

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta životního prostředí**



**JEZERO MATYLDA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Bakalant: Denisa Tánčkošová

Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.

**ČZU v Praze**

2018/2019

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Denisa Tánczošová

Územní technická a správní služba

Název práce

**Jezero Matylda**

Název anglicky

**Basic issues of water erosion**

---

### Cíle práce

Cílem práce je na základě informací shromážděných z odborné literatury a internetových zdrojů vytvořit ucelený přehled o problematice vodní eroze, jejích příčinách a následcích, faktorech ovlivňujících ohrožení půdy, popsat organizační, agrotechnická a technická protierozní opatření používaná k ochraně půdy.

### Metodika

Práce bude rozdělena na tyto základní části:

1. Úvod
2. Cíle bakalářské práce
3. Literární rešerše
4. Metodika
5. Historie Vodního díla
6. Popis vodního díla
7. Vývoj jakosti vody
8. Diskuze
9. Závěr
10. Použitá literatura

**Doporučený rozsah práce**

30 – 40 stran

**Klíčová slova**

eroze, příčiny vodní eroze, ochrana půdy, protierozní opatření

**Doporučené zdroje informací**

- LEK, Sovaň, ed. et al. Modelling community structure in freshwater ecosystems. Berlin: Springer, (c)2005. xii, 518 s. ISBN 3-540-23940-5
- MALÝ, Josef a Jitka MALÁ. Chemie a technologie vody. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, 1996. 197 s. ISBN 80-86020-13-4
- PITTER, Pavel. Hydrochemie. 3. přeprac. vyd. Praha: VŠCHT, 1999. 568 s. ISBN 80-7080-340-1
- STUMM, Werner a James J. MORGAN. Aquatic Chemistry: chemical equilibria and rates in natural waters. 3rd ed. New York: Wiley, (c)1996. viii, xvi, 1022 s. ISBN 0-471-51185-4
- SYNÁČKOVÁ, Marcela. Čistota vod. Dotisk 1. vyd. Praha: ČVUT, 1996. 208 s. Učební texty VŠ, ČVUT – fak. stavební. ISBN 80-01-01083-X

**Předběžný termín obhajoby**

2018/19 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

**Garantující pracoviště**

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 3. 3. 2019

**doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2019

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 06. 04. 2019

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením Ing. Marcely Synáčkové, CSc. Uvedla jsem všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Mostě dne:

Podpis: .....

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji vedoucí mé bakalářské práce Ing. Marcele Synáčkové, CSc. za její odborné rady a připomínky, které mi při psaní pomohly, za trpělivost a čas, který věnovala vedení práce. Za doporučené literární zdroje, které pro mě byly bohatým zdrojem informací. Své rodině, přátelům a kolegům v zaměstnání, kteří mě při studiu podporovali.

## **ABSTRAKT**

V mé bakalářské práci se zabývám jezerem Matylda v Mostě a to historií, vývojem a kvalitou vody v jezeře. V práci jsou vysvětleny základní principy, jakými můžeme kvalitu a rozbor vody získávat.

Cílem je vytvořit ucelený přehled o jezeru Matylda, o jeho složení, bohatství a kvalitě vody. Dále popisuji, jakým způsobem je jezero využíváno.

**KLÍČOVÁ SLOVA:** Jezero, voda, kvalita, stav, vodohospodářství

## **ABSTRACT**

In my bachelor thesis I deal with Lake Matylda in Most with history, development and quality of water in the lake. The work explains the basic principles by which we can get quality and water analysis.

The aim is to create a comprehensive overview of Lake Matylda, its composition, wealth and water quality. Then I describe how the lake is used.

**KEYWORDS:** Lake, water, quality, condition, water management

## OBSAH

1. ÚVOD.....	1
2. CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE .....	2
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	2
3.1. Potřeba vody .....	2
3.1.1. Stanovení hodnot potřeby vody .....	3
3.2. Spotřeba vody .....	4
3.3. Kvalita vod.....	8
3.4. Znečištění vod.....	9
3.5. Hodnocení jakosti vody – popis ukazatelů .....	10
3.6. Norma ČSN 75 7221.....	11
3.7. Fyzikální ukazatele kvality vody .....	13
3.8. Organoleptické vlastnosti vody .....	15
4. METODIKA.....	21
5. HISTORIE VODNÍHO DÍLA.....	21
6. POPIS VODNÍHO DÍLA .....	23
7. VÝVOJ JAKOSTI VODY .....	25
7.1. Co Matylδα nabízí.....	28
8. DISKUSE .....	29
9. ZÁVĚR.....	30

## 1. ÚVOD

Voda, je základní podmínkou pro život na Zemi. Je nezbytnou součástí pro živočichy, rostliny, organismy a lidi. Pro lidstvo je to jeden z nejzákladnějších životních potřeb. S rostoucí populací roste riziko znečištění. Voda se tak dostává do stavu ohrožení (Bailey a kol. 2004).

Vodu využíváme pro zemědělské účely, dopravu, ale také i pro výrobu energie. S rozvojem společnosti je kladen také velký důraz na míru znečištění a na to, aby kvalita pitné vody byla co nejlepší. I přesto, že jsme dospěli do takové úrovně, jsou oblasti, které přístup k vodě respektive ke kvalitní vodě nemají. Odhaduje se zhruba jedna pětina lidstva. Tento problém nastává především v chudých rozvojových zemích. Kde není možné, aby svým občanům zajistili kvalitní podmínky pitné nezávadné vody.

Důležitým bodem je i fakt, že s vodou bychom měli šetřit a nakládat s ní co nejefektivněji. Stále je to pro nás cenný zdroj, který neustále čerpáme.

Voda přímo podmiňuje existenci veškerého přírodního a společenského bohatství na planetě Zemi (Bulíček a kol., 1977).

Zásoby pitné vody na Zemi se každým rokem zmenšují a to nejen vlivem špatného hospodaření s vodními zdroji, ale i v důsledku stále se zvyšujícího znečištění produkovaného převážně lidskou činností, případně i zvětšujícím se odpařováním, které může nastat v důsledku tzv. globálního oteplování. Téměř 97 % vody na Zemi je tvořeno vodou mořskou, která je pro většinu rostlin a lidský organismus nepoužitelná. Další necelé 3 % jsou vázány v ledovcích na jižním a severním pólu planety a jen 0,3 % jsou k dispozici rostlinám a lidem (Němec a kol. 2006).

Spotřeba pitné vody pro domácnosti v současné době ve vyspělých státech přesahuje 100 l/os/den. Z celkového množství spotřebované pitné vody je jen malé množství využito skutečně na pití, vaření nebo umývání nádobí. V domácnosti se to pohybuje okolo 10 %. Pro mnohé účely by stačila voda nižší kvality (dešťová, filtrovaná použitá voda), kterou by nebylo třeba upravovat jako vodu pitnou.

Zásoby dobré vody nejsou nevyčerpatelné. Proto je stále naléhavější nevyhnutelností tyto zásoby udržet, šetrně a hospodárně s nimi nakládat (Synáčková M., 1994).



V této práci popisuji základní informace o vodě jako takové, jaké vlastnosti a charakter voda má. Jakým způsobem je znečištěna. V druhé části popíši vodní dílo Matylda na Mostecku, které je známo především svou historií a to zejména díky těžební činnosti. Zabývám se historií, vývojem a kvalitou vody v jezeře. V neposlední řadě popíši k čemu je dnes jezero Matylda využíváno. Do práce zakomponuji obrázkovou dokumentaci pro vizualizaci.

## **2. CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Literární rešerše – kvalita vody, spotřeba vody, znečištění vody, koeficient obměny vody. Ke zpracování těchto údajů využiji doporučenou literaturu a jinou, dále internetové publikace a další zdroje.

V druhé části práce se zabývám rozбором vodního díla, konkrétně jezerem Matylda, jeho historií, vývojem, jakostí vody a využitím jezera. Na konci je provedena diskuse a závěr.

## **3. LITERÁRNÍ REŠERŠE**

### **3.1. Potřeba vody**

V současnosti není ucelená metodika pro stanovení výpočtu potřeby vody. Poslední ucelená metodika pro výpočet byla v roce 1973 tzv. Směrnice č.9 Ministerstva lesního a vodního hospodářství ČSR a Ministerstva zdravotnictví ČSR. Tato směrnice obsahuje hodnoty specifické potřeby vody, koeficientů nerovnoměrnosti a další, které byly stanoveny na základě celostátního průzkumu. Od doby vydání směrnice nebyl podobný komplexní materiál vydán.

Při stanovení potřeby vody může být uvažováno několik složek, odpovídající různým typům odběratelů: voda fakturovaná domácnostem, voda fakturovaná jednotlivým významným odběratelům, voda fakturovaná ostatním odběratelům, voda nefakturovaná. Pokud zde hovoříme o malých spotřebištích, máme na mysli obce s počtem obyvatel do 500, kde potřeba vody je tvořena především a často pouze složkou fakturovanou domácnostem. Pro stanovení této složky potřeby vody jsou klíčové především tři hodnoty:

specifická potřeba vody na obyvatele, koeficienty maximální denní a hodinové nerovnoměrnosti.

Aktualizované údaje, z nichž je možné usuzovat hodnotu specifické potřeby vody, jsou k dispozici v podobě směrných čísel roční potřeby vody uvedených v příloze č.12 vyhlášky č.428/2001 Sb. ve znění Vyhlášky č. 120/2011 Sb. Podle §29 odst. 2 zmiňované vyhlášky směrná čísla roční potřeby vody určují potřebu pitné vody a zpravidla i množství vypouštěné odpadní vody. Je však zřejmé, že samotná směrná čísla nemohou být dostačujícím podkladem pro odpovědné stanovení potřeby vody. Především nelze postihnout nerovnoměrnosti vyplývající jak z místních specifik, tak i z velikosti spotřebiště.

Otázkou je tedy stanovení specifické potřeby vody na jednoho obyvatele a za druhé pak stanovení koeficientů, které určují špičkovou potřebu vody (maximální denní a maximální hodinová) a tato může být značně rozdílná od průměrné potřeby. Maximální hodinová potřeba, je naprosto klíčová hodnota, co se týče stanovení správné dimenze potrubí vodovodu. V případě příliš nízké hodnoty může docházet, byť jen krátkodobě, k hydraulickému přetížení vodovodu nebo naopak při vyšších hodnotách může docházet ke stagnaci vody v systému, což u malých vodovodů může znamenat poměrně závažné ovlivnění kvality dopravované vody negativním směrem (Cech 2005).

### **3.1.1. Stanovení hodnot potřeby vody**

V současné době není v ČR závazná směrnice resp. ČSN pro výpočet potřeby vody. Stále se tedy při výpočtu potřeby vody více méně vychází ze zmíněných směrnic. Při výpočtu potřeby vody zpravidla rozlišujeme, zda se provádí výpočet pro lokalitu, která již má veřejný vodovod nebo se jedná o spotřebiště, které je dosud bez veřejného vodovodu. Dimenzování rozvodné vodovodní sítě malých lokalit do 150 přípojek se doporučuje posoudit podle normy ČSN 75 5455 Výpočet vnitřních vodovodů.

Pro stanovení potřeby vody jsou používány následující vztahy, přičemž uvádíme pouze položky týkající se vody fakturované obyvatelstvu. Ostatní složky potřeby vody jsou u těchto malých spotřebišť velmi individuální záležitostí, proto je dále nezmiňujeme.

### **Průměrná potřeba vody:**

$$Q_p = SPV * ZO [l.s^{-1}], [m^3.den^{-1}]$$

kde

*SPV* specifická potřeba vody fakturované [ $l.obyv^{-1}.den^{-1}$ ]

*ZO* počet zásobovaných obyvatel [obyvatel]

### **Maximální denní potřeba vody:**

$$Q_d = Q_p * k_d [l.s^{-1}], [m^3.den^{-1}]$$

kde

*k<sub>d</sub>* koeficient denní nerovnoměrnosti [-]

### **Maximální hodinová potřeba vody:**

$$Q_h = Q_d * k_h [l.s^{-1}]$$

kde

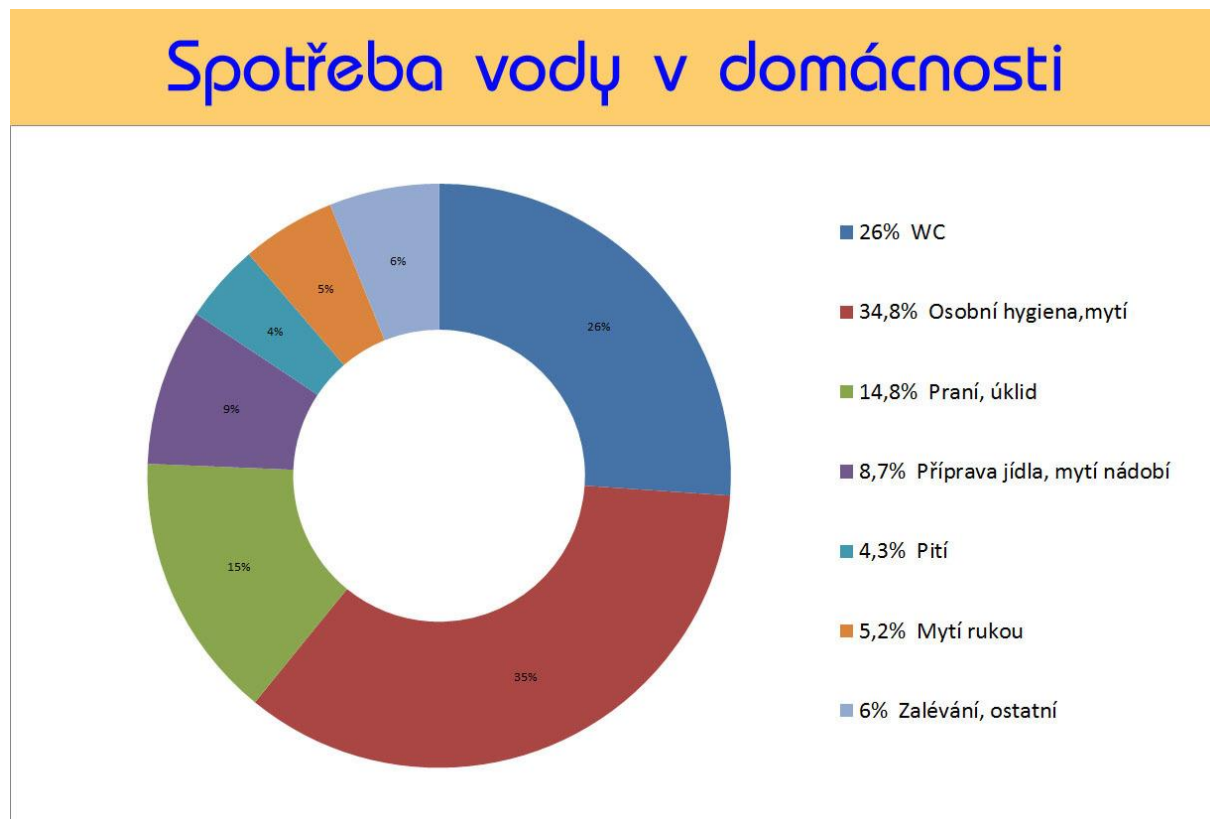
*k<sub>h</sub>* koeficient hodinové nerovnoměrnosti [-]

## **3.2. Spotřeba vody**

U spotřeby vody je základní měrnou jednotkou 1 litr. Představuje množství vody, které bylo skutečně spotřebováno za určitý časový úsek. Spotřeba se měří a fakturuje na metry krychlové (kubické)  $1m^3 = 1000$  litrů vody. Hodnoty spotřebované vody zaznamenávají vodoměry, které jsou instalovány téměř ve všech domácnostech. Spotřeba závisí na dalších faktorech a to např. na vybavení bytu, na způsobu přípravy teplé vody, kolik osob domácnost obývá a hlavně na návycích těchto osob. Poslední dobou dochází k neustálému zdražování vody. V některých oblastech se ceny vodného a stočného pohybují 90 – 105 Kč/m<sup>3</sup>. Naopak v některých oblastech ČR se lidé potýkají s nedostatkem vody. (Zpravodajský deník Jihlava 2018).

Je zapotřebí vodou šetřit, neboť naše krajina vysychá, což je dáno několika faktory, jako je například výstavba betonových, asfaltových ploch, velká spotřeba pitné vody, napřimování velkých i malých toků nebo kácení lesů (Slavík, Neruda 2007).

Průměrná spotřeba vody (byla v roce 2017) v celé ČR  $88,7 \text{ l.os}^{-1}.\text{den}^{-1}$  a v Praze až  $108 \text{ l.os}^{-1}.\text{den}^{-1}$ . Nejmenší spotřebu zaznamenáváme ve Zlínském kraji (Zpravodajský deník Jihlava 2018).



Obr. 1- Spotřeba vody v domácnosti. Zdroj: <http://www.scvk.cz/>

### Druhy vod

Vodu lze dělit dle několika kritérií. Podle původu dělíme vody na přírodní a odpadní, které zahrnují odpadní vody městské a průmyslové. Vody přírodní dělíme na vody atmosférické, podzemní a povrchové. Další dělení je dle použití a to na vody pitné, užitkové, provozní, vody využívající v zemědělství a odpadní (Oppeltová, 2015).

### Rozdělení vod dle výskytu

#### Atmosférická voda

Myšlena veškerá voda, která se nachází v ovzduší. Kondenzací této vody vznikají srážky, které se dělí do skupin. Srážky kapalné – déšť, mrholení, mlha a rosa. Nebo pevné – sníh,

mráz, kroupy (Grünwald 1996). Srážky můžeme dělit podle původu na srážky horizontální, které vznikají kondenzací v blízkosti povrchu, případně na něm (mlha, rosa, jinovatka), nebo na srážky vertikální, které vznikají v atmosféře a následně padají na povrch – déšť, kroupy či sníh (Oppeltová 2015, Hlavínek, Říha 2016).

(Pitter 2009) uvádí, že zvláštní skupinou jsou tzv. podkorunové srážky, které jsou tvořeny vodou odkapávající z povrchu rostlin a vodou propadávající mezerami v koruně stromů.

### **Podzemní vody**

Podzemní vodou se rozumí voda přirozeně se vyskytující pod zemským povrchem v pásmu nasycení. Je to voda v zemských dutinách a zvodněných zemských vrstvách (Radvanská a kol. 2008). Za podzemní vody se považují též vody protékající drenážními systémy a vody ve studních a vrtech. Zdroje podzemních vod jsou přednostně vyhrazeny pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou (Pitter 2009).

Podle celkového chemického složení se dělí podzemní vody na prosté a minerální vody. Prostá voda má nízký obsah rozpuštěných látek a nespĺňuje žádné z kritérií pro minerální vodu (Krajča 1977).

### **Povrchové vody**

Dle vodního zákona (Zákon č. 254/2001 Sb.) se jedná o všechny vody přirozeně se vyskytující na povrchu země a to, i když částečně protékají zakrytými úseky, přirozenými proláklínami nebo v nadzemních vedeních.

Povrchové vody jsou všechny vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu. Tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přírodními dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních. Dělí se na vody kontinentální a vodu mořskou. Kontinentální povrchové vody jsou jednak tekoucí (vodní toky), jednak stojaté (jezera, nádrže, rybníky). Brakická voda je která vznikla při ústí řek do moře mísením mořské vody s říční (Vykouk, Člupek 2004).

## **Rozdělení vod podle využití**

### **Pitná voda**

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 určená 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. Za pitnou vodu se nepovažuje přírodní léčivý zdroj a přírodní minerální voda (Kulhavý, Čuta, 1973).

Hygienické požadavky na zdravotní nezávadnost a čistotu pitné vody se stanoví hygienickými limity mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů.

**Nejvyšší mezní hodnota (NMH)** hodnota ukazatele jakosti pitné vody, jejíž překročení znamená vyloučení použití vody jako vody pitné, neurčí-li orgán ochrany veřejného zdraví jinak.

**Mezní hodnota (MH)** je hodnota organoleptického ukazatele jakosti pitné vody, jejích přírodních součástí nebo provozních parametrů, jejíž překročení obvykle nepředstavuje akutní zdravotní riziko.

**Doporučená hodnota (DH)** – je nezávazná hodnota ukazatele jakosti pitné vody, která stanoví minimální žádoucí nebo přijatelnou koncentraci dané látky, nebo optimální rozmezí koncentrace této látky.

### **Užitková voda**

Je voda taková, která není určena ke konzumaci a vaření, ale splňuje hygienické podmínky. Na užitkovou vodu nejsou kladena tak přísná kritéria hodnocení, co se týče zdraví nepoškozujících vlastností nebo fyzikálního a chemického složení (Pitter, 2009).

### **Provozní voda**

Provozní voda je taková voda, která se využívá ve výrobních procesech. V podnicích, které využívají provozní vody, musí být provedena opatření, která zabrání promísení provozní vody s pitnými a užitkovými (Král P. a kol., 2004).

### **Voda v zemědělské výrobě**

Tato voda je využívána pro závlahy, pro chov vodní drůbeže a ryb a pro napájení dobytka.

### **Odpadní vody**

Vodní zákon (Zákon č. 150/2010 Sb., o vodách a o změně některých zákonu) definuje odpadní vody takto: *–,odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z nich odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních, a dále jsou odpadními vodami průsakové vody ze skládek odpadu.“*

Jak také uvádí Oppeltová (2015), Hlavínek, Říha (2014), Pitter (2009) odpadní vody dělíme na městské a průmyslové odpadní vody. Městské odpadní vody jsou produktem domácností nebo služeb a převážně obsahují zplodiny lidského metabolismu a úkonů v domácnostech, případně příměsi dešťových nebo jiných vod, které jsou odváděny městskou kanalizační sítí. Průmyslové odpadní vody vznikají ve výrobních procesech a kvůli svému znečištění již nemohou být znovu použity při výrobním procesu. Tyto odpadní vody jsou především produkovány průmyslem báňským, chemickým, hutním, textilním, kovodělnickým, papírenským a potravinářským (Král P. a kol., 2004).

## **3.3. Kvalita vod**

Kvalita vody se posuzuje podle účelu, ke kterému je použita, příp. podle funkce, kterou plní, např. jako nedílná složka životního prostředí (Mcbride 2005).

Kvalitou vody rozumíme soubor hodnocení jejích vlastností s ohledem na další využití. Zhoršení kvality může být zapříčiněno výskytem škodlivých látek, které se mohou kumulovat v potravním řetězci a ovlivňovat chuť a pach vody. Dále kvalitu ovlivňuje

tepelné znečištění nebo snížení obsahu kyslíku ve vodě, který se vyjadřuje chemickou spotřebou kyslíku (CHSK), nebo biologickou spotřebou kyslíku (BSK) (Malý J., Malá J., 1996).

Kvalita podzemní vody je především výsledkem geochemických procesů, probíhajících v poměrně dlouhém časovém horizontu. Nekontaminované podzemní vody obsahují jen velice malé koncentrace organických látek, ale poměrně větší množství soli, které do nich přecházejí při jejich styku s geologickým podložím (Fuksa 2003). Organické látky v povrchových vodách, které jsou zdrojem vod podzemních, jsou při průchodu půdním a horninovým prostředím za účasti mikroorganismů mineralizovány. Přeměněným podléhají v tomto procesu i některé látky anorganické, např. Amoniak je oxidován na dusičnany. Jiné mohou být zachyceny v půdním sorpčním komplexu, např. fosforečnany, těžké kovy aj. Podzemní vody jsou vody bezkyslíkaté, v některých případech se zvýšenými koncentracemi volné kyseliny uhličitě, železa a manganu, které při použití vody k pitným účelům musí být odstraněny (Kubát a kol., 1996-2002).

### **Kvalita povrchových vod**

Legislativou (Nařízení vlády ČR č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech) je stanovena koncentrace látek v povrchových vodách, která by neměla být vypouštěním odpadních vod, ani za nejméně příznivých průtokových poměrů, překročena (imisní limity). Vodní toky jsou rozděleny na ty, které slouží jako zdroj vody pitné a na toky ostatní, při čemž u posledně uvedených jsou limitní koncentrace méně přísné (Kubát a kol., 1996-2002).

### **3.4. Znečištění vod**

Voda je znečištěna z různých zdrojů. Můžeme to být my sami, ale především jsou to různé továrny, zemědělské činnosti, důlní činnosti, ale může to být také i nesprávně vedení, septik, apod. znečištění způsobuje:

- a) Průmysl: při výrobních procesech vznikají odpadní látky, které jsou často prosakovány do podzemních vod či přímo mohou unikat do řek. Likvidace těchto nebezpečných látek je nákladná, proto dochází k jejich uskladnění, přičemž úložiště



nejsou vždy 100 % a nebezpečné látky se stejně dostanou do podzemních vod. V dnešní době jsou časté kontroly továren, jsou instalovány čističky vod ale zejména v chudých a rozvojových zemích často dochází k vypouštění jedovatých a škodlivých látek přímo do vodních toků.

- b) **Důlní činnosti:** problémem jsou uhelné doly, nebezpečné jsou především doly na uran, měď, olovo a ostatní suroviny. Několik tisíc řek po celém světě je kontaminováno, hlavně díky tomu, že doly leží v těsné blízkosti řek.
- c) **Zemědělství:** moderní zemědělství se neobjede bez různých složek herbicidů, pesticidů, různých postřiků. Tyto složky se dostávají do půdy a tím kontaminují vody. Ke znečištění také přispívají hospodářská zvířata (ve velkém počtu) a to především svými výkaly.
- d) **Města:** ve městech se vyskytují skládky. Po dešti se uvolňují nebezpečné látky, které se také dostávají do země.
- e) **Septiky a chování jedinců:** špatně vedený septik je také hrozbou. Může z něj unikat do podzemních vod nebezpečný obsah, který může způsobovat různá onemocnění. Dále znečištění mohou způsobovat lidé, kteří si například myjí auto u řeky, nebo lijí chemikálie do kanalizace apod.

### **3.5. Hodnocení jakosti vody – popis ukazatelů**

**Ukazatele z vyhlášky č. 238/2011 Sb. (příloh č. 1, 4 a 5) – viz příloha 1**

**Escherichia coli a střevní enterokoky** - slouží jako indikátor znečištění fekálního původu. Při zvýšeném nálezu existuje zvýšená pravděpodobnost žaludečních a střevních problémů.

**Průhlednost** je hloubka, ve které je ještě vidět spouštěná Secchiho deska (bílá nebo s bílými a černými kvadranty). Snížení průhlednosti může být způsobeno buď rozvojem fytoplanktonu nebo přítomností anorganických částic (často po deštích v povodí nad sledovanou lokalitou nebo např. prací v toku). Jedná se o doplňkový ukazatel a přímá zdravotní rizika nejsou. Ve vodách se sníženou průhledností je ovšem značně ztížena záchrana tonoucích. Snížení průhlednosti je však vždy estetickou závadou (Chalupa 1993).

**Vodní květ** - tento ukazatel se stanovuje vizuálně při odběru jako přítomnost vodního květu sinic pomocí jednoduché stupnice (žádný, pozorovatelný, hojný, masový).

**Chlorofyl-a** - ve vodě přítomné řasy a sinice vždy obsahují chlorofyl-a, který potřebují k fotosyntéze. Jeho stanovení ve vodě slouží jako míra přítomnosti řas a sinic.

**Mikroskopický obraz** - podává informaci o druzích přítomných řas, sinic a drobných živočichů, jakož i informaci o neživých částicích rozptýlených ve vodě.

**Sinice** - u koupajícího se člověka, podle toho, jak je citlivý a jak dlouho ve vodě pobývá, se mohou vlivem objevit vyrážky, zarudlé oči, rýma, dýchací problémy. Sinice také mohou produkovat různé toxiny (jedovaté látky). Podle toho, kolik a jakých toxinů se do těla dostane, se liší i projevy: od lehké akutní otravy projevující se střevními a žaludečními potížemi, přes bolesti hlavy, až po vážnější jaterní problémy.

**Znečištění odpady** - makroskopicky viditelné znečištění typu odpadky, zbytky dehtu, dřevo, plasty, lahve, obaly ze skla, plastů, gumy nebo jiných látek. Posuzuje se při odběru podle čtyřbodové stupnice (zanedbatelné, mírné, místy značné, značné podél celého břehu).

**Přírodní znečištění** - za přírodní znečištění se považují například zbytky suchozemských rostlin (ulomené větve, kmeny, listy, odkvetlé květy, posekaná tráva) a makroskopické vodní organismy nebo jejich zbytky (vláknité řasy a ulomené stonky a listy vodních rostlin, mrtvé ryby) nashromážděné v blízkosti břehu. Živé vyšší vodní rostliny přirozeně rostoucí na části přírodního koupaliště nejsou považovány za znečištění. Posuzuje se při odběru podle čtyřbodové stupnice (zanedbatelné, mírné, místy značné, značné podél celého břehu) Škollová a kol. 1985).

### **3.6. Norma ČSN 75 7221**

Jakost vody se hodnotí podle normy ČSN 75 7221 Klasifikace jakosti povrchových vod novelizované v listopadu 2017. Jednotlivé ukazatele se zařídují podle charakteristické hodnoty, tj. hodnoty s 90 % pravděpodobností nepřekročení (u rozpuštěného kyslíku překročení). U saprobního indexu makrozoobentosu (ISB), který se měří pouze jednou za rok, se charakteristická hodnota nahrazuje aritmetickým průměrem. Počet měření za sledované období musí být větší než 11. Protože v některých případech je hodnot méně (odběry na malých vodních tocích), hodnotí se průměr ze tří nejhorších. Ukazatele jsou

členěny do pěti skupin, kde rozhoduje ukazatel s nejnepříznivější hodnotou klasifikace. O zařazení toku do třídy pak rozhoduje nejhorší klasifikace z jednotlivých skupin.

Novelizací normy ČSN 75 7221 došlo k výrazným změnám v zařazení jednotlivých ukazatelů do skupin a ke vzniku nových ukazatelů. Přibyla celá skupina organických látek, které se doposud systematicky nestanovovaly nebo nebyly rozhodující pro klasifikaci tříd. Došlo k výraznému snížení mezních hodnot pro zařazení do jednotlivých tříd především u kovů a kyslíkových ukazatelů, naopak u některých ukazatelů (např. vápníku, hořčíku, chloridů, ale i manganu) došlo k zvýšení daných limitů.

### Definice tříd jakosti povrchových vod podle ČSN 75 7221

Číslo třídy	Klasifikace	Popis
<b>I</b>	<b>Neznečištěná voda</b>	stav povrchové vody, který nebyl významně ovlivněn lidskou činností, při kterém ukazatele jakosti vody nepřesahují hodnoty odpovídající běžnému přirozenému pozadí v tocích
<b>II</b>	<b>Mírně znečištěná voda</b>	stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které umožňují existenci bohatého vyváženého a udržitelného ekosystému
<b>III</b>	<b>Znečištěná voda</b>	stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které nemusí vytvořit podmínky pro existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému
<b>IV</b>	<b>Silně znečištěná voda</b>	stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky, umožňující existenci pouze nevyváženého ekosystému
<b>V</b>	<b>Velmi silně znečištěná voda</b>	stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky, umožňující

		existenci pouze silně nevyváženého ekosystému
--	--	---

Tabulka č. 1 - Klasifikační třídy normy ČSN 75 7221

Ukazatel	Měrná jednotka	Třídy jakosti				
		I	II	III	IV	V
Elektrolytická konduktivita	mS.m <sup>-1</sup>	< 40	< 70	< 110	< 160	≥ 160
Rozpuštěný kyslík	mg.l	> 7.5	> 6.5	> 5	> 3	≤ 3
Celkový fosfor	mg.l	< 0.05	< 0.15	< 0.4	< 1	≥ 1
Dusičnanový dusík	mg.l	< 3	< 6	< 10	< 13	≥ 13
Sírany	mg.l	< 80	< 150	< 250	< 400	≥ 400

Tabulka č. 2 - Limitní hodnoty vybraných faktorů jakosti vod dle ČSN 75 7221

### 3.7. Fyzikální ukazatele kvality vody

#### Teplota

Základní fyzikální ukazatel, odrážející aktuální stav toku a jeho povodí. Teplota vody je řízena příjmem slunečního záření z atmosféry a následným ohřevem vody, dna a břehů. Teplota vody kolísá v závislosti na denním i sezónním režimu chodu teploty vzduchu, slunečním záření a klimatickém období (Langhammer, J., 2010).

#### Reakce vody pH

Hodnoty pH u povrchové vody se pohybují v rozmezí 4,5 – 8,3, u podzemní vody 5,5 – 7,5 a u srážek jsou nejčastěji v rozmezí 5 – 6. Byly zaznamenány ovšem i srážky s pH kolem hodnoty 2. Na hodnoty pH má vliv horninové prostředí, kyselá dešť a také tání sněhu.

Význam pro kvalitu vody, vliv na průběh geochemických reakcí ve vodním prostředí, vliv na rozpouštění a vazby látek, vliv na podmínky života organismů ve vodním prostředí (Cílek 2007).

Příklad – acidifikace stojatých vod.

#### Kyslík

Obsah rozpuštěného kyslíku je jedním z nejvýznamnějších indikátorů jakosti vody. Přímý vliv na podmínky pro život organismů, podmiňuje průběh odbourávání organického znečištění, ovlivňuje veškeré biochemické reakce

### **Zdroje rozpuštěného kyslíku ve vodě**

#### **Reaerace (přestup přes vodní hladinu)**

- hlavní zdroj kyslíku ve vodě,

#### **Fotosyntéza vodních rostlin**

- závisí na množství a charakteru vegetace,
- působí denní variabilitu chodu koncentrace O<sub>2</sub> (ve dne fotosyntézou dodává kyslík, v noci respirací odebírá).

### **Dusičnany**

Dusičnany jsou v množství jednotek mg/l přirozenou součástí přírodních vod, jejich obsah však bývá zvýšen v důsledku lidské činnosti (nejčastěji hnojení půd dusíkatými hnojivy). Jejich nebezpečí spočívá v tom, že se v zažívacím traktu redukuje na toxické dusitany. Ty v žaludku reagují se sekundárními aminy v potravě za vzniku tzv. N-nitroso sloučenin, které jsou podezřívány z karcinogenního účinku. Dále reagují v krvi s hemoglobinem za vzniku methemoglobinu, který není schopen přenášet kyslík, čímž vzniká riziko vnitřního dušení, kterému jsou vystaveni především kojenci do tří měsíců věku, ale i někteří nemocní dospělí. V pitné vodě jsou dusičnany limitovány nejvyšší mezní hodnotou 50 mg.l<sup>-1</sup>, pro kojence se doporučuje hodnota do 15 mg.l<sup>-1</sup> (Pitter a kol., 1987).

### **Železo**

Železo je běžnou součástí přírodních vod, ale jeho obsah v pitné vodě se může zvyšovat také korozí potrubí. Od koncentrace 0,3 mg.l<sup>-1</sup> může negativně ovlivnit vjemové pocity (svíravá chuť, žlutavá barva, rezavý sediment), barvit prádlo a vyvolávat zákal. Zdravotní riziko v koncentracích železa pod 1,0 mg.l<sup>-1</sup> nehrozí. V pitné vodě je železo limitováno mezní hodnotou 0,2 mg.l<sup>-1</sup> (Horáková, 2003).

### **Sírany**

Sírany patří vedle chloridů a uhličitanů k základním aniontům vyskytujícím se ve vodě. Nemají žádný negativní účinek na zdraví. Pouze v případě, že se vysoká koncentrace síranů kombinuje s vysokou koncentrací hořčíku, může mít taková voda projímavé účinky (např. minerální voda šaratice). Vysoké koncentrace síranů mohou působit korozivně na kovy a zvláště také na beton. Při odstraňování dusičnanů pomocí iontové výměny pak sírany představují komplikaci, protože snižují kapacitu ionexové náplně a ta se poté musí častěji regenerovat.

Nadlimitní koncentrace síranů většinou způsobí i překročenou hodnotu konduktivity/vodivosti. Řeší se tedy podobně jako chloridy pomocí reverzní osmózy. Při snižování obsahu chloridů se používá reverzní osmóza. Protože reverzní osmóza zbavuje vodu všech minerálů (demineralizace), téměř beze zbytku, používá se tzv. by-pass. Část vody protéká by-passem okolo a za reverzní osmózou se smíchá s vodou demineralizovanou, aby se docílilo vhodného obsahu minerálů.

### **3.8. Organoleptické vlastnosti vody**

Mezi organoleptické vlastnosti vody patří teplota, barva, zákal, pach a chuť. Organoleptické vlastnosti jsou ty, které jsou zjistitelné smyslovými orgány (zrak, čich a chuť) hovoří se o sensorické analýze (Pitter, 2015).

#### **Teplota**

Teplota je jedním z významných ukazatelů jakosti a vlastností vody. Ovlivňuje chemickou a biochemickou reaktivitu i v poměrně úzkém teplotním rozmezí přírodních a užitkových vod, a to od 0° C asi do 30° C. Většina biochemických procesů probíhá při teplotách blízkých se nule jen velmi zvolna, nebo vůbec ne (Palmer a kol. 2004).

Údaj teploty je nezbytný při výpočtu chemické rovnováhy ve vodách, při stanovení biochemické spotřeby kyslíku, při hodnocení samočištění povrchových vod aj. (Pačes, 1983).

#### **Teplota podzemních vod**

Teplota podzemních vod vzrůstá s hloubkou formování jejich chemického složení. Počítá se s průměrnou hodnotou geotermického stupně asi  $33 \text{ m K}^{-1}$ . Za určitých podmínek lze teplotu podzemních vod v nepřístupných hloubkách odhadnout z jejich složení aplikací van't Hoffovy reakční izobary, což má význam při vyhledávání geotermálních zdrojů energie. Indikace je např. založena na rozpustnosti modifikací  $\text{SiO}_2$ . Podzemní vody mívají konstantní teplotu (s výjimkou podzemních vod s mělkým oběhem), jen málo závislou na ročním období. Průměrná roční teplota ve střední Evropě v hloubce 10 m pod zemským povrchem je asi  $9,5 \text{ }^\circ\text{C}$  (ve vyšších polohách je možné počítat i s nižší průměrnou teplotou), proto se i teplota prostých podzemních vod (nikoli minerálních) pohybuje nejčastěji kolem  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ . Větší kolísání teploty svědčí o rychlém pronikání povrchových látek či atmosférických vod do podzemí, s čímž souvisí i větší nebezpečí jejich kontaminace (Pačes, 1983).

### **Termální voda**

Termální vodou se rozumí přírodní voda, jejíž teplota při vývěru přesahuje určitou mez, která je stanovena konvencí, obvykle  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , resp.  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Termální voda, jejíž teplota v místě vyvěrání překračuje podle různých klasifikací  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  až  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ , se označuje jako hypertermální. Vysokou teplotu při vývěru mají např. minerální vody v Karlových Varech a Piešťanech (kolem  $70 \text{ }^\circ\text{C}$ ) (Pitter, 2005).

### **Povrchová voda**

Velký význam má teplota povrchových vod, protože ovlivňuje rozpustnost kyslíku, rychlost biochemických pochodů a tím i celý proces samočištění. Například počas rozkladu močoviny v povrchové vodě může v teplotním rozmezí  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  až  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  vzrůst až několikanásobně. Při teplotách pod  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  probíhají již biochemické procesy jen velmi zvolna. Při vypouštění oteplených vod do vod povrchových se někdy hovoří o tepelném znečištění (zatížení). Při povoleném vypouštění odpadních vod do vod povrchových nesmí být v povrchové vodě překročena teplota  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  a vzrůst teploty vody v toku na konci mísící zóny nesmí být vyšší, než  $3 \text{ }^\circ\text{C}$  (Pitter, 2005).

Lokalita	Rozmezí / $^\circ\text{C}$	Průměr / $^\circ\text{C}$
Labe (Hřensko)	<b>4,0 -21,8</b>	<b>11,6</b>

Vltava (Pěkná)	1,0 – 17,0	7,1
Vltava (Hluboká)	1,0 – 24,5	9,7
Ohře (Pomezí)	2,1 – 26,1	12,9
Otava (Písek)	0,5 – 25,3	9,6
Morava (Hanušovice)	0,2 – 17,1	7,9

Tabulka č. 3 - Celoroční teplota některých povrchových vod v ČR (dostupné z Pitter, 2005)

V hlubších jezerech a nádržích dochází v létě a v zimě k výrazné teplotní stratifikaci. Uplatňuje se závislost hustoty vody na teplotě a její anomální chování. V létě teplota povrchové vrstvy stoupá a v hlubších vrstvách se hromadí chladnější voda s větší hustotou. Svrchní vrstva vody je od spodní vrstvy oddělena skočnou vrstvou, která brání cirkulaci vody v celém objemu. Proto pod touto vrstvou zůstává teplota vody přibližně konstantní. Je to období letní stagnace. V zimě a v období zimní stagnace, dochází k inverznímu rozdělení teploty a ve svrchní vrstvě se hromadí voda o teplotě pod 4 °C. Na jaře a na podzim dochází vlivem teplotních změn a větru k proudění, a tím k promíchání vrstev, teplota vody se v nádrži vyrovnává – hovoří se o jarní a podzimní cirkulaci (Pitter, 2005).

Za nejvýhodnější teplotu pitné vody se považuje 8 °C až 12 °C. Voda teplejší než 15 °C již neosvěžuje a pitná voda o teplotě pod 5 °C může poškozovat gastrointestinální trakt. Teplota závlahové vody má být pokud možno vyšší než teplota půdy (Pitter, 2005).

Teplota je jedním z významných ukazatelů jakosti vody pro život a reprodukci ryb.

## Barva

Záření s vlnovou délkou pod 400 nm je ultrafialové (UV-oblast), s vlnovou délkou nad 760 nm infračervené (IR-oblast). Tato záření nevyvolávají u člověka světelné vjemy. Oblasti UV a IR se dále dělí na blízkou a vzdálenou. Vzdálená UV-oblast je pod 200 nm, vzdálená IČ-oblast nad 1 100 nm (Smutek, 1971).

Z absorpčního spektra čisté vody vyplývá, že ve viditelné oblasti spektra vody světlo téměř neabsorbujeme, s výjimkou přechodu mezi purpurovou a infračervenou oblastí. Proto je čistá voda v tenkých vrstvách bezbarvá, avšak v metrových vrstvách se jeví jako světle modrá. Absorpce v infračervené oblasti kolem 1 000 nm je však již značná. (Smutek, 1971).



Barva vody může být přírodního nebo antropogenního původu. Barva přírodních vod je způsobena především huminovými látkami, v první řadě fulvokyselinami, které zbarvují vodu žlutě až žlutohnědě. Kromě rozpuštěných látek mohou vodu zbarvovat i látky nerozpuštěné (jíl, fytoplankton). Proto se odlišuje skutečná barva vody (způsobená jen rozpuštěnými látkami procházejícími filtrem s velikostí pórů o 0,45  $\mu\text{m}$ ) od barvy zdánlivé, způsobené barevností rozpuštěných a nerozpuštěných látek. Například zelená až zelenomodrá barva silně eutrofizovaných vod je zdánlivá, protože je způsobena přítomností sinic a řas, které lze odstranit filtrací. Dalším zdrojem barevnosti povrchových vod mohou být některé průmyslové odpadní vody, zejména z výroby barviv a textilního průmyslu (barvírny). Žlutohnědé zbarvení povrchových vod může být způsobeno také odpadními vodami z výroby celulózy, které obsahují látky ligninového charakteru. Hnědě zbarvené jsou i fenolové odpadní vody, obsahující různé polyfenoly. (Smutek, 1971).

Vlnová délka / nm	Barva
400 až 435	Fialová
435 až 480	Modrá
480 až 490	Zelenomodrá
490 až 500	Modrozelená
500 až 560	Zelená
560 až 580	Zelenožlutá
580 až 595	Žlutá
595 až 605	Oranžová
605 až 730	Červená
730 až 760	Purpurová

Tabulka č. 4 - Barvy odpovídající vlnové délky světla (Pitter, 2005)

Barva vody a její intenzita bývá závislá na hodnotě pH a musí být vždy k této hodnotě vztahována. Dále závisí také na oxidačně-redukčním potenciálu, protože některá barviva mohou podléhat oxidačně-redukčním reakcím vedoucím k barevné změně. V anaerobních podmínkách může docházet k redukci některých barviv za tvorby bezbarvých leukoforem, což musí být bráno v úvahu např. při skladování vzorku vody. Thiazinové barvivo: methylenová modř bylo navrženo, pro stanovení relativní stálosti (hnilobnosti) vody. Pro vyčerpání rozpuštěného kyslíku a redukci dusitanů a dusičnanů se posunuje oxidačně-

redukční potenciál do anaerobní oblasti a vzorek vody s methylenovou modří se odbarví. Zajišťuje se doba potřebná pro odbarvení, ze které se vypočítá relativní stálost v procentech. V současné době se již toto stanovení relativní stálosti nepoužívá.

Barva vody se stanovuje v nejjednodušším případě pouze vizuálně a výsledek se vyjadřuje kvalitativně, slovním popisem odstínu a jeho intenzity. U přírodních a užitkových vod, zbarvených nejčastěji humínovými látkami žlutohnědě, se intenzita tohoto zbarvení srovnává s řadou porovnávacích roztoků, které se připravují z hexachlorplatičitanu draselného a chloridu kobaltnatého. K dispozici jsou i komparátory, v nichž se barva vody porovná s barvou různě zbarvených sklíček (skleněnými standardy). Výsledky se vyjadřují jako obsah platiny (v mg) v 1 litru. (Smutek, 1971).

Objektivně se stanovuje skutečná barva vody spektrofotometricky. Intenzita barvy je charakterizována absorpcí světla při vlnové délce maximální absorpce s číselným vyjádřením hodnoty absorbance a změřené v kyvetě s optickou délkou 1 cm. Dalším způsobem vyjadřování barvy vody je spektrální absorpční koeficient, a jehož hodnota se udává obvykle v  $m^{-1}$ .

### **Zákal**

Lze definovat jako snížení průhlednosti (transparence) vody nerozpuštěnými látkami. Čiřost vody je jedním ze základních požadavků na jakostní pitnou a užitkovou vodu především pro potravinářský, textilní a papírenský průmysl. Zákal vody je způsobem anorganickými nebo organickými látkami (zpravidla koloidně dispergovány), které mohou být přírodního nebo antropogenního původu. Jde např. o jílové minerály, hydratované oxidy kovů (především železa a manganu), bakterie, plankton (řasy a sinice), detrit (jemně dispergované zbytky těl rostlinných a živočišných organismů) aj. (Damborský a kol., 1996).

### **Pach**

Stopové znečištění vod některými látkami se často projevuje pachem, který pak indikuje nezbytnost podrobnějšího chemického rozboru. Páchnoucí voda vždy působí odpudivě, i když je jinak zdravotně nezávadná. Pach znehodnocuje vodu určenou pro pitné účely a

nesmí být patrný ani při zahřátí vody. Proto má senzorická analýza při hodnocení jakosti pitné vody značný význam (Pitter, 2005).

Pach přírodních vod může být způsoben látkami, které mohou být přírodní součástí vody (např. sulfanem nebo jodem v některých minerálních vodách), látkami biologického původu (vznikajícími životní činností nebo odumíráním mikroorganismů ve vodě) nebo látkami obsaženými ve splaškových a průmyslových odpadních vodách.

Uvedené zdroje lze označit jako primární, voda je získává při formování svého složení a při svém znečišťování různými odpady. Sekundární pach může voda získat např. při hygienickém zabezpečování chlorací. Potom se projevuje nejen pach samotného chloru, ale i pach chlorderivátů vznikajících z přítomných organických látek – např. při chloraci vody obsahující fenoly je to charakteristický pach chlorfenolů.

Pach biologického původu vzniká životní činností a odumíráním rostlin, sinic, řas, bakterií, aktinomycet, plísní a hub. Druh a intenzita pachu závisí na druhu organismů a na stupni jejich vývoje. Aktinomycety dávají vodě zemitý pach. Jsou velmi rozšířené v půdě a říčních sedimentech a tvorba páchnoucích látek souvisí s jejich sporulací.

Ve stojatých nebo pomalu tekoucích povrchových vodách dochází někdy v jarním a letním období k rychlému a nadměrnému rozvoji řas a sinic tvořících plankton. Příčinou zhoršení organoleptických vlastností vody jsou organické produkty, přecházející z buněk planktonu do vody, zejména při jejich odumírání a rozpadu. Pach, který se obvykle označuje jako rybí, se může měnit s počtem, stářím a druhem organismů ve vodě.

## **Chuť**

Chuť vody je významně ovlivňována koncentrací vápníku, hořčíku, železa, manganu, zinku, mědi, hydrogenuhličitanů, chloridů, síranů, oxidu uhličitého aj. Prahové koncentrace chuti jednotlivých anorganických látek závisejí na celkovém složení vody a mohou se vzájemně ovlivňovat, chuť závisí také na poměru obsahu aniontů a kationtů. Není tedy možné hovořit o prahových koncentracích jednotlivých iontů, stanovit lze jen prahové koncentrace chuti solí.

Z hlediska chuti je nejvhodnější hodnota pH vody v rozmezí asi 6,5 až 7,5. Při hodnotách pH nad 9 získává již voda louhovitě mýdlovou příchut'. Z anorganických složek jsou v pitné vodě žádoucí hydrogenuhličitanu a vápník, protože ovlivňují chuť vody pozitivně.

Některé negativní vlivy na chuť vody mohou být kompenzovány zvýšením koncentrace hydrogenuhličitanů. Pro vznik kladného chuťového vjemu je významný poměr koncentrací Ca a Mg a koncentrací hydrogenuhličitanů, síranů a chloridů. Vyšší koncentrace hořčíku v kombinaci s vyšší koncentrací síranů, je příčinou hořké chuti. Vyšší koncentrace chloridů, zejména v kombinaci se sodíkem, je příčinou slané chuti. Při stejné koncentraci vyvolávají chloridy silnější smyslové podněty, než sírany při stejném zastoupení kationtů. Také rozpuštěný oxid uhličitý má vliv na chuťové vlastnosti vody a ve vyšší koncentraci může maskovat nepříjemné chuťové vjemy. Zdá se, že draslík ovlivňuje chuť vody vždy pozitivně, zatímco měď, železo, mangan, zinek a sírany se projevují vždy negativně (Grünwald, Kahoun, 1985).

#### **4. METODIKA**

Při psaní této práce jsem se snažila shrnout informace o vodě, jako takové, o fyzikálních a chemických vlastnostech. Tyto vlastnosti jsou obsaženy v první části bakalářské práce.

V druhé části se věnuji vodnímu dílu „jezero Matylda“, kde seskupím informace o historii, detailněji dílo popíši a informuji o vývoji a jakosti vody.

V neposlední řadě zmíním, jakým způsobem je jezero v dnešní době využíváno a jaké možnosti nabízí.

Výše uvedené informace jsem získávala z odborných knih, vědeckých stránek a z portálů města Mostu a Krajské hygienické stanice.

#### **5. HISTORIE VODNÍHO DÍLA**

Lom Vrbenský, jehož těžební činnost byla ukončena v roce 1976, navazoval na těžbu dolu Matylda, který byl v provozu již od roku 1918. Jeho zbytková jáma byla zčásti zasypána zeminami z vlastního lomu, po ukončení jeho činnosti pak i zeminami z dolu Šverma. Ve východní části lomu byla vnitřní výsypka cíleně tvarována pro vybudování vodní nádrže Matylda, která byla v roce 1992 napuštěna vodou z průmyslového přivaděče vody z Ohře. V západní části byla nezasypaná část zbytkové jámy ponechána jako odkaliště úpravny uhlí Komořany. Rekultivace prvních ploch byla zahájena v roce 1962. Rekultivace první a

druhé etáže vnitřní výsypky, která byla zahájena v roce 1978, byla koncipována pro zřízení automobilového závodního okruhu, který byl uveden do provozu v roce 1983. V současné době zde probíhá poslední rekultivační akce, a to v prostoru bývalého odkaliště Saxonie. Rozloha celého území, včetně vodní nádrže, je asi 440 hektarů.



Obrázek č. 1 – Výsypka Lomu Vrbenský r. 1987 dostupné z <http://zazijzmenu.cz/vysypka-lomu-vrbensky/>

Vodní nádrž Matylda vznikla rekultivací území po ukončení těžby hnědého uhlí. Jméno Matylda je staroněmeckého původu. Je složené z výrazu „maht“ /síla, moc/ a „hildi“ /boj/. Nachází se v zaniklé lokalitě Souš. První zmínka o dobývání hnědého uhlí v Souši pochází z roku 1811. Těžba se zde rozvíjela velmi rychlým tempem. Koncem 19. století se zde těžilo ve 13 hlubinných dolech. Důl Matylda existoval již v roce 1886 a dlouho se zde těžilo hlubinně, avšak velká část zásob uhlí zůstávala nevytěžena. Dne 1. dubna 1918 byl otevřen lom Matylda a byla zahájena povrchová těžba. Uhelná sloj se nacházela nehluboko pod povrchem a blízko železnice, což usnadňovalo odbyt uhlí. V počátku skrývkových a

dobývacích prací se ukládaly zeminy na vnější výsypku a poté do vnitřních prostorů. Těžba byla ukončena v roce 1976.

Rekultivace území zde započala již v roce 1965 výsadbou stromů na vnějších výsypkách. Vyuhlené prostory byly využívány pro vnější výsypky lomu Jan Šverma a bylo třeba zajistit stabilitu výsypkového svahu s přihlédnutím k vybudování vodní nádrže. V roce 1975 začaly rekultivační práce na části vnitřní výsypky lomu Vrbenský, který v roce 1946 byl pojmenován po Dr. Bohuslavu Vrbenském, významném pracovníkovi zahraničního odboje v SSSR. Ztrátou opory o prohořívající uhelný pilíř se postupně zhoršovala stabilita svahů vnitřní výsypky. Nestabilita výsypky přetrvávala i díky přeskupování hmot při výstavbě Autodromu, která probíhala v letech 1978 až 1983. K zabezpečení stability svahu bylo potřeba vytvořit opěrná tělesa. Byl navržen opěrný násyp široký až 125 m a 20 m vysoký, s úpravou svahů a břehová plošina široká 25 až 50 m mezi nádrží a výsypkovým svahem.

V roce 1978 byly po zasypání dna a uhelných pilířů vytvořeny tři výsypkové etáže, které byly směřovány k jihu, naproti výsypkovému svahu. Do prostoru byly ukládány zeminy z vrchních řezů lomu Jan Šverma, zejména písky a zeminy o nadměrné kusovitosti ze spodních řezů lomu. Takto vytvořená opěrná tělesa zabezpečovala svah areálu autodromu. Některé části výsypky, s výskytem písků a v místech styku s rostlým svahem nebo dnem lomu, byly označeny jako vodopropustné. Z těchto důvodů bylo nutné sanovat dno nádrže. V roce 1986 byla zahájena sanace dna, k ní byla použita vrstva těsnících jíílů ze svrchních řezů lomu Jan Šverma. K převrstvení dna bylo potřeba celkem 500 tis. m<sup>3</sup> zeminy ve dvou vrstvách. Spodní vrstva jako hutněná a vrchní jako nehutněná – krycí.

Jméno Matylida bylo vybráno jako památka na název lomu, jak jej znali horníci za 1. republiky, o výměře 38,7 ha byl napuštěn v roce 1992 přivaděčem z Nechanické vodní nádrže. Po prvním napuštění nádrže o zásobním prostoru 1 086 305 m<sup>3</sup> vody, byla v letech 1994 a 1997 doplňována celkem 247 tis. m<sup>3</sup> vody. Ztráty průsakem ve dně a svazích nádrže nebyly pozorovány. Nádrž má odpovídající kvalitu vody v jakostních třídách I. nebo II. třídy čistoty podle ČSN 75 7221.

## **6. POPIS VODNÍHO DÍLA**

Matyllda je uměle vytvořené neprůtočné rekultivační jezero v severozápadní části města Mostu v městském obvodu II. Souš. Vodní nádrž vznikla při rekultivaci zatopením bývalého lomu Vrbenský. Na některých mapách je proto uváděna jako vodní nádrž Vrbenský, jak se nádrž zpočátku jmenovala. Nyní se jmenuje Matyllda podle původního jména dolu z doby první republiky a jezero Vrbenský je označením pro menší vodní plochu zhruba 500 metrů severně od Matylldy. Jezero Matyllda ze severu obklopuje silnice I/13 a z jihu Autodrom Most vybudovaný na rekultivované výsypce právě z tohoto dolu.

**Zeměpisné souřadnice:** 50°31'33" s. š., 13°36'45" v. d.

**Rozměry:**

Rozloha	38,7 ha (0,387 km <sup>2</sup> )
Délka	1,9 km
Šířka	0,3 km
Max. hloubka	4 m

### **6.1. Vznik nádrže**

Na místě byl původně důl Matyllda. Po skončení těžby začala rekultivace celého území. Stavba vodní nádrže byla zahájena v roce 1986, kdy byly upraveny těsnicí vrstvy na dně budoucí nádrže. V roce 1992 se začala napouštět vodou z Nechranického přivaděče. Tento přivaděč slouží ke každoročnímu dopouštění vody.

### **Nechranický přivaděč**

Průmyslový vodovod Nechranice (PVN) je vodovod, který byl vybudován za účelem zásobení Chomutovska a Mostecka povrchovou vodou z Ohře s použitím pro průmysl, energetiku a zemědělství. Jedná se o druhou stavbu tohoto účelu v této oblasti. První je podkrušnohorský přivaděč. Čerpání vody zajišťuje několik čerpacích stanic a voda je čerpána z řeky Ohře pod nechranickou přehradou.

### **Technické parametry**

Průmyslový vodovod Nechranice, byl vybudován jako výtlačný gravitační řad, tvořený ocelovým potrubím DN 1200 mm uloženým v podzemí. Řad je dělen na dvě hlavní větve, které se rozdělují ve vodárenském objektu SZ od Lažan: chomutovskou o délce 8,5 km (okolo Nezabylic a podél silnice I/7) a mosteckou dlouhou asi 22 km (okolo Sušan a Bylan do mosteckých průmyslových oblastí). Výstavba probíhala v letech 1965–1983 v mnoha

etapách. Stavba byla od doby výstavby zmodernizována. Trasa Průmyslového vodovodu Nechranice prochází ve čtyřech místech pod železnici a na jednom místě se křížuje s řekou Chomutovkou.



Obrázek č. 2 - Pohled na jezero Matylda (dostupné z <http://cestamipromen.cz/promeny-2016/461-most-sportovni-a-rekreacni-areal-u-jezera-matylda>)

## 7. VÝVOJ JAKOSTI VODY




Jelikož je Matylda uvedena jako koupací voda, sledují se zde ukazatelé dle přílohy č. 1, 4 a 5 vyhlášky č. 238/2011 Sb.

Kompetentní KHS pro Matyldu je Krajská hygienická stanice Ústeckého kraje se sídlem v Ústí nad Labem, Moskevská 15, 400 01 Ústí nad Labem.



Odebírané vzorky v jednotlivých měsících roku 2018 a letech minulých.









Kontrola kvality vody

### Legenda:

-  voda vhodná ke koupání
-  voda vhodná ke koupání se zhoršenými smyslově postižitelnými vlastnostmi
-  zhoršená jakost vody











-  voda nevhodná ke koupání  
 voda nebezpečná ke koupání  
**X** měření nebylo provedeno









Datum	Hodnocení	Poznámka
28.05.2018		voda vhodná ke koupání, mírně překročena hodnota chlorofylu-a
11.06.2018		voda vhodná ke koupání
25.06.2018		voda vhodná ke koupání, mírně překročena hodnota chlorofylu-a
09.07.2018		voda vhodná ke koupání, mírně překročena hodnota chlorofylu-a
23.07.2018		voda vhodná ke koupání, mírně překročena hodnota chlorofylu-a
06.08.2018		voda vhodná ke koupání, mírně překročena hodnota chlorofylu-a
20.08.2018		voda vhodná ke koupání, mírně překročena hodnota chlorofylu-a
03.09.2018		voda vhodná ke koupání, mírně překročena hodnota chlorofylu-a

## Přehled kvality vody v minulých sezónách









### Rok 2017

15.05.	29.05.	12.06.	26.06.	10.07.	24.07.	07.08.	21.08.
							









### Rok 2016

16.5.	30.5.	13.6.	27.6.	11.7.	25.7.	8.8.	22.8.
							









### Rok 2015

18.5.	1.6.	15.6.	29.6.	13.7.	27.7.	10.8.	24.8.
							









### Rok 2014

26.5.	9.6.	23.6.	7.7.	21.7.	4.8.	18.8.	1.9.
							









### Rok 2013

20.5.	3.6.	17.6.	24.6.	1.7.	15.7.	29.7.	12.8.	26.8.
	<b>X</b>							









**Rok 2012**

21.5.	4.6.	18.6.	2.7.	16.7.	30.7.	13.8.	27.8.
							









**Rok 2011**

16.5.	30.5.	13.6.	27.6.	11.7.	25.7.	8.8.	22.8.
							









**Rok 2010**

17.5.	31.5.	14.6.	28.6.	12.7.	26.7.	9.8.	23.8.
							









**Rok 2009**

18.5.	1.6.	15.6.	29.6.	13.7.	27.7.	10.8.	24.8.
							









**Rok 2008**

19.5.	2.6.	16.6.	30.6.	14.7.	28.7.	11.8.	25.8.
							









**Rok 2007**

14.5.	28.5.	11.6.	25.6.	9.7.	23.7.	6.8.	20.8.
							









**Rok 2006**

16.5.	29.5.	12.6.	26.6.	10.7.	24.7.	7.8.	21.8.
							

**Rok 2005**

17.5.	30.5.	14.6.	27.6.	12.7.	25.7.	9.8.	23.8.
							

**Rok 2004**

26.5.	8.6.	23.6.	7.7.	21.7.	4.8.	17.8.	31.8.
							

**Shrnující informace**

Název profilu ke koupání: VN Vrbenský – kemp Matylda

Nadmořská výška: 230 m n. m.

Plocha nádrže: 4,2 km<sup>2</sup>

Charakter břehu: Pláž písčitá a travnatá

Mikrobiální znečištění: Střevní enterokoky a *Escherichia coli* – výborná jakost

Obsah fosforu: data nejsou k dispozici

Výskyt sinic: Vodní květ nebyl pozorován, trend od roku 2012 setrvalý

Průhlednost splňuje limit 1 metr

Chlorofyl – splňuje limit I. stupně

Souhrnné vyhodnocení výsledku monitoringu je určeno na základě zhodnocení mikrobiálního znečištění, vyhovující stav místa je dán výbornou, příp. dobrou jakostí vody.

Závěrem lze říci, že kvalita vody v nádrži je vhodná ke koupání, pouze v roce 2004 (23.6. a 17.8.), 10.8.2009 a 21.8.2017 byla voda vhodná ke koupání se zhoršenými smyslově postižitelnými vlastnostmi.

## **7.1. Co Matylda nabízí**

Zejména v letních měsících je oblíbeným odpočinkovým a rekreačním místem pro veřejnost. Nachází se na severním okraji města Mostu. Nádrž leží pod dvěma mosteckými vrchy - Hněvínem a Širákem, poblíž městské části Souš.

Příznivci slunění a koupání naleznou na východních březích nádrže písčitou pláž i travnaté plochy. V lovné sezoně jsou zalesněné západní břehy Matyldy cílem rybářů z širokého okolí. V této části nádrže lze jezdit na vodních lyžích a skútrech. Břeh vodní plochy lemuje okruh upravený pro cyklistiku, rekreační běh i jízdu na in-line bruslích. In-line dráha je nově dokončená, má délku 4 km, šířku 5 m. Nejsou na ní zatím stanovena žádná pravidla, takže můžete potkat psy, děti, cyklisty, kočárky apod. Vzhledem k téměř nulovému přetížení je však dráha vhodná i pro méně zkušené bruslaře. Věci si můžete odložit do skříněk na začátku dráhy.

Areál je vybaven sociálním zařízením, stojí zde stánky s občerstvením a sezónní autokemp je využíván hlavně v době konání motoristických závodů na nedalekém automobilovém okruhu.

K vodní nádrži vedou tři přístupové cesty: pěšky z jižní strany od mostecké čtvrti Zahražany, autobusem se zastávkou na konečné stanici v Souši nebo autem, odbočkou ze silnice Most – Chomutov.

I mimo letní sezonu je vodní nádrž Matylda a její břehy místem, kde lze prožít příjemné chvíle procházek ve zrehabilitované krajině nedaleko od města.

#### **Jezero Matylda s okolím nabízí:**

- relax a odpočinek,
- výborné občerstvení,
- koupání v nádrži o rozloze téměř 40 ha, koupání je bezplatné, mimo vodních atrakcí, v letních měsících je přítomen plavčík,
- volně přístupný areál,
- sportovní vyžití -in-line dráha, cyklostezka, běžecká dráha,
- půjčování vodních skútrů, windsurfing, vodní lyžování,
- stanování a volně přístupný autokemp v době konání automobilových závodů i mimo závody,
- možnost rybaření,
- každoroční konání závodů: Dračí loď,
- závody v in-line bruslení.

## **8. DISKUSE**

Matylda nabízí pro veřejnost široké spektrum možností, ať už rekreačních tak i sportovních aktivit. Jezero je pro místní obyvatele velmi příjemným místem pro odpočinek. V Mostě se nachází celkem dvě přírodní koupaliště, jedním z nich je nádrž Benedikt, který byl v minulosti velmi populární. V letních měsících Benedikt navštěvovali za rekreací lidé z celé republiky. Ačkoliv Matylda v posledních 5 letech prošla mnoha změnami, tím se obrovsky zvýšila její návštěvnost. V nynější době nabízí opravdu velké sportovní využití, které je oproti Benediktu daleko lepší.

Hygienické kontroly, které jsou prováděny podle Ing. Raise z Krajské hygienické stanice v Mostě, jsou opravdu přísné. Celkově vzorky odebírané z Matyldy jsou na dobré úrovni.

Voda neobsahuje škodlivé látky, které by zabraňovali možnosti koupání. Voda se za poslední roky výrazně zlepšila a v posledních 10 letech lze konstatovat, že trend je stálý.

Rekreační areál je ve správě TS města Mostu, ti zajišťují úpravu travnatých porostů, úklid, provoz sociálního zařízení a v poslední řadě půjčování šlapadel a lodí.

„Hrozba“, kterou vidím v budoucnu je momentálně napouštějící se nedaleké Jezero Most, které má být jedním z největších jezer. Díky tomu, zde nastane úpadek návštěvnosti a tím i celkově klesne úroveň, která je aktuální.

Město Most má pozitivní přístup k využívání rekultivovaných oblastí, jako jsou třeba závody, koncerty, dětské dny, kulturní akce města aj. Tímto přiláká velkou část svých lokálních obyvatel, ale také i obyvatele z okolí. V průběhu letních měsíců já sama pozoruji velkou návštěvnost areálu Matylida, kdy se někdy hůře hledá příjemné místo k odpočinku.

Díky velmi dobré geografické poloze k okolním městům a vesnicím se tu tvoří skupiny rekreantů nejen z okolních oblastí města, ale i zahraničních německých turistů. Blízkost a časová dostupnost je výhodou.

Mostečany, ale nejen je, v poslední době lákají více místa právě takového charakteru, který má Matylida. Ve městě se momentálně chystá realizace několika projektů, které se týkají člověka v přírodě a trávení času v ní. Lidé, chtějí více odpočívat a relaxovat. Více se zajímají i o to, kde trávit čas s rodinami a dětmi. Budují se nová moderní dětská hřiště. Tímto chci poukázat na to, že i vybudování, byť nového Jezera je správná cesta k tomu, aby se tato místa nadále využívala. Matylida má momentálně takovou tvář, že se svým způsobem zapomnělo na dávný lom.

Myslím si, že bakalářská práce splnila stanovené cíle a výstup z ní je ucelený přehled o vodě a jejích vlastnostech. V druhé části jsou informace o historii Matylidy, její nynější podoba, využití a v poslední řadě shrnující informace o vodě.

## **9. ZÁVĚR**

Cílem bakalářské práce byla literární rešerše na téma voda a její kvalita, spotřeba vody a ucelené informace o ní. Nejprve jsem v první části bakalářské práce popsala odborné a technické parametry, které se využívají při získávání fyzikálních a chemických vlastností.

Tyto informace jsem získávala prostřednictvím odborných knih a textů, které jsou v práci uvedeny.

V druhé části práce jsem se soustředila na jezero Matylda. Zde jsem se zabývala historií, tedy původně historií lomu Vrbenský, který se následně stal jezerem Matylda. V další části jsem popsala vodní dílo jako takové, a jakým způsobem se momentálně využívá. Snažila jsem se jej popsat informacemi, abych jezero přiblížila k obrazu dnešnímu. Ráda bych podotkla, že díky tomu, že já osobně jezero navštěvuji a mám k němu vztah, tak se tato práce psala s velkým nadšením.

V poslední části práce jsem se snažila udělat rozbor jakosti kvality vody, s tím, že kvalita vody je momentálně na dobré úrovni a má stálý trend, který je udržován.

Ráda bych i zmínila to, že díky naší Matyldě, se městu Mostu zvýšila i turistická návštěvnost, resp. díky vytvořenému kempu, který se v areálu nachází. Je to skvělým místem pro odpočinek a trávení například letních prázdnin.

Myslím si, že Matylda je jedním z ukazatelů toho, jak by se město o svoje přednosti starat. Jezero prošlo opravdu četnými změnami a to v oblastech sociálního využití. Nově vybudované WC a sprchy, stánky s občerstvením, dětská hřiště, outdoor fitness, minigolf dětské vodní atrakce, půjčovna šlapadel a lodí, wakeboarding, vodní lyže atd. Díky těmto nabízeným službám, si jezero udržuje návštěvnost. Dále je samozřejmostí upravená travnatá plocha, cyklostezka a stezka pro kola a in-line brusle, ta je využívána nejvíce.

Díky psaní této práce jsem se dozvěděla více informací o historii jezera. V práci jsem použila i mé znalosti, které jsem získala vzhledem k tomu, že bydlím v Mostě a sleduji dění kolem mě. V poslední části práce jsou k dispozici fotografie, které dokážou vytvořit představu o tom, jak Matylda a okolí Matyldy vypadá.

## 10. ZDROJE A LITERATURA

- Bailey R. Ch., Norris R. H. a Reynoldson T. B., 2004: *Bioassessment of freshwater ecosystems: using the reference condition approach*. New York: Springer Science + Business Media, ©2004. x, 170 s. ISBN 1-4020-7670-3
- Bulíček J. a kol., 1977: *Voda v zemědělství*. 1. vydání. Praha. Státní zemědělské nakladatelství, 1977
- Cech, T. V., 2005: *Principles of water resources: history, development, management, and policy*. 2nd ed. Hoboken: Willey, ©2005. xx, 468 s. ISBN 0-471-65810-3
- Cílek V., 2017: *Voda a krajina: kniha o životě s vodou a návratu k přirozené krajině*. První vydání. Praha: Dokořán, 2017. 198 stran. ISBN 978-80-7363-837-5
- Damborský a kol.: *Použití bakteriálního bioluminiscenčního testu toxicity*, Vodní hospodářství 7, 1996, 23 s.
- Fuksa J. K., 2003: *Příručka pro vzorkování vody a vodního prostředí*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2003. 94 s. Výzkum pro praxi seš. 49. ISBN 80-85900-53-X
- Grünwald A., 199: *Voda a ovzduší 20: chemie*. Vyd. 1. Praha: ČVUT, 1999. 206 s. ISBN 80-01-01241-7
- Grünwald A., Kahoun T: *Odstraňování amoniaku z vody klinoptilolitem*, Vodní hospodářství 9, 1985, 228 s.
- Hlavínek P., Říha J. a Jánošová B., 2006: *Jakost vody v povodí*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2006, 242 s.
- Horáková M. a kol., 2003: *Analytika vody*. Vyd. 2., opr. a rozš. Praha: VŠCHT, 2003. 335 s. ISBN 80-7080-520-X
- Chalupa J., 1993: *Chemické ukazatele jakosti vod ve vodárenství MZ ČR*, 1993

- Krajča J.: *Plyny v podzemních vodách*, SNTL Alfa Praha 1977, Nakladatelství technické literatury
- Král P. a kol., 2004: *Sborník 3. konference odpadní vody 2004*, Praha
- Kubát a kol., 2003: *Jakost vody v tocích*, ČHMÚ: Praha 1996-2002
- Kulhavý T., Čuta J.: *Vliv mineralizace na chuťové vlastnosti vod*, Vodní hospodářství 9, 1973, 222 s.
- McBride G. B., 2005: *Using statistical methods for water quality management: issues, problems and solutions* [elektronický zdroj]. Hoboken: Wiley-Interscience, ©2005. ISBN 9780471733195
- Němec J., Hladný J. a Blažek V., 2006: *Voda v České republice*. Praha: Pro Ministerstvo zemědělství vydal Consult, 2006. 253 s. ISBN 80-903482-1-1
- Oppeltová P., Novák J. a Kotovicová J., 2012: *Vzdělávací modul Ochrana životního prostředí voda*. Vyd. 1. Náměšť nad Oslavou: ZERA - Zemědělská a ekologická regionální agentura, 2012. 164 s. ISBN 978-80-87226-12-4
- Oppeltová, P., 2015: *Ochrana vodních zdrojů*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015
- Pačes T., 1982: *Voda a Země*. 1. vyd. Praha: Academia, 1982. 174 s. Cesta k vědění
- Pačes T., 1983: *Geochemie vod*, Academia: Praha 1983
- Palmer D. A., Fernández-Prini F. a Harvey A.H., 2004: *Aqueous systems at elevated temperatures and pressures: physical chemistry in water, steam and hydrothermal solutions*. 1st ed. Amsterdam: Elsevier, ©2004. xii, 753 s. ISBN 0-12-544461-3
- Pitter a kol., 1987: *Hydrochemické tabulky*, SNTL Praha, 1987
- Pitter P., 1999: *Hydrochemie*. 3. přeprac. vyd. Praha: VŠCHT, 1999. 568 s. ISBN 80-7080-340-1
- Publikace: Langhammer, J., 2010: *Kvalita povrchových vod*
- Radvanská A., Hloch S. a Fečko P., 2008: *Technika a technológie pre ochranu životného prostredia*. 1. časť., Ovzdušie, voda. Vyd. 1. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2008. 119 s. ISBN 978-80-248-1700-2.



Reckhow K. H. et al., 2006: *Water quality indicators: nutrient impacts on chlorophyll or algae species composition*. London: IWA, 2006. x, 62 s. ISBN 1-84339-747-1

Slavík L. a Neruda m., 2007: *Voda v krajině*. Vyd. 1. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, 2007. 176 s. ISBN 978-80-7044-882-3

SMUTEK M., 1971 : *Anomální voda*, Chem. Listy 65, 1971, 374 s.

Stewart B. A. a Howell T.A., 2003: ed. *Encyclopedia of water science*. New York: Dekker, ©2003. xv, 1076 s. ISBN 0-8247-0948-9

Synáčková M., 1994: *Čistota vod*. 1. vyd. Praha ČVUT, ISBN 80-01-01083-X

Škollová Z.a kol.: *Výpočet chemismu tvorby inkrustu uhličitanového typu z termální vysokomineralizovaných vod*, Vodní hospodářství 2, 1985, 43 s.

Tuhovčák, L. a kol., 2006: *Vodárenství*. Elektronická studijní opora. Brno: VUT v Brně, 2006

Vykouk T., Člupek M.: *Hygienizační účinky impulsních korónových výbojů ve vodním prostředí*, Vodní hospodářství 7,2004, 197 s.

### **Internetové zdroje**

<https://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/8156-stanoveni-potreby-vody-v-pripade-malych-spotrebist>

[https://jihlavsky.denik.cz/zpravy\\_region/setrete-vodou-vyzval-jihlavsky-magistrat-v-prehrade-ubyva-vody-pro-mesto-20181203.html](https://jihlavsky.denik.cz/zpravy_region/setrete-vodou-vyzval-jihlavsky-magistrat-v-prehrade-ubyva-vody-pro-mesto-20181203.html)

## **Přílohy**

### **Tabulky**

Tabulka č. 1 - Klasifikační třídy normy ČSN 75 7221 z vyhlášky č. 238/2011 Sb.

Tabulka č. 2 - Limitní hodnoty vybraných faktorů jakosti vod dle ČSN 75 7221 z vyhlášky č. 238/2011 Sb.

Tabulka č. 3 – Celoroční teplota některých povrchových vod ČR z Pitter 2005

Tabulka č. 4 – Barvy odpovídající vlnové délce světla z Pitter 2005

## Fotodokumentace



Pohled na Matyldu: autorka práce



Šachta: autorka práce



Šachta druhá strana: autorka práce



Stanice šachty: autorka práce



Pohled na Matyldu z hradu Hněvín: autorka práce



Pohled na lidi, kteří sportují: dostupné z [www.krusnohorci.cz](http://www.krusnohorci.cz)



Pohled na vodní atrakce: dostupné z [www.krusnohorci.cz](http://www.krusnohorci.cz)