

**Česká zemědělská univerzita v Praze**  
**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**  
**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**



**Sledování vybraných parametrů kvality napájecí vody v ZOO Jihlava**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Pavla Kružíková**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Lubomír Růžek, CSc.**

**© 2015 ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci Sledování vybraných parametrů kvality napájecí vody v ZOO Jihlava jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30. 3. 2015

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Lubomíru Růžkovi, CSc., vedoucímu diplomové práce, za odborné vedení a cenné připomínky při zpracování předkládané diplomové práce.

Za možnost provádět odběry vzorků a poskytnutí materiálů a cenných informací k danému tématu děkuji ZOO Jihlava a Vodárenské akciové společnosti – divize Jihlava.

Za umožnění zpracování vzorků napájecí vody patří poděkování VFU Brno.

# Sledování vybraných parametrů kvality napájecí vody v ZOO Jihlava

## Souhrn

Předkládaná diplomová práce prezentuje výsledky mikrobiologických rozborů vzorků napájecí vody v ZOO Jihlava v období duben až prosinec 2014. Zoologická zahrada se nachází v údolí řeky Jihlávky v kraji Vysočina. K napájení zvířat je zde využívána voda pocházející z vodní nádrže Hubenov, která je zpracovávána na pitnou vodu v úpravně vody Hosov.

Bylo zvoleno pět odběrových míst v zoologické zahradě, odkud byly odebrány vzorky vody, které se následně převezly na VFU Brno, kde se provedlo jejich zpracování. Cílem práce bylo zhodnocení kvality napájecí vody s ohledem na přítomnost *Escherichia coli*, enterokoků, koliformních bakterií a kolonie tvořících jednotek (KTJ) při 22 °C a 36 °C. Původně plánované rozborů na přítomnost *Clostridium perfringens* se neuskutečnily, protože se tento rozbor na VFU Brno neprovádí.

Hodnoty dosažené u jednotlivých vzorků vody ukazují, že na výsledky z jednotlivých odběrových míst má velký vliv prostředí pavilonů a samotný přívod vody k napáječkám. Zatímco u pavilonů, kde je voda napouštěna přímo z vodovodního kohoutku, byly výsledky odběrů napájecí vody v souladu s Vyhláškou MZ ČR č. 83/2014 Sb., u pavilonů, kde je na vodovodní kohoutek napojena plastová hadice, došlo k překročení i nejvyšších mezních hodnot u *Escherichia coli* a enterokoků.

V době, kdy byla sledována kvalita vody v zoologické zahradě, nebyly v záznamech o zdravotním stavu zvířat zaznamenány žádné odchylky, které by mohly být spojovány s kvalitou napájecí vody. Vzhledem k získaným výsledkům je zde ale velká pravděpodobnost, že kvalita napájecí vody, a hlavně její fekální znečištění, může v budoucnu u chovaných zvířat způsobit závažné zdravotní potíže.

**Klíčová slova:** zoologické zahrady, kvalita napájecí vody, zdravotní stav zvířat, mikrobiologické parametry napájecí vody, autochtonní mikroflóra, alochtonní mikroflóra, fekální mikroflóra

# Monitoring of selected parameters of the quality of drinking water in the ZOO Jihlava

## Summary

This diploma thesis presents the results of microbiological analyses of samples of drinking water in the ZOO Jihlava in the period April to December 2014. The zoo is located in a valley of the River Jihlava in the Vysočina Region. Water from the Hubenov water reservoir is used to supply animals with water. It is processed into drinking water in the Hosov water treatment plant.

Five sampling sites in the zoo were chosen, where samples of water were taken. Subsequently they were transported to the University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences Brno, where they were processed. The aim of the study was to evaluate the quality of drinking water with regard to the presence of *Escherichia coli*, enterococci, coliform bacteria and colony-forming units (CFU) at 22 °C to 36 °C. Originally planned analyses for the presence of *Clostridium perfringens* were not implemented, because the University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences Brno does not perform such an analysis.

The values obtained for individual samples of water show that the results of individual sampling points are greatly influenced by the environment of pavilions and water supplies to the drinking basins. While the results of the samples of drinking water in the pavilions, where water is run directly from the tap, were in accordance with the Decree of Ministry of Health no. 83/2014 Coll., in the pavilions, where there is a plastic hose connected to the tap, the maximum limits for *Escherichia coli* and enterococci were exceeded.

At the time of monitoring the quality of water in the zoo, in the animal health records there were no deviations that could be associated with the quality of drinking water. However, considering the results obtained here there is a high probability that the quality of drinking water, and especially its faecal contamination, may cause the animals serious health problems in the future.

**Key words:** zoological gardens, quality of the drinking water, animal health, micro-biological parameters of the drinking water, autochthonous flora, allochthonous microflora, faecal microflora

# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>2. CÍL PRÁCE</b> .....	<b>10</b>
<b>3. PŘEHLED LITERATURY</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1. Výskyt a zásoby vody v přírodě</b> .....	<b>11</b>
<b>3.2. Rozdělení vod</b> .....	<b>13</b>
3.2.1. Rozdělení vod podle původu.....	13
Atmosférická voda .....	13
Povrchové vody.....	13
Podzemní vody.....	15
3.2.2. Rozdělení vod podle použití.....	15
Pitná voda.....	15
Užitková voda .....	16
Odpadní voda .....	16
<b>3.3. Úprava a dezinfekce vody</b> .....	<b>17</b>
<b>3.4. Mikrobiologické ukazatele pitné vody</b> .....	<b>18</b>
3.4.1. Podrobnější údaje k některým ukazatelům .....	19
Clostridium perfringens .....	19
Enterokoky.....	20
Escherichia coli .....	20
Koliformní bakterie .....	21
Počty kolonií při 22 °C a 36 °C .....	21
<b>3.5. Mikrobiologické vyšetření pitné vody</b> .....	<b>22</b>
3.5.1. Odběr vzorků.....	22
3.5.2. Rozbor vzorků vody .....	23
Krácený rozbor.....	23
Úplný rozbor .....	24
3.5.3. Stanovení jednotlivých ukazatelů.....	24
Stanovení koliformních bakterií.....	24
Stanovení <i>Escherichia coli</i> .....	25

Stanovení enterokoků .....	26
Počet kolonií při 22 °C .....	26
Počet kolonií při 36 °C.....	27
<i>Clostridium perfringens</i> .....	27
<b>3.6. Kontaminace napájecí vody.....</b>	<b>28</b>
<b>3.7. Význam vody pro organismus .....</b>	<b>29</b>
<b>3.8. Zoologické zahrady a ochrana zvířat chovaných v ZOO .....</b>	<b>30</b>
<b>4. MATERIÁL A METODY .....</b>	<b>31</b>
<b>4.1. Charakteristika ZOO Jihlava.....</b>	<b>31</b>
<b>4.2. Charakteristika odběrových míst .....</b>	<b>32</b>
4.2.1. Africká savana – odběrové místo č. 1.....	32
4.2.2. Australská farma – odběrové místo č. 2 .....	33
4.2.3. Dům koček – odběrové místo č. 3 .....	33
4.2.4. Malay Medan – odběrové místo č. 4 .....	34
4.2.5. Matongo – odběrové místo č. 5.....	34
<b>4.3. ZOO Jihlava – zdroje vody.....</b>	<b>34</b>
4.3.1. Užitková voda .....	34
4.3.2. Napájecí voda.....	34
4.3.3. Současný technologický proces úpravy pitné vody.....	35
<b>4.4. Odběr vzorků a zpracování .....</b>	<b>36</b>
<b>4.5. Zpracování dat .....</b>	<b>36</b>
<b>5. VÝSLEDKY.....</b>	<b>37</b>
<b>5.1. Africká savana.....</b>	<b>39</b>
<b>5.2. Australská farma .....</b>	<b>40</b>
<b>5.3. Dům koček.....</b>	<b>41</b>
<b>5.4. Malay Medan .....</b>	<b>42</b>
<b>5.5. Matongo.....</b>	<b>43</b>
<b>5.6. Enterokoky .....</b>	<b>44</b>
<b>5.7. <i>Escherichia coli</i>.....</b>	<b>45</b>
<b>5.8. Koliformní bakterie .....</b>	<b>46</b>
<b>5.9. Počty kolonií při 22 °C.....</b>	<b>47</b>
<b>5.10. Počty kolonií při 36 °C.....</b>	<b>48</b>
<b>5.11. Onemocnění zvířat v ZOO Jihlava v roce 2014 .....</b>	<b>49</b>

<b>6. DISKUZE</b> .....	<b>50</b>
<b>6.1. Odběrové místo č. 1 – Africká savana</b> .....	<b>50</b>
<b>6.2. Odběrové místo č. 2 – Australská farma</b> .....	<b>51</b>
<b>6.3. Odběrové místo č. 3 – Dům koček</b> .....	<b>52</b>
<b>6.4. Odběrové místo č. 4 – Malay Medan</b> .....	<b>52</b>
<b>6.5. Odběrové místo č. 5 – Matongo</b> .....	<b>53</b>
<b>7. ZÁVĚR</b> .....	<b>55</b>
<b>8. SEZNAM LITERATURY</b> .....	<b>56</b>
<b>9. SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>61</b>
<b>10. SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY</b> .....	<b>62</b>



# 1. ÚVOD

Voda společně se vzduchem tvoří základní podmínky pro existenci života na Zemi. Nejenom lidé, ale i všechny živé organismy, rostliny nebo živočichové vodu potřebují ke svému životu. Pro značnou část z nich představuje tato kapalina základní životní prostředí.

V dnešní době už voda není pouhou surovinou, ale je chápána jako základní součást životního prostředí, na kterou je nutno pohlížet pouze v souvislosti s jeho ostatními složkami. Nutností je vodu zachovat pro příští generace v co nejvyšším množství a v co nejlepší kvalitě (Burešová et al., 2005).

V posledních desetiletích se v povrchových i podzemních vodách stále častěji objevují látky, které již při malých koncentracích způsobují, že daný zdroj je pro pitné účely nepoužitelný. Je to dáno rozvojem civilizace a především jejích doprovodných efektů. Na kvalitě vody se tedy odráží jak vliv přírodních, tak i antropogenních procesů. Znečištění životního prostředí se promítá jak do množství, tak, a to mnohem více, do kvality pitné vody.

Stav vody může hrát významnou roli při šíření nález a nemocí způsobených zejména mikroorganismy. Závadná pitná voda může způsobit různé zdravotní problémy akutního či chronického rázu. Proto je potřeba přirozené znečištění vod i znečištění způsobené civilizačními faktory z vody odstraňovat její úpravou. Technologie úpravy vody je závislá na druhu a jakosti zdrojů vody. V České republice se jedná o zdroje vody podzemní a zdroje vody povrchové. Proces úpravy vody je proto nejdůležitějším technologickým postupem ve vodárenství.

Nezávadnost pitné vody je v dnešní době definována pomocí souboru fyzikálně-chemických, mikrobiologických a organoleptických ukazatelů. Tyto hygienické požadavky na pitnou vodu spolu s četností a rozsahem kontroly pitné vody jsou v České republice stanoveny legislativně. Musíme si uvědomit, že i když máme zatím dostatečnou zásobu vody, jen malá část je využitelná jako voda pitná. I když je voda obnovitelným zdrojem, není možné čerpat ji neomezeně. Proto je velmi důležité si vody vážit a hospodařit s ní zodpovědně.

## **2. CÍL PRÁCE**

V úvodu mé práce jsem si stanovila základní cíle. Nejdříve se seznámit s problematikou dostupnosti a kvality vod zpracováním literatury.

Dalším cílem bylo zhodnocení kvality napájecí vody pro zvířata v ZOO Jihlava s ohledem na přítomnost bakterií autochtonních – kultivovatelných při 22 °C, alochtonních bakterií – kultivovatelných při 36 °C a dále pak fekálních a patogenních bakterií.

### **HYPOTÉZA**

Kvalita napájecí vody v ZOO Jihlava má vliv na zdravotní stav zvířat. Na základě zjištěných výsledků hypotézu potvrdit nebo vyvrátit.

## 3. PŘEHLED LITERATURY

### 3.1. Výskyt a zásoby vody v přírodě

Voda společně s ovzduším, půdou, horninami, organismy, ekosystémy a energiemi tvoří základní složku životního prostředí, které nás obklopuje. Vodu můžeme nazvat „životadárnou“, protože bez ní by život na naší planetě přestal existovat. Veškerý prostor, který na zemi zaujímá voda, nazýváme hydrosférou. Ta zahrnuje oceány, moře, veškerou vodu na povrchu Země i v podzemí, vodu v atmosféře i vodu v živých organismech (Zachar et Jůva, 1987). Rozložení zásob vody na Zemi ukazuje následující tabulka.

Tabulka č. 1: Rozložení zásob vody na Zemi

Rozdělení zásob vody na Zemi		
Objem (km <sup>3</sup> )	Objem (km <sup>3</sup> )	% celkových zásob
<b>Oceány a moře</b>	1 338 000 000	96,5
<b>Ledovce a trvalý sníh</b>	24 064 000	1,74
<b>Podzemní voda</b>	23 400 000	1,70
/sladká/	/10 530 000/	/0,77/
/slaná/	/12 870 000/	/0,93/
<b>Půdní voda</b>	16 500	0,001
<b>Půdní led a permafrost</b>	300 000	0,022
<b>Jezera</b>	176 400	0,013
/se sladkou vodou/	/91 000/	/0,007/
/se slanou vodou/	/85 400/	/0,006/
<b>Atmosféra</b>	12 900	0,001
<b>Mokřady</b>	11 470	0,0008
<b>Řeky</b>	2 120	0,0002
<b>Živé organismy*</b>	1 120	0,0001*

\*voda v živých organismech tvoří současně 0,003 % veškeré sladké vody na Zemi.

(Gleick, 1993)

Z tabulky je patrné, že naprostá většina vody na naší planetě se nachází v mořích a oceánech. Tato voda je ale slaná, a proto je pro lidi bez úpravy nevyužitelná. Zbývající malé procento jsou zdroje sladké vody. Ale i zde je většina vody nevyužitelná, protože jde o vodu v ledovcích, v dlouhodobé sněhové pokrývce a v permafrostu.

Kuczynski et Zuchowicki (2010) uvádějí, že obecně zastávaný názor o velikosti výskytu vody na Zemi je hrubě přehnaný. Tato myšlenka totiž vychází ze skutečnosti, že 70 % naší planety je pokryto vodou. Nicméně množství dostupné pitné vody představuje méně než 1 % světových zdrojů. Rostoucí potřeba pitné a užitkové vody se proto v dnešní době stává limitujícím faktorem rozvoje národního hospodářství, a vodní hospodářství se proto rychle dostalo do popředí veřejného zájmu. Populační růst a nepředvídatelné změny klimatu budou v budoucnosti přinášet vysoké nároky na ochranu vodních zdrojů.

Voda je nezbytná pro život, ale její množství je omezené. Světová zdravotnická organizace naznačuje, že při současném růstu světové populace budou nároky obyvatel do roku 2025 převyšovat nabídku pitné vody. Sladká voda se považuje za obnovitelný přírodní zdroj. Zdrojů sladké vody na Zemi ale není mnoho, a proto v některých státech zažívají krizi kvůli nedostatku vody. Pro zajištění trvale udržitelné spotřeby je tedy zapotřebí, aby tyto obnovitelné zdroje sladké vody byly chráněny a nedocházelo ke zhoršování jakosti a snižování množství sladké vody. Zachování, ochrana a organizace povodí budou proto základními prvky vodního hospodářství v novém tisíciletí. Jejich cílem bude uspokojit rostoucí poptávku po pitné vodě. Existují však i nové technologie, které mohou zajistit pravidelné dodávky pitné vody. Stále aktuálnější pro lidstvo je otázka získávání pitné a užitkové vody odsolováním mořské vody, jejíž zdroje jsou prakticky nevyčerpatelné. V dnešní době je známo více metod účinného odsolování mořské vody. Jako nejlepší se jeví destilace, která nejlépe a nejúčinněji odstraňuje široké spektrum chemických součástí mořské vody. Tyto nové technologie jsou ale velmi drahé a energeticky velmi náročnou záležitostí (Weinberg, 2002).

V Evropě jsou za hlavní zdroje vody považovány povrchové zdroje, a to díky snadné dostupnosti a nízkým pořizovacím nákladům. Uvádí se, že 81 % vody v Evropě pochází právě z povrchových zdrojů. Mezi hlavní zdroje vody se v našich podmínkách mohou vedle povrchových vod zařadit i podzemní vody, dešťové vody nachytané do zásobníků a recyklované odpadní vody (European Environment Agency, 2009).

## 3.2. Rozdělení vod

Vodu můžeme rozdělit podle původu, nebo podle použití. Rozdělení podle původu zahrnuje vodu atmosférickou (srážkovou), povrchovou a podzemní.

### 3.2.1. Rozdělení vod podle původu

#### Atmosférická voda

Atmosférická = srážková voda se vyskytuje ve formě páry (okem nepozorovatelná), mikroskopických kapiček (mraky, mlha) nebo i větších objektů (sníh, déšť, kroupy). Do atmosféry se voda dostává odpařením z vodních ploch, ale i z povrchu pevniny, rostlin a živočichů. Atmosférická voda bývá považována za nejčistší druh přírodní vody, znečišťuje se teprve při průchodu ovzduším. Nejvyšší vliv na chemické složení atmosférické vody má vrstva atmosféry sahající od zemského povrchu do výšky 1000 až 1500 m. Jako pitná voda není vhodná (Martoň et al., 1991).

#### Povrchové vody

Takto se označují všechny vody, které se vyskytují trvale nebo dočasně na zemském povrchu. Pod pojmem povrchové vody rozumíme stojaté vody (jezera, rybníky, drobné vodní plochy, tůňky, slatiny, rašeliniště) a tekoucí vody (prameny, studánky, bystřiny, řeky) (Martoň et al., 1991).

Základním nástrojem pro hodnocení kvality povrchových vod v ČR je norma ČSN 757221. Tato norma slouží k rozdělení vody do pěti tříd:

- **I. Třída** - neznečištěná voda
- **II. Třída** - mírně znečištěná voda
- **III. Třída** - znečištěná voda

- **IV. Třída** - silně znečištěná voda
- **V. Třída** - velmi silně znečištěná voda

Rozdělení do tříd je dáno velikostí charakteristické hodnoty sledovaného ukazatele. Tyto ukazatele jsou rozděleny celkem do šesti skupin podle jejich charakteru:

- Ukazatele kyslíkového režimu

(množství rozpuštěného kyslíku, BSK<sub>5</sub>, CHSK<sub>Cr</sub>, CHSK<sub>Mn</sub>)

- Základní chemické a fyzikální ukazatele

(pH, teplota vody, rozpuštěné látky, vodivost, nerozpuštěné látky, amoniakální dusík, dusičnanový dusík, celkový fosfor)

- Doplnující ukazatele

(obsah vápníku, hořčíku, chloridů, síranů, tenzidy aniontové, nepochybně extrahovatelné látky, organicky vázaný chlor)

- Obsah těžkých kovů

(olovo, kadmium, rtuť, arsen)

- Biologické a mikrobiologické ukazatele

(koliformní bakterie, *Escherichia coli*, Enterococcus)

- Ukazatele radioaktivity

Kvalitu povrchových vod ovlivňuje řada chemických, fyzikálních a také mikrobiologických pochodů. Významným procesem ovlivňujícím jakost povrchových vod je přirozené přírodní usazování suspendovaných částic, které se uvolňují ze dna toku nebo se do vod dostanou splachem. Postupný aerobní rozklad organických látek způsobují přítomné organismy. Když srovnáme povrchovou a podzemní vodu, pak v povrchové vodě je větší a rozmanitější druhové zastoupení mikroorganismů než ve vodě podzemní.

Bratrych (2005) uvádí, že povrchové vody představují, co se týče množství, hlavní část vodních zdrojů v České republice. Kvalita povrchové vody je důležitá nejen pro stabilitu krajiny, ale i pro získávání pitné vody.

## **Podzemní vody**

Pytl et al. (2012) uvádí, že podzemní vody jsou veškeré vody pod zemským povrchem v pásmu nasycení a v přímém kontaktu s horninovým prostředím nebo půdním podložím.

Kvalitu podzemních vod ovlivňuje řada faktorů a dějů, např. vyluhování minerálních a organických látek z půd, rozpouštění minerálních látek z hornin, vzájemné reakce těchto látek, adsorpce a srážení chemických složek na částicích hornin, nebo např. míchání vod různého původu. Z hlediska jakosti rozlišujeme podzemní vody na vhodné a nevhodné pro vodárenské použití (Velíšek, 2002).

V Zákoně o vodách č. 254/2001 Sb. je uvedeno, že za podzemní vody považujeme též vody protékající podzemními drenážními systémy a vody ve studních. V České republice se pro centrální zásobování pitnou vodou ze 44 % využívá podzemních zdrojů. (Pytl et al., 2012)

### **3.2.2. Rozdělení vod podle použití**

Z hygienického hlediska a podle způsobu využití rozdělujeme vodu na pitnou, užitkovou a odpadní. Pitná voda dále zahrnuje vody minerální a léčivé.

#### **Pitná voda**

V Zákoně č. 258/2000 Sb. je jako pitná voda označována zdravotně nezávadná voda, která ani při trvalém požívání nevyvolá onemocnění nebo poruchy zdraví přítomností mikroorganismů nebo látek ovlivňujících akutním, chronickým či pozdním působením zdraví fyzických osob a jejich potomstva, jejíž smyslově postižitelné vlastnosti a jakost nebrání jejímu požívání a užívání pro hygienické potřeby fyzických osob. Zdrojem pitné vody je podzemní voda, povrchová voda a odsolená mořská voda.

## **Užitková voda**

Užitková voda je voda z jakéhokoliv přírodního zdroje, která vyhovuje zdravotním a technickým požadavkům. Nepoužívá se jako pitná voda, ale její využití je hlavně na koupání a umývání lidí a zvířat.

## **Odpadní voda**

Žabička et al. (2005) popisují odpadní vodu jako vodu změněnou použitím a odvedením do kanalizace. Může to být splašková odpadní voda, odpadní voda z komerčních provozů, kondenzát a dešťová voda, odváděná vnitřní kanalizací. Stupeň znečištění odpadní vody závisí na způsobu užití vody. Za odpadní vodu se považuje i voda, která se „znečistí“ pouze zvýšením teploty. Odpadní voda je odváděna pomocí systému stok do čistíren odpadních vod. Nejčastějším typem používaných ČOV v ČR je mechanicko-biologická čistírna odpadních vod. Velké čistírny kombinují většinou všechny dostupné čisticí procesy. Patří sem mechanické, biochemické a chemické procesy. Čistírna odpadních vod provádí předčištění, přičemž dočištění probíhá v recipientu, tj. v přirozeném vodním toku. V rámci čistírny jsou zřizovány další objekty na likvidaci vzniklých kalů a látek, jako jsou kalová a plynová hospodářství.



### 3.3. Úprava a dezinfekce vody

V Zákoně č. 166/1999 Sb., o veterinární péči a o změně souvisejících zákonů je uvedeno, že chovatel hospodářských zvířat je povinen k napájení zvířat používat vodu, která neohrožuje zdravotní stav zvířat. Protože kvalita napájecích vod není nikde přesně definována, platí pro tyto vody dodržování limitů uvedených v tabulce č. 2, určených pro pitné vody.

Povrchové vody používané k napájení zvířat mají oproti vodám podzemním větší koncentrace organických látek, proto je zde také podstatně větší množství bakterií. Povrchová voda je také ovlivňována kvalitou odpadních vod, pro něž je často recipientem. Povrchovou vodu upravujeme nejdříve mechanickým předčištěním, dále odstraněním zbarvení, pachu, korozivních látek a dezinfekcí. Po mechanickém předčištění se čistí chemicky. Využívá se zejména koagulace, při které jsou koloidní a suspendované částice převedeny do vločkové formy přidáním koagulantů. Z nich se nejčastěji používá síran hlinitý -  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  a železnatý -  $\text{FeSO}_4$ . Vyvločkováná voda se dále filtruje v různých filtračních technologiích. Po těchto procesech může voda obsahovat choroboplodné zárodky. Pro použití vody k pitným účelům je nutné tyto zárodky odstranit. Dezinfekce vody se provádí po úpravě přírodních vod na vodu pitnou, preventivně i u neupravovaných podzemních vod ([www.uprava-vody.com](http://www.uprava-vody.com)).

Dezinfekce je nezbytným krokem k úpravě pitné vody. Má za úkol ochránit spotřebitele od infekčních chorob způsobených patogenními organismy. Mezi jednodušší i pokročilejší metody patří dezinfekce chlórem, monochloraminem, oxidem chloričitým, ozonem, peroxidem vodíku, UV zářením nebo elektrochemickými metodami (Li et al., 2011).

### 3.4. Mikrobiologické ukazatele pitné vody

Bakterie jsou díky svým vlastnostem a životním nárokům přítomny ve všech typech vod. K životní aktivitě potřebují prostředí, kde je přítomno určité procento vody. Bez ní přežívají jen omezenou dobu ve formě klidových stádií - spor (Mlejnková et Chloupek, 2014).

Vlastnosti pitné vody určuje Vyhláška MZ ČR č. 252/2004 Sb., která byla doplněna Vyhláškou, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody č. 83/2014 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Zde je pitná voda označena jako taková voda, která je zdravotně nezávadná a která ani při dlouhodobém používání není příčinou zdravotních poruch a onemocnění způsobených mikroorganismy nebo toxickými látkami a odpovídá hodnotám normy.

**Vyhláška uvádí výklad těchto pojmů:**

**Mezní hodnota (MH)** – hodnota ukazatele jakosti pitné vody, většinou horní hranice rozmezí přípustných hodnot, jejíž překročení většinou nepředstavuje akutní zdravotní riziko.

**Nejvyšší mezní hodnota (NMH)** – hodnota ukazatele jakosti vody, jejíž překročení mimo podmínky stanovené příslušným orgánem, vylučuje užití vody jako pitné.

**KTJ** – kolonie tvořící jednotka.

**Tabulka č. 2:** Mikrobiologické ukazatele pitné vody podle Vyhlášky MZ ČR č. 83/2014 Sb.

Ukazatel	Jednotka	Limit	Typ limitu	Vysvětlivky
<i>Clostridium perfringens</i>	KTJ/100ml	0	MH	1
Enterokoky	KTJ/100 ml	0	NMH	
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/100ml	0	NMH	
Koliformní bakterie	KTJ/100ml	0	MH	
Počty kolonií při 22 °C	KTJ/ml	Bez abnormálních změn	MH	6
Počty kolonií při 36 °C	KTJ/ml	Bez abnormálních změn	MH	8

## Vysvětlivky k tabulce č. 2

1. Stanovuje se u pitných vod upravovaných přímo z povrchových vod nebo u podzemních vod ovlivněných povrchovými vodami. Při překročení hodnoty tohoto ukazatele se musí prozkoumat daný vodní zdroj a technologie úpravy. Zjišťuje se, zda lidské zdraví není potenciálně ohroženo přítomností patogenních mikroorganismů.

6. Pokud u zásobované oblasti nelze pro malý počet vzorků určit, zda se jedná o abnormální změnu, platí jako mezní hodnota 200 KTJ/ml.

8. Pokud u zásobované oblasti nelze pro malý počet vzorků určit, zda se jedná o abnormální změnu, platí jako mezní hodnota 40 KTJ/ml.

### 3.4.1. Podrobnější údaje k některým ukazatelům

#### **Clostridium perfringens**

Görner et Valík (2004) popisují *Clostridium perfringens* jako grampozitivní, tyčinkovitou bakterii rostoucí v anaerobním prostředí. Pro rod *Clostridium* je typická tvorba spor, tzv. endospor, které jsou zpravidla tlustší než mateřská buňka. Mají schopnost se rozmnožovat v rozmezí teplot 15 - 50 °C. Kmeny *Clostridium perfringens* jsou rozděleny do 5 typů (A, B, C, D, E) v závislosti na čtyřech hlavních a dalších méně důležitých toxinech. Enterotoxin, který je odpovědný za otravu z požití kontaminované vody (potravy) je syntetizován pouze typem A. Vzácně může typ C způsobovat velmi závažné nekrotizující enteritidy.

Klostridia se nacházejí v trávicím systému lidí i zvířat, v půdě, v prachu, v povrchových a odpadních vodách. *Clostridium perfringens* je odpovědný za krvácivé průjemy, kolikové projevy, vysokou horečku a celkem vysokou úmrtnost hlavně u mláďat (Vaikosen et Ikhatua, 2004).

## **Enterokoky**

Enterokoky jsou grampozitivní fakultativně anaerobní bakterie, vyskytující se ve dvojicích či krátkých řetízích. Tyto bakterie rostou při teplotě 10 °C - 45 °C. Enterokoky snášejí hodnotu pH až 8,5. Nikdy netvoří spory. Jsou značně odolné k zevnímu prostředí a vykazují značnou rezistenci na antibiotika. Znepokojivá je i výměna genetické informace mezi enterokoky v rámci a mezi různými zvířecími hostiteli. Enterokoky se používají jako indikátory při kontrole znečištění vod. Pozitivní nález indikuje fekální znečištění vody (Görner et Valík, 2004).

Enterokoky jsou primárními obyvateli střevního systému člověka a zvířat. Nachází se v prostředí fekálně kontaminovaném, můžeme je najít v povrchových, pitných či odpadních vodách, ale také na rostlinách. Enterokoky jsou však i původci různých onemocnění, jako například nozokomiálních infekcí močového a respiračního traktu, infekcí ran nebo v menší míře i infekcí krevního řečiště (Staley et al., 2014).

## **Escherichia coli**

*Escherichia coli* je gramnegativní fakultativně anaerobní krátká rovná tyčinka se zaoblenými konci. Tato bakterie patří ke střevní mikroflóře teplokrevných živočichů. V rámci normální flóry střeva většina kmenů *E. coli* není nebezpečná, a dokonce je pro svého hostitele užitečná tím, že syntetizuje některé důležité vitaminy a zabraňuje růstu škodlivých bakterií, protože s nimi soutěží o živiny a kyslík. *Escherichia coli* ovšem může způsobit infekci zažívacího traktu, napadnout močové cesty nebo způsobit záněty. Některé kmeny *E. coli* jsou patogenní, mohou působit různě závažná střevní onemocnění, při kterých dochází k velmi rychlé dehydrataci organismu. Pozitivní nález *Escherichia coli* ve vodě indikuje fekální znečištění (Chandran et Mazumder, 2013).

*Escherichia coli* je od roku 1993 dle směrnic WHO jediným správným a vyhovujícím indikátorem fekálního znečištění vody. *E. coli* je jediným členem skupiny koliformních bakterií, který splňuje většinu kritérií pro ideální bakteriální indikátor fekálního znečištění, tj. fekální původ, všeobecně přítomný ve velkých množstvích ve stolici člověka a teplokrevných živočichů. *Escherichia coli* je přítomna v odpadní vodě, ale neroste v přírodních vodách a je snadno zjiřitelná jednoduchými metodami. Proto je *E. coli* považována za nejcitlivější indikátor fekálního znečištění v přírodním prostředí - vody, půdy

a rostlin. Je však důležité si uvědomit, že výskyt *E. coli* v prostředí nemusí nutně vést k ohrožení onemocněním, ale určitě ukazuje, že znečištění pochází z fekálií (Paruch et Maehlum, 2012).

### **Koliformní bakterie**

Koliformní bakterie jsou aerobní nebo fakultativně anaerobní gramnegativní tyčinky. Netvoří spóry. Koliformní bakterie nejsou rezistentní vůči teplotám vyšším než 50 °C. Náleží k nim rody *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*. Koliformní bakterie se nachází v trávicím traktu lidí a zvířat. Tyto bakterie mohou být přítomny i v půdě, na rostlinách a v povrchové vodě. Mají význam jako indikátor fekálního znečištění a tím upozorňují na přítomnost patogenních mikroorganismů pocházejících ze zažívacího traktu. Pro dobrý růst jsou indikátorem i sekundární kontaminace. V pitné vodě jsou nejčastěji používaným indikátorem a indexem jakosti pitné vody (Görner et Valík, 2004). Podle Prada et al. (2001) se mohou koliformní bakterie nacházet v různém prostředí, ale hlavně se nachází v trávicím traktu lidí a zvířat. Zástupci koliformních bakterií mohou vyvolat gastrointestinální nebo infekční choroby.

### **Počty kolonií při 22 °C a 36 °C**

U autochtonních bakterií je optimum růstu 22 °C, u mezofilních bakterií 36 °C. Riziko, že se u těchto bakterií mohou vyskytnout patogenní organizmy, je poměrně nízké. Jejich zvýšený počet diagnostikuje závažné znečištění vodního zdroje z vnějšího prostředí, a to buď přímo mikroorganismy, nebo biologicky rozložitelnými organickými látkami, které tyto skupiny bakterií využívají ke svému životu. Stanovení těchto bakterií však nedokazuje fekální znečištění, ale pouze spojitost podzemní vody se zdrojem jistého znečištění. Třeba průnik povrchové vody do podzemního zdroje. Toto stanovení má účel při posouzení čistoty podzemních vod a účinnosti procesů úpravy vody. Autochtonní bakterie mohou signalizovat i výskyt bakterií, redukujících-oxidujících železo v prostředí s vyšším obsahem organických látek. Uvedené bakterie způsobují zhoršené organoleptické vlastnosti vody – zákal, chuť a pach (Cupáková et al., 2010).

## 3.5. Mikrobiologické vyšetření pitné vody

Pitná voda je voda zdravotně nezávadná, která ani při dlouhodobém používání není příčinou zdravotních poruch a onemocnění. Pitná voda nesmí obsahovat mikroorganismy, parazity a látky jakéhokoliv druhu v počtu nebo koncentraci, které by mohly ohrozit veřejné zdraví a musí splňovat hygienické limity stanovené vyhláškou Ministerstva zdravotnictví ČR č. 252/2004 Sb., doplněnou Vyhláškou č. 83/2014 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontrol pitné vody.

Podle Hammese et al. (2012) přesné a citlivé sledování bakterií není důležité pouze pro zajištění bezpečnosti a kvality pitné vody, ale také pro sledovanost, kontrolu a optimalizaci specifických procesů úprav pitné vody např. ve vodárnách.

Mikrobiologický rozbor vody je vedle hodnocení chemického a biologického základní složkou komplexního posouzení kvality pitné vody. Při běžném mikrobiologickém rozboru pitné vody se nestanovují všechny přítomné mikroorganismy a ani se pro náročnost neprovádí stanovení všech patogenních mikroorganismů. K posouzení, zda se ve sledované pitné vodě vyskytnou bakterie z hygienického hlediska závadné, bývá využíváno bakterií stejného charakteru (které se dají relativně rychle a jednoduše stanovit), tzv. indikátorové bakterie.

### 3.5.1. Odběr vzorků

Platná legislativa ČR pro odběr vzorků pitných vod: ČSN ISO 5667-5, ČSN EN ISO 19458

Každé vyšetření začíná odběrem vzorku, pak následuje přeprava, uchování a zpracování vzorku v laboratoři. Vzorek představuje jednotku výrobku, suroviny nebo jiného zkoušeného materiálu. Když je současně odebírán vzorek k mikrobiologickému a chemickému vyšetření, vždy se nejdříve odebírají vzorky k mikrobiologickému vyšetření. Když je odebírán jenom jeden vzorek pro mikrobiologické a chemické vyšetření, musí být přepravován do laboratoře za podmínek stanovených pro mikrobiologické vyšetření. V laboratoři se následně provádí nejprve mikrobiologické, pak smyslové a poté chemické vyšetření (Cupáková et al., 2010).

Před vlastním odběrem vzorku je nutné si umýt ruce a je potřeba odstranit z výstupu kohoutku všechny rušivé doplňky – např. sítko. Odběrový kohout se sterilizuje (dezinfekčním sprejem nebo plamenem - ožehnutím). Voda se nechá odtékat 2 - 3 minuty. Vlastní vzorek se odebírá do skleněné sterilní odběrové láhve se šroubovacím uzávěrem – vzorkovnice o objemu 250 ml nebo 500 ml. Sterilní vzorkovnice se otevře těsně před vlastním odběrem pitné vody a plní se přímo, bez vyplachování. Lahev se naplní do 90 % objemu – ve vzorkovnici zůstává asi 2 cm vzduchový prostor. Poté se uzavřené vzorkovnice v co nejkratší době dopraví v přepravních boxech při teplotě cca 4 °C do laboratoře, aby nedošlo k mikrobiálním změnám složení vzorku, třeba aby se mikroorganismy ve vzorku nerozmnožovaly, neodumíraly a aby si udržely původní početní a druhové zastoupení. Odebrané vzorky musí být řádně označeny, aby nemohlo dojít k jejich záměně. V laboratoři jsou vzorky uchovávány při teplotě 1 až 5 °C a jsou zpracovány nejpozději do 24 hodin (Ambrožová, 2004).

### **3.5.2. Rozbor vzorků vody**

U běžného mikrobiologického rozboru vody je náročné stanovovat všechny potenciálně přítomné patogeny, a proto byla zavedena koncepce indikátorových organismů, jejichž výskyt ve vodách je odrazem mikrobiologické kvality vod (Tortorello, 2003).

Vyhláškou je stanovena minimální roční četnost odběru vzorků pitné vody včetně rozsahu rozborů, počet vzorků pro krácený rozbor a počet vzorků pro úplný rozbor.

U nízkého překročení mezních hodnot se nápravná opatření provádějí až po potvrzení výsledku opakovaným rozbořem. Když se překročí ukazatele s nejvyšší mezní hodnotou, nemůže být voda označena za pitnou a nápravná opatření se učiní ihned.

#### **Krácený rozbor**

Kráceným rozbořem se získávají pravidelné informace o stabilitě vodního zdroje a účinnosti úpravy vody. Sleduje se například účinnost dezinfekce, mikrobiologická jakost, nebo organoleptické vlastnosti vody. Tímto rozbořem se zjišťuje, jak jsou dodržovány limitní hodnoty uvedené ve Vyhlášce MZ ČR č. 83/2014 Sb. Počet mikrobiologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů je pro krácený rozbor snížen na 24.

Mikrobiologické ukazatele, jež se stanovují při kráceném rozboru pitné vody: *Escherichia coli*, koliformní bakterie, počty kolonií při 22 °C, počty kolonií při 36 °C.

### **Úplný rozbor**

Zahrnuje 63 mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů. Cílem úplných rozborů je získat potřebné informace, abychom zjistili, zda jsou dodržovány limitní hodnoty všech ukazatelů stanovených Vyhláškou MZ ČR č. 83/2014 Sb.

Mikrobiologické ukazatele, jež se stanovují při úplném rozboru pitné vody: enterokoky, *Escherichia coli*, koliformní bakterie, počty kolonií při 22 °C, počty kolonií při 36 °C.

*Clostridium perfringens* je stanovována jenom u pitných vod upravovaných přímo z vod povrchových nebo u podzemních vod ovlivněných povrchovými vodami.

### **3.5.3. Stanovení jednotlivých ukazatelů**

Pro stanovení jednotlivých ukazatelů jsou přednostně používána hotová komerční kultivační média a činidla, která složením odpovídají požadavkům norem.

#### **Stanovení koliformních bakterií**

Platná legislativa ČR pro stanovení koliformních bakterií: ČSN 75 7837

Koliformní bakterie stanovíme pomocí membránových filmů. V současné době je tato levná a jednoduchá technika u nás i v ostatních zemích nejvíce rozšířenou metodou zajišťující stanovení počtu koliformních bakterií. Přes membránový filtr s propustností 0,45 μm přefiltrujeme 100 ml vzorku vody. Manipulace s filtrem se vždy provádí sterilní pinzetou (Rompre et al., 2002).

Po ukončení filtrace se filtry kladou na povrch Endo agaru. Filtry se přiloží na povrch kultivačního média v Petriho miskách tak, aby pod ním nevznikly bubliny. Misky jsou označeny identifikací vzorku, datem počátku kultivace a typem stanovení. Kultivace probíhá



v termostatu při teplotě 37 °C po dobu 18 až 24 hodin. Misky se ukládají do termostatu dnem vzhůru. Po inkubaci se spočítají všechny laktóza pozitivní kolonie, tj. sytě červené kolonie s tmavě červenou spodní částí, a červené kolonie s kovovým leskem. V případě, že po 24 hodinách nevyrostou žádné typické kolonie, prodlouží se kultivační doba o dalších 24 hodin. Poté se potvrzujícím testem určí počet koliformních bakterií. Jejich počet na membránovém filtru se vyjádří jako KTJ ve 100 ml vzorku (Cupáková, 2010).

**Potvrzující test:** Když se po kultivaci na Endo agaru vyskytnou laktóza pozitivní kolonie, přenese se celý membránový filtr na filtrační papír v Petriho misce nasycený činidlem pro cytochromoxidázový test. Po dvou minutách se spočítají kolonie koliformních bakterií, které jsou laktóza pozitivní s negativním cytochromoxidázovým testem, to znamená, že se vyloučí kolonie, které působením činidla zmodraly.

### **Stanovení *Escherichia coli***

Platná legislativa ČR pro stanovení *Escherichia coli*: ČSN 75 7835

Metoda je založena na membránové filtraci vzorků. Stejně jako u koliformních bakterií přefiltrujeme 100 ml vzorku přes sterilní membránový filtr. Po ukončení filtrace se pinzetou filtr přenese na povrch M-FC agaru v Petriho miskách. Stejně jako u koliformních bakterií dbáme na to, aby pod filtrem nevznikly vzduchové bubliny. Petriho misky jsou označeny identifikací vzorku, datem počátku kultivace a typem stanovení. Kultivujeme při teplotě 44 °C po dobu 18 až 24 hodin. Misky se do termostatu ukládají dnem vzhůru. Když do 24 hodin nevyrostou typické modře zbarvené kolonie, prodlouží se doba kultivace o 24 hodin. Po inkubaci se spočítají všechny laktóza pozitivní kolonie (modře zbarvené), které jsou vyhodnoceny jako fekální koliformní bakterie.

**Potvrzující test na přítomnost *Escherichia coli*:** Membránový filtr s koloniemi se přenese na povrch kultivačního média MUG (kultivační médium s 4-methyl-umbelliferyl- $\beta$ -D-glukuronidem). Uzavřené misky se kultivují 2 hodiny při teplotě 36 °C a po ukončení se v temné místnosti pod UV lampou odečítají modře fluoreskující kolonie. Je-li odečet negativní, kultivují se misky další 2 hodiny a odečet kolonií se opakuje. Bakterie s modrou fluorescencí v UV světle (přítomnost  $\beta$ -D-glukuronidázy) se počítají jako

*Escherichia coli* (Mlejnková et Chloupek, 2014). Test na přítomnost  $\beta$ -D-glukuronidázy uvádí i Rompre et al. (2002).

Výsledek na *Escherichia coli* se vyjádří jako KTJ ve 100 ml vzorku (Cupáková, 2010, Häusler 1995).

### **Stanovení enterokoků**

Platná legislativa ČR pro stanovení enterokoků: ČSN EN ISO 7899-2

Stanovení enterokoků je stejně jako u předchozích zkoušek prováděno metodou membránových filtrů. Používají se filtry s velikostí pórů 0,45  $\mu$ m. Množství filtrované vody je 100 ml. Filtry se kladou na povrch Slanetz-Bartley agaru (S-B) v označených Petriho miskách. Filtr se položí na agar tak, aby pod ním nevznikly vzduchové bubliny. Misky jsou označeny identifikací vzorku, datem počátku kultivace a typem stanovení. Kultivace probíhá v termostatu při teplotě 36 °C 48 hodin. Misky se ukládají do termostatu dnem vzhůru. Typické kolonie mají hnědočervenou barvu. Počet kolonií na membránovém filtru se vyjádří jako KTJ ve 100 ml vzorku (Brown et al., 2011).

Potvrzující testy: Pokud se po primární kultivaci na (S-B) agaru vyskytnou typické kolonie, přeneseme membránový filtr na povrch žluč-eskulin-azidového agaru a provedeme kultivaci při teplotě 44 °C 2 hodiny. Enterokoky vykazují hnědé až černé zbarvení média (Mlejnková et Chloupek, 2014).

### **Počet kolonií při 22 °C**

Platná legislativa ČR pro stanovení počtu kolonií při 22 °C: ČSN EN ISO 6222

Počet kolonií při 22 °C se stanovuje metodou zalití. Neředěný vzorek vody 1 ml se zalije agarem s kvasničním extraktem TYEA. Používají se sterilní označené Petriho misky. Po zakrytí Petriho misky víčkem se médium se vzorkem krouživým pohybem promíchá. Nechá se ztuhnout při laboratorní teplotě a následuje kultivace. Při kultivaci misky otočíme dnem vzhůru. Samotná kultivace probíhá při 22 °C 72 hodin. Celkový počet kolonií vyrostlých v kultivačním médiu se vyjádří jako KTJ v 1 ml vzorku.

## **Počet kolonií při 36 °C**

Platná legislativa ČR pro stanovení počtu kolonií při 36 °C: ČSN EN ISO 6222

Počet kolonií při 36 °C se stanovuje stejnou metodou, která se používá pro stanovení počtu kolonií při 22 °C. Rozdíl je pouze u kultivace, která se provádí při 36 °C po dobu 48 hodin. Celkový počet kolonií vyrostlých v kultivačním médiu se vyjádří jako KTJ v 1 ml vzorku.

### ***Clostridium perfringens***

Počet kolonií *Clostridium perfringens* stanovujeme metodou zalití 1 ml neředěného vzorku tryptózovým agarem s metabisulfitem a cykloserinem bez vaječného žloutku (TSC). Inkubace se provádí anaerobně při 37 °C po dobu 20 - 22 hodin. Následně se provede confirmace vybraných charakteristických kolonií a poté úprava počtu kolonií na miskách podle výsledku confirmace. Celkový počet kolonií se vyjádří jako KTJ v 1 ml (Cupáková, 2010; Häusler, 1995).

### 3.6. Kontaminace napájecí vody

Obecně jsou mikroorganismy přítomny prakticky všude kolem nás, a to jak v půdě, tak i ve vodě a ve vzduchu. Zvířata mohou vylučovat mikroorganismy do prostředí ve svých exkretách, sekretech a vydechovaném vzduchu. Díky gravitaci pak větší kapičky vznikající při kýchnutí, kašlání a dýchání dopadají v okolí zvířete, zatímco menší kapičky se rychle odpařují a zůstávají ve vzduchu, kterým jsou odnášeny do okolí. Mikroorganismy ve vzduchu nejsou většinou volné, ale bývají navázány na pevné částice, zejména prachové, popř. jsou součástí kapének (Malá et Novák, 2014).

Prachové částice spolu s mikroorganismy usedají na srst zvířat, lože, krmivo, vodu, hrazení a další součásti a kontaminují tak celý chovný prostor ustájených zvířat širokou škálou mikroorganismů (Linton et al., 1987).

Přežití infekčních mikroorganismů v prostředí hraje důležitou roli v přenosu nemocí. Většina těchto mikroorganismů je za běžných podmínek nepatogenní, ale při jakémkoli oslabení imunitního systému zvířat může dojít v organismu k sekundární infekci. Jednou z možností takového přenosu je požití kontaminované potravy nebo vody (Fotheringham, 1995).

Pro zabránění hromadění mikroorganismů je velmi důležitá úroveň čištění a dezinfekce. Obecně platí, že počet bakterií v pitné vodě v napáječkách je podstatně vyšší než v tekoucí vodě. Čištěním napáječek a případnou úpravou vody se zabývali Visscher et al. (2010). Popisují, že velký význam pro kvalitu napájecí vody mají i intervaly čištění napáječek. Při nižších intervalech čištění byl zjištěn podstatně nižší počet mikroorganismů. Dále se udává, že v období s nízkou spotřebou vody (mladá a malá zvířata) je vhodné zařadit krátké intervaly čištění napáječek nebo případnou úpravu vody.

Stejný autor se tímto pozorováním zabýval již v roce 2008. Kromě intervalů čištění napáječek byl sledován i vliv úpravy vody oxidem chloričitým. Při použití oxidu chloričitého bylo zjištěno výrazné snížení bakterií v pitné vodě.

### 3.7. Význam vody pro organismus

Voda má díky svým fyzikálním a chemickým vlastnostem velký význam jak pro vodní, tak i pro suchozemské živočichy, protože je součástí jejich těl a podílí se na mnoha biochemických pochodech důležitých pro jejich život. Zvířata musí mít neustále k dispozici dostatek vody. V zákoně č. 166/1999 Sb. je uvedeno, že k napájení hospodářských zvířat se musí přednostně používat pitná voda, popř. jiná zdravotně nezávadná voda. Není-li k napájení zvířat odebírána voda z veřejného vodovodu, musí se zajistit její laboratorní vyšetření, a to před zahájením jejího odběru. Poté se vyšetření opakuje jednou v každém kalendářním roce. Laboratorní vyšetření vody se požaduje také při vzniku podezření z hlediska narušení její zdravotní nezávadnosti.

Voda je zvířaty přijímána z různých zdrojů a má i různé funkce v těle. Nedostatečný příjem vody má negativní vliv na tepelnou regulaci organismu. Voda napomáhá při trávení potravy, vyrovnává úroveň pH v těle, pomáhá vylučování a reguluje tělesnou teplotu.

Zvířata potřebují neustálý přísun vody, aby nedošlo k dehydrataci, protože by neměla ztratit více než desetinu tělesných tekutin. Voda má vliv na posílení růstu a rozvoje zvířete. Z organismu je voda neustále vylučována ledvinami, tlustým stěvem, plícemi i pokožkou, avšak u různých zvířat rozdílně. Na zdravotní stav zvířete má vliv i kvalita přijímané vody. Znečištěná voda je škodlivá jak pro lidi, tak pro zvířata. Mikrobiálně znečištěná voda v sobě obsahuje většinou zárodky infekčních a parazitárních chorob. Tyto zárodky chorob se do vody dostanou s živočišnými odpady. Jedná se nejčastěji o mikroby střevního traktu či o produkty biochemických přeměn fekálií, které mohou vyvolat vážná onemocnění. V případě, že je kontaminován také zdroj pitné vody, může vše probíhat až epidemickou formou (Kamphues et al., 2007).

### 3.8. Zoologické zahrady a ochrana zvířat chovaných v ZOO

Teichmann (2012) uvádí, že zoologické zahrady jsou sofistikovaná a osvětová zařízení určená k chovu běžných i ohrožených druhů zvířat v zajetí, pokud možno v podmínkách, které jsou co možná nejbližší jejich přirozenému životu v přírodě.

V zákoně č. 162/2003 Sb. je zoologická zahrada označována jako trvalé zařízení, v němž jsou chováni a po dobu nejméně 7 dnů v kalendářním roce veřejnosti vystavováni volně žijící živočichové, popřípadě též zvířata domácí. Na ochranu zvířat v zoologických zahradách se vztahuje zákon č. 246/1992 Sb. na ochranu zvířat proti týrání. Z hlediska zákona je provozovatel zoologické zahrady chovatelem. Kontroly dodržování veterinárních požadavků v zoologických zahradách provádějí veterinární správy a kontroly dodržování požadavků podle zákona na ochranu zvířat proti týrání provádějí orgány ochrany zvířat.

První zoologická zahrada byla pro veřejnost zřízena v Paříži kolem roku 1793. Na našem území byla první zoologická zahrada založena v Liberci v roce 1919. Z původně malého zvěřince během století vyrostlo mezinárodně uznávané chovatelské zařízení. Podobným vývojem prošla většina našich současných zoologických zahrad.

Pro moderní zoologické zahrady jsou charakteristické tyto hlavní úkoly:

- Vzdělávání a výchova
- Vědecká práce a výzkumy na živých zvířatech
- Ochrana ohrožených druhů zvířat
- Poskytování odpočinku a rekreace návštěvníkům

Hlavním účelem zoologických zahrad je ovšem ochrana druhová, jejich posláním je přispět k zachování druhové rozmanitosti volně žijících druhů, jakož i vychovávat veřejnost k ochraně přírody (Müllerová et Stejskal, 2013).

## 4. MATERIÁL A METODY

### 4.1. Charakteristika ZOO Jihlava

ZOO Jihlava se nachází v malebném údolí řeky Jihlávky, v blízkosti centra města, v kraji Vysočina. Zoologická zahrada vznikla z původního zookoutku v roce 1982.

Tato menší zoologická zahrada se dá projít během jednoho dne a můžete zde vidět až 200 druhů exotických zvířat z pěti kontinentů, umístěných v mnoha expozicích: Africká vesnice Matongo, Pavilon šelem, Australská farma, Africká savana, Asijský parčík Hokkaido, Jihoamerická Hacienda Escondido aj.

Obrázek č. 1: Mapa ZOO Jihlava – jednotlivé expozice



(archiv zoologické zahrady Jihlava)

## 4.2. Charakteristika odběrových míst

### 4.2.1. Africká savana – odběrové místo č. 1

Jedná se o nový pavilon s velkým venkovním výběhem. K menším zvířatům zde patří fenek, kaloň zlatý, karakal, kočka pouštní, komba ušatá, maki trpasličí, marabu africký aj. K větším zvířatům v tomto pavilonu patří nyala nížinná, zebra damarská, žirafa Rothschildova, žirafa síťovaná. Větší zvířata s možností venkovního pohybu mají umístěny napáječky ve vyšších polohách. Jedná se o napáječky s pohotovostním objemem, jsou celokovové, hliníkové a ve venkovním výběhu vyhřívané. V ZOO Jihlava používají tyto napáječky od výrobce DRIML. Menší zvířata jsou napájena z nerezových misek. Do těchto misek je voda napouštěna z vodovodního kohoutku v krytém pavilonu – zde byly také prováděny odběry.

**Obrázek č. 2:** Napáječka s pohotovostním objemem od výrobce DRIML





#### 4.2.2. Australská farma – odběrové místo č. 2

Jedná se o menší farmu s letním venkovním výběhem pro klokany a venkovními voliérami pro ptáky. Největší zvířata na této farmě jsou klokani rudí, kteří mají jako jediní napáječky s pohotovostním objemem značky DRIML. Ostatní zvířata jako myš bobří, kuskus zemní a několik druhů australských papoušků mají nerezové a keramické misky o různých průměrech. Odběr vzorků byl na této farmě prováděn také z vodovodního kohoutku.

#### 4.2.3. Dům koček – odběrové místo č. 3

Tento pavilon je umístěn ve středu zoologické zahrady a má také menší venkovní výběh. Napáječky jsou zde umístěny ve vnitřním pavilonu. Jedná se o nerezové výsuvné napáječky opatřené z venkovní strany ochrannou mříží. Do těchto napáječek se napouští voda z delší hadice, napojené na vodovodní kohoutek v přípravné místnosti. Tato hadice byla po ukončení napájení smotána a uložena do vyššího prostoru asi 1,5 m od podlahy. Proto také odběry vzorků byly prováděny na konci hadice. V této expozici nalezneme šelmy, jako je tygr sumaterský, levhart perský nebo levhart cejlonský.

**Obrázek č. 3:** Odběrové místo č. 4 – Malay Medan



#### **4.2.4. Malay Medan – odběrové místo č. 4**

Menší pavilon, zato velký skalnatý výběh. V tomto výběhu se celoročně pohybuje medvěd malajský. Medvědi mají stejně jako kočkovité šelmy nerezovou výsuvnou napáječku s ochrannou mříží. Rozdíl je pouze ve velikosti, protože u medvědů má napáječka mnohem větší objem. Odběr vzorků v tomto pavilonu probíhal z vodovodního kohoutku, na kterém byla napojena kratší hadice s koncem ležícím volně na podlaze.

#### **4.2.5. Matongo – odběrové místo č. 5**

V Africké vesnici Matongo nalezneme deset stylových kruhových chýší. Za odběrové místo jsem zvolila noční pavilon s kaloni Rodriguezskými a ježky bělobřichými. Zvířata pijí z nerezových misek, které jsou plněny hadicí, ze které jsem odebírala vzorky.

### **4.3. ZOO Jihlava – zdroje vody**

#### **4.3.1. Užitková voda**

Jako užitková voda se v zoologické zahradě využívá voda z hloubkových vrtů. Tato voda se používá i k napouštění bazénů pro vydry malé, plameňáky růžové nebo tuleně kuželozubého. Tuto vodu zde upravují pouze prostředkem proti tvorbě řas.

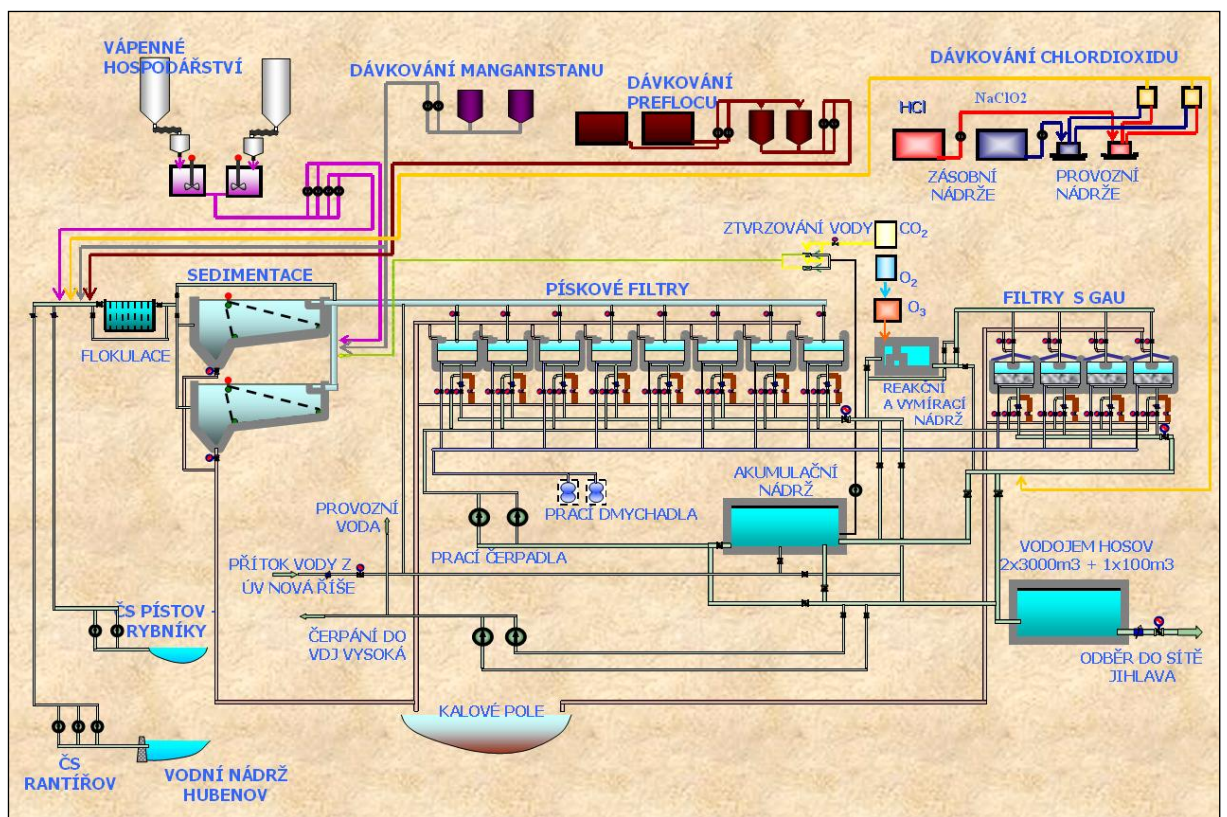
#### **4.3.2. Napájecí voda**

Tato voda je přiváděna vodovodem, který spravuje Vodárenská akciová společnost – divize Jihlava. Zdrojem vody je vodárenská nádrž Hubenov, ze které je vyráběna pitná voda v úpravně vody Hosov. Nádrž Hubenov je umístěna na Maršovském potoce, jehož povodí je většinou zalesněné, bez soustředěné zástavby a průmyslové zátěže. Úpravna vody Hosov, která prošla v roce 2000 rekonstrukcí a doplněním nových technologií, má maximální kapacitu 240 l/s.

### 4.3.3. Současný technologický proces úpravy pitné vody

Do čerpané surové vody je dávkován koagulát PREFLOC, popř. vápenné mléko. Při zhoršené kvalitě surové vody je možno dávkovat i manganistan draselný k odstranění manganu a chlordioxid k odstranění biologického oživení. Voda protéká přes míšič HEIAX do flokulační nádrže a dále do dvou podélných sedimentačních nádrží. Usazený kal je v sedimentačních nádržích shrnován řetězovým hablem do kalových jámek a vypouštěn do zemní laguny a po dalším odsazení do veřejné kanalizace, kterou kal odtéká do ČOV Jihlava. Do odsazené vody ze sedimentačních nádrží je dávkováno vápenné mléko. Pak se tato voda upravuje ozónem. Konečná úprava vody je přes čtyři filtry s náplní aktivního granulovaného uhlí. Dále je voda zdravotně zabezpečována chlordioxidem a odtéká do centrálního vodojemu. Z tohoto vodojemu je voda gravitačně dopravována odběratelům v Jihlavě.

Obrázek č. 4: Technologické schéma úpravy vody Hosov



(archiv Vodárenské akciové společnosti - divize-Jihlava)

#### **4.4. Odběr vzorků a zpracování**

Z každého odběrového místa byl každý měsíc v období duben až prosinec 2014 odebírán jeden vzorek vody do sterilní vzorkovnice o objemu 500 ml. Sterilní vzorkovnice jsem si přivezla připravené z VFU Brno. Vzorky jsem odebírala v odpoledních hodinách a následující den jsem je v ranních hodinách označené převezla v chladicím boxu na VFU Brno, kde bylo provedeno jejich zpracování. V době mezi odběrem a převozem na VFU Brno byly vzorky uchovávány v chladničce při teplotě 4 °C. U rozborů vody jsem se zaměřila na enterokoky, *Escherichia coli*, koliformní bakterie, počty kolonií při 22 °C a počty kolonií při 36 °C. Původně jsem počítala i se stanovením *Clostridium perfringens*, ale tento rozbor se na VFU Brno neprovádí.

#### **4.5. Zpracování dat**

Všechny výsledky měření byly statisticky zpracovány pomocí programů STATISTICA a EXCEL. Statisticky zpracované výsledky byly převedeny do tabulek a grafů.

## 5. VÝSLEDKY

V ZOO Jihlava byly odebírány vzorky vody z pěti odběrových míst. Tato odběrová místa jsou označena čísly 1 až 5. Odběr vzorků byl prováděn každý měsíc, od dubna do prosince 2014. Na VFU v Brně byly analyzovány mikroorganismy v napájecí vodě z uvedených odběrových míst. Zpracované výsledky jsou uvedeny v tabulkách a průměry z jednotlivých měření jsou vyneseny do grafů.

**Tabulka č. 3:** Rozdělení odběrových míst

Číslo odběrového místa	Název odběrového místa
1	Africká savana
2	Australská farma
3	Dům koček
4	Malay Medan, malajský medvěd
5	Matongo, africké chýše

**Tabulka č. 4:** Datum a čas odběrů vzorků vody v ZOO Jihlava

Odběrové místo	Měsíc	Doba odběrů vzorků		Přijetí vzorků v laboratoři		Datum rozboru vzorku
		Den	Hodina	Den	Hodina	
1,2,3,4,5	Duben	15.4.2014	16:15-17:30	16.4.2014	9:00	16.4.2014
	Květen	20.5.2014	14:30-15:15	21.5.2014	9:00	21.5.2014
	Červen	17.6.2014	16:15-17:45	18.6.2014	9:30	18.6.2014
	Červenec	21.7.2014	17:30-18:30	22.7.2014	9:00	22.7.2014
	Srpen	18.8.2014	17:30-18:30	19.8.2014	9:00	19.8.2014
	Září	16.9.2014	16:15-17:45	17.9.2014	9:00	17.9.2014
	Říjen	21.10.2014	17:30-18:30	22.10.2014	9:30	22.10.2014
	Listopad	17.11.2014	14:30-15:30	18.11.2014	9:00	18.11.2014
	Prosinec	16.12.2014	16:15-17:45	17.12.2014	9:00	17.12.2014

Nejvyšší hodnota u enterokoků 2 KTJ/100 ml byla zjištěna v září u vzorku vody z odběrového místa č. 4. Nulové hodnoty byly zjištěny u odběrových míst č. 1, 2 a 5.

U *Escherichia coli* byla stanovena nejvyšší hodnota v srpnu, a to rovněž u odběrového místa č. 4. Zjištěná hodnota byla 3 KTJ/100 ml. U odběrových míst č. 1 a 2 byly nulové hodnoty.

Nejvyšší hodnoty u koliformních bakterií byly zjištěny na odběrových místech č. 3 a 4 v měsíci srpnu. Hodnoty byly pro obě místa shodné 7 KTJ/100 ml.

Počet kolonií při 22 °C byl nejvyšší v srpnu u odběrového místa č. 4 – 312 KTJ/ml. Naopak nejnižší počet těchto bakterií byl zjištěn v dubnu u odběrového místa č. 1. – 36 KTJ/ml.

Nejvyšší hodnota kolonií při 36 °C byla zjištěna na odběrovém místě č. 4 – 58 KTJ/ml. Nejnižší hodnota byla zjištěna v měsíci listopadu na odběrovém místě č. 2 a 5. Jednalo se o hodnotu 9 KTJ/ml. Všechny uvedené výsledky jsou v následujících tabulkách č. 5 - 9 a grafech č. 1 - 5.

## 5.1. Africká savana

U vzorků vody v období měsíců duben až prosinec 2014 u odběrového místa č. 1 nebyly nalezeny enterokoky ani žádné bakterie *Escherichia coli*. Koliformní bakterie byly nalezeny v nejvyšším počtu v měsíci srpnu – 4 KTJ/100 ml. Naopak v dubnu, květnu, červnu, listopadu a prosinci se tato bakterie ve vzorcích vody nevyskytovala. Nejvyšší počet kolonií při 22 °C byl v říjnu – 79 KTJ/ml. Nejmenší hodnota 36 KTJ/ml byla zjištěna v dubnu. Výsledek 20 KTJ/ml v srpnu byl nejvyšší pro počet kolonií při 36 °C. Nejnižší výsledná hodnota byla zjištěna v měsíci dubnu – 11 KTJ/ml.

**Tabulka č. 5:** Mikrobiologické vyšetření vody – odběrové místo č. 1

<b>Odběrové místo č. 1 - Africká savana</b>					
<b>Ukazatel</b>					
<b>Měsíc</b>	Enterokoky KTJ/100 ml	<i>Escherichia coli</i> KTJ/100 ml	Koliformní bakterie KTJ/100 ml	Počty kolonií při 22 °C KTJ/ml	Počty kolonií při 36 °C KTJ/ml
<b>Duben</b>	0	0	0	36	11
<b>Květen</b>	0	0	0	54	14
<b>Červen</b>	0	0	0	45	15
<b>Červenec</b>	0	0	3	68	18
<b>Srpen</b>	0	0	4	78	20
<b>Září</b>	0	0	1	69	18
<b>Říjen</b>	0	0	1	79	14
<b>Listopad</b>	0	0	0	56	16
<b>Prosinec</b>	0	0	0	42	12
<b>Průměr</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>58,56</b>	<b>15,33</b>

## 5.2. Australská farma

Ve sledovaném období nebyla ve vzorcích vody u odběrového místa č. 2 zaznamenána žádná přítomnost enterokoků a *Escherichia coli*. 2 KTJ/100 ml byly zjištěny u koliformních bakterií v měsíci červnu a září. Výsledek 1 KTJ/100 ml byl u koliformních bakterií v měsíci červenci a srpnu. Ostatní měsíce měly nulové hodnoty. Nejvyšší počet kolonií při 22 °C s hodnotou 105 KTJ/ml byl v srpnu. Naopak nejnižší hodnota byla spočtena v únoru – 48 KTJ/ml. Počet kolonií při 36 °C byl nejvyšší v srpnu a v září – 20 KTJ/ml. Nejnižší výsledek byl zjištěn v listopadu – 9 KTJ/ml.

**Tabulka č. 6:** Mikrobiologické vyšetření vody – odběrové místo č. 2

<b>Odběrové místo č. 2 - Australská farma</b>					
<b>Ukazatel</b>					
<b>Měsíc</b>	Enterokoky KTJ/100 ml	<i>Escherichia coli</i> KTJ/100 ml	Koliformní bakterie KTJ/100 ml	Počty kolonií při 22 °C KTJ/ml	Počty kolonií při 36 °C KTJ/ml
<b>Duben</b>	0	0	0	50	15
<b>Květen</b>	0	0	0	48	16
<b>Červen</b>	0	0	2	101	14
<b>Červenec</b>	0	0	1	88	19
<b>Srpen</b>	0	0	1	105	20
<b>Září</b>	0	0	2	75	20
<b>Říjen</b>	0	0	0	91	17
<b>Listopad</b>	0	0	0	67	9
<b>Prosinec</b>	0	0	0	61	10
<b>Průměr</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,67</b>	<b>76,22</b>	<b>15,56</b>



### 5.3. Dům koček

U odběrového místa č. 3 byl v měsíci červenci a srpnu pozitivní nález na enterokoky – 1 KTJ/100 ml. U *Escherichia coli* byl v červenci a září výsledek také pozitivní, a to 1 KTJ/100 ml. Nejvyšší výsledek u koliformních bakterií byl zjištěn v srpnu - 7 KTJ/ 100 ml. Naopak nulové hodnoty byly nalezeny u této bakterie v dubnu a listopadu. Počet kolonií při 22 °C byl nejvyšší v srpnu 236 KTJ/ml a nejnižší počet těchto kolonií byl zjištěn v červnu – 129 KTJ/ml. U počtu kolonií při 36 °C byly nejvyšší hodnoty v září 53 KTJ/ml a nejnižší hodnota 14 KTJ/ml v dubnu.

**Tabulka č. 7:** Mikrobiologické vyšetření vody – odběrové místo č. 3

<b>Odběrové místo č. 3 - Dům koček</b>					
<b>Ukazatel</b>					
<b>Měsíc</b>	Enterokoky KTJ/100 ml	<i>Escherichia coli</i> KTJ/100 ml	Koliformní bakterie KTJ/100 ml	Počty kolonií při 22 °C KTJ/ml	Počty kolonií při 36 °C KTJ/ml
<b>Duben</b>	0	0	0	155	14
<b>Květen</b>	0	0	1	199	16
<b>Červen</b>	0	0	2	129	40
<b>Červenec</b>	1	1	4	219	38
<b>Srpen</b>	1	0	7	236	46
<b>Září</b>	0	1	4	204	53
<b>Říjen</b>	0	0	1	201	38
<b>Listopad</b>	0	0	0	186	27
<b>Prosinec</b>	0	0	2	156	40
<b>Průměr</b>	<b>0,22</b>	<b>0,22</b>	<b>2,33</b>	<b>187,22</b>	<b>34,67</b>

## 5.4. Malaj Medan

U enterokoků byla nejvyšší hodnota u odběrového místa č. 4 zjištěna v měsíci září – 2 KTJ/100 ml. V měsíci dubnu, červenci a srpnu byl výsledek 1 KTJ/100 ml. V ostatních měsících nebyly enterokoky ve vzorcích vody nalezeny. Výsledek u *Escherichia coli* byl nejvyšší v srpnu – 3 KTJ/100 ml. Hodnota 1 KTJ/100 ml byla výsledkem pro měsíce červenec, září, říjen a prosinec. V ostatních měsících byly hodnoty nulové. U koliformních bakterií byla zjištěna nejvyšší hodnota v srpnu – 7 KTJ/100 ml. Naopak nulové hodnoty byly zjištěny v měsíci dubnu a listopadu. Počet kolonií při 22 °C byl nejvyšší v srpnu – 312 KTJ/ml. Nejnižší výsledek byl v květnu – 125 KTJ/ml. U počtu kolonií při 36 °C byla nejnižší hodnota 20 KTJ/ml v květnu a nejvyšší hodnota 58 KTJ/ml v září.

**Tabulka č. 8:** Mikrobiologické vyšetření vody – odběrové místo č. 4

<b>Odběrové místo č. 4 - Malay Medan (malajský medvěd)</b>					
<b>Ukazatel</b>					
<b>Měsíc</b>	Enterokoky KTJ/100 ml	Escherichia coli KTJ/100 ml	Koliformní bakterie KTJ/100 ml	Počty kolonií při 22 °C KTJ/ml	Počty kolonií při 36 °C KTJ/ml
<b>Duben</b>	1	0	0	134	25
<b>Květen</b>	0	0	1	125	20
<b>Červen</b>	0	0	2	199	40
<b>Červenec</b>	1	1	4	291	33
<b>Srpen</b>	1	3	7	312	51
<b>Září</b>	2	1	4	280	58
<b>Říjen</b>	0	1	1	184	43
<b>Listopad</b>	0	0	0	180	29
<b>Prosinec</b>	0	1	2	201	39
<b>Průměr</b>	<b>0,55</b>	<b>0,88</b>	<b>2,33</b>	<b>211,78</b>	<b>37,56</b>

## 5.5. Matongo

Ve sledovaném období nebyla ve vzorcích vody u odběrového místa č. 5 zaznamenána žádná přítomnost enterokoků. Nulové hodnoty jsou ve výsledcích zaznamenány i u *Escherichia coli*, pouze v měsíci srpnu byla nalezena 1 KTJ/100 ml. U koliformních bakterií jsou nejvyšší hodnoty v srpnu a v září – 2 KTJ/100 ml. V dubnu, říjnu a listopadu ve výsledcích nalezneme 1 KTJ/100 ml. V ostatních měsících ve vzorcích koliformní bakterie nalezeny nebyly. Nejvyšší výsledek u počtu kolonií při 22 °C je v měsíci srpnu 206 KTJ/ml a nejnižší výsledek je z prosince 98 KTJ/ml. U počtu kolonií při 36 °C je nejvyšší hodnota v měsíci srpnu a září – 20 KTJ/ml, naopak nejnižší hodnota 9 KTJ/ml byla zjištěna v listopadu.

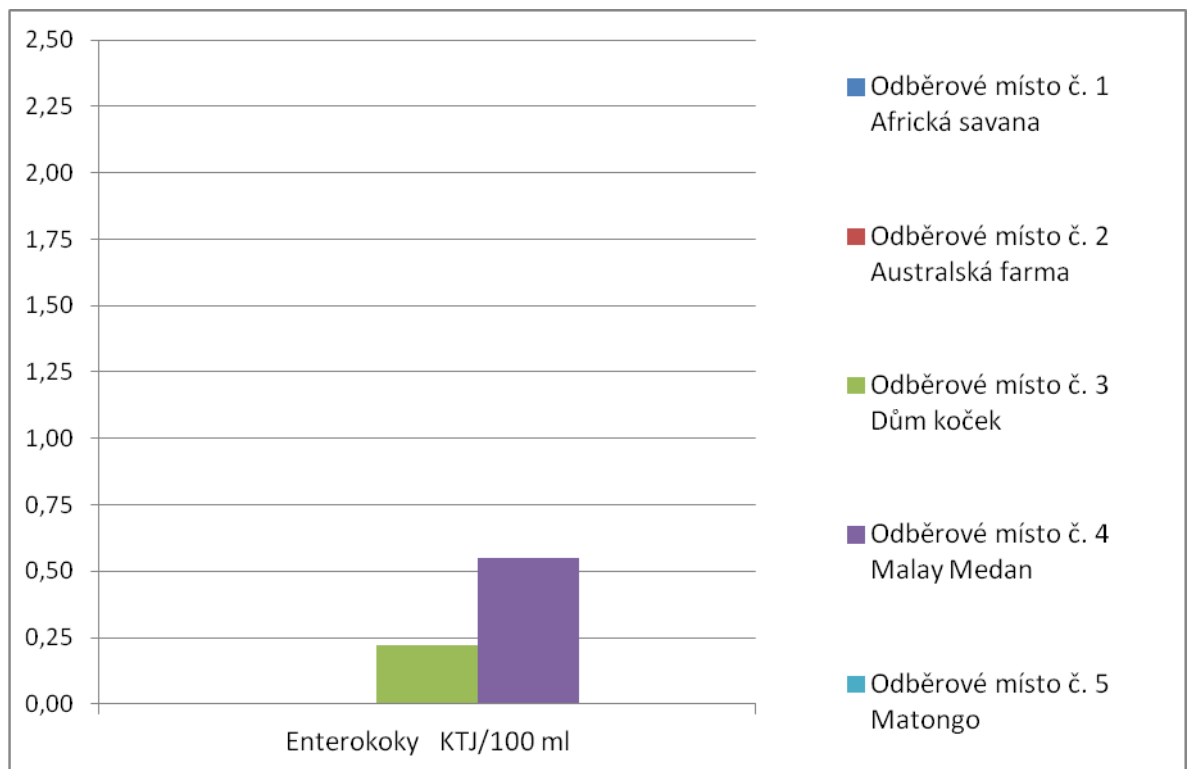
**Tabulka č. 9:** Mikrobiologické vyšetření vody – odběrové místo č. 5

<b>Odběrové místo č. 5 – Matongo (africké chýše)</b>					
<b>Ukazatel</b>					
<b>Měsíc</b>	Enterokoky KTJ/100 ml	Escherichia coli KTJ/100 ml	Koliformní bakterie KTJ/100 ml	Počty kolonií při 22 °C KTJ/ml	Počty kolonií při 36 °C KTJ/ml
<b>Duben</b>	0	0	1	103	15
<b>Květen</b>	0	0	0	177	16
<b>Červen</b>	0	0	0	101	14
<b>Červenec</b>	0	0	0	122	19
<b>Srpen</b>	0	1	2	206	20
<b>Září</b>	0	0	2	181	20
<b>Říjen</b>	0	0	1	103	17
<b>Listopad</b>	0	0	1	112	9
<b>Prosinec</b>	0	0	0	98	10
<b>Průměr</b>	<b>0,00</b>	<b>0,11</b>	<b>0,78</b>	<b>133,67</b>	<b>15,56</b>

## 5.6. Enterokoky

Z grafu č. 1 vyplývá, že u odběrových míst č. 1, 2 a 5 nebyly enterokoky nalezeny. U odběrového místa č. 3 byla zjištěna průměrná hodnota enterokoků ve sledovaném období 0,22 KTJ/100 ml. Nejvyšší průměrná hodnota 0,55 KTJ/100 ml byla zjištěna u odběrového místa č. 4.

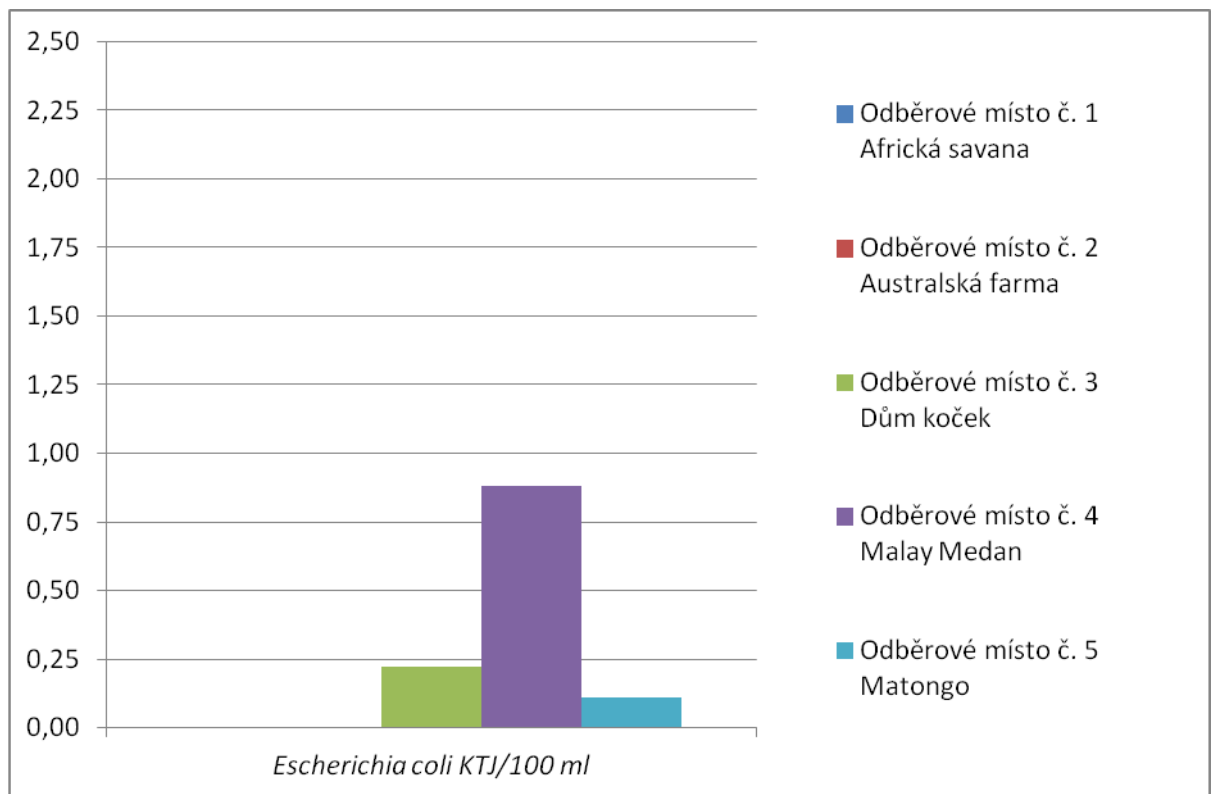
**Graf č. 1:** Průměrné hodnoty enterokoků pro jednotlivá odběrová místa



## 5.7. *Escherichia coli*

Z grafu č. 2 je patrné, že u odběrového místa č. 1 a 2 se bakterie *Escherichia coli* ve sledovaném období nevyskytovaly. U odběrového místa č. 3 byl průměrný výsledek u tohoto ukazatele 0,22 KTJ/100 ml. Nejvyšší průměrnou hodnotu u *Escherichia coli* nalezneme u odběrového místa č. 4 – 0,88 KTJ/100 ml. Nižší výsledná průměrná hodnota 0,11 KTJ/100 ml byla zjištěna u odběrového místa č. 5.

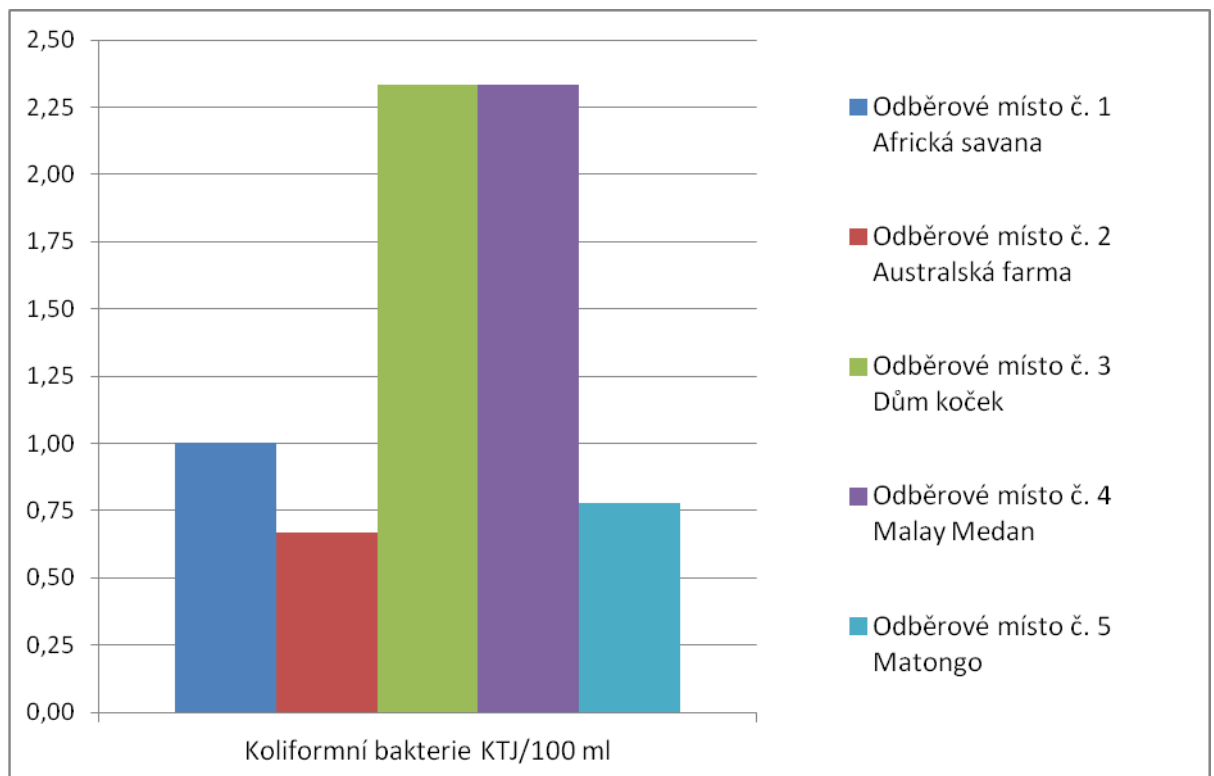
**Graf č. 2:** Průměrné hodnoty *Escherichia coli* pro jednotlivá odběrová místa



## 5.8. Koliformní bakterie

Z grafu č. 3 je zřejmé, že nejvyšší zjištěná průměrná hodnota koliformních bakterií 2,33 KTJ/100 ml byla ve sledovaném období zjištěna shodně u odběrových míst č. 3 a 4. Naopak nejnižší průměrný výsledek je u odběrového místa č. 2 – 0,67 KTJ/100 ml. U odběrového místa č. 1 byla průměrná hodnota 1 KTJ/100 ml a u odběrového místa č. 5 - 0,78 KTJ/100 ml.

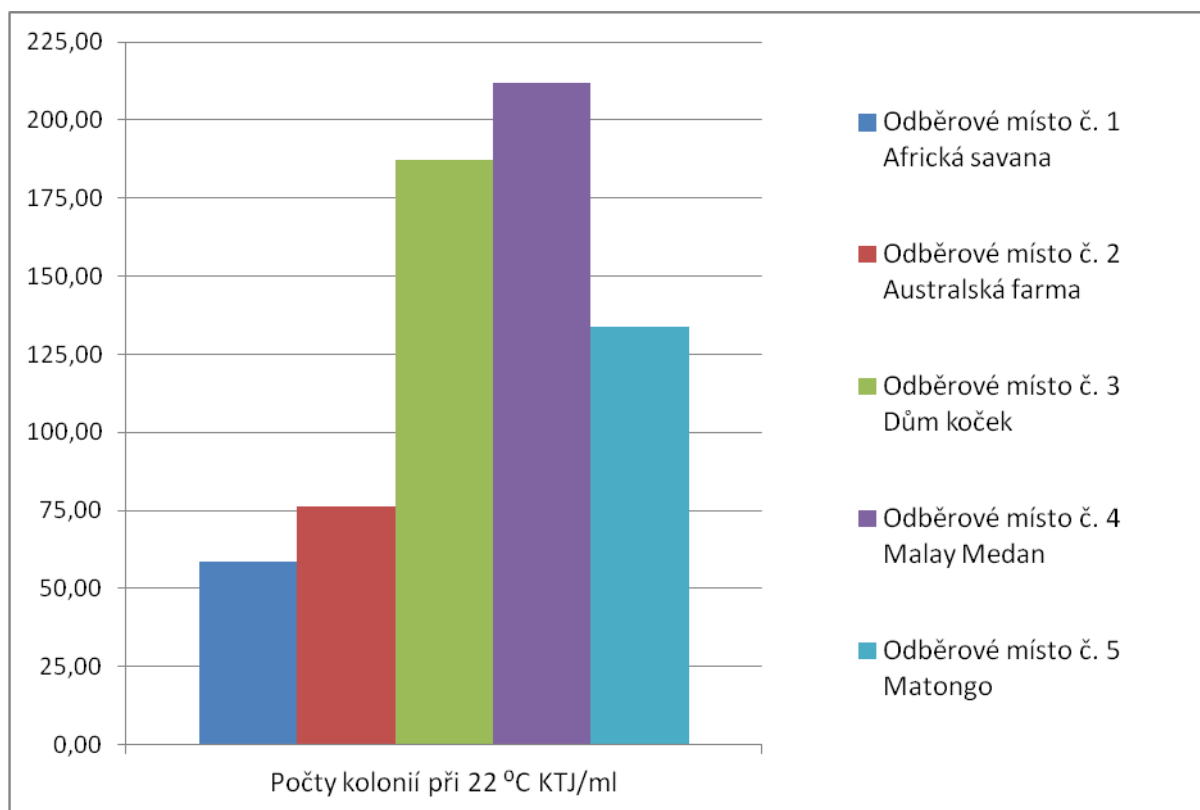
**Graf č. 3:** Průměrné hodnoty koliformních bakterií pro jednotlivá odběrová místa



## 5.9. Počty kolonií při 22 °C

Graf č. 4 ukazuje nejvyšší průměrný počet kolonií při 22 °C ve sledovaném období u odběrového místa č. 4 – 211,78 KTJ/ml. Naopak nejnižší průměrný výsledek byl zjištěn u odběrového místa č. 1 – 58,56 KTJ/ml. Průměrná hodnota 76,22 KTJ/ml byla u tohoto ukazatele zjištěna u odběrového místa č. 2, u odběrového místa č. 3 byl průměrný výsledek 187,22 KTJ/ml a u odběrového místa č. 5 - 133,67 KTJ/ml.

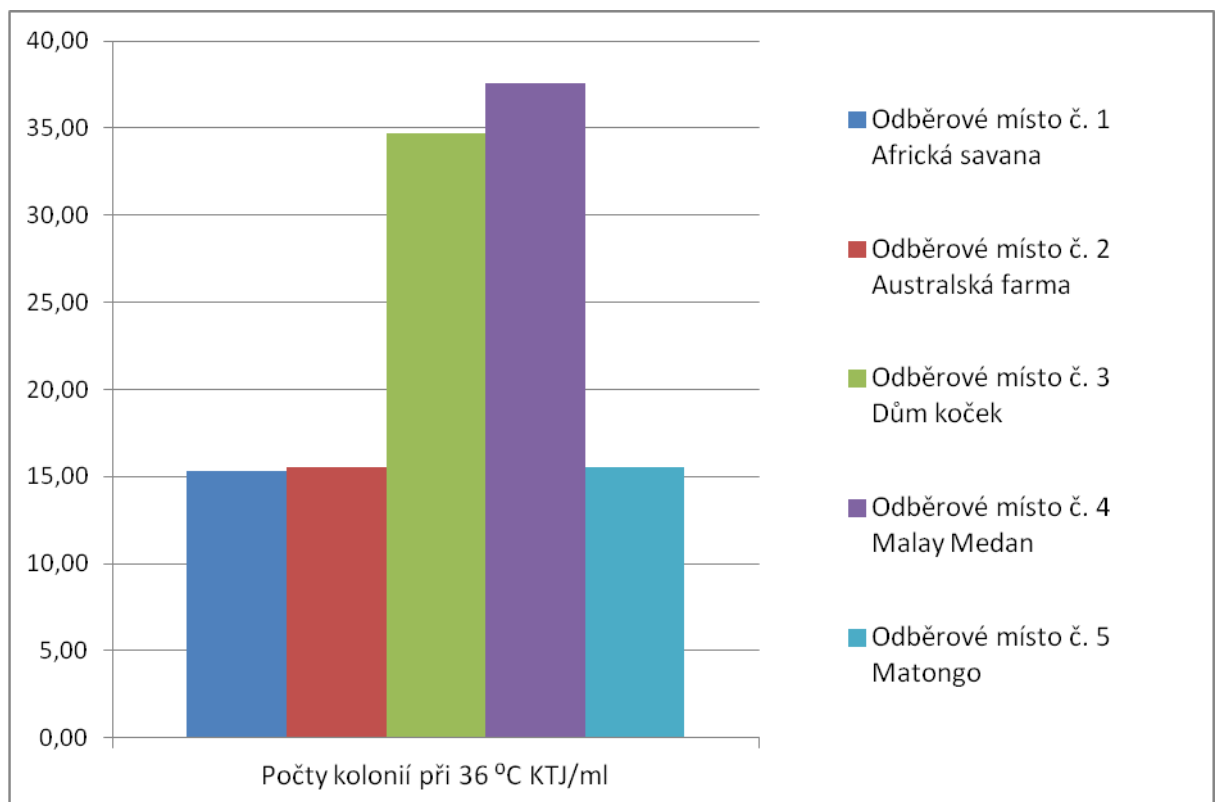
**Graf č. 4:** Průměrné hodnoty počtu kolonií při 22 °C pro jednotlivá odběrová místa



## 5.10. Počty kolonií při 36 °C

Z grafu č. 5 je zřejmé, že nejvyšší průměrná hodnota u počtu kolonií při 36 °C byla u odběrového místa č. 5 – 37,56 KTJ/ml. Vyšší výsledná průměrná hodnota 34,67 KTJ/ml byla zjištěna u odběrového místa č. 3. U odběrového místa č. 1 byla výsledná průměrná hodnota 15,33 KTJ/ml, u odběrového místa č. 2 - 15,56 KTJ/ml a u odběrového místa č. 5 - 15, 56 KTJ/ml.

**Graf č. 5:** Průměrné hodnoty počtu kolonií při 36 °C pro jednotlivá odběrová místa





## **5.11. Onemocnění zvířat v ZOO Jihlava v roce 2014**

V době, kdy byla sledována kvalita vody v zoologické zahradě, nebyly v záznamech o zdravotním stavu zvířat zaznamenány žádné odchylky, které by mohly být spojovány s kvalitou napájecí vody.

Jediný případ, a to přímo úmrtí zvířete, byl zaznamenán v červenci. Jednalo se o mládě tuleně kuželozubého. Z patologického vyšetření je patrné, že na úmrtí mláděte mohlo mít vliv větší množství manganu ve vodě ve venkovním bazénu. Tyto bazény jsou napouštěny vodou z vrtů, upravovanou pouze přípravkem proti tvorbě řas. Při napouštění bazénu před úmrtím tuleně zaměstnanci ZOO zaznamenali větší přítomnost tohoto prvku, který může mít ve zvýšené koncentraci vliv na centrální nervovou soustavu.

## 6. DISKUZE

Voda patří mezi nenahraditelné látky v tělech všech živočichů. Jako základní živina je přijímána zvířaty ve dvou formách. První je voda endogenní, která je obsažena v krmivech a obsahuje rozpuštěné cenné živiny a minerální látky. Druhou formou je povrchová či podzemní voda, která kvalitou odpovídá parametrům pitné vody.

Podle původu, jak uvádějí Martoň et al. (1984), můžeme rozdělit vodu na atmosférickou, povrchovou a podzemní. Dostatek vody pro Jihlavsko zajišťuje vodárenská nádrž na Maršovském potoce, tedy voda povrchová – nádrž Hubenov. Zadržuje jezero o ploše 47,5 ha s největší hloubkou 19 m a s objemem vody 3,38 mil. m krychlových. Ve své publikaci Martoň et al. (1984) vodu rozděluje ještě podle použití, a to na vodu pitnou, užitkovou, provozní a odpadní.

Z vody z nádrže Hubenov je vyráběna pitná voda v úpravně vody Hosov. Toto zařízení prošlo v roce 2000 rozsáhlou rekonstrukcí s doplněním nových technologií pro zlepšení jakosti dodávané pitné vody. Po mechanickém předčištění následuje chemické čištění a dezinfekce. Jak uvádí Li et al. (2011), dezinfekce je nezbytným krokem v úpravě pitné vody. Následně takto upravená voda odtéká do centrálního vodojemu, ze kterého je voda gravitačně dopravována odběratelům města Jihlavy. Z úpravny pitné vody Hosov je zásobována i ZOO Jihlava, jež ji využívá jako napájecí vodu pro zvířata.

### 6.1. Odběrové místo č. 1 – Africká savana

Z dosažených výsledků vyplývá, že limity mikrobiologických ukazatelů na tomto odběrovém místě nebyly výrazně překročeny. Vyšší hodnoty byly zaznamenány pouze v měsíci červenci a srpnu u koliformních bakterií. Podle Prada et al. (2001) se ale koliformní bakterie běžně nacházejí v trávicím traktu zvířat, proto u tohoto malého překročení mezních hodnot není pravděpodobné, že vyvolají negativní změny ve zdravotním stavu zvířat.

Ve výběžích větších zvířat, jako zebra damarská, žirafa Rothschildova nebo žirafa síťovaná, jsou umístěny napáječky s pohotovostním objemem, kde kvalita napájecí vody závisí na úrovni čištění těchto napáječek. Visscher et al. (2010) popisují, že velký vliv na kvalitu napájecí vody mají i intervaly čištění napáječek. Uvádějí, že při kratších intervalech čištění byl zjištěn podstatně nižší počet mikroorganismů. Pro napájení menších zvířat v Africkém pavilonu se používají keramické nebo nerezové napáječky.

## **6.2. Odběrové místo č. 2 – Australská farma**

Stejně jako u odběrového místa č. 1 nebyly výrazně překročeny limity mikrobiologických ukazatelů. I zde byly odebírány vzorky do sterilních vzorkovnic z vodovodního kohoutku.

Vyšší hodnoty byly zaznamenány v letních měsících pouze u koliformních bakterií. Jedná se o mezní hodnotu, proto je toto malé překročení zanedbatelné. I když vycházejí hodnoty napájecí vody jako vyhovující, neznámá to, že nedojde ke kontaminaci vody v napáječkách. Jak popisuje Linton (1987), prachové částice spolu s mikroorganismy usedají na srst zvířat, lože, krmivo, vodu, hrazení a další součásti a kontaminují tak celý chovný prostor ustájených zvířat širokou škálou mikroorganismů. V tomto pavilonu se používají napáječky s pohotovostním objemem ve výběhu klokanů rudých. Ostatní zvířata mají nerezové nebo keramické napáječky.

Důležitou úlohu v kvalitě napájecí vody má i velikost samotných napáječek. Denní požadavek zvířat na množství vody je rozdílný podle druhu zvířat, jejich stáří, velikosti, fáze růstu, gravidity, laktace aj. Na tento problém poukazovali i chovatelé zvířat v některých pavilonech. Mnohdy mají zvířata s nízkou spotřebou vody ve výběžích zbytečně velkou napáječku, nebo dokonce napáječku s pohotovostním objemem. Visscher et al. (2010) uvádějí, že u těchto případů je vhodné zařadit krátké intervaly čištění napáječek nebo případnou úpravu vody v napáječkách. Tomuto problému se dá jednoduše předejít umístěním napáječek velikostně vhodných pro jednotlivé druhy zvířat.

### 6.3. Odběrové místo č. 3 – Dům koček

V tomto pavilonu mají výběh šelmy jako tygr sumaterský, levhart perský nebo levhart cejlonský. Voda je zde hadicí napouštěna do nerezových výsuvných napáječek, které jsou opatřeny kovovou mříží se zámkem pro zajištění bezpečnosti. V této expozici velikost napáječek dle mého názoru odpovídá potřebám chovaných zvířat.

U vzorků vody odebraných v letních měsících bylo zaznamenáno překročení nejvyšších mezních hodnot u enterokoků a bakterií *Escherichia coli*. Jak uvádějí Görner et Valík (2004), pozitivní nález těchto bakterií indikuje fekální znečištění vody. Protože u předchozích dvou pavilonů, kde byla voda odebírána přímo z vodovodních kohoutků a nebyl pozitivní nález na tyto bakterie, předpokládám, že příčina výskytu těchto bakterií je v hadici napojené na vodovodní kohoutek. Enterokoky a *Escherichia coli* mohou být původci různých onemocnění, například některých infekcí nebo různě závažných střevních onemocnění.

Výskyt těchto bakterií ovšem nemusí nutně vést k ohrožení onemocněním, což potvrzují i Paruch et Maehlum (2012).

Z počtu zjištěných kolonií u koliformních bakterií je zřejmé, že větší nálezy těchto bakterií byly v letních měsících. Mezní hodnota udaná vyhláškou 0 KTJ/100 ml zde byla nejvíce překročena v měsíci srpnu. Bylo zjištěno 7 KTJ/100 ml. Větší množství těchto bakterií může vyvolat gastrointestinální nebo infekční choroby, což popisují i Prada et al. (2001). U počtu kolonií rostoucích při 22 °C a 36 °C došlo u tohoto odběrového místa také k většímu překročení mezních hodnot, což ale nepředstavuje zdravotní rizika pro zdravá zvířata. Při oslabení imunitního systému zvířat může dojít k jejich onemocnění, což potvrzuje Fotheringham (1995).

### 6.4. Odběrové místo č. 4 – Malay Medan

U odběrového místa č. 4 došlo k největšímu překročení limitů sledovaných ukazatelů daných Vyhláškou č. 252/2004 Sb. a její novelou č. 83/2014 Sb. Protože se do vodovodní sítě

pouští jen voda splňující limity Ministerstva zdravotnictví ČR, která je bez mikroorganismů, je pravděpodobné, že ke zhoršení kvality pitné vody došlo přímo v pavilonu Malay Medan. V tomto menším pavilonu s velkým venkovním výběhem jsou chováni medvědi malajští. Napáječka je zde nerezová a stejně jako v pavilonu šelem opatřená kovovou mříží. Na zbytečně velkých rozměrech napáječky jsme se shodli s chovateli těchto zvířat. Hlavní příčinu špatných výsledků u vzorků vody vidím v napojení hadice na vodovodní kohoutek, jak je vidět na obrázku č. 3. Ukončení hadice zde volně leží na podlaze v přípravném prostoru krytého pavilonu. Řešením by zde byla změna délky hadice. Nejpraktičtější by bylo pořídit delší hadici, sahající až k napáječce medvědů, a stejně jako v pavilonu koček tuto hadici po naplnění napáječky uložit do vyšších prostor a zamezit tím kontaminaci z podlahy.

Při srovnání hodnot jednotlivých ukazatelů, uvedených ve Vyhlášce, s výsledky odběrů vzorků v tomto pavilonu, jsou nejvíce znepokojivé nálezy enterokoků a *Escherichia coli* v letních měsících. Oproti Vyhláškou stanovené nejvyšší mezní hodnotě 0 KTJ/100 ml byl v srpnu nález u *Escherichia coli* 3 KTJ/100 ml. Jak uvádějí Chanran et Mazumder (2013) – pozitivní nález *Escherichia coli* indikuje fekální znečištění, které může způsobit závažné střevní onemocnění, při kterém dochází k velmi rychlé dehydrataci organismu.

Když sečtu špatné výsledky odběrů vzorků napájecí vody s možnými mikroorganismy, které se dostanou do napájecí vody z prostředí pavilonů, vyplývá z toho, že je zapotřebí vysoká úroveň čištění a dezinfekce samotných napáječek i jejich okolí. Obecně totiž platí, že počet bakterií v pitné vodě v napáječkách je podstatně vyšší než v tekoucí vodě (Vischer et al., 2010).

## **6.5. Odběrové místo č. 5 – Matongo**

Tento noční pavilon s kaloni Rodriguezskými a ježky bělobřichými se nachází na samém konci zoologické zahrady. Vzorky zde byly odebírány také z hadice, ale vhodným způsobem skladované. Velikost nerezových misek odpovídala malým velikostem zvířat. Nejvyšší mezní hodnota u enterokoků nebyla ve sledovaném období překročena. U *Escherichia coli* byla nejvyšší mezní hodnota uvedená ve Vyhlášce překročena pouze

v měsíci srpnu. Mírné překročení mezních hodnot bylo zaznamenáno u koliformních bakterií, avšak není zde pravděpodobnost, že by toto mírné překročení mělo nějaký vliv na zdravotní stav zvířat. Ve své práci vyjadřují stejný názor i Prada et al. (2001).

Z výsledků ze všech odběrových míst je zřejmé, že překročení legislativou daných limitů se nejvíce projevilo v letních měsících, kdy jsou nejvhodnější podmínky pro růst a množení bakterií. Nejvyšší překročení těchto limitů bylo zaznamenáno u odběrového místa č. 4. Jak jsem již uvedla, hlavní příčinou těchto vysokých hodnot je hadice napojená na vodovodní kohoutek. Biofilm na vnitřní stěně hadice je ideálním prostředím pro růst bakterií.

Ve veterinárních záznamech v ZOO Jihlava za rok 2014 nebyl zaznamenán žádný případ spojený s onemocněním zvířete v souvislosti s napájecí vodou. To ale neznamená, že by se zde nedalo více zapracovat hlavně na zlepšení přívodu vody k napáječkám a samozřejmě na samotné dezinfekci napáječek a jejich okolí, jak popisují Visscher et al. (2010). Sedimentující prachové částice společně s mikroorganismy dovedou i původně kvalitní pitnou vodu rychle znehodnotit.

## 7. ZÁVĚR

Tato diplomová práce je věnována vodě pitné, konkrétně mikrobiologické kvalitě napájecí vody v ZOO Jihlava.

Na základě výsledků mikrobiologického vyšetření vzorků vody a veterinárních záznamů chovaných zvířat v ZOO Jihlava v období duben až prosinec 2014 nebyl prokázán přímý vliv napájecí vody na zdravotní stav těchto zvířat. Z dosažených výsledků vyplývá, že k nejvyššímu překročení Vyhláškou č. 83/2014 Sb. daných limitů pro mikrobiologické ukazatele došlo ve sledovaném období u odběrového místa č. 4. Jedná se o pavilon Malay Medan, kde je chován medvěd malajský. V letních měsících zde byly překročeny i nejvyšší mezní hodnoty pro enterokoky a *Escherichia coli*. Překročení limitů u těchto ukazatelů jasně ukazuje na fekální znečištění vody. Jako hlavní příčinu tohoto znečištění je podle mého názoru možno označit vodovodní plastovou přípojnou hadici, jejíž ukončení je volně na podlaze v přípravné místnosti pavilonu. Biofilm na vnitřních stěnách hadice a vyšší teploty v letních měsících zajišťují mikroorganismům ideální podmínky pro jejich množení a růst. Tento názor je potvrzen i tím, že u odběrového místa č. 1 a 2 nedošlo ve sledovaném období k vážnějšímu překročení limitu u jednotlivých ukazatelů. Z dosažených výsledků je tedy zřejmé, že příčiny špatných hodnot napájecí vody musíme hledat přímo u odběrových míst v jednotlivých pavilonech. Řešení současného stavu v pavilonu Malay Medan vidím ve výměně a změně umístění vodovodní přípojně hadice. Pravidelný úklid, který je zde prováděn, je třeba doplnit častější sanitací přípravného prostoru.

I když se ve sledovaném období neprokázal přímý vliv napájecí vody na zdravotní stav zvířat, neznamená to, že například přítomnost enterokoků nebo *Escherichia coli* nemůže v budoucnu u chovaných zvířat způsobit závažné zdravotní potíže, a to zejména u mláďat nebo u oslabených jedinců. Velký podíl na současné i budoucí kvalitě napájecí vody má také samotná péče chovatelů a zaměstnanců zoologické zahrady, kteří svým kvalifikovaným přístupem mohou ovlivnit zdravotní stav zvířat.

Hypotézu „Kvalita napájecí vody v ZOO Jihlava má vliv na zdravotní stav zvířat“ se vzhledem ke krátkému období sledování (9 měsíců) nepodařilo potvrdit.

## 8. SEZNAM LITERATURY

Ambrožová, J. 2004. Mikrobiologie v technologii vod. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. 241 s. ISBN 807080534X.

Bratrych, V. 2005. Živel voda. Agentura Koniklec. Praha. 293 s. ISBN: 8090260667.

Brown, J., Stauber, C., Murphy, JL., Khan, A., Mu, T. Elliott, M., Sobsey, MD. 2011. Ambient-temperature incubation for the field detection of *Escherichia coli* in drinking water. Journal of Applied mikrobiology. 110 (4). 915-923.

Burešová, Z., Čmelík, M., Doležal, F., Fučík, P., Kulhavý, Z., Kvítek, T., Peterková, J., Pilná, J., Soukup, M., Tippl, M. 2005. Monitoring vlivu využití území a odvodňovacích systémů na hydrologii a jakost vody v malých zemědělských povodích. Hydrologické dni 2005 - Hydrológia pre integrovaný manažment vodných zdrojov. Bratislava. ISBN: 8088907535.

Cupáková, Š., Karpíšková, Š., Necidová, L. 2010. Mikrobiologie potravin. Praktická cvičení II. Metody stanovení mikroorganismů v potravinách. 1. vyd. Brno. ES VFU Brno.

European Environment Agency. 2009. Water resources across Europe - confronting water scarcity and drought. p. 14. ISBN: 9789291679898.

Fotheringham, V.J.C. 1995. Disinfection of livestock production premises. Rev. sci. tech. Off. Int. Epiz. 14 (1). 191-205.

Gleick, P. H. 1993. Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources. New York: Oxford University Press. p. 473., ISBN: 0195076281.

Görner, F., Valík, L. 2004. Aplikovaná mikrobiológia požívateľin. Bratislava. Malé centrum. 528 s. ISBN: 8096706497.

Hammes, F. Broger, T., Weilenmann, HU., Vital, M., Helbing, J., Bosshart, U., Huber, P., Odermatt, RP., Sonnleitner, B. 2012. Development and laboratory-scale testing of a fully automated online flow cytometer for drinking water analysis. Cytometry Part A. 81A. (6). 508-516.

Häusler, J. 1995. Mikrobiologické kultivační metody kontroly jakosti vod. Díl III. Stanovení mikrobiologických ukazatelů. Ministerstvo zemědělství České republiky. 407 s.



- Chandran, A., Mazumder, A. 2014. Prevalence of Diarrhea-Associated Virulence Genes and Genetic Diversity in *Escherichia coli* Isolates from Fecal Material of Various Animal Hosts. *Applied and Environmental mikrobiology*. 79 (23). 7371-7380.
- Kamphues, J., Bohm, R., Flachowsky, G., Lahrssen-Wiederholt, M., Meyer, U., Schenkel, H. 2007. Recommendations for evaluating the hygienic quality of drinking water for food producing animals in accordance with current regulatory framework. *Landbauforschung Volkenrode*. 57 (3). 255-272.
- Kuczynski, W., Zuchowicki, W. 2010. Water Supply in Poland in Relation to the Global Situation. *Rocznik ochrona srodowiska*. 12. 419-465. ISSN: 1506218X.
- Li, H., Zhu, X., Ni, J. 2011. Comparison of electrochemical method with ozonation, chlorination and monochloramination in drinking water disinfection. *Electrochimica acta*. 56 (27). 9789-9796.
- Linton, A., H., Russell, A., D., Hugo, W., B. 1987. *Desinfection in veterinary and farm animal practice*. p. 179. ISBN: 0632018178.
- Malá, G., Novák, P. 2014. *Obecné zásady dezinfekce v chovech hospodářských zvířat. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha Uhřetěves*. 53 s. ISBN: 9788074031175.
- Martoň, J., Tölgyessy, J., Hyánek, Ľ., Piatrik, M. 1991. *Získavanie, úprava, čistenie a ochrana vôd. Druhé doplnené vydanie*. Bratislava: ALFA. 648 s. ISBN 8005008309.
- Mlejnková, H., Chloupek, J. 2014. *Hygienické zabezpečení pitné a napájecí vody – návody k praktickým cvičením*. Brno. 41 s. ISBN: 9788073057541
- Müllerová, H., Stejskal, V. 2013. *Ochrana zvířat v právu*. Vydání 1. Vydalo nakladatelství Academia, Vodičkova 40, Praha I. p. 490. ISBN 9788020023179.
- Paruch, A. M., Maehlum, T. 2012. Specific features of *Escherichia coli* that distinguish it from coliform and thermotolerant coliform bacteria and define it as the most accurate indicator of faecal contamination in the environment. *Ecological Indicators*. 23. 140-142.
- Prado, B., Jara, A., Del Moral, A., Sanchez, E. 2001. Numerical taxonomy of microorganisms isolated from goat cheese made in Chile. In *Current Microbiology*. 43 (6). 396-399.

- Pytl, V. 2012. Podzemní vody České republiky. Milpo Media Praha. 175 s. ISBN: 9788087040249.
- Rompre, A., Servais, P., Baudart, J., de-Roubin, MR., Laurent, P. 2002. Detection and enumeration of coliforms in drinking water: current methods and emerging approaches. *Journal of Microbiological Methods*. 49 (1). 31-54.
- Staley, Ch., Dunny, G. M., Sadowsky, M. J. 2014. Environmental and Animal-Associated Enterococci. *Advances in applied mikrobiology*. (87). 147-186.
- Teichmann, F. 2012. Význam zoologických zahrad z hlediska environmentální výchovy. *Investice do rozvoje vzdělání*. 15 setkání. 14. 10. 2012. p. 3.
- Tortorello, ML. 2003. Indicator organisms for safety and quality - Uses and methods for detection: Minireview. *Journal of Aoac international*. 86 (6). 1208-1217.
- Vaikosen, ES., Ikhatua, UJ. 2005. Detection of high level of enterotoxin of *Clostridium perfringens* types C and D in small ruminants in Nigeria. *Small Ruminant Research*. 58 (3). 287-290.
- Velišek, J. 2002. *Chemie potravin*. 331 s. ISBN: 8086659003.
- Visscher, C. F., Kummel, U., Taube, V., Gunther, R., Verkaar, E.L., Siesenop, U., Reich, F., Beyerbach, M., Kamphues, J. 2010. Investigations on microbiological quality of ground, tap and drinking water in livestock with regard to watering management and treatment with a modified peracetic acid. *Archiv fur Geflugelkunde*. 74 (1). 62-71.
- Weinberg, HS., 2002. Drinking water quality for the 21st century - New technologies for a new era. *Water resources quality. Conference: 4th International Austrian-Israeli Technion Symposium*. Vienna, Austria. p. 273-298.
- Zachar, D., Jůva, K. 1987. *Využití a ochrana vod v ČSSR z hlediska zemědělství a lesního hospodářství*. Academia Praha. 566 s.
- Žabička, Z. a kol. 2005. *Odvodnění staveb*. Vydavatelství ERA. 93 s. ISBN: 8073660121.

## LEGISLATIVNÍ MATERIÁLY

ČSN 757221. Jakost vod. Klasifikace jakosti povrchových vod. 1998. Český normalizační institut. Praha. 12 s.

ČSN 757835. Jakost vod. Stanovení termotolerantních koliformních bakterií a *Escherichia coli*. 2009. Český normalizační institut. Praha. 12 s.

ČSN 757837. Jakost vod. Stanovení koliformních bakterií v nedesinfikovaných vodách. 2010. Český normalizační institut. Praha. 8 s.

ČSN EN ISO 19458. Jakost vod. Odběr vzorků pro mikrobiologickou analýzu. 2007. Český normalizační institut. Praha. 24 s.

ČSN EN ISO 6222. Jakost vod. Stanovení kultivovatelných mikroorganismů. Stanovení počtu kolonií očkovaním do živného agarového kultivačního média. 2000. Český normalizační institut. Praha. 8 s.

ČSN EN ISO 7899-2. Jakost vod. Stanovení intestinálních enterokoků. Část 2: Metoda membránových filtrů. 2001. Český normalizační institut. Praha. 12 s.

ČSN ISO 5667-5. Jakost vod. Odběr vzorků část 5: Návod pro odběr vzorků pitné vody z úpraven vody a vodovodních sítí. 2008. Český normalizační institut. Praha. 20 s.

Vyhláška č. 252/2004 Sb. kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. In: Sbírka zákonů České republiky. 2004. 5402 s.

Vyhláška č. 83/2014 Sb. kterou se mění vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů. In: Sbírka zákonů České republiky. 2014.

Zákon č. 162/2003 Sb. O podmínkách provozování zoologických zahrad. In: Sbírka zákonů České republiky. 2003. 3382 s.

Zákon č. 166/1999 Sb. Zákon o veterinární péči a o změně souvisejících zákonů. In: Sbírka zákonů České republiky. 1999. 3122 s.

Zákon č. 246/1992 Sb. Zákon na ochranu zvířat proti týrání. In: Sbírka zákonů České republiky. 1992. 1284 s.

Zákon č. 254/2001 Sb. Zákon o vodách. In: Sbírka zákonů České republiky. 2001. 5617 s.

Zákon č. 258/2000 Sb. Zákon o ochraně veřejného zdraví. In: Sbírka zákonů České republiky. 2000. 3622 s.

## **ELEKTRONICKÉ ZDROJE**

Úprava vody - Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r. o. [cit. 18. 10. 2014]. Dostupné z <<http://www.uprava-vody.com>>.

## 9. SEZNAM PŘÍLOH

**Obrázek č. 1:** Odběrové místo č. 1 – Africká savana

**Obrázek č. 2:** Odběrové místo č. 2 – Australská farma

**Obrázek č. 3:** Odběrové místo č. 1 – Nyala nížinná

**Obrázek č. 4:** Odběrové místo č. 2 – Kuskus zemní

**Obrázek č. 5:** Odběrové místo č. 3 – Nerezová výsuvná napáječka (pohled z výběhu)

**Obrázek č. 6:** Odběrové místo č. 3 – Nerezová výsuvná napáječka (venkovní pohled)

**Obrázek č. 7:** Odběrové místo č. 4 - Domov medvědů malajských

**Obrázek č. 8:** Odběrové místo č. 5 – Africká vesnice Matongo

## 10. SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY

**Obrázek č. 1:** Odběrové místo č. 1 – Africká savana



**Obrázek č. 2:** Odběrové místo č. 2 – Australská farma



**Obrázek č. 3:** Odběrové místo č. 1 – Nyala nížinná



**Obrázek č. 4:** Odběrové místo č. 2 – Kuskus zemní



**Obrázek č. 5:** Odběrové místo č. 3 – Nerezová výsuvná napáječka (pohled z výběhu)



**Obrázek č. 6:** Odběrové místo č. 3 – Nerezová výsuvná napáječka (venkovní pohled)





**Obrázek č. 7:** Odběrové místo č. 4 - Domov medvědů malajských



**Obrázek č. 8:** Odběrové místo č. 5 – Africká vesnice Matongo

