama o sobě není bezprostředně spojena s ohrožením lidského zdraví. Nejedná se tedy o ukazatel primárně zdravotní, ale provozní.

2. 6 Hydrochemické parametry

2. 6. 1 pH vody

Pojem pH znamená koncentraci (aktivitu) vodíkových iontů v roztoku. Je vyjádřeno jako záporný dekadický logaritmus oxoniových kationtů. Aktivní reakce pH vody má velký vliv na fyzikálně – chemický režim vody. Ovlivňuje rozpustnost celé řady látek, které mají značný význam ve fyziologických procesech vodních organismů (Heteša a Kočková, 1997) .

Kožíšek (2003) uvádí pH jako číselné vyjádření stupně kyselosti nebo zásaditosti vody (stupnice 0 – 14). Limit pro pitnou vodu je 6,5 až 9,5, ale optimální je neutrální rozmezí cca 6 až 8. S výjimkou extrémních hodnot, ve vodě vzácných, nemá přímý zdravotní význam. Vyšší hodnota pH snižuje účinnost dezinfekce a může dát vodě nepříjemnou chuť. Neobvykle vysoké hodnoty pH až 12 může mít voda v nové šachtové studni s novými betonovými skružemi nebo jiným cementovým materiálem. Jde o přirozený jev způsobený alkalickými zbytky z cementu, který může přetrvávat po mnoho měsíců, ale nepředstavuje zdravotní riziko. Nižší hodnota pH je charakteristická pro měkkou (málo mineralizovanou) vodu a bývá spojena s agresivitou vody a korozí kovů.

Příloha č.1 B vyhl. č. 252/2004 Sb. Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele stanovuje limit pro pH vody 6,5-9,5 a mezní hodnota (MH) je limitovaná :

- Voda by neměla působit agresivně vůči materiálům rozvodného systému, včetně domovních instalací. Posouzení agresivity se provádí podle TNV 75 7121 Požadavky na jakost vody dopravované potrubím

Hodnota pH vody vstupující do distribučního systému musí být kontrolovaná, aby se minimalizovala koroze vodovodů a potrubní systémy vody pro domácnosti (WHO, 2004). Hodnota pH vody se určuje buď spektrofotometricky nebo potenciometricky. Potenciometrické stanovení lze užít tehdy, jestliže analyzovaný vzorek má dostatečnou iontovou sílu. Ke stanovení pH se používá skleněná elektroda (Kříženecká a Synek, 2014). Novotný (1984) uvádí, že potenciometrie je elektrometrická metoda založená na měření potenciálu elektrody ponořené do zkoumaného roztoku. Poněvadž měření potenciálu jedné elektrody není možné, používají se dvě elektrody, z nichž se sestavuje vhodný galvanický článek.

2. 6. 2 Elektrolytická konduktivita (vodivost)

Konduktivita „κ“ je fyzikální veličina, která popisuje schopnost látky vést elektrický proud. Dobrý vodič, vysoká hodnota konduktivity, a naopak.

- Základní jednotka je $S.m^{-1}$
- S - Siemens je jednotka el. vodivosti (převrácená hodnota el. odporu)

Stanovení konduktivity umožňuje bezprostřední odhad koncentrace iontově rozpuštěných látek a celkové mineralizaci ve vodách. Stanovení slouží k odhadu stupně mineralizace vody vzorku vody. Dalším možným využitím těchto výsledků je kontrola chemického rozboru porovnáním s výpočtem na základě molárních konduktivit přítomných iontů (Horáková a kol, 2007).

Konduktivita závisí nejen na množství a druhu rozpuštěných látek v roztoku, ale také na jeho teplotě. Vodivost se zvětšuje se stoupající teplotou, 1,5% až 7% na 1°C. Vzrůst vodivosti teplotou souvisí se skutečností, že s teplotou se snižuje viskozita a roste pohyblivost iontů. U slabých roztoků roste množství disociovaných molekul (Zábranský, 2007).

ČSN 75 7221 „Klasifikace jakosti povrchových vod“ – zde jsou uvedeny přípustné hodnoty ukazatelů jakosti povrchových vod a klasifikace rozdělení vody do 5 jakostních tříd. Dále ČSN 75 7221 uvádí, že mezní hodnota konduktivity je pro I.

třídu jakosti < 40 mS. m^{-1} a pro V. třídu jakosti > 160 mS. m^{-1}. Pro individuální i hromadné zásobování vodou platí hodnota 125 mS. m^{-1} (vyhl. č. 252/2004 Sb.).

2. 6. 3 Amonné ionty

Přítomnost amonných iontů ve vodě je znakem mikrobiologické aktivity a může být výsledkem hnojení, kontaminace nežádoucími organizmy nebo může být i geologického původu. Amonné ionty se transformují na dusitany a následně dusičnany biologicky podmíněným nitrifikačním procesem. Tento proces vyžaduje velké množství kyslíku a vhodný filtrační materiál obsahující křemičitý písek nebo pórovitý materiál s obsahem vápníku. Může se také stát, že amonné ionty způsobí selhání protimanganových filtrů.[8]

Poměr NH_4^+, NH v roztoku závisí na hodnotě pH. Přítomnost kationtů NH_4^+ (nebo amoniaku v alkalických vodách) je většinou ukazatelem hrubého znečištění pitné vody produkty rozkladu dusíkatých organických látek, hlavně proteinů a močoviny (průsaky z kanalizace, žump, silážních jam).[9]

Iontová chromatografie je nyní dobře zavedená metodika pro analýzu iontových druhů. Tato technika je použitelná pro stanovení široké škály rozpuštěných látek v mnoha typu vzorků, ačkoliv vymezení anorganických iontů v pitné vodě je stále nejrozšířenější aplikací iontovou chromatografií (Jackson, 2001). Nejvyšší mezní koncentrace amonných iontů v pitné vodě je 0,5 $mg.l^{-1}$ (vyhl. č. 252/2004).

8)http://www.eurowater.cz/pitn%C3%A1_voda/%C4%8Dist%C3%A1_pitn%C3%A1_voda/amonn%C3%A9_ionty.aspx

9) www.wikiskripta.eu/amonneionty

2. 6. 4 Organické látky

Čipera a kol. (1979) uvádí, že atom uhlíku ve většině sloučenin je čtyřvazný, tj. vytváří čtyři kovalentní vazby. Od uhlíku je známo více sloučenin než od kteréhokoli jiného prvku s výjimkou vodíku. Mezi anorganické sloučeniny uhlíku zařazujeme oxidy a halogenidy uhlíku, kyselinu uhličitou, uhličitany, sirouhlík a karbidy kovů, dále pak sloučeniny obsahující skupinu CN. Většina sloučenin se klasifikuje jako organické sloučeniny uhlíku. Celkový organický uhlík pochází z anglického Total Organic Carbon a jedná se o analytický skupinový ukazatel, který vyjadřuje množství organických látek ve vodě. Využívá se pro stanovení kvality vody a ke sledování emisí vypouštěných do vod. Nemusí se stanovovat tam, kde je denní spotřeba pitné vody menší, než 10 000 m^3/den (Pavlíková, 2013).

Organické látky vyskytující se ve vodě jsou jak původu přírodního, tak i antropogenního. Mohou významně ovlivňovat chemické a biologické vlastnosti vod, měnit barvu, chuť, pach vody. Vykazují však také alergenní, karcinogenní, mutagenní nebo teratogenní účinky (Pitter, 1999). Mezní hodnota celkového organického uhlíku je 5,0 $mg.l^{-1}$ (vyhl. č. 252/2004Sb.).

2. 7 Zdroje znečištění pitné vody

2. 7. 1 Fosforečnany

Sloučeniny fosforu, především fosforečnany, mají významnou roli v přírodním koloběhu látek. Jsou nezbytné pro nižší i vyšší organismy, které je přeměňují na organicky vázaný fosfor. Hygienický význam fosforečnanů ve vodách je malý. Jsou zdravotně nezávadné a v požadavcích na jakost pitné vody a balených vod nejsou uvedeny. Fosforečnany se někdy používají při dopravě vody ocelovým a litinovým potrubím jako příměs proti korozivním účinkům vody. Používané dávky fosforu sice nelze považovat za rizikové z hlediska toxikologického, přesto lze jejich přidávání do pitné vody považovat za nežádoucí (Konečný, 2014). Na úpravu pitné vody mají vliv dvě formy fosforečnanů (orthofosforečnany i polyfosforečnany). Ty mají rozdílný vliv na plumbosolvataci čili uvolňování olova z olověného potrubí,

olověných pájek nebo jiných olovo obsahujících materiálů ve styku s pitnou vodou. Zatímco orthofosforečnany korozi olověného potrubí snižují (tvorbou ochranné vrstvy na povrchu potrubí), polyfosforečnany ji naopak zvyšují (pravděpodobně se chovají jako komplexní činidlo). Jestliže tedy dávkování polyfosforečnanů do pitné vody významně zvyšuje plumbosolvataci materiálů obsahujících olovo, pak to pro dosud existující objekty s olověnými přípojkami nebo domovními rozvody napojené na vodovody využívající tuto úpravu představuje riziko zvýšených koncentrací olova ve vodě, a tím i vyšší zdravotní riziko (SZU, 2010).

Appenzeller a kol. (2001) poukazuje na to, že výskyt fosforečnanů ve vodě má vliv na omezení růstu bakterií v některých pitných vodách. Je uvedeno, že v některých vodách má vliv fosforečnanů na snížení počtu heterotrofních či koliformních bakterií avšak autor uvádí, že jinde se tato teorie nepotvrdila.
V zemědělském průmyslu jsou používány sloučeniny $(NH_4)_2HPO_4$ a $NH_4H_2PO_4$ jako speciální hnojiva a živiny do fermentačních půd. Dále jsou používány jako samozhášecí přísady pro materiály z celulózy či jako jednorázové ochranné prostředky. Fosforečnany vápenaté jsou používány opět v zemědělství jako hnojiva, zejména pak superfosfát (Novotný, 2012).

2. 7. 2 Dusičnany

Vyšší koncentrace dusičnanů v pitné vodě mohou působit zdravotní problémy. Dusičnany se v zažívacím traktu přeměňují na dusitany, které se podílejí na vzniku methemoglobinu a tím na poruše přenosu kyslíku krví. Nejcitlivější částí populace jsou v této souvislosti kojenci do 3 měsíců věku krmení umělou výživou, vzhledem k riziku vzniku (kojenecké) methemoglobinémie. Dalšími citlivými skupinami jsou těhotné ženy a lidé s poruchami metabolismu. Reakcí dusitanů v žaludku s některými součástmi potravy mohou vznikat rakovinotvorné nitrosaminy. Kromě toho byly v provedených studiích popsány další možné zdravotní dopady příjmu dusičnanů. Běžně se stravující člověk přijme většinu dávky dusičnanů a dusitanů potravou, a to zejména v zelenině a také v masných výrobcích, kam se přidávají jako

povolená aditiva. Avšak, při vyšším obsahu dusičnanů v pitné vodě (nad 50 $mg.l^{-1}$) se i pitná voda stává pro člověka významným zdrojem dusičnanů (Havel, 2004).
Dusitany patří mezi významné indikátory fekálního znečištění přírodních vod. Dusitany vznikají především biochemickou redukcí dusičnanů nebo biochemickou oxidací amoniakálního dusíku. Obsah dusitanů je ve vodách velmi nestálý. Snadno jsou redukovatelné chemicky i biochemicky a také jsou dobře oxidovatelné (Matoušková, 2013). Limitem pro obsah dusitanů v pitné vodě je 0,5 $mg.\ l^{-1}$ (vyhl. č. 252/2004 Sb.)

Zásahem člověka se dusičnany do vod dostávají především používáním průmyslových hnojiv na bázi ledku, ale také amonných hnojiv, která jsou v půdě mikrobiálně oxidována na dusičnany. Tato dusíkatá hnojiva jsou do půd doplňována z toho důvodu, že přirozené zdroje dusičnanů v půdě při tak intenzivní zemědělské výrobě nepostačují k zajištění optimální výživy rostlin. Dusičnan není snadno vázán k půdě a to způsobuje, že je velmi citlivý na vyluhování. Také může docházet ke zvyšování koncentrace dusičnanů hromaděním odpadů organického původu (Parmová, 2013). Greenwood a Earnshaw (1993) uvádí, že průmyslová výroba pro zemědělská hnojiva a jiné chemické produkty se nyní provádí v ohromném měřítku a tunová množství vyráběného amoniaku jsou v mnoha zemích překonávaná pouze produkcí kyseliny sírové a vápna. Pro snižování obsahu dusičnanů ve vodách jsou buď řízené procesy nitrifikace a denitrifikace, nebo procesy používané v biologickém čištění vod (Kvítek a kol., 1995).

Legislativní normou pro hospodaření ve zranitelných oblastech jako je zemědělské hospodaření je Nitrátová směrnice (Směrnice Rady 91/676/EHS o ochraně vod způsobené před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů).

Přehled hlavních opatření akčního programu Nitrátové směrnice podle nařízení vlády č. 117/2014 (nahrazuje č. 103/2003 Sb.).

- zákaz hnojení v mimo vegetační období (podle zařazení do klimatických regionů).

- omezení hnojení v letním a podzimním období (podle aplikačních pásem pro dusík).
- omezení přívodu organického dusíku do půdy (při započtení půdy vhodné k aplikaci je v průměru podniku omezen přívod dusíku organického původu na 170 kg.ha $^{-1}$ ročně).
- skladování hnojiv a statkových hnojiv.
- střídání plodin.
- protierozní opatření.
- omezení hospodaření v okolí povrchových vod (VURV, 2005), (NV č.117/20014Sb.).

3. METODIKA

3. 1 Popis území

V rámci analýzy bylo hodnoceno šest farem v okrese Jindřichův Hradec a tři farmy Agrochov Dynín, Dynín Bošilec a Milevsko Květoň, jejíž výsledky navazují na bakalářskou práci. Základní informace o hospodaření hodnocených farem jsou dostupné z internetového prohlížeče (viz. popis odběrových míst). Za účelem zachování anonymity jsou hodnocené farmy značeny jako odběrová místa. Vlastním odběrovým místem byla vždy studna či vrt - místní zdroj pitné vody v areálu dané farmy.

Odběrové místo č. 1

Zemědělské družstvo č. 1 je součástí zemědělského družstva Staré Hobzí

Živočišná výroba: nedostupné informace

Rostlinná výroba: nedostupné informace

obr. č. 8 odběrové místo č. 1 (www.zlatestranky. cz)

Odběrové místo č. 2

Živočišná výroba: ano

Rostlinná výroba: ano

Doplňkové služby: pěstování lesa a těžba dřeva

obr. č. 9 odběrové místo č. 2 (www.zlatestranky. cz)

Odběrové místo č. 3

Zemědělské družstvo č. 3 je jedno ze součástí zemědělského družstva č. 2

Živočišná výroba: ano

Rostlinná výroba : ano

obr. č. 10 odběrové místo č. 3 (www.zlatestranky. cz)

Odběrové místo č. 4

Zemědělské družstvo č. 4 v současné době hospodaří zhruba na 1300 ha zemědělské půdy, z toho je 300 ha luk a pastvin a zbytek orná půda.

Živočišná výroba: chov dojných krav Holštýnského plemene a výroba mléka

Rostlinná výroba: pěstování obilovin a krmných plodin a olejnin

Doplňkové odvětví: patří provozování bioplynové stanice o výkonu 536 KW, provozování kombinované porážky jatečných zvířat spojené s prodejem masa a výroba krmných směsí pomocí pojízdné míchárny (http://www.zphospriz.cz/)

obr. č. 11 Odběrové místo č. 4 (www.zlatestranky. cz)

Odběrové místo č. 5

Zemědělské družstvo č. 5 hospodaří na rozloze 1850 ha orné půdy

Živočišná výroba: chov skotu a výroba mléka, chov prasat

Rostlinná výroba : pěstování tradičních plodin

Doplňkové služby: provozování mobilní výrobny míchárny krmiv. Jako nedílnou součástí provozu je postavená bioplynová stanice (http://www.agradestna.cz/faqs/)

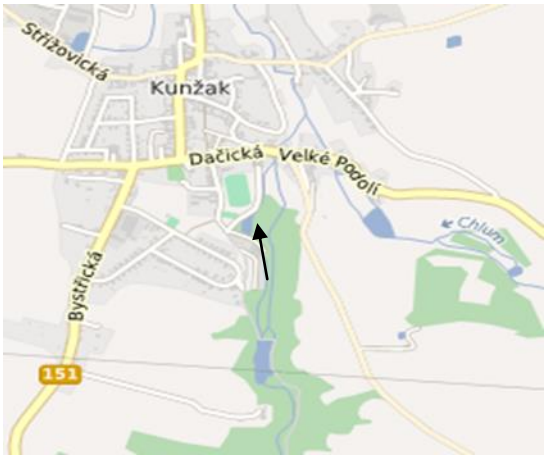
obr. č. 12 odběrové místo č. 5 (www.zlatestranky. cz)

Odběrové místo č. 6

Zemědělské družstvo č. 6 hospodaří na 2500 ha zemědělské půdy v nadmořské výšce 550 až 700 m v bramborářské oblasti. Vzhledem k nadmořské výšce je cca 1000 ha orná a zbytek 1500 ha jsou louky a pastviny.

Živočišná výroba: odchovna pro 350 ks býků ve výkrmu, odchov pastevního skotu v cca 1300 ks, 200 prasnic a odchov selat ve výkrmu do jateční váhy 110kg.

Rostlinná výroba: zaměřená na produkci konzumních a průmyslových brambor, ozimé řepky (http://www.zdkunzak.cz/)



obr. č. 13 odběrové místo č. 6 (www.zlatestranky. cz)

Odběrové místo č. 7

Rostlinná výroba : ano

Živočišná výroba: – ano- výkrm býků

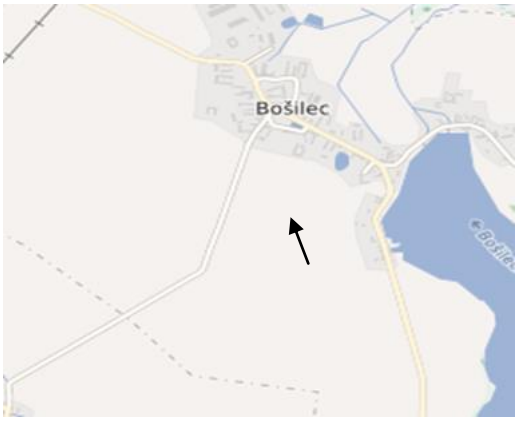
obr. č. 14 odběrové místo č. 7 (www.zlatestranky. cz)

Odběrové místo č. 8

Zemědělské družstvo č. 8 je jedno ze součástí zemědělského družstva č. 7

Živočišná výroba: dojené krávy Holštýnského typu, telata, jalovice

Rostlinná výroba : ne



obr. č. 15 odběrové místo č. 8 (www.zlatestranky. cz)

Odběrové místo č. 9

Zemědělské družstvo č. 9 obhospodařuje 1850 ha zemědělské půdy, z toho 525 ha je trvalého travního porostu a pastvin a 1330 ha je orné půdy.

Živočišná výroba: ano

Rostlinná výroba: Pšenice ozimá – 330 ha, ječmen ozimý – 150 ha, ječmen jarní – 160 ha, triticale (kříženec pšenice a žita) – 120 ha, kukuřice – 165 ha, jetel – 160 ha, řepka ozimá – 250 ha (http://www.osek.eu/zemedelske-druzstvo-v-oseku/d-1156)

obr. č. 16 odběrové místo č. 9 (www.zlatestranky. cz)

3. 2 Odběry vzorků

Odběr vody ve vymezených devíti oblastech byl prováděn vždy jednou měsíčně (příloha č. 8.1) v průběhu období 1/2015 – 12/2015. Vzorky byly odebrány v devíti vytyčených farmách z vlastního zdroje pitné vody (studna, vrt) do 250 ml laboratorních lahví, po odběru byly uchovány v lednici a převezeny do Laboratoře aplikované ekologie v Českých Budějovicích, kde byla provedena vlastní analýza. Mikrobiologické hodnocení bylo provedeno v období 1/2015 – 4/2015 a analýza vybraných hydrochemických parametrů byla provedena v období 1/2015 – 12/2015.

Sledované ukazatele

- Mikrobiologické ukazatele: koliformní bakterie, Escherichia coli, enterokoky, psychrofilní bakterie
- Hydrochemické ukazatele – amoniakální dusík, dusičnanový dusík, fosforečnanový fosfor, celkový anorganický uhlík (TIC), celkový organický uhlík (TOC), celkový uhlík (TC), celkový dusík (TN), pH, konduktivita

3. 3 Zpracování vzorků

3. 3. 1 Zpracování nefiltrovaného vzorku

Po odebrání vzorku do lahví byl nefiltrovaný vzorek zpracován na mikrobiologické šetření. V odebraných vzorcích vody byly měřeny parametry pH a vodivost pomocí přístroje WTW (Multi Lab P4 720) . Stanovení pH bylo pomocí 1M HCl.

V mikrobiologické laboratoři byly dodrženy zásady bezpečnosti práce v laboratoři a sterilizační postupy. Metody stanovení počtu bakterií ve vodách jsou v souladu s prováděcími předpisy. Stanovení fekálních koliformních bakterií a Escherichia coli bylo provedeno ve shodě s ČSN 75 7837. Stanovení intestinálních enterokoků bylo provedeno ve shodě s ČSN EN ISO 7899-2. Stanovení počtu mikroorganismů bylo provedeno ve shodě s ČSN EN ISO 6222. Na stanovení koliformních bakterií se používá agarová živná půda s krystalovou violetí, neutrální červení, žlučovými solemi a laktózou. Selektivní agarová živná půda se používá ke stanovení Escherichia coli**.** Ke stanovení počtu bakterií čeledi Enterobacteriaceae se používá žluč-eskulin-azidový agar a agarová živná půda s glukózou, tryptonem a kvasničným extraktem se používá ke stanovení psychrofilních bakterií. Mikrobiologické stanovení provedené v laboratoři (laboratoř mlékárny) bylo pouze

v daném období 1/2015 - 4/2015 z důvodu změny zaměstnání autorky diplomové práce.

3. 3. 2 Zpracování filtrovaného vzorku

Vzorky zbavené mechanických nečistot byly 1x měsíčně stanoveny pomocí filtrace aniontů NO_3^- - N, PO_4^{3-} - P . Ty byly měřeny spektrofotometricky pomocí metody průtokové injekční analýzy a s využitím automatického analyzátoru FIAstar ^{MT} 5000 FIAstar ^{MT} 5012 (FOSS Analytical AB Sweden, 2008).

Koncentrace celkového anorganického (TIC), celkového organického uhlíku (TOC) a celkového uhlíku (TC) se stanovily pomocí analyzátoru TOC Analyzer FORMA CSHT.

Stanovení množství celkového uhlíku:

Vzorek je nastříknutý pomocí integrovaného dávkovače do vysokoteplotního reaktoru. V reaktoru je při 950°C (kobaltový katalyzátor) veškerý organický a anorganický uhlík oxidovaný na plynný CO_2. Katalyzátor zabezpečuje úplnou oxidaci. Proud vzduchu nese tyto produkty do infračerveného detektoru, kde je stanoven CO_2.

Stanovení množství celkového anorganického uhlíku

Druhý nástřik vzorku se provede do nízkoteplotního kapalinového reaktoru, v kyselém prostředí (2% kyselina fosforečná), při laboratorní teplotě je veškerý anorganický uhlík převedený na CO_2. Proud vzduchu transportuje oxid uhličitý do detektoru pro měření.

Stanovení množství celkového organického uhlíku

Celkový organický uhlík (TOC) je počítaný z rozdílů TC a TIC měřených při nízké a vysoké teplotě.

Naměřená data byla zpracována v programu Statistica CZ 10. V rámci základní popisné statistiky byl stanoven průměr, medián, minimum, maximum, směrodatná odchylka a střední chyba průměru (příloha č. 8.2). Zpracovaná data byla logaritmicky transformována s následným provedením analýzy variace (ANOVA). Byly testovány efekty místa odběru fyzikálně – chemické parametry. V případě průkazných rozdílů mezi odběrovými místy byl proveden Tukeyho post-hoc test. Testy byly provedeny na hladině významnosti $p \leq 0,05$.

4. VÝSLEDKY

4. 1 Mikrobiologické výsledky pitné vody

Prvním hodnoceným parametrem pro rok 2015 byly koliformní bakterie. V březnu 2015 byla překročena NMH (tab. č. 2) dle vyhl. č. 252/2004 Sb., v odběrovém místě č. 3 (13 KTJ. 100 ml^{-1}), v dubnu byla překročená NMH pro koliformní bakterie (21 KTJ.100 ml^{-1}), Escherichia coli v odběrovém místě č. 7 (30 KTJ.100 ml^{-1}). Dalším hodnoceným parametrem pro rok 2015 byly enterokoky. V únoru byla NMH (tab. č. 1) překročena v odběrovém místě č. 1 (2 KTJ.100 ml^{-1}), v březnu v odběrovém místě č. 3 (1 KTJ.100 ml^{-1}) a v č. 7 (21 KTJ.100 ml^{-1}). Počet kultivovaných MO při 22°C (psychrofilní bakterie) překročil limit v únoru v odběrovém místě č. 1 (400 KTJ.100 ml^{-1}), v odběrovém místě č. 3 (430 KTJ.100 ml^{-1}), a také v březnu (190 KTJ.100 ml^{-1}). Dále se překročení NMH psychrofilních bakterií objevilo v odběrovém místě č. 6 v únoru (500 KTJ.100 ml^{-1}), v odběrovém místě č. 7 v únoru (130 KTJ.100 ml^{-1}) a i v březnu (400 KTJ.100 ml^{-1}). Odběrové místo č. 8 prokázalo překročení NMH v lednu (600 KTJ.100 ml^{-1}), v únoru (400 KTJ.100 ml^{-1}) a v březnu (240 KTJ.100 ml^{-1}). Poslední hodnocené odběrové místo č. 9 má překročené NMH v únoru (300 KTJ.100 ml^{-1}) a v březnu (400 KTJ.100 ml^{-1}). Mikrobiologické znečištění ve všech stanovených parametrech bylo u odběrového místa č. 7.

tab. č. 2 Překročené hodnoty MO (mikroorganismů) ukazatelů z vybraných odběrových míst, leden – duben 2015 v jednotkách KTJ (kolonií tvořící jednotka). V ostatních hodnocených případech byla hodnota KTJ rovna 0.

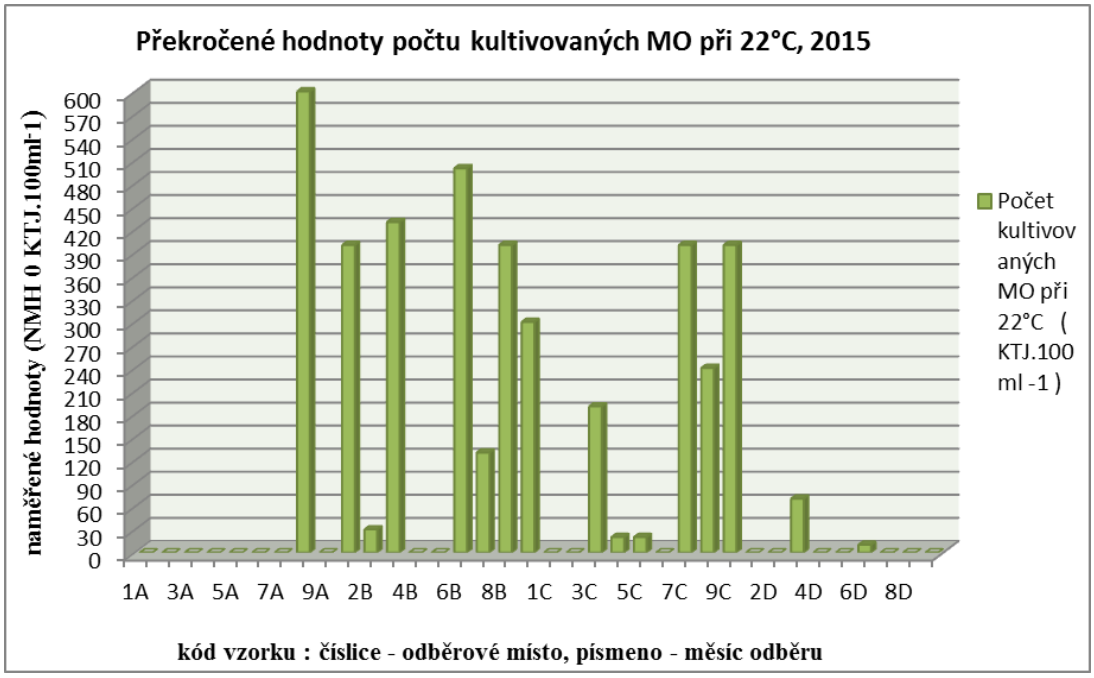
*překročené NMH (nejvyšší mezní hodnota)

MO ukazatele / Místa odběru / měsíc odběru	Escherichia coli (KTJ.100 ml $^{-1}$) (0 KTJ.100 ml $^{-1}$)	Koliformní MO (KTJ.100 ml $^{-1}$) (0 KTJ.10 0ml $^{-1)}$	enterokoky (KTJ.100 ml $^{-1}$) (0 KTJ.100 ml $^{-1}$	Počet kultivovaných MO při 22 °C (KTJ.100 ml $^{-1}$) (0 KTJ.100 ml $^{-1}$)
Oblast č.1, únor	0	0	2	400*
Oblast č.2, únor	0	0	0	30
Oblast č. 3,únor	0	0	0	430*
Oblastč.3,březen	0	13*	1*	190
Oblast č. 3,duben	0	0	0	70
Oblast č.4,březen	0	0	0	20
Oblast č.5,březen	0	0	0	20
Oblast č. 6,leden	0	0	0	10
Oblast č.6,únor	0	0	0	500*
Oblast č. 6,duben	0	0	0	10
Oblast č.,7 únor	0	0	0	130
Oblast č.7,březen	25*	30*	21*	400*
Oblast č.8 ,leden	0	0	0	600*
Oblast č. 8,únor	0	0	0	400
Oblast č.8,březen	0	0	0	240*
Oblast č. 9, únor	0	0	0	300*
Oblast č.9,březen	0	0	0	400*

Z vybraných odběrových míst byl porovnán počet kultivovaných MO (mikroorganismů) při teplotě 22 °C v období leden - duben 2015 a umístěn do grafu č. 1.

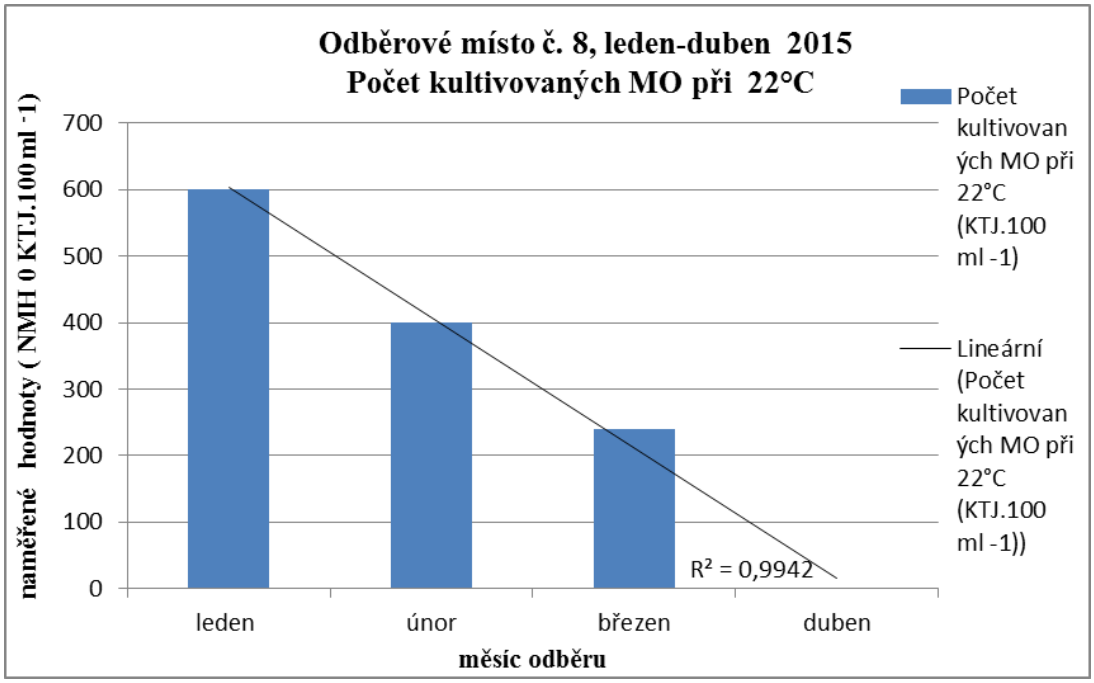
graf. č. 1 Překročené hodnoty počtu kultivovaných MO (mikroorganismů) při 22°C z vybraných odběrových míst, leden – duben 2015

kód vzorku: číslice - odběrové místo, písmeno - měsíc odběru (A až D = leden až duben).



Odběrové místo č. 8 (graf č. 2) vykazuje statisticky signifikantní pokles (R^2 - 0,9942) mezi lednem až dubnem počtu MO (mikroorganismů) při 22°C.

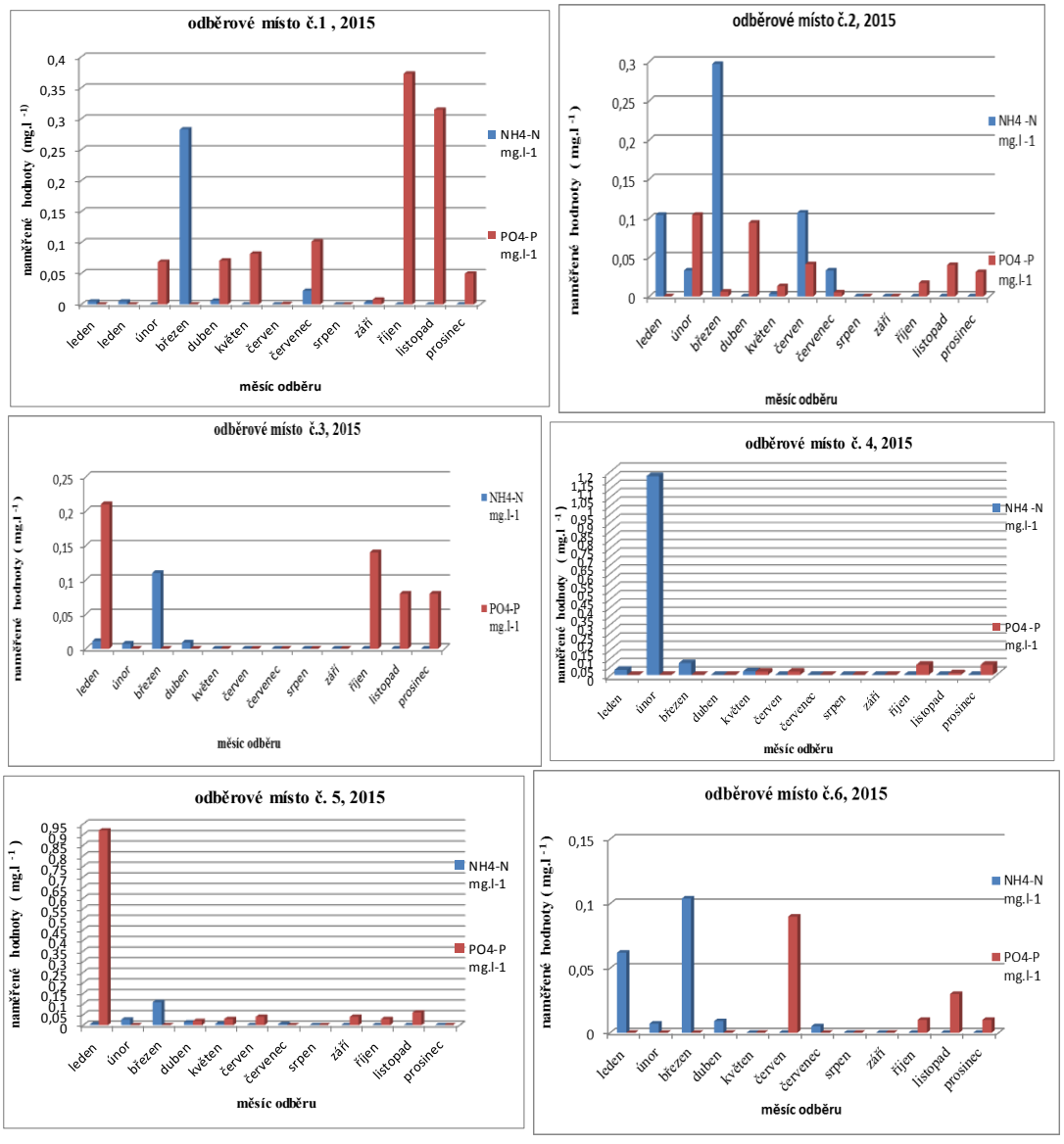
graf č. 2 Počet kultivovaných MO (mikroorganismů) při 22°C, odběrové místo č. 8, leden - duben 2015

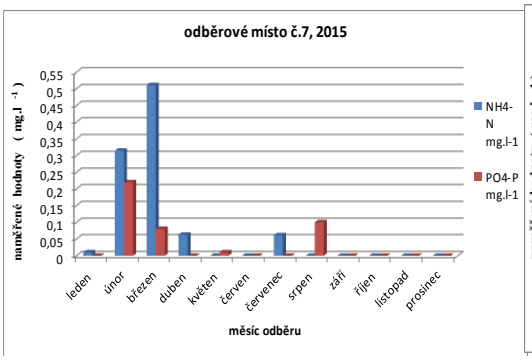


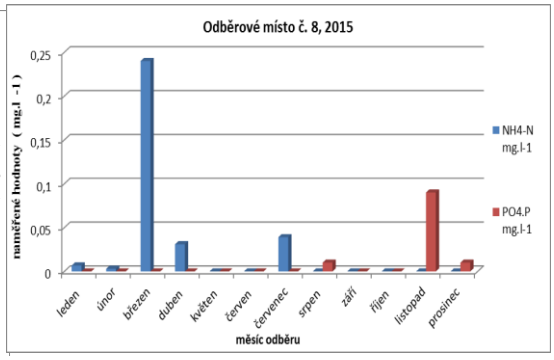
4. 2 Hydrochemické výsledky pitné vody

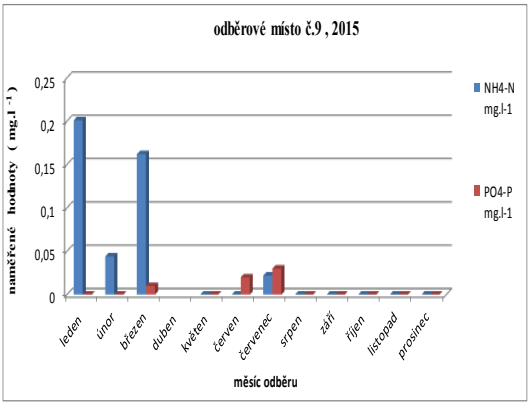
Porovnání amonných iontů pitné vody dle vyhl. č. 252/2004 Sb. (MH 0,5 $mg.l^{-1}$) za rok 2015 u 9 odběrových míst je uvedeno (graf č. 3). Byl proveden přepočet na NH_4-N (MH 0,383 $mg.l^{-1}$). Ve zkoumaném roce byla překročena hodnota NH_4-N u odběrového místa č. 4 v únoru (1,172 $mg.l^{-1}$), u odběrového místa č. 7 v březnu (0,51 $mg.l^{-1}$). Legislativa nestanovuje MH fosforečnanů v pitné vodě.

graf č. 3 Amoniakální dusík, fosforečnanový fosfor ze všech hodnocených odběrových míst, 2015



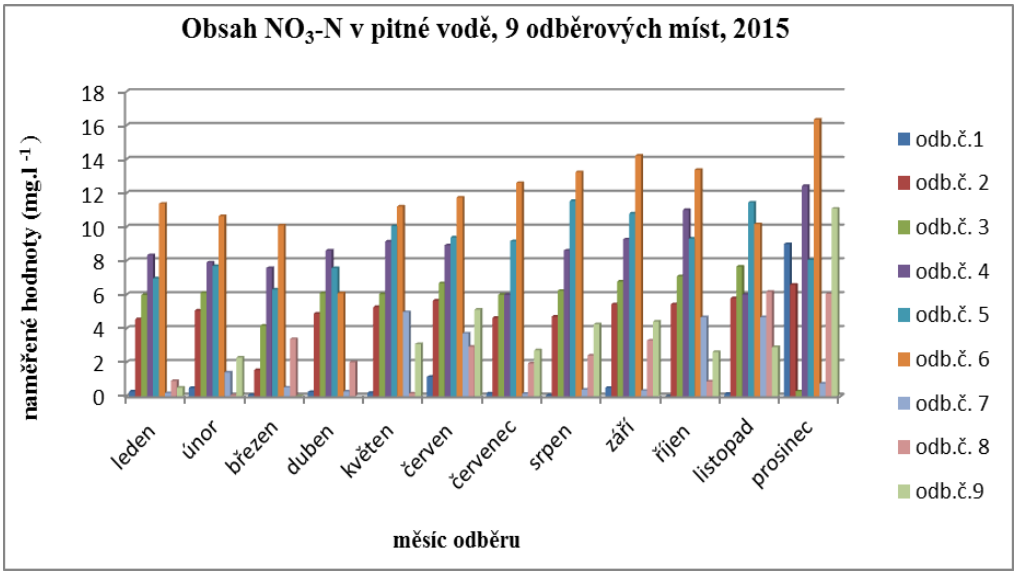




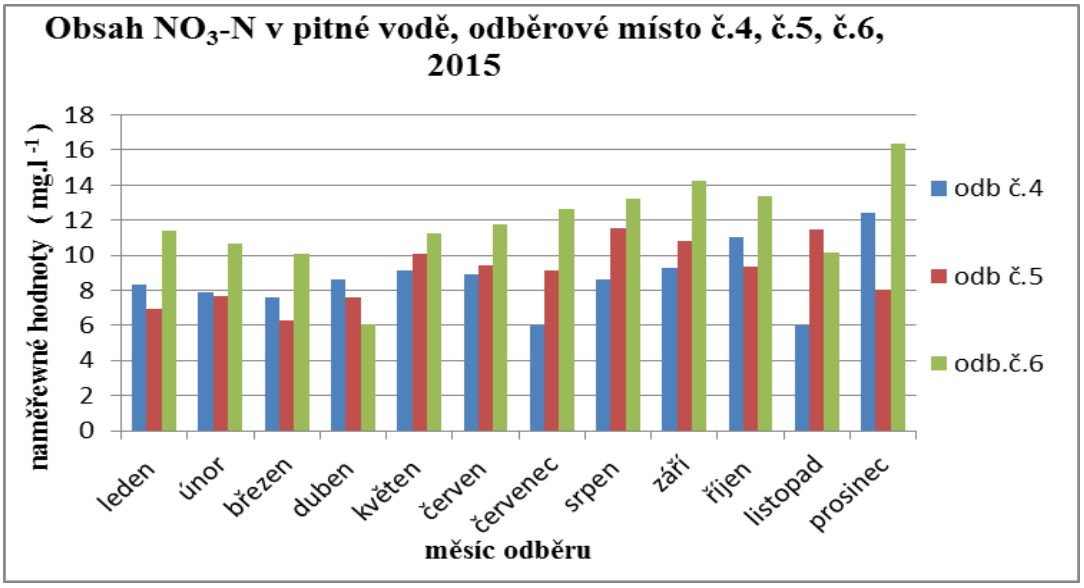


Dále byla odběrová místa hodnocena z hlediska obsahu dusičnanového dusíku v pitné vodě dle vyhl. č. 252/2004 Sb. (MH NO_3 50 $mg.l^{-1}$). Byl proveden přepočet na NO_3 - N (MH 11,3 $mg.l^{-1}$) (graf. č. 4). Ve zkoumaném roce byla překročena hodnota NO_3 - N u odběrového místa č. 4 v prosinci (12,44 $mg.l^{-1}$), u odběrového místa č. 5 v srpnu (11,54 $mg.l^{-1}$), v listopadu (11,45 $mg.l^{-1}$), u odběrového místa č. 6 v lednu až v prosinci (6,09 $mg.l^{-1}$ - 16,35$mg.l^{-1}$) (graf č. 5) . Odběrové místo č. 9 mělo vyšší nárůst NO_3 - N v prosinci 2015 (11,091 $mg.l^{-1}$), za leden – listopad 2015 byl průměr 2,793 $mg.l^{-1}$.

graf č. 4 Obsah dusičnanového dusíku v pitné vodě ze všech hodnocených odběrových míst za rok 2015



graf č. 5 Obsah dusičnanového dusíku v pitné vodě, odběrové místo č. 4, odběrové místo č. 5, odběrové místo č. 6 za rok 2015 (vybraná byla 3 odběrová místa s nejvyšší naměřenou hodnotou za rok 2015)



Obsah celkového organického uhlíku (TOC) v pitné vodě z 9 odběrových míst za rok 2015 vykazoval překročení mezní hodnoty (MH TOC 5 mg.l^{-1}) dle příl. č. 1

vyhl. č. 252/2004 Sb. (tab. č. 3). Vyšší koncentrace TOC byly naměřeny u všech sledovaných odběrových míst v měsíci lednu, únoru, březnu za rok 2015. Odběrové místo č. 9 mělo v lednu téměř 10x vyšší hodnotu TOC než je požadovaná MH TOC (41,66 $mg.l^{-1}$), ostatní hodnoty organických látek u tohoto odběrového místa vykazovaly také zvýšený výskyt TC (42,84 $mg.l^{-1}$), IC (1,18 $mg.l^{-1}$), TN (1,32 $mg.l^{-1}$). Legislativní norma nezahrnuje MH ukazatelů IC, TC, TN.

tab č. 3 Překročené hodnoty TOC ze všech hodnocených odběrových míst za rok 2015

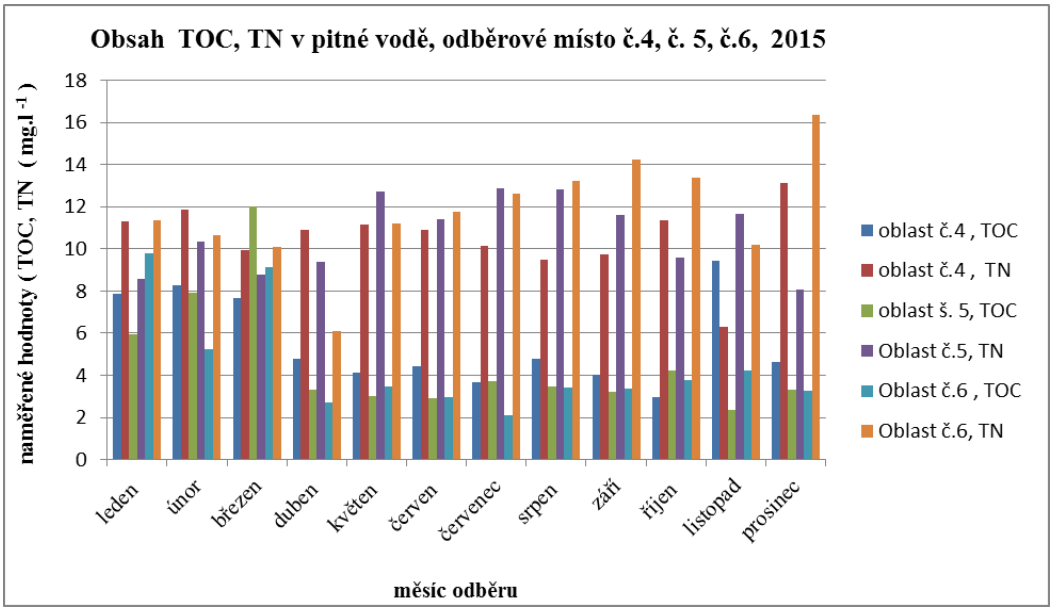
*překročení MH (mezní hodnota)

kód vzorku : číslice - odběrové místo (odb.)

Hodnocené oblasti / Datum odběru	odb č. 1 MH TOC (5mg.l-1)	odb č. 2 MH TOC (5mg.l-1)	odb č. 3 MH TOC (5mg.l-1)	odb č. 4 MH TOC (5mg.l-1)	odb č. 5 MH TOC (5mg.l-1)	odb č. 6 MH TOC (5mg.l-1)	odb č. 7 MH TOC (5mg.l-1)	odb.č.8 MH TOC (5mg.l-1)	odb.č.9 MH TOC (5mg.l-1)
leden	12,43*	7,15*	6,93*	7,89*	5,94*	9,78*	6,72*	5,46	41,66*
únor	10,39*	6,34*	7,67*	8,27*	7,9*	5,24*	11,52*	10,48*	12,48*
březen	12,04*	10,17*	9,71*	7,69*	12,02*	9,13*	12,23*	10,31*	10,51*
duben	10,79*	2,88	4,65	4,78	3,31	2,71	3,6	3,27	
květen	10,85*	3,07	7,59*	4,12	3	3,47	10,28*	3,8	5,08*
červen	9,38*	2,94	4,58	4,44	2,93	2,98	4,99	2,5	10,08*
červenec	11,08*	2,84	4,65	3,68	3,7	2,12	3,03	2,85	3,68
srpen		4,8	4,81	4,81	9,48*	3,42	3,42	4,34	5,6*
září	6,18*	4,73	4,35	4,01	9,76*	3,35	4,98	5,52*	5,89*
říjen	7,8*	2,34	3,44	2,97	11,34*	3,77	8,15*	3,12	3,01
listopad	8,24*	2,29	3,29	9,42*	6,31*	4,25	3,34	11,88*	3,27
prosinec	5,49*	3,25	7, 7*	4,64	13,15*	3,26	2,74	9,46*	4,66

Zvýšené hodnoty TOC a TN byly také u odběrového místa č. 4. TOC (průměr 5,56 $mg.l^{-1}$), TN (průměr 10,51 $mg.l^{-1}$), odběrové místo č. 5 TOC (průměr 4,61 $mg.l^{-1}$), TN (průměr 10,66 $mg.l^{-1}$), odběrové místo č. 6 TOC (průměr 4,45 $mg.l^{-1}$), TN (průměr 11,76 $mg.l^{-1}$) (graf č. 6).

graf č. 6 Obsah celkového organického uhlíku a celkového dusíku v pitné vodě z vybraných odběrových míst č. 4, č. 5, č. 6 za rok 2015



4. 3 Statistické zpracování výsledků více rozměrové analýzy rozptylu

Statistické hodnocení bylo provedeno z 9 odběrových míst pro hodnoty vodivost, pH, amoniakální dusík, dusičnanový dusík, fosforečnanový fosfor, celkový uhlík, celkový anorganický uhlík, celkový organický uhlík a celkový dusík. Statisticky signifikantní rozdíly na hladině významnosti $p \leq 0,05$ (data jsou logaritmicky transformovaná) jsou pro hodnoty vodivost, NO_3-N, TC, TIC, TN (tab. č. 4). U ostatních hodnocených parametrů pH, NH_4-N, PO_4-P, TOC nebyly prokázané výrazné statisticky signifikantí rozdíly (vyjma dvou případů velmi těsně průkazného rozdílu u parametru TOC) (příloha č. 8.3).

tab. č. 4 Výsledky více rozměrové analýzy rozptylu vodivosti, dusičnanového dusíku, celkového uhlíku, anorganického uhlíku, celkového dusíku (ANOVA, Tukeyho post- hoc test $p \leq 0,05$. Číslice v osách označují odběrová místa, čísla označují dosažené hladiny významnosti s označením průkazných rozdílů červenou barvou).

vodivost	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		0,000391	0,999798	0,305532	0,355800	0,641280	0,003468	0,012780	1,000000
2	0,000391		0,000147	0,310058	0,262797	0,099958	0,998909	0,974058	0,000444
3	0,999798	0,000147		0,079855	0,099908	0,262695	0,000414	0,001511	0,999634
4	0,305532	0,310058	0,079855		1,000000	0,999838	0,752603	0,934459	0,331166
5	0,355800	0,262797	0,099908	1,000000		0,999960	0,696792	0,905903	0,383478
6	0,641280	0,099958	0,262695	0,999838	0,999960		0,401505	0,673057	0,671631
7	0,003468	0,998909	0,000414	0,752603	0,696792	0,401505		0,999979	0,004045
8	0,012780	0,974058	0,001511	0,934459	0,905903	0,673057	0,999979		0,014761
9	1,000000	0,000444	0,999634	0,331166	0,383478	0,671631	0,004045	0,014761	

NO3-N	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		0,000511	0,000139	0,000133	0,000133	0,000133	0,997764	0,976009	0,048623
2	0,000511		0,987669	0,000426	0,000218	0,000133	0,004731	0,013837	0,910451
3	0,000139	0,987669		0,010338	0,003904	0,000133	0,000242	0,000556	0,347825
4	0,000133	0,000426	0,010338		0,999998	0,001876	0,000133	0,000133	0,000134
5	0,000133	0,000218	0,003904	0,999998		0,005071	0,000133	0,000133	0,000133
6	0,000133	0,000133	0,000133	0,001876	0,005071		0,000133	0,000133	0,000133
7	0,997764	0,004731	0,000242	0,000133	0,000133	0,000133		0,999996	0,247250
8	0,976009	0,013837	0,000556	0,000133	0,000133	0,000133	0,999996		0,431354
9	0,048623	0,910451	0,347825	0,000134	0,000133	0,000133	0,247250	0,431354	

TC	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		0,000175	0,051861	0,000174	0,000153	0,000133	0,037131	0,003511	0,540042
2	0,000175		0,536665	1,000000	1,000000	0,975264	0,620508	0,968745	0,064705
3	0,051861	0,536665		0,532094	0,422271	0,060984	1,000000	0,993143	0,972042
4	0,000174	1,000000	0,532094		1,000000	0,976189	0,615968	0,967605	0,063595
5	0,000153	1,000000	0,422271	1,000000		0,991813	0,503511	0,929522	0,040965
6	0,000133	0,975264	0,060984	0,976189	0,991813		0,083935	0,407073	0,002431
7	0,037131	0,620508	1,000000	0,615968	0,503511	0,083935		0,997565	0,948688
8	0,003511	0,968745	0,993143	0,967605	0,929522	0,407073	0,997565		0,564051
9	0,540042	0,064705	0,972042	0,063595	0,040965	0,002431	0,948688	0,564051	

TIC	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		0,000521	0,280740	0,000144	0,000201	0,000133	0,078494	0,011746	0,011879
2	0,000521		0,398993	0,995507	0,999970	0,704560	0,782345	0,988354	0,994238
3	0,280740	0,398993		0,067785	0,180225	0,004018	0,999663	0,939935	0,926473
4	0,000144	0,995507	0,067785		0,999978	0,990760	0,258621	0,683159	0,754913
5	0,000201	0,999970	0,180225	0,999978		0,916926	0,504578	0,899505	0,933985
6	0,000133	0,704560	0,004018	0,990760	0,916926		0,026131	0,152019	0,203478
7	0,078494	0,782345	0,999663	0,258621	0,504578	0,026131		0,999046	0,998197
8	0,011746	0,988354	0,939935	0,683159	0,899505	0,152019	0,999046		1,000000
9	0,011879	0,994238	0,926473	0,754913	0,933985	0,203478	0,998197	1,000000	

TN	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		0,000366	0,000133	0,000133	0,000133	0,000133	0,991942	0,967222	0,045672
2	0,000366		0,944366	0,000134	0,000133	0,000133	0,005331	0,011317	0,873572
3	0,000133	0,944366		0,000582	0,000360	0,000133	0,000172	0,000239	0,172441
4	0,000133	0,000134	0,000582		1,000000	0,000133	0,000133	0,000133	0,000133
5	0,000133	0,000133	0,000360	1,000000		0,000133	0,000133	0,000133	0,000133
6	0,000133	0,000133	0,000133	0,000133	0,000133		0,000133	0,000133	0,000133
7	0,991942	0,005331	0,000172	0,000133	0,000133	0,000133		1,000000	0,315184
8	0,967222	0,011317	0,000239	0,000133	0,000133	0,000133	1,000000		0,453264
9	0,045672	0,873572	0,172441	0,000133	0,000133	0,000133	0,315184	0,453264	

5. DISKUSE

5. 1 Mikrobiologické ukazatele pitné vody

Výsledky pitné vody z 9 posuzovaných oblastí byly stanoveny v mikrobiologickém rozboru jako nevyhovující dle vyhl. č. 252/2004 Sb. Mlejnová a Chloupek (2014) uvádí že, koliformní bakterie byly donedávna považovány za nejvýznamnější ukazatele fekálního znečištění. V současné době převládá názor, že jejich přítomnost svědčí pouze o použití nevhodné technologie úpravy vody, dodatečné kontaminaci nebo o zvýšeném obsahu organických látek. Jsou nadále využívány jako ukazatel, který indikuje zvýšený přísun nežádoucích mikroorganismů z vnějšího prostředí. Z výsledků bylo zjištěno překročení NMH tohoto ukazatele u odběrového místa č. 3 a odběrového místa č. 7 v měsíci březnu. Dále byla překročena NMH dle vyhl. č. 252/2004 Sb. v ukazateli rodu Enteroccocus. Tyto organismy byly dříve považovány za část rodu Streptococcus, ale v poslední době byly upraveny do jejich vlastního rodu Enterococcus. Pro člověka bylo popsáno 12 patogenních druhů, včetně nejběžnějších lidských izolátů, Enterococcus faecalis a Enterococcus faecium (Murray, 1990). Jde o indikátorové mikroorganismy fekálního znečištění v případech, kdy koliformní bakterie byly zničeny působením vyšší teploty, obvykle při technologickém zpracování. Protože ve vodě přežívají jen krátkou dobu a téměř se zde nepomnožují, mohou být využity jako indikátor čerstvého fekálního znečištění vody (Hamerský, 2009). Z výsledků bylo patrné, že byla překročena NMH enterokoků u odběrového místa č. 3 a odběrového místa č. 7 v měsíci březnu. Tyto 2 odběrová místa mají překročené hodnoty stejných ukazatelů i ve stejném měsíci.

V MO rozboru pitné vody jsou uvedeny ukazatelé počtu kultivovaných bakterií při 22°C. Puman (2014) uvádí, že tento ukazatel totiž poskytuje užitečné provozní informace o stavu distribuční sítě a vnitřního vodovodu. Náhlý nárůst může znamenat varování před kontaminací jinými, závažnějšími mikroorganismy. Zvýšené počty kolonií mohou svědčit o problémech v různých částech systému zásobování. Počet kultivovaných bakterií při 22°C byl stanoven u všech hodnocených odběrových míst, překročení NMH bylo u vybraných odběrových míst (graf. č. 2). Zvýšený výskyt tohoto ukazatele byl zaznamenán u odběrového

místa č. 7 v měsíci březnu (400 KTJ.100 ml^{-1}). Tato oblast měla překročené hodnoty i u ostatních ukazatelů (tab. č. 1). Tato souvislost může značit náhlou kontaminaci do vodního zdroje smyvem z důsledku nadměrného hnojení nebo špatného zabezpečení a úpravou pitné vody.

5. 2 Rozpuštěné látky v pitné vodě

Dubánek a Chvála (2000) uvádí, že v podzemních a povrchových vodách využívaných ve vodárenství pro úpravu na vodu pitnou je výskyt zvýšeného obsahu amonných iontů relativně častý. V současných podzemních vodách je nejčastějším zdrojem zvýšených koncentrací NH_4^+ rozkládající se biomasa. Přítomnost amonných iontů v upravované vodě významně snižuje účinnost hygienického zabezpečení chlorací v důsledku vzniku chloraminů. Překročena NMH hodnota NH_4-N dle vyhl. č. 252/2004 Sb. byla v roce 2015 u odběrového místa č. 4 (1,172 $mg.l^{-1}$) a odběrového místa č. 7 (0,51 $mg.l^{-1}$).V podzemních vodách mají fosforečnany indikační význam. Pokud jejich koncentrace v těchto vodách vzroste, svědčí to o možnosti fekálního znečištění podzemních zdrojů vody (Konečný, 2014). Přítomnost fosforečnanů v pitné vodě má i vliv na úpravu vody. V České republice se v posledních 10-15 letech začala upravovat voda pomocí fosforečnanů k účelům zmírnění koroze nechráněných ocelových potrubí a tím snížení druhotného zaželeznění vody v distribuční síti (a tím spojených problémů jako je zákal nebo barva vody). Pro tyto účely jsou vhodné dvě existující formy (orthofosforečnany a polyfosforečnany), a proto se obě formy u nás používají (Nešpůrková a kol, 2010). Přítomnost fosforečnanů v hodnocených odběrových místech byla v rozmezí 0,01 $mg.l^{-1}$ - 0,21 $mg.l^{-1}$. Legislativní norma nezahrnuje MH fosforečnanů v pitné vodě.

Dále byl naměřen vyšší výskyt dusičnanů v pitné vodě. Dusičnany jsou nebezpečné především jako zdroj dusitanů, které mohou způsobovat methemoglobinémii (u dospělých při dávkách (0,4 až 200 mg dusitanů na 1 kg tělesné hmotnosti, resp. 33 až 150 mg dusičnanů na 1kg) a mohou být toxické z hlediska reprodukčních orgánů. Dusičnany ani dusitany nevykazují kancerogenní účinek, ale zvýšený výskyt nádorů byl prokázán při současném podávání prekursorů N-nitrosloučenin při vysokém

příjmu dusitanů (např. 1000 $mg.l^{-1}$ v pitné vodě) (Suková, 2003). Současná norma se vztahuje pouze na veřejné vodovody. Studií na zvířatech bylo zjištěno, že nepříznivé účinky, které mají vliv na reprodukci, vyplývají z vyšších dávek dusičnanů nebo dusitanů. Odezva mezi úrovní dusičnanů u pitné vody a nepříznivými reprodukčními účinky není dosud známa. Nicméně, některé zprávy naznačují spojení mezi expozicí dusičnanů v pitné vodě a spontánními potraty, nitroděložním omezením růstu a vrozenými vady (Mannasaram, 2005). Vyšší obsah dusičnanového dusíku byl u odběrového místa č. 4 (průměr 8,65 $mg.l^{-1}$), č. 5 (průměr 9,02 $mg.l^{-1}$), č. 6 (průměr 11,76 $mg.l^{-1}$).

Přítomnost organických látek v pitné vodě pro hodnocená odběrová místa byla v nadlimitních hodnotách vůči legislativě. Pro sumární stanovení organických látek ve vodách se používají tři metody: stanovení organického uhlíku (TOC), stanovení chemické spotřeby kyslíku (CHSK) a stanovení biochemické spotřeby kyslíku (BSK). Nejlépe vystihuje sumární koncentraci organických látek stanovení celkového organického uhlíku (TOC) (Fremrová a kol., 2007). Organický uhlík je téměř jediným limitujícím faktorem pro heterotrofní růst bakterií, a důsledkem toho je hlavním faktorem zodpovědným za bakteriální zhoršení jakosti vody (Ribas a kol., 1991). Překročení (MH TOC 5$mg.l^{-1}$) dle vyhl č. 252/2004 Sb. za rok 2015 bylo u všech 9 hodnocených odběrových míst (tab. č. 3). Nejvíce byla překročena MH u odběrového místa č. 9 (41,66 $mg.l^{-1}$) v lednu 2015.

6. ZÁVĚR

Pitná voda je potřebná nejen pro přímé zásobování obyvatel, ale je i významným zdrojem v zemědělské krajině. Vodu bychom měli chránit před nepříznivými vlivy okolí a dbát na její kvalitu.

Jedním z cílů mé diplomové práce bylo zjistit, zda zemědělská činnost může mít vliv na kvalitu pitné vody. Pitná voda v zemědělském hospodaření je potřebná pro závlahy polí, napájení zvířat, pro pitný režim pracovníků družstev. Pro výsledné porovnání bylo hodnoceno 9 zemědělských podniků po dobu 1 kalendářního roku. Všechny hodnocené farmy mají vlastní zdroj pitné vody (studna, vrt).

Všechny sledované farmy kromě č. 1, č. 7, č. 8, č. 9 mají zvýšené, ale i překročené hodnoty obsahu dusičnanového dusíku v pitné vodě po celý rok 2015. Překročení hodnot dle vyhl. č. 252/2004 Sb. bylo prokázáno u mikrobiologických ukazatelů pitných vod. Farma č. 7 v březnu 2015 vykazovala překročené hodnoty ve všech stanovených mikrobiologických ukazatelích. Jednou z příčin by mohla být kontaminace vody exkrementy zvířat. Překročení mezních hodnot se potvrdilo také u celkového organického uhlíku. Všechny farmy měly překročení tohoto ukazatele na jaře 2015 a nebyly tak splněny požadavky zák. č. 258/2000 Sb. a vyhl. č. 252/2004 Sb.

Hodnocené farmy č. 1 až č. 9 nemají takové překročení limitů ukazatelů pitné vody, které by mohlo ohrozit zdraví lidí a zvířat v zemědělském hospodaření, hodnoty celkového organického uhlíku byly v průměru až trojnásobně překročeny. Kolísání výsledků dle ročního období je zřejmé, může to být zapříčiněno mnoha faktory. Nadměrné hnojení dusíkatými a fosforečnými hnojivy, vápnění půdy, kontaminace exkrementy zvířat. Dále to může být nevhodný technický stav vlastního zdroje pitné vody dle zák. č. 252/2001 Sb. a v neposlední řadě špatná technologická úprava a zabezpečení pitné vody.

Jak ukazují výsledky odběrů pitné vody z místních zdrojů na zemědělských farmách, jsou tyto vody zřejmě pod vlivem zemědělského hospodaření. Svědčí o tom naměřené hodnoty polutantů, často nevyhovující požadavkům na kvalitu pitné vody podle právních norem. Hodnoty polutantů se mezi jednotlivými farmami významně liší. Vzhledem k tomu, že zachování vyhovujících parametrů pitné vody je důležité z hlediska zdravotního stavu lidí a zvířat, lze na základě výsledků mé práce doporučit hospodařícím subjektům hledat řešení zlepšení kvality pitné vody formou stavebních či organizačně technických opatření (ochrana vodního zdroje před kontaktem s materiálem, který může způsobit znečištění, stavební úpravy vodního zdroje ve formě lepší izolace jeho bezprostředního okolí, dočištění, úprava a dezinfekce vody z vodního zdroje). V neposlední řadě má práce poukazuje na zřejmě širší problém kvality pitné vody na farmách obecně.

7. SEZNAM LITERATURY

1) AMBROŽOVÁ ŘÍHOVÁ, Jana.*Mikrobiologie v technologii vod*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2008. 252 s. ISBN 978-80-7080-676-0.

2) APPENZELLER a kol. *Effect of adding phosphate to drinking water on bacterial growth in slightly and highly corroded pipes.* Water Research, 2001, France.

3) DUBÁNEK Václav a Jan CHVÁLA.*Technologie kontinuálně provzdušňované biofilmévé nitrifikace při úpravě podzemní vod yna vodu pitnou.* Fer and Mat Technology,Vodárenská technologie, 2000, 5 s.

4) ČIPERA, Jan, BENEŠ, Pavel a Václav KUČERA.*Chemie I*: vyd. 1, Praha, státní pedagogické nakladatelství, n.p.1979, 302s.

5) FREMROVÁ, L. a kol. *Celkový organický uhlík a celková spotřeba kyslíku.* Podklady pro Ministerstvo životního prostředí k provádění Protokolu o PRTR - přehled metod měření a identifikace látek sledovaných podle Protokolu o registrech úniků a přenosů znečišťujících látek v únicích do vody, HYDROPROJEKT CZ a.s., MŽP Praha, 2007.

6) GERYCH, Michal. *Zdravotně technické instalace ve výrobním závodě.* [diplomová práce], Brno, 2013, 110 s.

7) GREENWOOD, N.N., EARNSHAW, A. *Chemie prvků.* Praha : Informatorium, 1993, ISBN 80-85427-38-9.

8) HAMERSKÝ, Stanislav. *Tvorba učebního textu pro cvičení z potravinářské mikrobiologie.* [diplomová práce], Brno, 2009,114 s.

9) HANOUSEK, Miloš. *Voda pro chataře a zahrádkáře*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005. Profi & hobby. ISBN 80-247-0400-5.

10) HANUŠOVÁ, Veronika. *Vyhodnocení provozu vodárenských filtrů.* [bakalářská práce], Brno, 2015, 62 s.

11) HÄUSLER, Jiří. *Mikrobiologické kultivační metody kontroly jakosti vod.* 1. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 1994. ISBN 80-7084-107-9.

12) HAVEL, B. *Hodnocení zdravotního rizika dusičnanů a dusitanů z pitné vody*, Hygiena, č.47, 2002.

13) HETEŠA, Jiří a Eva KOČKOVÁ.*Hydrochemie*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1997. ISBN 80-7157-289-6.

14) HLADKÝ Oldřich. *Řídící systém jako nástroj zvyšování efektivnosti provozu úpravny vody. [Řízení filtrace na úpravně vody]*. Sborník konference,VODA ZLÍN 2000, Ostrava, 1999.

15) HORÁKOVÁ, Marta. *Analytika vody*. Vyd. 2., opr. a rozš. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2003. ISBN 80-7080-520-X.

16) HRUDEY, E.Steve. *Chlorination Disinfection By-Products (DBPs) in Drinking Water and Public Health in Canada. A Primer for Public Health Practitioners Reviewing Evidence from over 30 Years of Research.* University of Alberta Edmonton,2008.

17) JACKSON, Peter. *Determination of inorganic ions in drinking water by ion chromatography.*TrAC Trends in Analytical Chemistry, USA, 2001

18) KLABAN, Vladimír.*Svět mikrobů: malý mikrobiologický slovník*. Vyd. 1. Hradec Králové: Gaudeamus, 1999. ISBN 80-7041-639-4.

19) KNOP, K.Cvičení z výživy a hnojení rostlin, vyd. 1, Praha: VŠZ (Praha), 1982, 118s.

20) KONEČNÝ, Jiří. *Specifické látky ve zdrojích pitné vody.*[bakalářská práce], Brno, 2014, 47 s.

21) KOSAŘ, Karel. *Technologie výroby sladu a piva*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2000. ISBN 80-902658-6-3.

22) KOŽÍŠEK, František. *Studna jako zdroj pitné vody.* příručka pro uživatele domovních a veřejných studní, Praha, 2003. ISBN 80 - 7071 - 224 – 4.

23) KŘÍŽENECKÁ, Sylvie a Václav SYNEK. *Základy analytické chemie*. Vyd. 1. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, 2014. ISBN 978-80-7414-804-0.

24) KŘÍŽOVÁ, Iveta. *Analýza vybraných ukazatelů kvality vody* [diplomová práce], České Budějovice, 2013, 70 s.

25) KVÍTEK, T., GERGEL, J. A KVÍTKOVÁ G.,Využití a ochrana vodních zdrojů, vyd. 1, České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2005, 95 s.

26) MANNASARAM, E. Deana. *A review of nitrates in drinking water: maternal exposure and adverse reproductive and developmental outcomes* ,Chamblee USA,2005

27) MARUŠINCOVÁ, Hana. *Technologická úprava vod na vodu pitnou.* [bakalářská práce], Zlín, 2007, 28s.

28) MLEJNKOVÁ, Hana a Jan CHLOUPEK.*Hygienické zabezpečení pitné a napájecí vody- návody k praktickým cvičením*. Brno,2014.ISBN 978-80-7305-755-8.

29) MURRAY, B E. *The life and times of the Enterococcus*.Clin. Microbiol. Rev., 1990.

30) MATOUŠKOVÁ,Lenka. *Sledování znečištění podzemních vod v regionu Haná* [bakalářská práce], Olomouc, 2013, 47 s.

31) NEŠPURKOVÁ, Lenka a kol.. *Vliv fosforečnanů v pitné vodě na plumbosolvataci.* Projekt „ Kovy a související látky v pitné vodě“ (Program COST, č.1715/2007-32), Statní zdravotní ústav, Ostrava, 2009.

32) NOVOTNÝ, Radek.*Stanovení fosforečnanů ve vodách a charakterizace jejich negativního vlivu na akvatický ekosystém.*[bakalářská práce], Brno, 2012, 37s.

33) NOVOTNÝ, Vladimír., *Fyzikální chemie.* vyd. 2, Praha, 1984, 04-689-84.

34) PAVLÍKOVÁ, Kateřina.*Problematika studní a vod v obci Křešovice*. [diplomová práce], České Budějovice, 2013. 86 s.

35) PARMOVÁ,Iva. *Stanovení dusičnanů v pitných vodách.* [bakalářská práce], Zlín, 2013, 45 s.

36) PITTER, Pavel. *Hydrochemie.* přeprac. 2 a rozš. vyd. Praha, VŠCHT, 1999, 568s.

37) PUMANN, Petr. *Aktualizované stanovisko Státního zdravotního ústavu – Národního referenčního centra pro pitnou vodu k problematice použití přípravků na bázi fosforečnanů k úpravě pitné a teplé vody.* Státní zdravotní ústav, Praha, 2010.

38) PUMANN, Petr. *Metodické doporučení SZÚ – Národního referenčního centra pro pitnou vodu pro hodnocení výsledků ukazatelů počty kolonií při 22 °C a 36 °C v pitné vodě,* Státní zdravotní ústav, Praha, 2014.

39) RANGEL, M.Josefa.*Epidemiology of Escherichia coli O157:H7 Outbreaks, United States, 1982–2002.* University of Nebraska – Lincoln, 2005.

40) REMEROVÁ, Martina. *Zhodnocení kvality vod ze studní regionu Vysočina.* [bakalářská práce], Brno, 2011, 43 s.

41) Ribas, F., J. Frias, and F. Lucena. *A new dynamic method for the rapid determination of the biodegradable dissolved organic carbon in drinking water.* Journal of applied bacteriology. Oxford (1991): 371-378.

42) RULÍK, Martin.*Mikrobiální ekologie vod*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 978-80-244-3477-3.

43) SOMPEKOVÁ, Zuzana. *Kvalita pitné vody určená k hromadnému zásobování obyvatel.* [diplomová práce], České Budějovice, 2010, 110s.

44) SOTOLÁŘOVÁ, Kateřina. *Kvalita vodovodní studny.* [bakalářská práce], Brno,2012, 50s.

45) STRNADOVÁ, Nina a Václav JANDA.*Technologie vody I*. 2., přeprac. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1999. ISBN 80-7080-348-7.

46) ŠIDLÍKOVÁ, Lenka. *Kvalita místních zdrojů vody.* [diplomová práce], Brno, 2012, 77 s.

47) ŠOPÍKOVÁ, Lucie. *Možnosti hygienického zabezpečení pitné vody* . [diplomová práce], Brno, 2012, 63s.

48) TOMANOVÁ, Pavla. *Studna ve světle platných právních předpisů.* [diplomová práce], Brno, 2012, 67 s.

49) VTEI-vodohospodářské ekonomické noviny. *Kontaminace odpadních vod Escherichia Coli O157.* (Mlejnková, H.; Kalendová, L.; Konečná, J.; Baudišová, D.), ročník 55 , Brno,2013.

50) WHO, *Guidelines for drinking*-water quality. 3rd ed. Geneva: World Health Organization, 2004, 9241546387

51) ZÁBRANSKÝ, Jaroslav. *Měření konduktivity medu .[*bakalářská práce], Brno, 2007, 51 s.

Seznam internetových zdrojů

Šachtová studna, dostupné na WWW: (citace ze dne 2.11.2015)

1. http:// www.glaukos.cz/ kopane-studny.php

Vrtaná studna, dostupné na WWW: (citace ze dne 3.11.2015)

2. http://www.vrtane-studny-sk.cz/projekty-studni

Princip odstředivého čerpadla, dostupné na WWW: (citace ze dne 10.12.2015)

3. http://druhy-cerpadel.cz/hydrodynamicka/odstrediva/

Vysoká škola technická, Ostrava, dostupné na WWW: (citace ze dne 13.12.2015)

4.http://homen.vsb.cz/hgf/546/Marerialy/Radka_2010/uv.html

Koliformní bakterie, dostupné na WWW: (citace ze dne 4.1.2016)

5. http://euroclean.cz/slovnik/koliformni-bakterie/

Escherichia coli, dostupné na WWW: (citace ze dne 4.1.2016)

6. http://www.ceskatelevize.cz/ct24/svet/1262035

Enterococcus,dostupné na WWW: (citace ze dne 5.1.2016)

7.http://www.osel.cz/4919-pohledy-do-bricha.html

Amonné ionty, dostupné na WWW: (citace ze dne 15.1.2016)

8.http://www.eurowater.cz/pitn%C3%A1_voda/%C4%8Dist%C3%A1_pitn%C3%A1_voda/amonn%C3%A9_ionty.aspx

Amonné ionty, dostupné na WWW: (citace ze dne 12.2.2016)

9.http:// www.wikiskripta.eu/amonneionty

SUKOVÁ,Irena. *Hodnocení zdravotního rizika dusičnanů a dusitanů z pitné vody*. 2003. Dostupná na WWW: (citace ze dne 15.2.2016)

10.http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=0&ch=1&typ=1&val=13483

Seznam norem

ČSN 75 7143 „Jakost vod. Jakost pro závlahu“

ČSN 75 5115 „Jímání podzemní vody “

ČSN 75 7842 „Jakost vod- stanovení psychrofilních bakterií“

ČSN 75 7221 „ Jakost vod - Klasifikace jakosti povrchových vod“

ČSN 75 7837 „Jakost vod - Stanovení koliformních bakterií v nedesinfikovaných vodách“

ČSN EN ISO 6222 „Jakost vod - Stanovení kultivovatelných mikroorganismů - Stanovení počtu kolonií očkováním do živného agarového kultivačního média“

ČSN EN ISO 7899-2 „Jakost vod - Stanovení intestinálních enterokoků“

Nařízení vlády č.117/2014 Sb. Nitrátová směrnice

Směrnice rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů

vyhláška č. 252/2004 Sb., kterým se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody

zákon č. 254/2001Sb., o vodách (vodní zákon), v platném znění

zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, v platném znění

8. PŘÍLOHY

8. 1 Kalendářní plán, 2015

MBL- mikrobiologická analýza

Chemie- hydrochemická analýza

2015		KALENDAŘNÍ PLÁN							
Měsíce	odběrové místo č.1	odběrové místo č.2	odběrové místo č.3	odběrové místo č.4	odběrové místo č.5	odběrové místo č.6	odběrové místo č.7	odběrové místo č.8	odběrové místo č.9
1	MBL- 5.1.15	MBL- 5.1.15	MBL- 5.1.15	MBL- 5.1.15	MBL- 5.1.15	MBL- 5.1.15	MBL- 5.1.15	MBL- 5.1.15	MBL- 5.1.15
1	Chemie- 5.1.15	Chemie- 5.1.15	Chemie- 5.1.15	Chemie- 5.1.15	Chemie- 5.1.15	Chemie- 5.1.2015	Chemie- 5.1.15	Chemie- 5.1.15	Chemie- 5.1.15
2	MBL- 2.2.15	MBL- 2.2.15	MBL- 2.2.15	MBL- 2.2.15	MBL- 2.2.15	MBL- 2.2.15	MBL- 2.2.15	MBL- 2.2.15	MBL- 2.2.15
2	Chemie- 2.2.2015	Chemie- 2.2.2015	Chemie- 2.2.2015	Chemie- 2.2.2015	Chemie- 2.2.2015	Chemie- 2.2.2015	Chemie- 2.2.2015	Chemie- 2.2.2015	Chemie- 2.2.2015
3	MBL- 2.3.15	MBL- 2.3.15	MBL- 2.3.15	MBL- 2.3.15	MBL- 2.3.15	MBL- 2.3.15	MBL- 2.3.15	MBL- 2.3.15	MBL- 2.3.15
3	Chemie- 2.3.2015	Chemie- 2.3.2015	Chemie- 2.3.2015	Chemie- 2.3.2015	Chemie- 2.3.2015	Chemie- 2.3.2015	Chemie- 2.3.2015	Chemie- 2.3.2015	Chemie- 2.3.2015
4	MBL- 6.4.15	MBL- 6.4.15	MBL- 6.4.15	MBL- 6.4.15	MBL- 6.4.15	MBL- 6.4.15	MBL- 6.4.15	MBL- 6.4.15	MBL- 6.4.15
4	Chemie- 6.4.2015	Chemie- 6.4.2015	Chemie- 6.4.2015	Chemie- 6.4.2015	Chemie- 6.4.2015	Chemie- 6.4.2015	Chemie- 6.4.2015	Chemie- 6.4.2015	Chemie- 6.4.2015
5	Chemie -4.5.2015	Chemie -4.5.2015	Chemie -4.5.2015	Chemie -4.5.2015	Chemie -4.5.2015	Chemie -4.5.2015	Chemie -4.5.2015	Chemie -4.5.2015	Chemie -4.5.2015
6	Chemie 1.6.2015	Chemie 1.6.2015	Chemie 1.6.2015	Chemie 1.6.2015	Chemie 1.6.2015	Chemie 1.6.2015	Chemie 1.6.2015	Chemie 1.6.2015	Chemie 1.6.2015
7	Chemie- 6.7.2015	Chemie- 6.7.2015	Chemie- 6.7.2015	Chemie- 6.7.2015	Chemie- 6.7.2015	Chemie- 6.7.2015	Chemie- 6.7.2015	Chemie- 6.7.2015	Chemie- 6.7.2015
8	Chemie – 3.8.2015	Chemie – 3.8.2015	Chemie – 3.8.2015	Chemie – 3.8.2015	Chemie – 3.8.2015	Chemie – 3.8.2015	Chemie – 3.8.2015	Chemie – 3.8.2015	Chemie – 3.8.2015
9	Chemie- 7.9.2015	Chemie- 7.9.2015	Chemie- 7.9.2015	Chemie- 7.9.2015	Chemie- 7.9.2015	Chemie- 7.9.2015	Chemie- 7.9.2015	Chemie- 7.9.2015	Chemie- 7.9.2015
10	Chemie- 5.10.2015	Chemie- 5.10.2015	Chemie- 5.10.2015	Chemie- 5.10.2015	Chemie- 5.10.2015	Chemie- 5.10.2015	Chemie- 5.10.2015	Chemie- 5.10.2015	Chemie- 5.10.2015
11	Chemie- 2.11.2015	Chemie- 2.11.2015	Chemie- 2.11.2015	Chemie- 2.11.2015	Chemie- 2.11.2015	Chemie- 2.11.2015	Chemie- 2.11.2015	Chemie- 2.11.2015	Chemie- 2.11.2015
12	Chemie- 7.12.2015	Chemie- 7.12.2015	Chemie- 7.12.2015	Chemie- 7.12.2015	Chemie- 7.12.2015	Chemie- 7.12.2015	Chemie- 7.12.2015	Chemie- 7.12.2015	Chemie- 7.12.2015

8. 2 Základní popisná statistika hodnocených parametru

Průměry 9 vybraných hydrochemických parametrů z 9 odběrových míst za rok 2015

	1 N platných	průměr	medián	minimum	maximum	Sm.odchylka	
vodivost	12	409,0833	428,500	282,0000	463,0000		51,422
pH	12	6,9692	7,080	5,7000	8,1000		0,737
NH4-N	12	0,0266	0,000	0,0000	0,2830		0,081
NO3-N	12	1,0271	0,228	0,0000	8,9940		2,528
PO4-P	12	0,0893	0,060	0,0000	0,3730		0,125
TC	11	26,8518	28,340	14,8500	31,9500		5,376
IC	11	17,3364	17,260	9,3600	23,7100		4,064
TOC	11	9,5155	10,390	5,4900	12,4300		2,311
TN	11	1,5482	0,690	0,2000	9,2100		2,577

	2 N platných	průměr	medián	minimum	maximum	Sm.odchylka	
vodivost	12	209,6750	211,500	193,0000	226,0000		9,786
pH	12	6,8608	6,940	6,1000	7,6000		0,447
NH4-N	12	0,0481	0,002	0,0000	0,2970		0,088
NO3-N	12	4,9681	5,173	1,5510	6,5910		1,220
PO4-P	12	0,0292	0,015	0,0000	0,1040		0,036
TC	12	15,1183	14,230	12,2600	22,8600		3,004
IC	12	10,7183	10,525	9,2800	12,6900		0,919
TOC	12	4,4000	3,160	2,2900	10,1700		2,404
TN	12	5,6225	5,770	3,0300	6,4700		0,912

	3 N platných	průměr	medián	minimum	maximum	Sm.odchylka	
vodivost	12	429,0833	432,500	376,0000	461,0000		21,121
pH	12	7,0033	6,695	6,1000	9,8700		1,002
NH4-N	12	0,0114	0,000	0,0000	0,1100		0,031
NO3-N	12	5,7619	6,096	0,2910	7,6640		1,916
PO4-P	12	0,0433	0,002	0,0000	0,2070		0,070
TC	12	19,6258	18,250	14,1900	31,1600		4,631
IC	12	13,8450	13,335	9,8400	23,4600		3,368
TOC	12	5,7808	4,730	3,2900	9,7100		2,044
TN	12	6,6708	7,220	0,5800	8,0300		1,989

	4 N platných	průměr	medián	minimum	maximum	Sm.odchylka	
vodivost	12	306,6667	296,500	279,0000	364,0000		28,433
pH	12	6,6808	6,470	6,2300	7,7000		0,459
NH4-N	12	0,1077	0,000	0,0000	1,1710		0,336
NO3-N	12	8,7885	8,613	6,0090	12,4350		1,659
PO4-P	12	0,0144	0,002	0,0000	0,0620		0,023
TC	12	15,1033	12,925	11,5400	27,8900		4,612
IC	12	9,5433	8,795	7,3400	18,4700		2,895
TOC	12	5,5600	4,710	2,9700	9,4200		2,136
TN	12	10,5192	10,915	6,3100	13,1500		1,667

	5 N platných	průměr	medián	minimum	maximum	Sm.odchylka	
vodivost	12	310,3333	302,500	276,0000	434,0000		40,719
pH	12	6,7483	6,665	6,2400	7,4000		0,400
NH4-N	12	0,0139	0,003	0,0000	0,1090		0,031
NO3-N	12	9,0298	9,244	6,3110	11,5440		1,735
PO4-P	12	0,0953	0,026	0,0000	0,9180		0,260
TC	12	14,7342	13,940	10,6500	23,1300		3,745
IC	12	10,1192	10,370	8,0200	12,5400		1,630
TOC	12	4,6150	3,390	2,3600	12,0200		2,789
TN	12	10,6617	10,885	8,0800	12,8800		1,752

	6 N platných	průměr	medián	minimum	maximum	Sm.odchylka	
vodivost	12	328,4167	332,000	276,0000	383,0000		29,675
pH	12	6,6433	6,550	5,9700	7,5000		0,438
NH4-N	12	0,0148	0,000	0,0000	0,1040		0,033
NO3-N	12	12,2338	11,732	10,0990	16,3480		1,833
PO4-P	12	0,0116	0,001	0,0000	0,0930		0,027
TC	12	12,6933	13,140	4,6700	21,3900		4,533
IC	12	8,2367	7,750	2,5500	17,1400		3,977
TOC	12	4,4567	3,445	2,1200	9,7800		2,462
TN	12	16,0175	15,820	10,4800	19,8200		2,472

	7 N platných	průměr	medián	minimum	maximum	Sm.odchylka	
vodivost	12	237,7250	160,500	135,0000	555,0000		151,981
pH	12	6,7625	6,600	6,2000	7,4000		0,415
NH4-N	12	0,0574	0,000	0,0000	0,3150		0,107
NO3-N	12	1,7471	0,731	0,1490	4,9780		1,876
PO4-P	12	0,0279	0,001	0,0000	0,2190		0,066
TC	12	19,3508	16,260	13,9800	31,3000		5,993
IC	12	13,0192	12,125	9,6000	23,1500		3,934
TOC	12	6,3317	4,985	2,7400	12,2300		3,416
TN	12	2,3325	0,855	0,5700	5,7700		2,127

	8 N platných	průměr	medián	minimum	maximum	Sm.odchylka	
vodivost	12	254,3167	195,500	115,0000	870,0000		201,704
pH	12	6,7208	6,600	5,7600	7,4000		0,472
NH4-N	12	0,0492	0,000	0,0000	0,5110		0,146
NO3-N	12	2,0166	1,977	0,0680	6,1730		1,725
PO4-P	12	0,0148	0,000	0,0000	0,0910		0,032
TC	12	17,6383	16,550	12,5300	26,4900		4,753
IC	12	12,0717	12,320	9,0400	14,9500		1,899
TOC	12	5,5667	4,070	2,5000	11,8800		3,364
TN	12	2,5267	2,575	0,4200	6,6800		1,638

	9 N platných	průměr	medián	minimum	maximum	Sm.odchylka	
vodivost	11	404,2727	452,000	139,0000	563,0000		141,063
pH	11	6,4218	6,400	5,7200	7,3000		0,418
NH4-N	11	0,0390	0,000	0,0000	0,2010		0,072
NO3-N	11	3,8329	3,086	0,0070	11,0910		3,018
PO4-P	11	0,0074	0,001	0,0000	0,0310		0,011
TC	11	22,1555	18,890	6,5200	42,8400		10,143
IC	11	11,9636	13,000	1,1800	18,4300		5,881
TOC	11	10,1918	5,890	3,0100	41,6600		10,892
TN	11	4,3700	3,620	1,0700	11,4400		2,887

8. 3 Výsledky více rozměrové analýzy rozptylu pH, NH4-N, PO4 -P, TOC (ANOVA, Tukeyho post- hoc test $p \leq 0,05$) Číslice v osách označují odběrová místa, čísla označují dosažené hladiny významnosti s označením průkazných rozdílů červenou barvou).

pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		0,987923	0,999993	0,716145	0,873138	0,609243	0,897743	0,816537	0,126740
2	0,987923		0,999433	0,996789	0,999903	0,988379	0,999965	0,999502	0,615691
3	0,999993	0,999433		0,884759	0,968511	0,806510	0,977795	0,942920	0,237461
4	0,716145	0,996789	0,884759		0,999998	1,000000	0,999992	1,000000	0,969749
5	0,873138	0,999903	0,968511	0,999998		0,999942	1,000000	1,000000	0,890323
6	0,609243	0,988379	0,806510	1,000000	0,999942		0,999850	0,999994	0,988676
7	0,897743	0,999965	0,977795	0,999992	1,000000	0,999850		1,000000	0,864723
8	0,816537	0,999502	0,942920	1,000000	1,000000	0,999994	1,000000		0,930904
9	0,126740	0,615691	0,237461	0,969749	0,890323	0,988676	0,864723	0,930904	

NH4-N	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		0,999996	0,999998	0,906924	0,999999	1,000000	0,999908	0,999993	1,000000
2	0,999996		0,999251	0,978541	0,999567	0,999646	1,000000	1,000000	1,000000
3	0,999998	0,999251		0,738139	1,000000	1,000000	0,996129	0,999063	0,999927
4	0,906924	0,978541	0,738139		0,764598	0,774092	0,992882	0,981009	0,955935
5	0,999999	0,999567	1,000000	0,764598		1,000000	0,997384	0,999448	0,999964
6	1,000000	0,999646	1,000000	0,774092	1,000000		0,997747	0,999545	0,999973
7	0,999908	1,000000	0,996129	0,992882	0,997384	0,997747		1,000000	0,999997
8	0,999993	1,000000	0,999063	0,981009	0,999448	0,999545	1,000000		1,000000
9	1,000000	1,000000	0,999927	0,955935	0,999964	0,999973	0,999997	1,000000	

PO4-P	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		0,818612	0,943648	0,606634	1,000000	0,563133	0,802415	0,612895	0,526570
2	0,818612		0,999996	0,999993	0,826073	0,999975	1,000000	0,999995	0,999893
3	0,943648	0,999996		0,998972	0,948988	0,997971	0,999992	0,999070	0,995820
4	0,606634	0,999993	0,998972		0,611261	1,000000	0,999997	1,000000	1,000000
5	1,000000	0,826073	0,948988	0,611261		0,566807	0,809838	0,617649	0,530000
6	0,563133	0,999975	0,997971	1,000000	0,566807		0,999986	1,000000	1,000000
7	0,802415	1,000000	0,999992	0,999997	0,809838	0,999986		0,999997	0,999933
8	0,612895	0,999995	0,999070	1,000000	0,617649	1,000000	0,999997		1,000000
9	0,526570	0,999893	0,995820	1,000000	0,530000	1,000000	0,999933	1,000000	

TOC	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		0,117007	0,496774	0,416073	0,154062	0,126008	0,702534	0,418438	0,999990
2	0,117007		0,997116	0,999191	1,000000	1,000000	0,973435	0,999156	0,044357
3	0,496774	0,997116		1,000000	0,999161	0,997856	0,999997	1,000000	0,269833
4	0,416073	0,999191	1,000000		0,999828	0,999458	0,999963	1,000000	0,212046
5	0,154062	1,000000	0,999161	0,999828		1,000000	0,987356	0,999819	0,061361
6	0,126008	1,000000	0,997856	0,999458	1,000000		0,977885	0,999434	0,048383
7	0,702534	0,973435	0,999997	0,999963	0,987356	0,977885		0,999965	0,450350
8	0,418438	0,999156	1,000000	1,000000	0,999819	0,999434	0,999965		0,213655
9	0,999990	0,044357	0,269833	0,212046	0,061361	0,048383	0,450350	0,213655	