

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

**Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování**



**Chemismus povrchových vod ve vodní nádrži Žlutice a
Stanovice**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Bakalant: Jonáš Šabata

2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma:

Chemismus podzemních vod v oblasti Karlovy Vary a okolí se zaměřením na minerální prameny vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

Ve Stružné dne

_____ podpis

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jonáš Šabata

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

Chemismus povrchových vod ve vodní nádrži Žlutice a Stanovice

Název anglicky

Surface water chemistry in the Žlutice and Stanovice reservoir

Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je posoudit současný stav kvality vody ve vodní nádrži Žlutice a Stanovice. Vyhodnocení a porovnání odebraných vzorků s následným srovnáním. Analýza a odběr povrchových vod vodní nádrže Žlutice a Stanovice. Úprava vody. Vliv člověka na vodní nádrže.

Metodika

Rešerše o stavu povrchových vod, jejich kvality a vlivu člověka na vodní nádrži Žlutice a Stanovice. Odebrané vzorky z obou míst budou analyzovány a porovnány mezi sebou. Současné výsledky budou porovnány s výsledky z odborné literatury a odborného zkoumání.

Doporučený rozsah práce

40 stran textu

Klíčová slova

Povrchové vody, vodní nádrž, chemické složení, vzorky povrchových vodvod, využití vody

Doporučené zdroje informací

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

PITTER, P. Hydrochemie. 4., aktualiz. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT Praha, 2009.

SLÁDEČEK, V. a SLÁDEČKOVÁ, A. Atlas vodních organismů se zřetelem na vodárenství, povrchové vody a čistírny odpadních vod. Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, Praha. 1996.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 28. 2. 2024

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 3. 2024

prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 24. 03. 2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu doc. Mgr. Marku Vachovi, Ph.D., za vedení mé práce.

Chemismus povrchových vod ve vodní nádrži Žlutice a Stanovice

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá chemismem povrchových vod ve vodní nádrži Žlutice a Stanovice. Obsahem práce je porovnání kvality vody ve vodní nádrži Žlutice a Stanovice. Tato práce představuje vodu a popisuje úpravu vody a vliv člověka na vodní nádrže. Cílem práce je nejdříve představit tuto oblast, její využití a posoudit současný stav kvality vody. Dále pak vyhodnocení a porovnání odebraných vzorků s následným srovnáním.

Klíčová slova: kvalita vody, úprava vody, chemické složení, vzorky, sinice, pitná voda, životní prostředí

This bachelor's thesis deals with chemistry of surface water in Žlutice and Stanovice water reservoirs. The aim of the work is comparing of the water quality in Žlutice and Stanovice water reservoirs. This thesis introduces the concept of water and describes water treatment and human influence on water reservoirs. The aim of the work is firstly to present this area and its using and assess the current state of water quality. Finally, it is the evaluation and comparing of sample done.

Key words: water quality, water treatment, chemical composition, samples, cyanobacteria, drinking water, environment

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíle práce	2
3 Literární rešerše	3
3.1 Setkání s vodou	3
3.2 Voda z chemického hlediska.....	3
3.3 Voda v krajině.....	5
3.4 Zdroje vody	5
3.5 Povrchové vody	6
3.5.1 Jakost povrchových vod.....	7
3.5.2 Klasifikace povrchových vod.....	8
3.6 Ochrana vod.....	9
3.6.1 Cíle ochrany vod jako složky životního prostředí.....	10
3.7 Životní prostředí.....	10
3.8 Historie vodních staveb.....	11
3.9 Vodní nádrže	11
3.9.1 Vodní nádrž Žlutice	12
3.9.2 Vodní nádrž Stanovice	13
3.10 Kvalita vody v údolních nádržích	14
3.11 Úpravy vody.....	15
3.11.1 Úpravna vody Březová.....	16
Technologie úpravy	16
3.11.2 Úpravna vody Žlutice.....	20
Technologie úpravy	20
4 Metodika	25
4.1 Předběžné plánování	25
4.2 Výběr lokalit	26
4.3 Odběr vzorků Žlutice a Stanovice.....	26
5 Charakteristika území.....	31
5.1 Vodní dílo Žlutice	31
5.1.1 Rozdělení z hlediska mapového.....	31
5.1.2 Geomorfologická a geologická charakteristika.....	31
5.1.3 Fauna a flora	32
5.1.4 Hydrologie	33
5.1.5 Charakteristika z hlediska pedologie	34
5.1.6 Technické údaje nádrže.....	34

5.2	Vodní dílo Stanovice.....	35
5.2.1	Rozdělení z hlediska mapového.....	35
5.2.2	Geomorfologická a geologická charakteristika.....	36
5.2.3	Flora a fauna	37
5.2.4	Hydrologické údaje	37
5.2.5	Rozdělení z hlediska pedologie.....	38
5.2.6	Technické údaje	38
6	Diskuse.....	40
7	Výsledky	41
8	Závěr	44
	Použité zdroje:.....	45
	Internetové zdroje:	46
	Seznam obrázků:	47
	Seznam tabulek:	49

1 Úvod

Voda je velice důležitý předpoklad pro život na Zemi. Bez vody není života. S pojmem voda se setkáváme v různých písních a verších, voda je počátek všeho a dle starých bájí může zaplavit a i zničit. Naše lidstvo se v proudu času naučilo vodu využívat a chránit se před jejími ničivými účinky. Každý člověk může ovlivňovat její přírodní stav a kvalitu.

V dnešní době se skloňuje nejčastěji téma udržení kvality vody, nehospodárné využívání vody a zda bude dostatek kvalitní vody pro budoucnost. Člověk je nedílnou součástí přírody na Zemi, vzešel z ní, žije na ní a nemůže se bez ní obejít, proto je velmi důležité zachovat si co možná nejpřívětivější přírodní podmínky pro náš život. Jelikož je toto téma stále důležitější, rozhodl jsem se mu věnovat ve své práci, která svým obsahem sjednotí všeobecné informace o vodě a jejich druzích. Má práce také posoudí současný stav kvality vody a vliv člověka na vodní nádrže, pomůže lépe pochopit význam nádrží a úpravu vody než se dostane k odběrateli. Každému z nás proudí domů voda z nejbližších nádrží, a proto jsem si vybral toto téma. Jako hlavní cíl jsem zvolil výzkum porovnání chemického složení upravené vody z vodní nádrže Stanovice a Žlutice.

Tato bakalářská práce je rozdělena do několika hlavních kapitol. Úvodem představím pojem voda v minulosti dále v budoucnosti a její druhy v kapitole literární rešerše. Popíši způsob úpravy vody v obou nádržích. Dále v metodické části provedu srovnání vzorků vody u vodní nádrže Stanovice a Žlutice v zimním a letním období a popíši samotný způsob provedení. Následně provedu charakteristiku zkoumaného území a poté porovnáím výsledky odběrů vody.

2 Cíle práce

Množství vody závisí na jejím přirozeném výskytu a klimatických podmínkách. Vodu si musíme jako společnost ochraňovat. Její dostatek ohrožuje zejména nadměrné a nehospodárné využívání. V dnešní době je velmi důležité, aby voda, kterou běžně pijeme dosahovala určité kvality, byla správně upravena a byla považována za vodu pitnou. Z tohoto důvodu jsem si zvolil tyto základní cíle pro mou práci:

Cíle práce:

- Představení obecného termínu voda a její druhy
- Představení vodních nádrží, úpraven vody a jejich historie
- Zhodnotit současný stav kvality vody ve vodní nádrži Stanovice a Žlutice
- Vyhodnotit a porovnat výsledky odebraných vzorků z hlediska chemismu
- Srovnání chemického složení odebraných vzorků mezi sebou

3 Literární rešerše

3.1 Setkání s vodou

Voda je nejzákladnější složka přírody. Voda spolu s půdou a ovzduším je základem všeho života. Voda je v neustálém pohybu, jsme s ní ve styku denně, především jde ale o vodu, která k nám přišla potrubím nebo balená v lahvích. Voda byla spojována v dávných dobách s počátkem světa, ale také s jeho zánikem nebo-li potopou, kterou dle legendy přežijí jen spravedliví vybraní. Voda se tedy může změnit v katastrofu, která očistí duchovně pošpiněný svět a dává mu šanci, aby se znovu narodil. Takový je i smysl křesťanského křtu. (Bratrych a kol. 2005) Člověk se v minulosti setkával s vodou, kdy ji potřeboval jako životní potřebu, ale také i jako s nezkrotným živlem. Naše společnost později přišla na to, jak vodu využívat, jak se chránit před jejími ničivými účinky a také jak ji udržovat čistou. Sluneční záření je zdrojem energie koloběhu vody na Zemi. Sklenička (2003). Voda je nezbytná pro existenci života na Zemi, neboť je nenahraditelnou složkou těl živých organismů a nejen jich. Voda je všude kolem nás a bez ní není života.

3.2 Voda z chemického hlediska

Voda je chemická látka, která je nám velice blízko a využíváme jí denně. Pokud se budeme zamýšlet nad tím, kde vznikly první organické látky, bude to praoceán. Z nich se později vyvinuly první živé organismy a následně dalším vývojem vznikl život takový, jaký ho známe dnes. Vzorec vody H_2O je pro každého člověka známý, molekula vody se skládá ze dvou atomů vodíku a jednoho atomu kyslíku. Obsahuje vždy určité množství rozpuštěných plynů a minerálních látek. Vstupem atmosféry do sebe voda přijímá především plynné látky, jako jsou kyslík a dusík, oxidy uhlíku, dusíku, síry a dále malé množství různých solí, prachu, pyl, bakterie, viry, spory sinic, řas a také plísni. Podzemní vody a pramenité vody obsahují navíc rozpuštěné minerální soli, především chloridy, sírany, bromidy a uhličitany.

Z hlediska množství vody oceán tvoří 97% z celkové vody na Zemi. Mořská voda je slaná, slanost vody je určena množstvím rozpuštěných solí, z nichž převládá chlorid sodný (NaCl). Odpařením mořské vody dále získáme také chlorid draselný, chlorid hořečnatý a síran hořečnatý. Průměrný obsah soli v mořské vodě je 3,5%. To znamená, že litr vody obsahuje 35 gramů solí.

Chemické složení povrchových vod je velmi bohaté na různé chemické složení dle lokality. Ve vodě se mohou vyskytovat nejen plyny a minerální soli, ale i různé škodliviny, jako jsou oleje, odpadní vody a těžké kovy. Ve vodě najdeme také organické látky, výluhy z kořenů, trav a tlející organické hmoty. Ve vodě se vyskytuje i kyslík. Díky rozpuštěnému kyslíku mohou ve vodě žít mnohé živé organismy, například ryby dýchající žábami. Kyslík má také význam pro samočištění vody. Kvalitu vody určuje množství kyslíku ve vodě. Rozpuštěný oxid uhličitý CO₂ a soli patří mezi látky, které obsahuje voda. Pro člověka je nebezpečná přítomnost dusičnanů v pitné vodě. Dusičnany se v lidském těle přeměňují na mnohem jedovatější dusitany. U kojenců je toto riziko mnohem nebezpečnější, hrozí tzv. zmodrání kojenců. Nebezpečí představují také dusičnany v podobě dusíkatých hnojiv, která jsou splachovaná deští do podzemních vod. Při rozboru vody bychom měli dávat pozor na obsah fosforečnanů. Běžně je nazýváme fosfáty. Slouží jako hnojiva a přidávají se jako změkčovač vody do pracích prostředků, pokud se voda obsahující fosfáty dostane do životního prostředí, může dojít k přemnožení sinic a řas. (Bratrych 2005)

Chemismus povrchových vod se mění nejen vlivem člověka, ale i v čase. Během roku průtok v toku značně kolísá a mění se chemismus vody. Dle Herleho (1990) průtok bývá nejvyšší na jaře po tání sněhu nebo po prudkých deštích v povodí, nejnižší na podzim nebo za dlouhotrvajících mrazů. V létě při vysokých teplotách se tvoří největší počet sinic a řas, které mohou být pro člověka až toxické a způsobit nežádoucí účinky. Tomuto tématu se budu podrobněji věnovat v kapitole výsledky. Mineralizace vody má vyšší hodnoty na jaře a na podzim, důvodem jsou vyšší srážky. V létě a v zimě stoupá na maximální hodnoty. Hodnoty rozpuštěných látek se v období v dešťů zvyšují na desítky až stovky mg/l. Vyšší chemické hodnoty se nejčastěji sledují v okolí měst a průmyslových oblastí, kde se vyskytují městské a průmyslové odpady. (Pitter 1999) S chemismem povrchových vod z vodních nádrží Stanovice a Žlutice se budu důkladně zabývat v kapitole metodika.

3.3 Voda v krajině

Během posledních zhruba 10 000 let prošel vodní režim krajiny pod vlivem člověka velkými změnami. Nejvíc se bojíme dalších vymírání druhů, rostoucí toxické znečištění vod, přibývání sucha a prudkých povodní. Od roku 1999 se stále zlepšuje čistota velkých řek a velké části menších toků. Podílí se na tom především výstavba a zlepšování účinnosti čistíren odpadních vod. Je vysoce pravděpodobné, že tento trend bude pod tlakem přísnějších evropských předpisů dále pokračovat. Dalším pozitivem je, že se přestaly provádět takové zásahy do vodního režimu krajiny, jako je plošné odvodňování polí a luk tzv. meliorace, napřimování vodních toků a betonování jejich koryt, výstavba obřích přehrad a likvidace tůní, mrtvých ramen a mokřadů. Nápravou nevhodných zásahů se začala používat metoda revitalizace. (Bratrych 2005)

Do budoucna by se celková situace neměla zhoršovat, lze očekávat postupné zlepšení. Je možné, že se ale objeví nové problémy spojené s dědictvím po masivním znečištění nebo nechtěné důsledky nových technologií a růstu životní úrovně. Je důležité, aby naše vyspělá společnost uměla pracovat s takovou situací a hledala řešení, jak zlepšit případné znečištění.

3.4 Zdroje vody

Zdroje vody, které člověk využívá v domácnosti jsou buď podzemní nebo povrchové. Tyto zdroje lze využívat jen za předpokladu, že naše společnost bude schopna je dále doplňovat nebo upravovat. V přírodě se jedná se o tzv. malý a velký koloběh vody. Plynná fáze se vytvoří, za předpokladu, že se z povrchu země i vodních ploch odpařuje voda a vytvoří se mraky. Při určité kondenzaci v mracích začne pršet. Část vody se vsákne, část vody odteče po povrchu do potoků, řek a jimi až do moře. Zde se působením slunce voda opět vypařuje. Vítr žene mraky k pevnině, kde spadnou na zem ve formě deště nebo sněhu. Opět se opakuje vsakování, odtok a výpar, což je velký cyklus vody. (Bratrych 2005) Dešťové vody v podmínkách ČR nejsou využívány jako zdroj pitné vody, ale uplatní se většinou při zalévání nebo zavlažování zahrádek a pozemků.

Pro zajištění zásobování obyvatelstva, průmyslu i zemědělství je nutné správně vybrat kvalitní vodní zdroj, který pochází z podzemní nebo povrchové vody z horních toků řek a z akumulované v údolních nádržích. Vzhledem k tomu, že kapacita výše uvedených vodních zdrojů nepokrývá celkovou spotřebu vody, jsou využívány i méně kvalitní vodní zdroje z dolních toků řek, pro které je třeba při výrobě pitné vody volit složitější a nákladnější technologické postupy. Jakost vodních zdrojů závisí na technologickém postupu, který bude pro výrobu pitné vody používán. Jakost upravené vody závisí především na druhu a jakosti vodního zdroje, na použitém technologickém postupu úpravy vody a na použitém úpravárenském zařízení. (Dohányos a kol. 2004)

Vody lze klasifikovat podle původu, výskytu a použití. (Pittner 1999) Podle původu lze vody dělit na přírodní a odpadní. Podle výskytu se přírodní vody rozlišují na atmosférické, povrchové a podzemní.

3.5 Povrchové vody

Povrchové vody jsou vody, které se přirozeně vyskytují na zemském povrchu. Povrchové vody představují z hlediska množství hlavní část vodních zdrojů v ČR. Podíl povrchové vody na zásobování obyvatelstva, průmyslu i zemědělství se neustále zvyšuje. V budoucnu se počítá s tím, že povrchová voda bude představovat až 80 % veškeré vyrobené vody. Pro výrobu vody pro konkrétní účely je důležitá jakost vody. Povrchové vody ve srovnání s vodou podzemní, mají obvykle vyšší proměnlivou teplotu, podstatně vyšší koncentrace organických látek různého původu, vyšší koncentraci kyslíku, nízkou koncentraci oxidu uhličitého, nízkou koncentraci železa, manganu a nízkou mineralizaci. V povrchových vodách najdeme více mikroorganismů než u podzemních vod. (Dohányos a kol. 2004)

Využitelní povrchové vody pro člověka najdeme v korytech vodních toků, jezerech a umělých nádržích, v ledovcích a sněhové pokrývce. Povrchové vody jsou zdrojem pitné a užitkové vody a slouží pro rekreační účely, chov ryb aj. (Sklenička 2003)

Povrchové vody dělíme na:

- stojaté (lentické)
- tekoucí (lotické).

Povrchové vody jsou charakteristické velkou dynamikou prostředí a změnami v čase.

U lotického (tekoucího) typu vod se toto projevuje prohlubováním koryta toku, rozšiřováním příčného průřezu, erozí, meandry, vyrovnáním dna.

U lentických (stojatých) vod dochází k zarůstání, sedimentaci, hromadění živin. Přírozeným biologickým procesem je stárnutí jezer, kterým se jezera zarůstáním a zabahňováním mění v mělčiny a bažiny. (www.mzp.cz 2022)

Povrchovými vodami jsou vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu, tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních (zákon 254/2001 Sb., o vodách).

Z hlediska zásobování obyvatelstva vodou mají význam pro člověka povrchové vody tekoucí, ke kterým řadíme vodní toky a vody stojaté mezi které řadíme jezera, nádrže, rybníky.

3.5.1 Jakost povrchových vod

Pro porovnání jakosti vody na odlišných místech se provádí klasifikace jakosti tekoucích povrchových vod do pěti jakostních tříd podle ČSN 75 7221 (Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod):

Tekoucí povrchové vody se podle ČSN 75 7221 zařazují do 5 tříd jakosti:

I. neznečištěná voda

Povrchová vod, která nebyla významně ovlivněna antropogenní činností, při které ukazatele jakosti vody nepřesahují limitní hodnoty.

II. mírně znečištěná voda

Povrchová voda, která byla ovlivněna antropogenní činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které umožňují existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému.

III. znečištěná voda

Povrchová voda, která byla ovlivněna lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které nemusí tvořit podmínky pro existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému.

IV. silně znečištěná voda

Povrchová voda, která byla ovlivněna lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky umožňující existenci pouze nevyváženého ekosystému.

V. velmi silně znečištěná voda

Povrchová voda, která byla ovlivněna lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky umožňující existenci pouze silně nevyváženého ekosystému (Strnadová 1995).

3.5.2 Klasifikace kvality povrchových vod

Podle normy ČSN 757221 se klasifikace jakosti povrchových vod řídí zákonem 254/2001Sb., o vodách)

I. třída

Voda je obvykle vhodná pro všechna použití.

- vodárenské účely, potravinářský a jiný průmysl
- koupání, chov lososovitých ryb

Voda má velkou krajínovornou hodnotu.

II. třída

Voda je obvykle vhodná pro většinu užití.

- vodárenské účely, vodní sporty chov ryb
- chov ryb, zásobování průmyslu vodou

Voda má krajínovornou hodnotu.

III. třída

Voda obvykle vhodná jen pro zásobování průmyslu.

Pro vodárenské účely je voda použitelná jen podmíněčně, pokud není k dispozici zdroj lepší jakosti, při vícestupňové úpravě.

Voda má malou krajínovornou hodnotu.

IV. třída

Voda je obvykle vhodná jen pro omezené účely.

V. třída

Voda se obvykle nehodí pro žádný účel užití. (www.vtei.cz 2023)

(Strnadová 1995)

3.6 Ochrana vod

Ochrana vod je komplexní činností spočívající v ochraně množství a jakosti povrchových i podzemních vod a to v souladu s požadavky českého práva i práva EU. Základním právním předpisem Evropského parlamentu a Rady ustavujícím rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky členských států je směrnice 2000/60/ES z 23. října 2000. Ochrana vod, jejich využívání a práva k nim upravuje zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (Vodní zákon). (MŽP 2023)

Zákon o vodách č. 254/2001 Sb. řeší znečišťování povrchových vod vymezením zranitelných a citlivých oblastí. Zranitelné oblasti jsou území, kde se vyskytují povrchové nebo podzemní vody, zejména využívané nebo určené jako zdroje pitné vody, v nichž koncentrace dusičnanů přesahuje 50 mg/l nebo povrchové, u nichž v důsledku vysoké koncentrace dusičnanů ze zemědělských zdrojů dochází nebo může dojít k nežádoucímu zhoršení jakosti vod. Citlivé oblasti jsou vodní útvary povrchových vod, v nichž dochází nebo v blízké budoucnosti může dojít, v důsledku vysoké koncentrace živin, k nežádoucímu stavu jakosti vody, a které jsou využívány nebo se předpokládá jejich využívání jako zdroje pitné vody a v nichž koncentrace

dusičnanů přesahuje 50 g/l nebo u nichž je z hlediska zájmů chráněných tímto zákonem nutný vyšší stupeň čištění odpadních vod. (Zákon 254/2001 Sb.)

3.6.1 Cíle ochrany vod jako složky životního prostředí

Cíle ochrany vod jako složky životního prostředí (dále jen "cíle ochrany vod") jsou pro povrchové vody:

1. zamezení zhoršení stavu všech útvarů těchto vod, včetně vodních útvarů ležících v téže mezinárodní oblasti povodí,
2. zajištění ochrany, zlepšení stavu a obnova všech útvarů těchto vod a dosažení jejich dobrého stavu, s výjimkou útvarů uvedených v bodu 3,
3. zajištění ochrany, zlepšení stavu všech umělých a silně ovlivněných vodních útvarů a dosažení jejich dobrého ekologického potenciálu a dobrého chemického stavu,
4. snížení jejich znečištění prioritními látkami a zastavení nebo postupné odstraňování emisí, vypouštění a úniků prioritních nebezpečných látek (Zákon 254/2001 Sb.)

3.7 Životní prostředí

V posledních letech nejen ve světě, ale i u nás výrazně vzrůstá zájem o problematiku životního prostředí. Toto téma je velmi představované ve školách a v médiích. Většina evropských vyspělých zemí se touto problematikou zabývá a hledá řešení pro budoucnost k této velmi skloňované otázce. Vliv činnosti člověka na životní prostředí může mít význam globální, trvalý, dočasný, lokální, regionální, ale zároveň také nevratný. Všichni se ale shodují v závěru, že je nutné myslet na budoucí generace. Stále více je kladen důraz na jakost a kvalitu povrchových vod. Nejvíce ovlivňující kvalitu a jakost je vegetace, která se vyskytuje v mnoha podobách na Zemi. Vegetace ukazuje celkový stav krajiny. Dnes se společnost snaží výrazně omezit negativní vlivy na životní prostředí, které způsobuje průmyslová činnost, doprava, stavební činnost,

osídlování, zemědělská činnost a jiné. Nejvíce můžeme v dnešní době ovlivnit znečištění vody a krajiny, tím jak člověk žije a jak se chová k přírodě.

3.8 Historie vodních staveb

Historie vodních staveb ve světě spadá do doby před několika tisíci lety. Už dříve lidé zahrazovali určité území nebo stavěli přehradu, aby ovlivňovali tok vody. Nádrže byly schopny regulovat množství průtoků vody a také zvyšovat nízké průtoky při nedostatku srážek. Lidé poznali jejich výhody a začali je využívat k regulaci vody. Umělé nádrže se vytvářejí převážně výstavbou hrází a přehrad. Vodní díla a jejich výstavba mají v Čechách bohatou historii sahající až k počátku 19. století. Česká republika má přibližně 25 000 nádrží, pokud do nich započítáme i všechny druhy rybníků. (Broža a kol. 2009)

3.9 Vodní nádrže

Praotec Čech nám vybral krásné místo ve středu Evropy. Bohužel přirozená jezera tu téměř chybí a moře v České Republice není vůbec. Jejich funkci částečně zastávají v naší novodobé krajině přehradu. Jsou to u nás největší vodní plochy a největší akumulované vodní objemy. Již samotné slovo přehrada navozuje dojem něčeho nově vytvořeného přehrazením. Stejně tak jiné označení – údolní nádrž. Údolní nádrž je člověkem vytvořené vodní těleso, které vzniklo přehrazením říčního toku a následným zatopením údolí nad hrází. Tyto nádrže byly vybudovány pro účely hydroenergetiky, regulace průtoků, zásoby vody pro zavlažování zemědělské půdy, zásoby pitné vody pro obyvatelstvo. Na rozdíl od rybníka, který má primární funkci chovu ryb. Mezi další funkce nádrží patří rekreace, sportovní rybolov nebo vodní sporty. Jejich využití je víceúčelové. Každá vodní nádrž představuje složitý ekosystém, rozdíl je jen v tom, že jezero je ekosystém přirozený a údolní nádrž ekosystém uměle vytvořený člověkem. (Pokorný a kolektiv 2011)

Přehradu mají účel energetický, slouží k produkci elektrické energie. Mezi další důležité účely patří zásobování pitnou vodou, kde zásobují města nebo i celé

regiony pitnou vodou. Jedním ze stěžejních úkolů přehrad byla protipovodňová ochrana nebo rekreace.

Dle Skleničky (2003) řadíme vodní nádrže do skupiny stojatých vod. Vodní nádrže se dále rozlišují na nádrže údolní, hospodářské, závlahové, odvodňovací a průmyslové.

Vodní nádrže jsou stavěny hlavně pro hospodaření s povrchovou vodou. A jejich hlavní funkce jsou zásobování pitnou vodou, ochrana před povodněmi, zlepšení odtokových poměrů, využití energetického potenciálu, odběry akumulované vody pro průmyslové a zemědělské účely nebo účely rekreační. Nejvýznamnější vodní díla jsou se svým celkovým objemem 1026 mil. m³ vodní díla Lipno I a Orlík na Vltavě. (www.pvl.cz 2023) V mé práci se budu zabývat vodními nádržemi Stanovice a Žlutice.

3.9.1 Vodní nádrž Žlutice

Jinými slovy vodní dílo Žlutice je přehradní nádrž v okrese Karlovy Vary v Karlovarském kraji. Najdeme ji na horním toku řeky Střely 4 km nad městem Žlutice. Řeka Střela pramení v Tepelské vrchovině a je levostranným přítokem Berounky. Hlavním účelem této vodárenské nádrže je akumulace surové vody pro úpravnu, která stojí v bezprostřední blízkosti hráze. Odtud je pitná voda dodávána do Žlutic, Podbořan, Žatce, Toužimi, Konstantinových Lázní a řady dalších obcí. Nádrž plní i další vodohospodářské účely jako snížení účinků povodní a zajištění minimálního průtoku v toku pod vodním dílem. Výstavba proběhla v letech 1965 – 1968, v zátopovém území vodní nádrže zanikla dvě sídla, Mlýňany a Dolánky a několik mlýnů na Střele. Osada Dolánky se dnes nachází v nejhlubších partiích žlutické nádrže, klasickému archeologickému průzkumu je tedy nedostupná. To však neplatí o Mlýňanech, které leží na břehu jezera, ani o Skokách, jež jsou vodám nádrže vzdáleny více než půl kilometru. Úpravna vody se stavěla současně. Hráz je přímá, sypaná, s návodním těsněním ze sprašových hlín. V koruně je dlouhá 233 m, výška nad terénem 27 m. Jako funkční objekt byla postavena betonová věž, zvláštností je, že nevyčnívá při běžné hladině nad vodu. Jsou zde dvě spodní výpusti a odběr vody ve třech úrovních. Na každé výpusti je dodatečně od roku 1997 nainstalovaná turbina typu Bánki ČKD. Na pravém břehu je po terénu veden bezpečnostní nehrazený přeliv s

betonovým skluzem a vývarem pod hrází. Délka vzdutí nádrže je 4,6 km, objem 15,6 m³. (PVL 2023) Hlavním účelem tohoto vodního díla je akumulace vody pro přilehlou úpravnu pitné vody. Dále je také využívána ke snížení účinku povodní, zajištění minimálního průtoku pod vodním dílem a také pro výrobu elektrické energie. Vodní dílo Žlutice spadá pod Povodí Vltavy.



Obrázek č.1. Mapa Vodního díla Žlutice. Dostupné online z www.pvl.cz

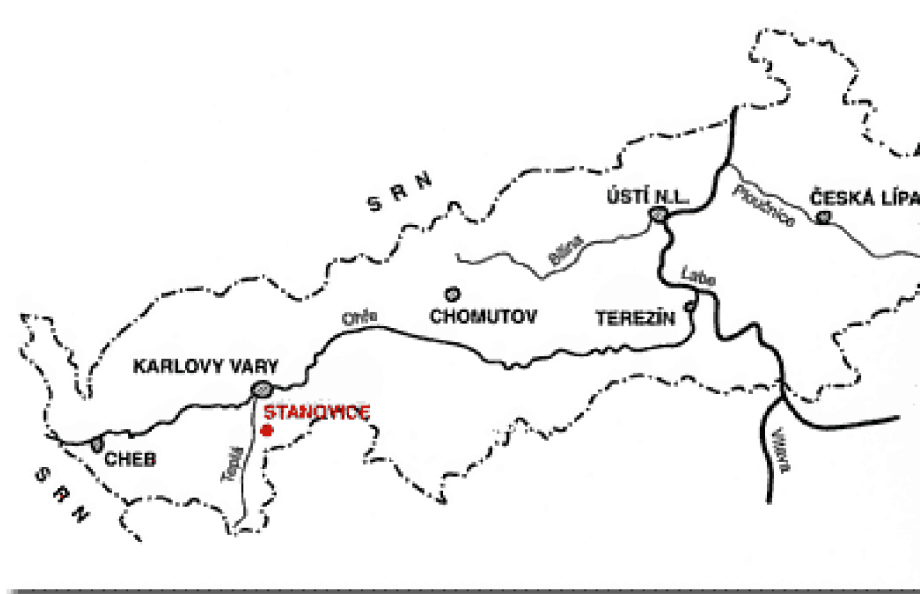
3.9.2 Vodní nádrž Stanovice

Vodní nádrž Stanovice se nachází v okrese Karlovy Vary. Nachází se severovýchodně od obce Stanovice a je součástí vodohospodářské soustavy Stanovice–Březová tvořené vodním dílem Stanovice, čerpací stanicí Teplička, jezem Teplička a vodním dílem Březová. Nádrž se leží v údolí Lomnického potoka a částečně i v údolí jeho přítoku Dražovského potoka viz. obrázek č. 2.

Práce na stavbě vodního díla Stanovice začaly v roce 1972 a dokončeny byly v roce 1978. Projektantem byl podnik Hydroprojekt Praha, provádějícími firmami byly Vodní stavby Praha, Sigma Hranice, ČKD Blansko, EZ Praha, ZPA Praha a ABK

Výmar (Německá demokratická republika). Hráz je přímá, sypaná, kamenitá s návodním asfaltovým těsněním. Nádrž je dlouhá 3,2 km o celkové zatopené ploše 142 ha.

Hlavním účelem je především akumulace vody pro zásobení Karlovarska pitnou vodou. Vodní dílo Stanovice je vodárenskou nádrží se stanoveným ochranným pásmem. Sekundárně slouží jako protipovodňová ochrana Karlových Varů. Vedlejším účelem nádrže je výroba elektrické energie a zvyšování průtoku při pořádání kanoistických závodů na toku pod hrází. (www.poh.cz 2022) Vodní dílo Stanovice spadá pod Povodí Ohře.



Obrázek č. Mapa - Stanovice. 2. Dostupné online www.poh.cz

3.10 Kvalita vody v údolních nádržích

Vodní nádrže jsou vybudovány na tocích s různou kvalitou vody. Kvalita přitékající vody pochopitelně ovlivňuje kvalitu vody v nádrži. Jen málo nádrží bylo vybudováno na čistých horských potocích. I člověk vypouští odpadní vody, které z naprosté většiny končí v našich řekách. Vodní organismy mezi sebou neustále soupeří o potravu, kterou nazýváme živiny, ty omezují růst. Mezi tyto živiny patří především fosfor. Jeho množství určuje kolik rostlin v nádrži naroste. Pokud je úživnosti příliš mnoho, začne se množit fytoplankton, vodní řasy nebo sinice. Důsledky jsou velice nepříjemné, voda začne kvést a začne masový rozvoj určitých

druhů koloniálních sinic, který vyvolává problémy. Nádrže s vodním květem nejsou určeny ke koupání nebo rekreačním aktivitám. Řada sinic produkuje toxické látky, které mohou vyvolat onemocnění lidí. Hlavní příčinou tvorby vodních květů v letních měsících je nadměrné množství živin, zejména fosforu, světlo, teplota a jevy s teplotou spojené, například teplotní rozvrstvení vodního sloupce a jeho stabilita. Pokud tyto látky proniknou do upravené pitné vody, mohou představovat závažné zdravotní riziko pro člověka, zejména při dlouhodobém užívání. Při kontaktu s kůží a sliznicemi dochází k různým alergiím a podráždění, dále pak k průjmům, zvracení, bolesti hlavy a zvýšené teploty. Množství a intenzita výskytu záleží z velké části i na charakteru vegetační sezony, počasí a na průběhu teplot v daném roce. Pitná voda musí splňovat hygienické limity dle vyhlášky 252/2004 Sb. Tento zákon stanovuje také teplotu, četnost a rozsah kontrol pitné vody. Tímto tématem se budu zabývat v mé práci v kapitole výsledky.

3.11 Úpravny vody

V Karlovarském kraji se nachází největší společnost pro úpravu vody s názvem Vodárny a kanalizace Karlovy Vary a. s. (vodakva.cz). V oblasti provozované Vodakvou je nedostatek kvalitních podzemních zdrojů. Proto se pitná voda z 87 % vyrábí ze zdrojů povrchových, zbylých 13 % tvoří podzemní zdroje. Celkem společnost provozuje 26 úpraven pitné vody, z nichž největší jsou Březová (nádrž Stanovice), Žlutice (nádrž Žlutice), Svobodka (nádrž Lučina), Milíkov (řeka Mže) a Myslivny (nádrž Myslivny). Pro svou práci jsem si vybral schéma a popis úpravny vody Březová, která má hlavní zdroj přehradní nádrž Stanovice a pro porovnání dále ještě schéma úpravny vody Žlutice. Osobně jsem navštívil obě úpravny vody, kde mi byl ukázán celý postup a způsob úpravy vody. V dalších podkapitolách se budu zabývat úpravami vody, kde použiji i svou vlastní dokumentaci, kterou jsem pořídil při prohlídce úpraven vody viz. obrázek č. 4 a 6. Tento postup je obou úpraven v podstatě podobný, jen úpravna vody Březová přidala další stupně ochrany.

3.11.1 Úpravna vody Březová

Úpravna vody Březová je největší úpravna pitné vody na Karlovarsku. Je hlavním zdrojem Oblastního vodovodu Karlovarska, který zásobuje více než třetinu obyvatel Karlovarského kraje. Úpravna byla vystavěna v letech 1972 až 1982, do provozu byla uvedena v roce 1984. Zdrojem surové vody pro úpravnu je přehradní nádrž Stanovice na Lomnickém potoce. Jde o velmi kvalitní přírodní zdroj ležící v ochranném vodním pásmu a nehrozí zde tedy nebezpečí průmyslového, zemědělského či urbanistického znečištění. Úpravna vyrábí zhruba 250 litrů pitné vody za sekundu, její projektová kapacita je však více než dvojnásobná (650 l/s). Původně se na úpravně využívala dvoustupňová technologie úpravy vody – koagulace a filtrace, doplněná ztvrzováním. V letech 2011 až 2016 byla úpravna rekonstruovaná a technologie se rozšířila o další stupeň – ultrafiltraci. Dnes je úpravna plně automatizovaná a řízená počítačovým řídicím systémem. Obsluha úpravny je zajištěna v nepřetržitém provozu.

Technologie úpravy

Přívod surové vody

Zásobní prostor Stanovické nádrže je 24,2 milionů m³ vody. Voda je z nádrže odebírána pomocí odběrné věže, odběr je možný ze šesti profilů, podle výše hladiny a kvality vody v jednotlivých vrstvách. Surová voda je přiváděna do úpravny ocelovým gravitačním potrubím o délce 3,56 km a průměru jeden metr. Denně na úpravnu přitéká zhruba 22 000 m³ surové vody.

Před samotnou úpravou se surová voda využívá jako zdroj energie. Na jejím přítoku je osazena malá vodní elektrárna o výkonu 55kW a také tepelné čerpadlo typu voda-voda. Elektrárna využívá výškového rozdílu mezi nádrží a úpravnou k výrobě elektřiny pro potřeby úpravny a čerpadlo zase tepelné energie přiváděné surové vody pro zajištění vytápění administrativní budovy.

První stupeň úpravy

V prvním stupni úpravy vody dochází ke koagulaci (srážení) nečistot obsažených ve vodě přidáním chemie a tím dochází k jejich odstranění usazováním.

Surová voda je nejprve vedena do rychlomisiče, kde se smíchá s koagulantem (síran hlinitý). Nečistoty se tak se začnou zabalovat do mikrovloček.

Dále je voda přepadem vedena do tří flokulačních nádrží, které jsou osm metrů hluboké a rozdělené přepážkou na dvě části. Voda se zde po dobu deseti až třiceti minut pomalu promíchává pádlovým míchadlem, tak aby se vločky nerozbily. Elektrochemické reakce pak způsobují zvětšování vloček.

Poté voda natéká do tří usazovacích nádrží kde dochází k usazení dostatečně velkých vloček vytvořených v předchozích fázích. Usazovací nádrže jsou dvoupatrové s horizontálním usazováním, jejich celkový objem je 9000 m³. Každá nádrž je děrovanými stěnami rozdělena na čtyři části. Voda se v nádržích zdrží v průměru devět hodin, většina nečistot se usadí v prvních dvou částech, kde se usazený kal ze dna stírá kruhovými sběrači.

Druhý stupeň úpravy

Voda z posledních částí usazovacích nádrží je systémem přelivných žlabů a potrubím odváděna na osm otevřených rychlofiltrů, kde se filtruje přes jemný písek, který zachytí neusazené nečistoty. Celková plocha filtrů je 518 m², voda se zde zdrží v průměru jednu hodinu. Pro správnou funkci filtrů je třeba zajistit pravidelné čištění jejich náplně. Po čtyřech dnech provozu každého filtru se cyklus filtrování vystřídá na cyklus praní. Při praní se zesodu filtru vhání voda se vzduchem, tak aby se zrnka písku vznesla a proprala. Prací voda je přiváděna z pracího vodojemu, vzduch se dodává pomocí dmyhadla. Prací cyklus je plně automatizován. Písek ve filtrech se pravidelně doplňuje.

Třetí stupeň úpravy

Filtrovaná voda je z pískových filtrů odváděna do posledního stupně úpravy – ultrafiltrační jednotky, kde se dočistí na membránových vláknech.

Membránová ultrafiltrační vlákna jsou tenké plastové trubičky o průměru čtyři milimetry. Uvnitř vlákna je sedm kapilár. Do nich se vede průtok vody, která pak přes stěny kapilár prochází ven. Ve stěnách jsou póry o průměru 20 nanometrů a nečistoty, které přes póry neprojdou, se zachytí v membránovém vlákně. Voda se tak zbaví zbylých nerozpuštěných látek i patogenních organismů až do velikosti virů. Vlákna

však umožní průchod vápníku a hořčíku, tedy pro lidský organismus nezbytných prvků.

Membránová vlákna jsou uložena v ultrafiltračních modulech, uspořádaných do čtyř bloků. V jednom modulu je 2600 vláken, každý ultrafiltrační blok obsahuje 72 modulů. Voda je na ultrafiltrační bloky čerpána pomocí vstupní čerpací stanice s předfiltrací.

Pro správnou funkci ultrafiltrační jednotky je zásadní důkladné praní membrán, které zajišťuje práci čerpací stanice. Zhruba jednou za hodinu se filtrace zastaví a proběhne zpětný proplach membrán, dále se v pravidelných intervalech provádí zpětný chemický proplach membrán, jejich desinfekce a kontrola celistvosti. Součástí ultrafiltrační jednotky jsou také nádrže na prací vodu, nádrž na chemikálie, zařízení pro dávkování chemikálií a neutralizační nádrž, dále propojovací potrubí, uzavírací armatury a senzory. Provoz jednotky ovládá automatický řídicí systém, který na základě měření provozních stavů (tlak, průtok, pH) zajišťuje správnou funkci celého zařízení.

Kalové hospodářství

Prací voda ze zpětného proplachu ultrafiltrace se znovu využívá pro praní pískových filtrů. Prací voda z pískových filtrů a kaly z neutralizační nádrže, usazovacích nádrží a ze sytiče vápenné vody jsou svedeny do kalového hospodářství, které se nachází zhruba čtyři sta metrů od úpravny. Tvoří ho šestnáct usazovacích nádrží s kónickým dnem o celkovém objemu 1200 m³. Kal usazený u dna nádrží je regulovaně vypouštěn do kanalizace a odváděn na čistírnu odpadních vod v Drahovicích.

Finální úprava vlastností pitné vody a desinfekce

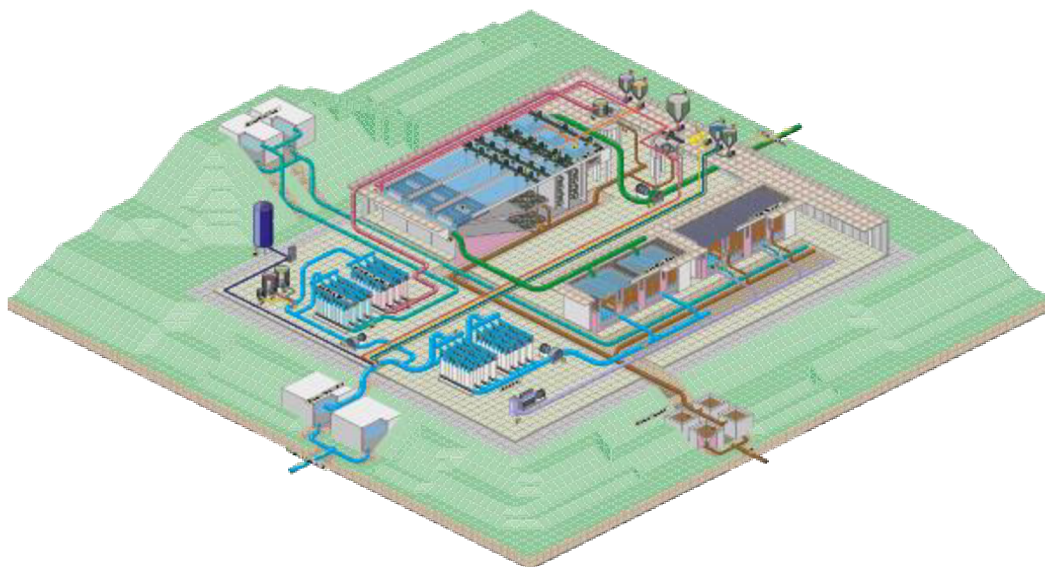
Za ultrafiltrací se pro úpravu pH do vody dávkuje vápenná voda, který se připraví rozpuštěním vápna v sytiči. Voda ze stanovické nádrže je velmi málo mineralizovaná, proto se do upravené vody přidává společně s vápnem také oxid uhličitý, aby se dosáhlo optimální tvrdosti.

Do upravené vody se dále dávkuje tzv. inhibitor koroze, přípravek na bázi křemičitanů. Inhibitor vytvoří na vnitřním povrchu potrubí ochrannou vrstvu, která

výrazně sníží korozní rychlost ocelových potrubí (včetně vnitřních rozvodů v domech) a zabrání tak uvolňování železa z potrubí do pitné vody.

Na závěr se upravená voda hygienicky ošetřuje dávkováním chlornanu sodného. Tento desinfekční prostředek se vyrábí na úpravně elektrolyzou z roztoku potravinářské soli (tzv. elektrochlorace). Desinfekcí se zabrání množení organismů v distribuční síti a voda se udrží hygienicky nezávadná až ke kohoutkům spotřebitelů.

Voda poté odtéká do vodojemu upravené vody, který pojme 5000 m³ pitné vody a v případě odstávky úpravný zajistí zásobu pitné vody až na dva dny. Z vodojemu se pak voda regulovaně vypouští do distribuční sítě. (www.vodakva.cz 2023)



Obrázek č. 3. Schéma úpravný vody Stanovice. Dostupné online z www.vodakva.cz



Obrázek č. 4. Pískové filtry – Březová. (Fotografie vlastní)

3.11.2 Úpravna vody Žlutice

Úpravna vody Žlutice je druhá největší úpravna na Karlovarsku provozovaná Vodakvou. Zásobuje pitnou vodou zhruba 15 000 obyvatel v jižní části Karlovarska a v severní části Tachovska, tedy města Žlutice, Toužim, Bochov, Bezdrůžice, Konstantinovy Lázně, Teplá a další obce napojené na skupinový vodovod Žlutice - Toužim. Pitnou vodou z úpravně se dále zásobuje zhruba 50 000 obyvatel obcí na Lounsku v Ústeckém kraji.

Úpravna byla uvedena do provozu v roce 1966 a v roce 1986 byla rozšířena. Zdrojem surové vody pro úpravnu je vodárenská nádrž Žlutice na řece Střele. Maximální projektová kapacita úpravně je 190 l/s, současný výkon se pohybuje zhruba kolem 90 l/s. Úpravna je dnes téměř plně automatizovaná, je řízená pomocí počítačů z dispečinku úpravně, kde je zajištěna nepřetržitá obsluha. Data jsou přenášena také do centrálního řídicího systému na hlavní dispečink v Karlových Varech – Doubí.

Technologie úpravy

Na úpravně je užívána klasická dvoustupňová technologie úpravy, tj. koagulace a filtrace. Úpravna je rozdělena na dvě části: starou část z šedesátých let a novou, která byla vybudovaná při rozšíření úpravně v osmdesátých letech. Dnes se pro

výrobu pitné vody využívá především nová část úpravní, stará část je udržována v provozu pro případ, kdyby bylo nutné zvýšit kapacitu výroby či realizovat opravy v nové části.

Přívod surové vody

Surová voda je na úpravnu přiváděna z nádrže Žlutice gravitačně přívodním řadem o průměru 400 mm a délce cca 300 m. Pokud by hladina nádrže klesla pod požadovanou výšku, je možné vodu na úpravnu přečerpát pomocí čerpací stanice surové vody, umístěné v areálu úpravní. Většina dopravené surové vody je vedena dále do nové části úpravní, pouze malá část se upravuje ve staré úpravně. Před začátkem samotné úpravy je do vody dávkován koagulant, chemická látka, pomocí níž dojde k vysrážení drobných částic nečistot obsažených ve vodě, tak aby se daly následně z vody mechanicky odstranit. Na úpravně se jako koagulant používá síran hlinitý.

První stupeň úpravy

První stupeň úpravy, tzv. koagulace (obecně řečeno srážení nečistot), probíhá v nové části úpravní ve dvou rozlehlých nádržích, z nichž každá je dlouhá 39 m a hluboká až 4,5 m. Nádrže jsou přepážkami rozděleny na flokulační část a větší usazovací část. Ve flokulační části je voda nejprve promíchána s koagulantem v rychlomísiči, nečistoty se destabilizují a začínají se srážet do mikrovloček. Před rychlomísením se do vody navíc přidává pomocný flokulant pro zvýšení tvorby vloček. V další části nádrží je směs pomalu promíchávána pádlovými míchadly, tak aby se vysrážené nečistoty rozpochovaly a mohly se dále shlukovat do větších a těžších vloček. Následuje usazovací část, kde se voda nechává v průměru 4 hodiny odstát. Těžké vločky se usazují v kójích u dna nádrže, odkud se jako tekutý kal odvádějí do nádrže, přečerpávají se do žlutického kanalizačního systému a následně zpracovávají na městské čistírně odpadních vod. Na konci nádrže voda z povrchu, již zbavená větší částí vloček, přepadá do přepadových žlabů a odvádí se na druhý stupeň úpravy – filtraci.

Druhý stupeň úpravy

Filtrace probíhá v této části úpravní na pěti pískových rychlofiltrech. Voda zde odshora prochází přes 1,4 metrů silnou vrstvou jemného filtračního písku, ve kterém

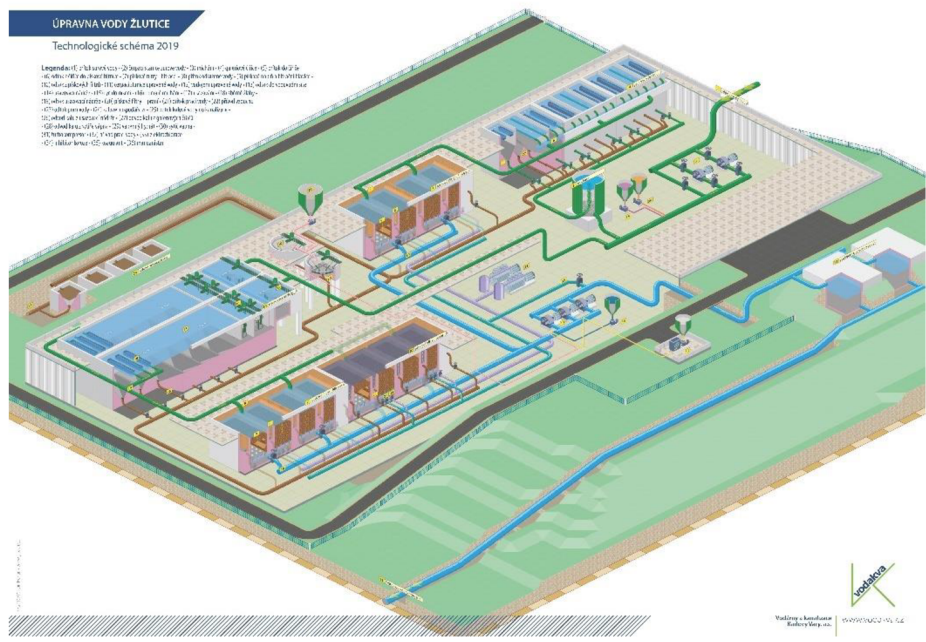
se zachytí zbylé neusazené vločky i další nevysrážené nečistoty. Písek ve filtrech se musí pravidelně prát, při praní se odspodu filtru pouští protiproudem voda, do které se dodává vzduch, tak aby se zrnka písku vznesla a vyčistila.

V nové části úpravný je také umístěno tepelné čerpadlo typu voda-voda, které využívá upravovanou vodu pro výrobu tepelné energie a zajišťuje tak ekologické vytápění celého areálu úpravný.

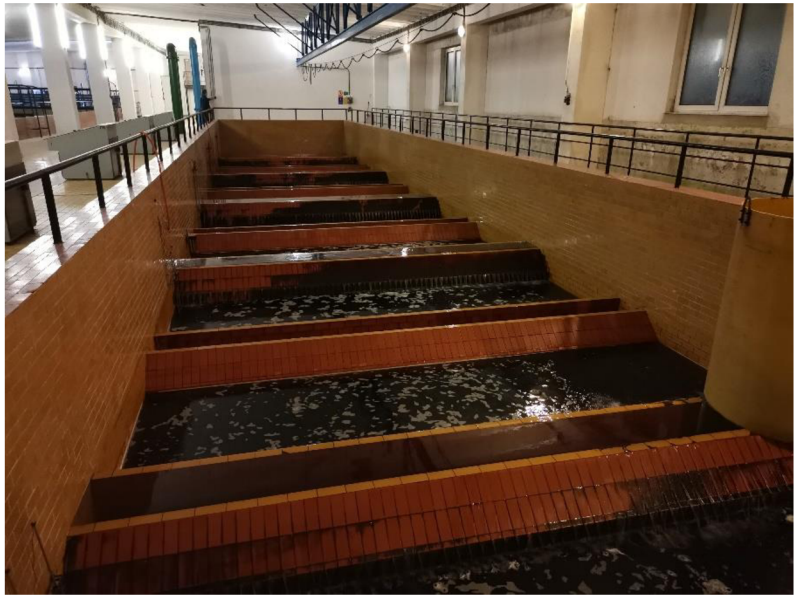
Ve staré části úpravný se pro první stupeň úpravy využívají tzv. galeriové čičiče. Jde o speciální nádrže s kónickým dnem, ve kterých se pro odstranění vysrážených nečistot využívá tzv. vločkového mraku. Voda smíchaná s koagulantem se do nádrží přivádí odspodu pomalým proudem. Koagulant opět působí tak, že se ve vodě vytvářejí vločky z vysrážených nečistot. Ty se prouděním začínají vznášet a stoupají k vločkovému mraku, který se v nádrží udržuje ve stálé vrstvě. Nové vločky se v mraku zachycují a přes mrak prochází již voda zbavená většiny vysrážených nečistot, která se poté sbírá z povrchu nádrže do sběrného potrubí. Přebytečné vločky z mraku přepadají přes přepadové hrany a jsou ze dna nádrží odváděny do nádrže a čerpány do kanalizačního systému města Žlutice. I v této části úpravný voda prochází následně druhým stupněm úpravy, tedy filtrací přes pískové rychlofiltry.

Upravená voda z nové i staré části úpravný je ze dna filtrů odváděna do společného potrubí k finálnímu hygienickému zabezpečení. Pro úpravu pH se do upravené vody přidává vápenná voda. Dále se voda desinfikuje pomocí chlornanu sodného, jehož roztok se vyrábí přímo na úpravně elektrolýzou z potravinářské soli. Tato desinfekce se provádí z preventivních důvodů, aby se zabránilo rozmnožení nežádoucích bakterií a mikrobů v rozvodné síti a voda se tak dostala nezávadná až k finálnímu spotřebiteli. Na závěr se ještě do vody přidávají inhibitory koroze na bázi fosforečnanů. Tato chemikálie několikanásobně snižuje korozní rychlost ocelového potrubí a výrazně přispívá ke snížení obsahu železa v upravené vodě na vodovodní síti. Tím se nejen zkvalitní dodávky pitné vody, ale i ochrání vodovodní potrubí i domácí spotřebiče zákazníků.

Upravená voda je dále čerpána z čerpací stanice do čelního vodojemu nad úpravnou a distribuována do skupinového systému Žlutice – Toužim, druhou větví se poté předává i pro zásobování obyvatel Lounska. (www.vodakva.cz 2023)



Obrázek č. 5. Schéma úpravní vody Žlutice. Dostupné online z www.vodakva.cz



Obrázek č. 6. Pískové filtry – Žlutice. (Fotografie vlastní)

Jak již bylo zmíněno, obě tyto úpravní vody patří pod stejný vodárenský podnik pod obchodní značkou Vodakva. Stanovice s úpravnou vody Březová patří mezi největší úpravní vody v Karlovarském kraji a Žlutice mají 2. největší úpravní vody v Karlovarském kraji. Březová má maximální výkon 650 l/s a Žlutice mají maximální výkon 190 l/s. Stanovice mají více stupňů úpravy, kromě koagulace a filtrace, jsou rozšířeny ještě o ztvrdování a ultrafiltraci. Ultrafiltrace je řazena mezi

nejvyšší stupně úpravy vody, Březová se tak řadí mezi nejkvalitnější vody v této oblasti. Jinak je úprava vody velmi podobná, jak již bylo výše popsáno.

4 Metodika

Bakalářská práce je rozdělena do několika kapitol. V první kapitole je popsán úvod, v druhé kapitole jsou uvedeny cíle práce. V třetí části najdeme literární rešerše, kde je popsána voda jako počátek všeho, druhy vody, historie přehrad a popis přehrad Stanovice a Žlutice. Dále pak v této metodické části bakalářské práce najdeme popis vlastního výzkumu a dále pak charakteristiku zkoumaného území. A v závěru práce najdeme analýzu chemického složení upravené vody v kapitole výsledky, diskuzi a závěr. Bakalářská práce je vypracována na základě podrobných průzkumů a rekognoskace terénu, jejichž výsledkem jsou odběry vod, výsledky odběrů jsou znázorněny pro porovnání v přehledných tabulkách. Při odběru vzorků byla pořízena fotodokumentace k odběrům viz. obrázky č. 7-12.

Hodnocení odebraných vzorků vody bylo provedeno přímo v laboratořích nádrží, kde bylo hodnoceno chemické složení upravené vody. Hlavním úkolem bylo vyhodnotit a srovnat chemického složení mezi sebou. Chemické složení bylo hodnoceno jen do míry běžného testování v laboratořích vodních nádrží.

Odběry vzorků ze zájmového území probíhaly v srpnu 2022 a v únoru v roce 2023. Pro porovnání vzorků jsem použil výsledky při jejichž vyhodnocení jsem byl přítomen. Obě tyto laboratoře spadají pod společnost Vodakva a rozborů vody se provádějí stejným způsobem a stejnými přístroji.

4.1 Předběžné plánování

Před odběrem vzorků bylo provedeno kompletní prozkoumání oblasti kolem vodních nádrží. Před samotným psaním mé bakalářské práce jsem osobně navštívil obě tyto vodní nádrže. Z dostupných internetových zdrojů, map a odborné literatury jsem si udělal prvotní přehled o této oblasti a fungování vodních nádrží. Při návštěvě vodních nádrží jsem byl zde proveden pracovníky vodních nádrží, kteří byli způsobilí k podávání odborných informací. Prohlédl jsem si laboratoř a byl mi ukázán a vysvětlen systém úpravy vody a celkový provoz nádrží a laboratoří. Osobně jsem se následně účastnil samotného odběru vzorku, který jsem zdokumentoval Obr. č. 7-9.

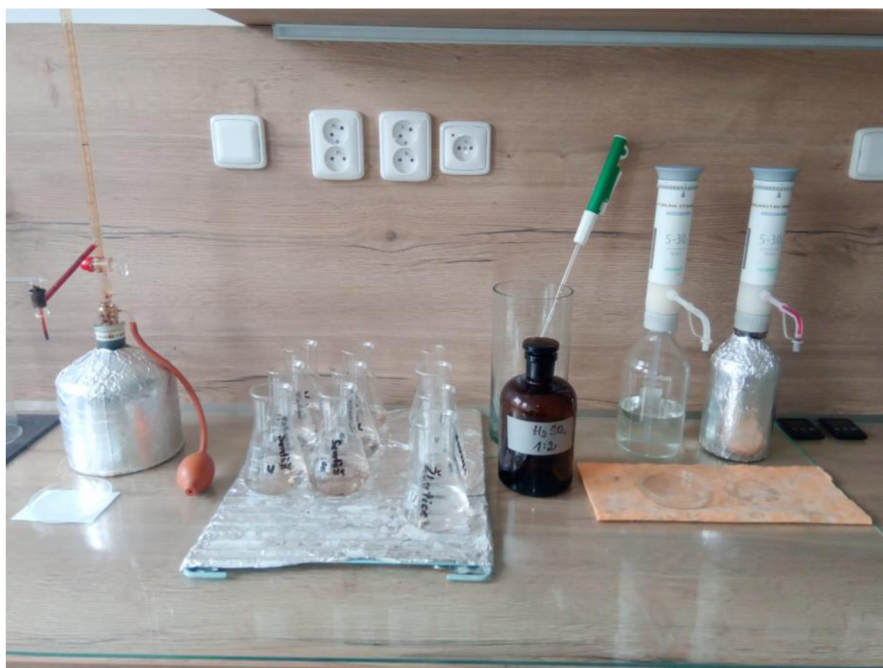
Absolvoval jsem exkurzi obou vodních děl, kde mi byly zodpovězeny veškeré mé otázky a mohl si udělat případnou dokumentaci.

4.2 Výběr lokalit

Odběrná místa byla rozdělena na 2 lokality a 2 časové období – vodní nádrž Stanovice a vodní nádrž Žlutice. Období bylo rozděleno na letní a zimní. Odběr vzorků pro letní období proběhl v srpnu a zimní v měsíci únor. Lokality pro odebrání vzorků byly stanoveny dle běžných odběrů laboratoří pro testování vody.

4.3 Odběr vzorků Žlutice a Stanovice

Samotný odběr vzorků vody a vyhodnocení probíhá v obou úpravných stejným způsobem a přístroji značky HACH. Pro účely zkoumání je voda odebírána surová i upravená. U každého druhu vody je zkoumána jiná hodnota pro chemické složení. Pro účel srovnání kvality vody pro mou výzkumnou část byla zvolena upravená voda. Voda je odebírána z kohoutu do připravené nádoby viz. obrázek č. 9. Voda pro porovnání chemického složení vzorků je odebírána z potrubí upravené vody. Při odběru se voda vždy musí nechat odtéct a to z důvodu odplavení případných nečistot v potrubí. Voda se odebírá do připravených plastových lahví o objemu 0,5 l. a dále se přelije do průhledných skleněných zkumavek viz. obrázek č. 7. dle doporučené rysky, která je na zkumavce. Pro zjištění chemického rozboru je přidána určitá testovací chemická látka a poté se čeká na zbarvení. Následně se vyhodnocuje zbarvení podle stupnice barev v testovací soupravě a zapíše se výsledky do archu s aktuálním datumem viz. obrázek č. 10.



Obrázek č. 7. Připravené zkumavky pro rozbor vody - Žlutice. (Fotografie vlastní)



Obrázek č. 8. Nádoby pro odběr vody - Žlutice. (Fotografie vlastní)



Obrázek č. 9. Místo odběru upravené a surové vody Stanovice. (Fotografie vlastní)

ÚV Žlutice

Datum	vzorek	chlor celk. mg/l	chlor volný mg/l	pH	PO4 mg/l	Al2+ mg/l	Fe mg/l	Mn2+ mg/l	CHSK Mn mg/l	podpis
6.8	surová	0,59	0,52	7,05	0,22	0	0	0,2	1,12	Chlá
6.8	upravená	0,59	0,52	7,05	0,22	0	0	0,2	1,12	Chlá
7.8	surová	0,58	0,51	7,04	0,21	0	0	0,2	1,11	Chlá
7.8	upravená	0,58	0,51	7,04	0,21	0	0	0,2	1,11	Chlá
8.8	surová	0,57	0,50	7,03	0,20	0	0	0,2	1,10	Chlá
8.8	upravená	0,57	0,50	7,03	0,20	0	0	0,2	1,10	Chlá
9.8	surová	0,56	0,49	7,02	0,19	0	0	0,2	1,09	Chlá
9.8	upravená	0,56	0,49	7,02	0,19	0	0	0,2	1,09	Chlá
10.8	surová	0,55	0,48	7,01	0,18	0	0	0,2	1,08	Chlá
10.8	upravená	0,55	0,48	7,01	0,18	0	0	0,2	1,08	Chlá
11.8	surová	0,54	0,47	7,00	0,17	0	0	0,2	1,07	Chlá
11.8	upravená	0,54	0,47	7,00	0,17	0	0	0,2	1,07	Chlá
12.8	surová	0,53	0,46	6,99	0,16	0	0	0,2	1,06	Chlá
12.8	upravená	0,53	0,46	6,99	0,16	0	0	0,2	1,06	Chlá
13.8	surová	0,52	0,45	6,98	0,15	0	0	0,2	1,05	Chlá
13.8	upravená	0,52	0,45	6,98	0,15	0	0	0,2	1,05	Chlá
14.8	surová	0,51	0,44	6,97	0,14	0	0	0,2	1,04	Chlá
14.8	upravená	0,51	0,44	6,97	0,14	0	0	0,2	1,04	Chlá
15.8	surová	0,50	0,43	6,96	0,13	0	0	0,2	1,03	Chlá
15.8	upravená	0,50	0,43	6,96	0,13	0	0	0,2	1,03	Chlá
16.8	surová	0,49	0,42	6,95	0,12	0	0	0,2	1,02	Chlá
16.8	upravená	0,49	0,42	6,95	0,12	0	0	0,2	1,02	Chlá
17.8	surová	0,48	0,41	6,94	0,11	0	0	0,2	1,01	Chlá
17.8	upravená	0,48	0,41	6,94	0,11	0	0	0,2	1,01	Chlá
18.8	surová	0,47	0,40	6,93	0,10	0	0	0,2	1,00	Chlá
18.8	upravená	0,47	0,40	6,93	0,10	0	0	0,2	1,00	Chlá
19.8	surová	0,46	0,39	6,92	0,09	0	0	0,2	0,99	Chlá
19.8	upravená	0,46	0,39	6,92	0,09	0	0	0,2	0,99	Chlá
20.8	surová	0,45	0,38	6,91	0,08	0	0	0,2	0,98	Chlá
20.8	upravená	0,45	0,38	6,91	0,08	0	0	0,2	0,98	Chlá
21.8	surová	0,44	0,37	6,90	0,07	0	0	0,2	0,97	Chlá
21.8	upravená	0,44	0,37	6,90	0,07	0	0	0,2	0,97	Chlá
22.8	surová	0,43	0,36	6,89	0,06	0	0	0,2	0,96	Chlá
22.8	upravená	0,43	0,36	6,89	0,06	0	0	0,2	0,96	Chlá
23.8	surová	0,42	0,35	6,88	0,05	0	0	0,2	0,95	Chlá
23.8	upravená	0,42	0,35	6,88	0,05	0	0	0,2	0,95	Chlá
24.8	surová	0,41	0,34	6,87	0,04	0	0	0,2	0,94	Chlá
24.8	upravená	0,41	0,34	6,87	0,04	0	0	0,2	0,94	Chlá
25.8	surová	0,40	0,33	6,86	0,03	0	0	0,2	0,93	Chlá
25.8	upravená	0,40	0,33	6,86	0,03	0	0	0,2	0,93	Chlá
26.8	surová	0,39	0,32	6,85	0,02	0	0	0,2	0,92	Chlá
26.8	upravená	0,39	0,32	6,85	0,02	0	0	0,2	0,92	Chlá
27.8	surová	0,38	0,31	6,84	0,01	0	0	0,2	0,91	Chlá
27.8	upravená	0,38	0,31	6,84	0,01	0	0	0,2	0,91	Chlá
28.8	surová	0,37	0,30	6,83	0,00	0	0	0,2	0,90	Chlá
28.8	upravená	0,37	0,30	6,83	0,00	0	0	0,2	0,90	Chlá
29.8	surová	0,36	0,29	6,82	0,00	0	0	0,2	0,89	Chlá
29.8	upravená	0,36	0,29	6,82	0,00	0	0	0,2	0,89	Chlá

Obrázek č. 10. Arch pro zapisování výsledků vody UV Žlutice. (Fotografie vlastní)

Testování

Měření je prováděno testovacími sadami od značky HACH viz. Obr. č. 11. (HACH – test kit MANGANESE, HACH – Aluminium test). Do odebraných vzorků jsou nasypány jednotlivé zkoumající látky a dále je sledováno následné zbarvení. Dle stupnice je určena výsledná hodnota, která ukazuje na obsah zkoumané veličiny. Každá zkoumaná veličina se testuje jinou sadou např. železitost, fosforečnany, hliník, kyseliny, pH atd. Hodnota pro pitnou vodu se určuje dle státní normy, pro kterou jsou předepsané hodnoty.



Obrázek č. 11. Přístroj pro testování HACH – test kit MANGANESE, HACH – Aluminium test. (Fotografie vlastní)

Tabulka obsahující výsledky chemického rozboru se skládá z data uskutečnění odběru, informace, zda se jedná o surovou nebo upravenou vodu a dále v ní najdeme další chemické látky jako chlor, pH, PO_4^{3-} , Al^{2+} , Fe, Mn $^{2+}$ a CHSK Mn. Vše je měřeno v jednotce mg/l s výjimkou pH. V tabulce najdeme výsledky vždy z odpovídajících 3 dní v srpnu a odpovídajících 3 dní v lednu.



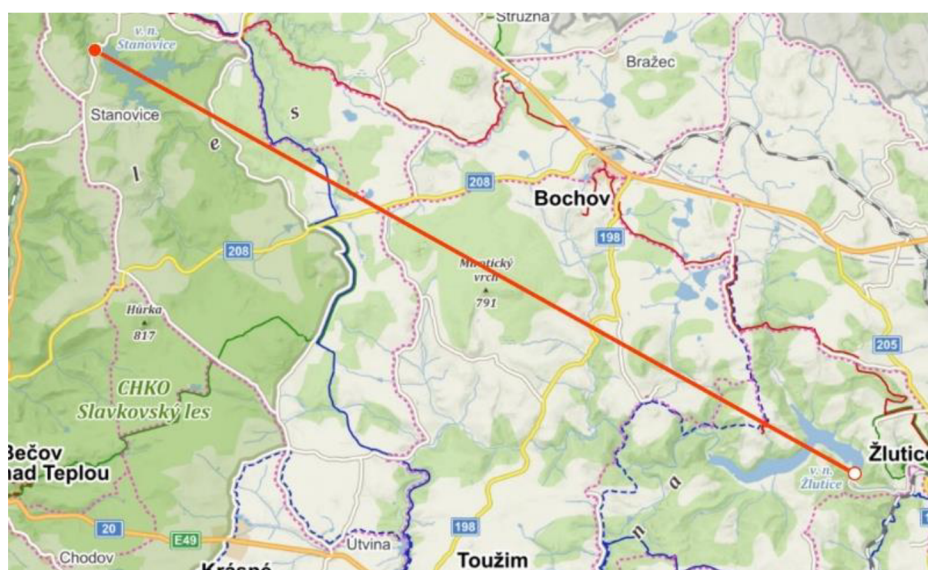
Obrázek č. 12. Příklad pro testování Chloru – Stanovice. (Fotografie vlastní)

5 Charakteristika území

5.1 Vodní dílo Žlutice

5.1.1 Rozdělení z hlediska mapového

Karlovarský kraj se skládá ze 3 částí – okres Karlovy Vary, okres Sokolov a okres Cheb. V této kapitole se budu zabývat vodním dílem Stanovice a vodním dílem Žlutice. Obě tato vodní díla se nacházejí v okrese Karlovy Vary. Žlutická přehrada se nachází 4 km od města Žlutice a Stanovická přehrada se nachází 6 km od Karlových Varů. (www.kr-karlovarsky.cz 2023) Vodní dílo Žlutice leží na horním toku řeky Střely a vodní dílo Stanovice leží na Lomnickém potoce. Přehrady jsou od sebe vzdálené vzdušnou čarou zhruba 20 km viz. obrázek č. 13.



Obrázek č. 13. Mapa – vzdálenost mezi přehradami. Vytvořeno online na www.mapy.cz

5.1.2 Geomorfologická a geologická charakteristika

Město Žlutice se nachází na východě Karlovarského kraje. Karlovarský kraj od západu k severovýchodu obklopují Krušné hory s nejvyšší horou Klínovcem. Tepelská

vrchovina se nachází mezi Mariánskými Lázněmi a Žluticemi. Dále v oblasti Karlovarského kraje najdeme Doupovské hory a Slavkovský les. Samotné vodní dílo Žlutice se nachází na rozhraní Tepelské vrchoviny a Doupovských hor v nadmořské výšce kolem 507 m. Na severu v oblasti vodního díla najdeme Žlutickou vrchovinu. Nejnavštěvovanější horou v okolí nádrže je čedičová hora Vladař, která se nachází 693 m.n.m. (David 2010 a Svoboda 2008) Severní a západní hranice Karlovarského kraje sousedí s Německou spolkovou republikou, východní část kraje s Ústeckým krajem a jižní část s Plzeňským krajem. www.zlutice.cz 2023)



Obrázek č. 14. Mapa Karlovarského kraje. Dostupné online

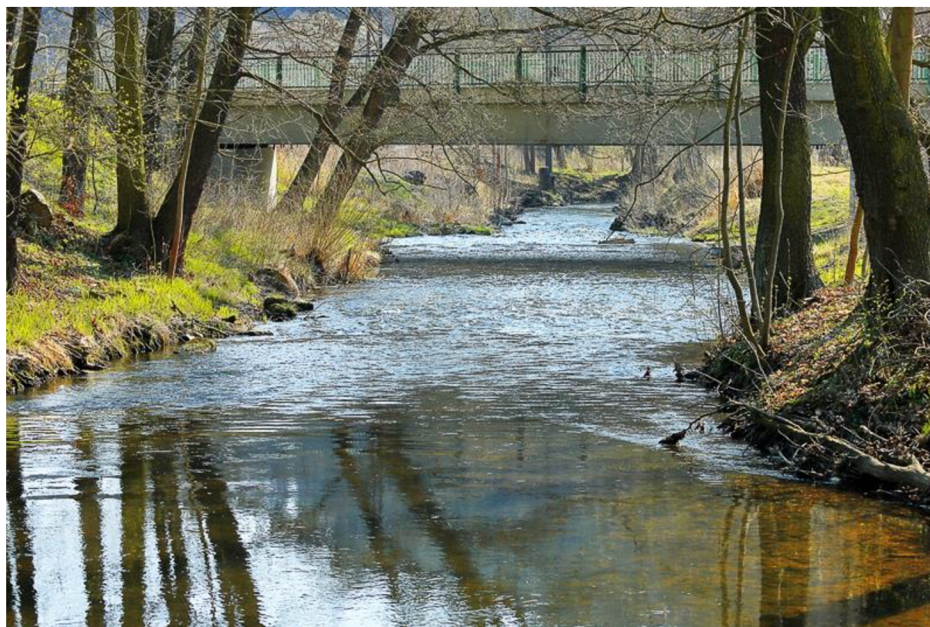
5.1.3 Fauna a flora

Kolem nádrže byly v době výstavby lesy a louky. Ty postupně zanikly a nahradily je lesy, většinou borové. V poslední době se v nádrži vyskytují řasy a sinice, netypicky v létě, nýbrž až na podzim. V okolí nádrže žije spousta zvířete. Najdeme zde srnky, daňky, muflony nebo divočáky. Zajímavostí je, že se zde na suchých širokolistých trávnicích nachází druhý největší výskyt vstavače kukačky obecné v Karlovarském kraji. V řece Střela se nachází mnoho chráněných druhů živočichů. Mezi nejčastější patří zejména bobří, vydry, užovky, zmije, ropuchy a pstruzi. V nádrži je provozováno řízené rybí hospodářství, vysazují se sem dravé ryby – bolen, candát a štika. Nejzajímavější je však mihule potoční. (David 2002) a (Broža 2009)

Z pohledu flory se v okolí Žlutické nádrže nachází rostliny hlaváč fialový, lilie zlatohlávek, violka chlumní, pomněnka lesní, hrachor lecha, devěsíl bílý i lékařský, náprstník velkokvětý a kokořík mnohokvětý. Mezi nejvíce vyskytované rostliny v oblasti Doupovských hor, zejména v oblasti Žlutic, patří jaterník podléška. Nedávno byla v tomto okolí nalezená také rostlina vstavač bledý. (Lupínek 2015)

5.1.4 Hydrologie

V Karlovarském kraji se proudí řeky Ohře, Odava, Rolava, Teplá, Svatava, Bystřice aj. Řeka Střela protéká Toužimí, Žluticemi a Chýší. Střela pramení v Tepelské vrchovině blízko Toužimi, teče jihovýchodním směrem a ústí zleva do Berounky u Liblína. Do Střely ústí zleva ještě Ratibořský potok. Z hlediska hydrologie se Žlutice řadí do Podoblasti Střela, která se nachází podél stejnojmenné řeky. Délka řeky měří 97,4 km a je využívána zejména vodáky. (Svoboda 2008) Území je náchylnější k suchu. Průměrně za rok spadne 450–500 mm srážek. Karlovarský kraj leží v oblasti mírného pásu, většina území spadá do mírné teplé oblasti. Oblast je mírně teplá s průměrnou roční teplotou v rozmezí 7–8 °C. Průměrný dlouhodobý roční průtok hráze činí 1,24 m³/s. Stoletá voda zde dosahuje 110 m³/s. (PVL 2023)



Obrázek č. 15. Řeka Střela. Dostupné online z www.zlutice.cz

5.1.5 Charakteristika z hlediska pedologie

Povrch této oblasti je tvořen břidlicí, pískovcem a vulkanickými horninami. Najdeme zde jílovitou půdu, která není schopná absorbovat větší množství srážek. Nejrozšířenější půdou jsou hnědé půdy, které jsou typické pro pahorkatiny a vrchoviny. Tvoří je velké množství jílových minerálů. Ty se ukládají a vzniká o jíl, který má okrovou až hnědou barvu. Jílovité půdy velmi špatně propouští vodu. (Územně analytické podklady Karlovarského kraje 2017) Hráz vodního díla Žlutice je přímá, sypaná, s návodním těsněním ze sprašových hlín.

5.1.6 Technické údaje nádrže

Technické údaje vodní nádrže Žlutice	
<i>Nádrž</i>	
Celkový objem	15,61 (mil. m ³)
Zatopená plocha	167,39 (ha)
Plocha povodí:	213,8 (km ²)
Výška hráze nad terénem	27 m
Délka hráze v koruně	233 m
Tok	Střela
Výstavba	1965-1968
Rozbory vody	Prováděny každý den.

(Broža 2009)

Tabulka č. 1. Technické údaje nádrže Žlutice.

Výstavba VD probíhala v letech 1965-1968, úpravna vody se stavěla současně. Během výstavby bylo staveniště postiženo povodní. Hráz je sypaná přímá, s korunou o šířce 3,1 m. Jako materiál byly použity svorové ruly, návodní těsnění je ze sprašových hlín. Před účinky vlnobití chrání návodní líc makadamový pohoz. Spodní výpusti mají průměr 600 mm, na každé byla dodatečně (1997) nainstalována turbína typu Banki s maximálním výkonem 130 a 89 kW. Pro odběry vody ve třech etážích

byla postavena betonová věž, která většinou nevyčnívá nad hladinu. Odběrné potrubí má průměr 400 mm.

Na pravém břehu je po terénu veden bezpečnostní nehrazený přeliv s betonovým skluzem a vývarem pod hrází. Délka vzdutí nádrže je 4,6 km. Kromě Střely do ní ústí zleva ještě Ratibořský potok.



Obrázek č. 16. Přehrada Žlutice. Dostupné online z www.zlutice.cz

5.2 Vodní dílo Stanovice

5.2.1 Rozdělení z hlediska mapového

Vodní dílo Stanovice se nachází v Karlovarském kraji, leží 6 km jihovýchodně od Karlových Varů na Lomnickém potoku, který pramení na jižních svazích vrchu Větrovec ve výšce 875 m. n. m. Vodní dílo leží 2 km od stejnojmenné vesnice Stanovice. Po koruně hráze vede místní silniční komunikace spojující obce Stanovice a Kolová. Toto vodní dílo je součástí vodohospodářské soustavy Stanovice – Březová. Úpravna vody se nachází v části Březová viz. obrázek č.



Obrázek č. 17. Vodní dílo Březová. Dostupné online www.poh.cz

5.2.2 Geomorfologická a geologická charakteristika

Ačkoliv se jedná se o vodárenskou nádrž, leží v jejím povodí několik obcí a chatových osad. Krajina na pomezí Slavkovského lesa a Doupovských hor je přímo stvořená pro turistické aktivity a vycházky do přírody, tato oblast spadá do Karlovarské vrchoviny. Karlovarská vrchovina se dělí na 2 celky na Slavkovský les s nejvyšším bodem Lesný, 983 m a na Tepelskou vrchovinu s nejvyšším bodem Podhorní vrch 847 m.



Obrázek č. 18. Mapa ČR z geomorfologického hlediska. Dostupné online z www.geoporta.gov.cz

5.2.3 Flora a fauna

V této oblasti se vyskytují některé vzácné druhy rostlin a živočichů, které jsou sledované. Najdeme zde stromy jako javor klen, jasan ztepilý nebo lípu srdčitou. Mezi rostliny patří například mocha jarní, prvosenka jarní, kokořík vonný, divizna černá, třezalka tečkovaná nebo netřesk výběžkatý. (Matějů 2016) Mezi zvířata patří například jelen sika, jelen lesní, srnec obecný a prase divoké. Mezi ptáky patří například strnad luční, pěnice vlašská, ůuhýk obecný, žluna černá, datel černý nebo holub doupňák. V nádrži probíhá regulovaný chov pstruhových ryb. Můžeme zde najít například štika obecnou, sumce velkého, candáta obecného nebo okouna říčního. Ve vodní nádrži Stanovice se vyskytují také některé zvláště chráněné druhy živočichů a rostlin mezi které patří rak říční, ledňáček říční, vranka obecná, střevle potoční a škeble rybničná.

5.2.4 Hydrologické údaje

Hlavním přítokem nádrže je hlavně Lomnický potok, který odvodňuje jihozápadní část Doupovských vrchů a část Karlovarské vysočiny. Vodní nádrž shromažďuje vodu z povodí o rozloze 92,1 km², ve kterém je dlouhodobý roční

průměr srážek 700 milimetrů. Průměrný roční průtok je 0,56 m³/s a neškodný odtok dosahuje 13 m³/s. (POH 2023)

5.2.5 Rozdělení z hlediska pedologie

Tato oblast spadá do oblasti Slavkovského lesa a Doupovských hor. Půda je zde úrodná, převážně kopcovitá, využívá se převážně pro zemědělství. V této oblasti se nacházejí hnědé půdy a jsou bohaté na minerály. (Matějů 2016) Hráz přehrady je sypaná kamenitá s návodním asfaltobetonovým těsněním.

5.2.6 Technické údaje

Technické údaje vodní nádrže Stanovice	
<i>Nádrž</i>	
Celkový objem	27,8 mil. m ³
Zatopená plocha	142 ha
Plocha povodí	92,1 km ²
Výška hráze nad terénem	59,5 m
Délka hráze v koruně	258 m
Tok	Lomnický potok
Výstavba	1972-1978
Rozbory vody	Prováděny každý den.

(Broža 2009)

Tabulka č. 2. Technické údaje vodní nádrže.

Přehrada byla postavena v letech 1972-1978. Přehrada je sypaná kamenitá s návodním asfaltobetonovým těsněním. Kámen na sypaní hráze se těžil v zátopě na levém břehu asi 400 m nad přehradním profilem. Hráz je vysoká 62,5 nad základovou spárou, v koruně na kótě 519,50 m. n. m. je široká 8,25 m a dlouhá 258 m. Po koruně hráze vede místní komunikace mezi obcemi Kolová a Stanovice. V patě je hráz široká 230 mm. Vzniklá nádrž má celkový objem 27,8 mil. m³ při zatopené ploše 142 ha a je

čtvrtou největší nádrží v oblasti Povodí Ohře. Sdružený věžový objekt je umístěn při pravém břehu nádrže u hráze. Komora dvou spodních výpustí průměru 800 mm umístěna ve spodní části objektu je přístupná z podhrází komunikační štolou. Celý věžový objekt je 55,5 m vysoký. (Broža 2009)



Obrázek č. 19. Stanovická přehrada. Dostupné online www.poh.cz

6 Diskuse

Narodili jsme se do vyspělé společnosti, která potřebuje kvalitní, pitnou vodu pro její existenci. Kolem nás se neustále něco staví, ale také hledáme nové způsoby, jak šetřit naši krajinu a nezasahovat tak do života člověka či zvířat. Výstavba nových vodních nádrží by byla určitě přínosem, ale v současné době je velice obtížné najít vhodná místa, která by byla neobydlená nebo neměla dopad na přírodu. Často tak při výstavbě nových vodních děl dochází k částečné nebo úplné likvidaci osídlení v zátopě a místní obyvatelé tak přicházejí o své domovy i živobytí, jak uvádí WCD 2000.

Dle mého názoru jsou dalším nebezpečím pro přírodu a její následnou kvalitu vody veliké chemické společnosti kde v případě jakékoliv chyby může dojít ke katastrofě. Velice prospěšné jsou pro člověka vodárny, které zpracovávají vodu, kterou následně pijeme. Důležitá je také efektivnost vodáren. Vliv na efektivnost vodáren dle Fausta a Baranziniho 2014 mají také externí faktory jako hustota populace v dané oblasti a enviromentální faktory. Vodní zdroje je nutné chránit a zlepšovat jejich kvalitu různými způsoby, každý z nás může nějakým způsobem ovlivňovat kvalitu vody. Zásah člověka v dané oblasti je dnes možné eliminovat. Pokud budeme třídit odpad, nevyhazovat odpadky v přírodě, neznečišťovat naše okolí, dodržovat ochranná pásma nebo třeba jen používat ekologičtější chemii v domácnosti, věřím, že i ta sebemenší změna se projeví a bude prospěšná naší další generaci. Někdy stačí jen málo od každého z nás a následná návaznost se projeví. Voda je významnou součástí přírody a měli bychom si její kvalitu udržovat. Ve své práci jsem zkoumal současný stav vodních nádrží, v globálním hledisku se dá říci, že v současné době je kvalita na vysoké úrovni. Pravidelnými rozbory lze předejít katastrofě, která by mohla nastat vlivem člověka nebo velkých společností. Její pravidelné odběry brání jakékoliv kontaminaci.

Budeme doufat, že tento stav si naše společnost udrží a budeme i nadále pít pitnou vodu z vodovodu. Současný stav nádrží se dá hodnotit jako velice kvalitní, což ukazuje i chemický rozbor v mé práci. Nádrže neobsahují v současné době žádné škodlivé látky a mikroorganismy proti kterým by bylo nutné podniknout určitá opatření. Dále bych doporučoval vést osvětu a nadále upozorňovat na ochranu přírody a vodních toků. Nemusí tu být navždy.

7 Výsledky

Ve výzkumné části práci byly srovnávány výsledky chemického složení upravované a surové vody vodních nádrží Stanovice a Žlutice v období zimy a léta. Osobně jsem se účastnil odběru a vyhodnocení upravované vody v měsíci srpnu a únoru. Rozbory chemického složení pro porovnání jsou uvedeny v tabulce č. 3 a 4.

Datum	vzorek	chlor celk. mg/l	chlor volný mg/l	pH	PO4 mg/l	Al2+ mg/l	Fe mg/l	Mn2+ mg/l	CHSK Mn mg/l
06.08.2022	surová			7,15				0,5	5,32
06.08.2022	upravená	0,59	0,42	7,13	3,2	0	0	0	1,72
07.08.2022	surová			7,09				0,5	5,4
07.08.2022	upravená	0,58	0,11	7,06	4	0	0	0,04	1,8
08.08.2022	surová			7,01				0,5	5,61
08.08.2022	upravená	0,65	0,15	7,06	3,2	0	0	0	1,94
22.01.2023	surová			7,58				0,12	6,14
22.01.2023	upravená	0,45	0,26	7,54	3,2	0	0	0	2,88
23.01.2023	surová			7,56				0,1	6,98
23.01.2023	upravená	0,37	0,11	7,47	3,2	0	0	0	4,75
24.01.2023	surová			7,54				0,1	6,62
24.01.2023	upravená	0,47	0,24	7,38	3,2	0	0	0	3,56

Tabulka č. 3. Rozbor chemického složení vodní nádrže Žlutice.

Datum	Vzorek	chlor celk. mg/l	chlor volný mg/l	pH	PO4 mg/l	Al2+ mg/l	Fe mg/l	Mn2+ mg/l	CHSK Mn mg/l
06.08.2022	Surová			7,09				0,12	4,75
06.08.2022	upravená	0,33	0,11	7,32	3,2	0	0	0	1,8
07.08.2022	Surová			7,11				0,1	4,89
07.08.2022	upravená	0,36	0,14	7,35	3,2	0	0	0	1,72
08.08.2022	Surová			6,85				0,12	4,96
08.08.2022	upravená	0,28	0,09	7,13	2,8	0	0	0	1,72
22.01.2023	Surová			7,6				0,04	6,26
22.01.2023	upravená	0,55	0,2	7,32	3,2	0	0	0	3,16
23.01.2023	Surová			7,53				0,04	6,48
23.01.2023	upravená	0,65	0,47	7,32	3,2	0	0	0	3,16
24.01.2023	Surová			7,58				0,03	6,48
24.01.2023	upravená	0,56	0,31	7,36	3,2	0	0	0	3,24

Tabulka č. 4. Rozbor chemického složení vodní nádrže Stanovice.

Dle zjištěných informací od pracovníků nádrží se surová voda mění ve vodních nádržích několikrát ročně, především v závislosti na teplotě a deštích. Při vyšších teplotách mívá voda větší obsah organických materiálů různých bakterií, sinic,

organizmů. Voda je ohřívána slunečním zářením. Průhlednost vody ovlivňuje množství světla a zakalení způsobené částicemi rozptýlenými ve vodě. V zimě bývá průhlednost vody zpravidla větší než v létě. V létě je průhlednost vody ovlivňována množstvím fytoplanktonu. Průhlednost lze považovat za první signál k existenci a množství fytoplanktonu v nádrži. Nadměrný výskyt těchto organismů způsobuje sekundární znečištění vody organickými látkami, které následně zatěžují technologii procesu úpravy pitné vody na úpravně vody. Hlavní příčinou nežádoucího výskytu sinic bývá nadměrné množství fosforu v kombinaci s dalšími faktory, např. charakter počasí, vysoké teploty atd. V zimním období, kdy je voda chladná, je sledován větší problém při odstraňování nečistot pro úpravu vody. Voda obsahuje bláto, je zakalená a okamžitě nereaguje na chemické látky, které jsou do vody přidávány pro úpravu. Tudíž můžeme konstatovat, že největší vliv na kvalitu vody a její zakalenost má teplota a srážky. Při mém výzkumu jsem neshledal žádný nevyhovující stav vody. Nebyl zjištěn nežádoucí výskyt sinic nebo jiných mikroorganismů.

Při úpravě vody, je nutné počítat s tím, že každá voda je jiná, jsou v ní rozdílné látky a mikroorganismy. Každá úpravna vody postupuje podle norem, které jsou stanoveny vyhláškou č. 252/2004 Sb. pro pitnou vodu. Zdroje vody se nacházejí v různé nadmořské výšce, mají odlišnou teplotu a ovlivňují je jiné přírodní vlivy a okolí. Technologie a rozborů vody pro úpravny se nepatrně liší u jednotlivých nádrží. Úpravna vody Březová je svou technologií ultrafiltrace unikátní a jedinečná na Karlovarsku. Ultrafiltrace umožňuje absolutní desinfekci pitné vody.

Kontrolní činnost v ochranných pásmech provádí provozovatel nádrže, státní podnik Povodí Ohře nebo povodí Vltavy. Tyto kontroly probíhají ve spolupráci s Českou inspekcí životního prostředí a vodoprávním úřadem, odborem životního prostředí Magistrátu města Karlovy Vary.

Vodní dílo Stanovice můžeme označit za klíčový zdroj surové vody, který se jímá a následně se upravuje na úpravně vody Březová, která zásobuje většinu karlovarského regionu. využívá zejména k úpravě na vodu pitnou v úpravně vody Březová. Dalším hlavním zdrojem pitné vody je vodní nádrž Žlutice. Úpravna vody Březová upraví běžně za sekundu 250 litru vody. Úpravna vody Žlutice 90 l/s. Jejich kapacita je reálně vyšší. V Březové až několikanásobně 650 l/s a ve Žluticích až 190 l/s. Surová voda z vodního díla Žlutice se také jímá a následně se upravuje na

úpravě vody Žlutice, která následně zásobuje část karlovarského regionu a část střeďočeského regionu. Péče o kvalitu vody je tedy zcela zásadní a nezbytná, protože může významně ovlivnit i správný chod celého postupu na úpravě vody.

Pokud si srovnáme cenu vody pro rok 2023, kdy je uváděno průměrně v ČR 114,27,- Kč za 1 m³, je tato voda velmi levná. Ačkoli občanům ČR tato cena nepřijde příznivá, opak je pravdou. Cena 1 m³ vody z námi uváděných vodních nádrží v karlovarském regionu činí s tzv. vodným a stočným celkovou cenu 115,42,- Kč. Kdy tedy po uvedení ceny 0,115,- Kč za 1 litr pitné vody je tato cena příznivá. (ZAKRA 2022) Příznivá je i z důvodu velmi kvalitní pitné vody, kdy tato je nezávadná pro všechny věkové kategorie uživatelů. Další výhodou upravené vody v námi zvolených VN je ohleduplnost k životnímu prostředí a její přepravě. Pro uchování vody není potřeba vytvářet další nádoby/nosiče jako jsou plastové láhve aj. Upravená voda se přesouvá k odběrateli/uživateli potrubím, kdy jí pouze protéká a tento způsob distribuce je nezávadný k životnímu prostředí.

Závěrem mohu konstatovat, že voda je po úpravě velmi kvalitní a nezávadná. Lze tuto vodu srovnávat i s tzv. kojeneckou vodou, kdy upravená voda se dá s kojeneckou porovnávat a také se této kvalitou vyrovná. Péče o kvalitu vody je tedy zcela zásadní a nutná pro další zásobování domácností a podniků.

8 Závěr

Tato práce se zabývala problematikou chemismu vodní nádrže Stanovice a Žlutice. Důvodem k vypracování této bakalářské práce bylo porovnání kvality vody se zaměřením především na chemické složení upravené vody. Cílem práce bylo sledování měnícího se stavu kvality vody údolní nádrže Stanovice a Žlutice v letním a zimním období. Proto se pro tuto práci odebíraly, srovnávaly a analyzovaly vzorky vody. Stanovovaly se hodnoty hlavních chemických veličin z upravované vody. Z uvedených výsledků lze říci, že odebrané, vyhodnocené a dále porovnané vzorky jsou po dokončení úpravy vody prakticky identické, liší se jen v nepatrných parametrech, které běžný uživatel nepozná a nijak nepocítí. Kvalita vody je tedy v obou VN velmi kvalitní a nezávadná. Výskyt sinic a jiných mikroorganismů je závislý na mnoha faktorech a ovlivňují ho klimatické a hydrologické podmínky. Během mého výzkumu nebyl objeven nadměrný výskyt sinic a jiných mikroorganismů v nádržích.

Z hlediska zlepšení kvality vod ve vodárenských nádržích bychom měli zaměřit na šetření přírody a toků, které vedou do vodních nádrží, dodržovat chráněnou vodárenskou oblast a omezovat nebezpečná hnojiva zemědělské půdy. Dále bychom se měli zaměřovat na odstraňování komunálních, průmyslových i zemědělských zdrojů znečištění v povodích nad vodními nádržemi, a to zejména fosforu.

Je důležité, aby každý z nás pamatoval na to, že člověk je nedílnou součástí přírody. Jak se bude člověk chovat k přírodě, tak se bude příroda chovat k němu. Měli bychom myslet na naši budoucnost a uvědomit si, že příroda a její koloběh vody je pro nás důležitý a nemusí tu být navždy. Někdy stačí jen málo, šetřit vodou a chovat se k přírodě s respektem.

Použité zdroje:

BATRYCH V., 2005, Živel voda, Praha, Agentura Koniklec, 8-11 s., 232-233 s., 234 s.

BROŽA V. a kolektiv, 2009, Přehrady Čech, Moravy a Slezska, Liberec, Knihy 555, 5-9 s., 117 s., 145 s.

BURACHOVIČ S. a kol. 2004, Dějiny Karlovarského kraje, Karlovarský kraj, Karlovy Vary.

COHEN B, ABBOTT M., 2009, Productivity and efficiency in the water industry. Utilities Policy, Vol. 17, č. 3-4, s. 233-244

DAVID P. a kolektiv, 2002, Západočeské lázně, Soukup a David ve spolupráci s MGV s.r.o., Praha, 11-12 s.

DAVID P. a kolektiv, 2010, Velká turistická encyklopedie, Karlovarský kraj, Euromedia group, k.s.- Knižní klub, Praha, 254 s.

DOHÁNYOS a kol., 1998, Čištění odpadních vod, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha, 1, 2 s.

FAUST A-K., BARANZINI A., 2014, The economic performance of Swiss drinking water utilities. Journal of Productivity Analysis, 383-397 s.

FLEIßNER K., 2012 Dějiny města Žlutice v chronologickém podání. Žlutice: Muzejní spolek Žluticka.

HERLE J. a BAREŠ P., 1990, Čištění odpadních vod z malých zdrojů znečištění, Nakladatelství technické literatury, Praha, s. 67-68

LUPÍNEK V., 2015, Květena Žluticka, ZO ČSOP Alter meles, Březová.

MATĚJU J. a kolektiv, 2016, Doupovské hory, Česká geologická služba ve spolupráci s Muzeem Karlovy Vary, Praha, 109-117 s.

PELANT J., 1984, Města a městečka Západočeského kraje. Plzeň: Západočeské nakladatelství.

PIETERSE a kolektiv, 1990, Aquatic Weeds. Oxford University Press, Oxford.

PITTER P., 1999, Hydrochemie. Praha, VŠCHT, 568 s.

- PITTER P., 2015, Hydrochemie. VŠCHT, Praha, 12-15 s.
- PITTER P., 2009, Hydrochemie. Praha, VŠCHT, 579 s.
- POKORNÝ M. a kolektiv, 2011, Voda ve vesmíru, na zemi, v životě a v kultuře, Radioservis a.s., Praha, s. 326-328, 330-331
- SEDLÁK Miroslav, 1962, Historický průvodce Karlovarskem. Plzeň: Krajské nakladatelství v Plzni, s. 8
- SKLENIČKA P., 2003: Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková. Praha. 321 s.
- STRNADOVÁ N., 1995: Technologie vody I. Praha, Vydavatelství VŠCHT, 226 s.
- STUMM et al., 1995, Aquatic chemistry: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters, John Wiley & Sons, New York, 3. vydání.
- SVOBODA J., 2008, Žluticko. Město Žlutice, Žlutice, str. 51-55.
- WETZEL R. et al., 2001, Lake and river ecosystems, 3rd edition. Academic Press, San Diego CA
- Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) 254/2001 Sb.
-
- Zákon č. 17/1992 Sb. o životním prostředí
- Zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny
- Vyhláška 252/2004 Sb. O pitné vodě

Internetové zdroje:

- Oficiální stránky Ministerstva životního prostředí. [online]. MZP: ©2022 [cit. 16.12.2022]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz>
- Časopis VTEI. Klasifikace povrchové vody. VTEI ©2023 [online]. [cit. 02.01.2023]. Dostupné z: <https://www.vtei.cz>
- Oficiální stránky Povodí Vltavy. Vodní díla, vodní nádrž Žlutice. [online]. PVL ©2023 [cit. 23.1.2023]. Dostupné z: <https://www.pvl.cz>

Oficiální stránky Povodí Ohře. Vodní dílo Stanovice. [online]. POH: ©2022 [cit. 11.11.2022]. Dostupné z: [https:// www.poh.cz](https://www.poh.cz)

Oficiální stránky Karlovarského kraje. Základní informace o kraji. [online]. ©2023. [cit. 10.11.2022]. Dostupné z: <https://www.kr-karlovarsky.cz>

Oficiální stránka pro Vodárny a kanalizace Karlovy Vary Karlovy Vary a. s., Úpravny vody. [online]. ©2023 [cit. 05.01.2023]. Dostupné z: [https:// www.vodakva.cz](https://www.vodakva.cz)

Oficiální stránky města Žlutice. Historie a současnost. [online]. [cit. 02.02.2023]. Dostupné z: <https://www.zlutice.cz>

Oficiální stránky Ministerstva životního prostředí. [online]. [cit. 2022-09-16] Dostupné online: https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/20F9C15060CAD3AEC1256AE30038D05C/%24file/Z%20254_2001.pdf

Časopis VTEI. Klasifikace povrchový vod. [online]. [cit. 2022-09-30] Dostupné online: <https://www.vtei.cz/2017/12/klasifikace-kvality-povrchovych-vod/>

Příroda Karlovarska: Vladař — vrch u Žlutic [online]. [cit. 2022-10-19]. Dostupné z: <http://priodakarlovarska.cz/clanky/40-vladar-vrch-u-zlutic-flora-fauna>

Územně analytické podklady Karlovarského kraje 2017. [online]. [cit. 2023-09-16] Dostupné z: http://webmap.kr-karlovarsky.cz/download/vuc/UAP_2017/UAP_KK_2017_podklady.pdf

WORLD COMMISSION ON DAMS (WCD), Dams and development: a new framework for decision-making. London: Earthscan, 2000, [online]. [cit. 2023-12-17] Dostupné z: https://archive.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/world_commission_on_dams_final_report.pdf

Oficiální stránky společnosti ZAKRA: Cena za vodu v roce 2022. [online]. [cit. 02.01.2023]. Dostupné z: <https://www.zakra.cz>

Seznam obrázků:

Obrázek č.1. Mapa Vodního díla Žlutice. Dostupné online z www.pvl.cz

Obrázek č. Mapa - Stanovice. 2. Dostupné online www.poh.cz

Obrázek č. 3. Schéma úpravní vody Stanovice. Dostupné online z www.vodakva.cz

Obrázek č. 4. Pískové filtry – Březová. (Fotografie vlastní)

Obrázek č. 5. Schéma úpravní vody Žlutice. Dostupné online z www.vodakva.cz

Obrázek č. 6. Pískové filtry – Žlutice. (Fotografie vlastní)

Obrázek č. 7. Připravené zkumavky pro rozbor vody - Žlutice. (Fotografie vlastní)

Obrázek č. 8. Nádoby pro odběr vody - Žlutice. (Fotografie vlastní)

Obrázek č. 9. Místo odběru upravené a surové vody Stanovice. (Fotografie vlastní)

Obrázek č. 10. Arch pro zapisování výsledků vody pro úpravnu vody Žlutice. (Fotografie vlastní)

Obrázek č. 11. Přístroj pro testování HACH – test kit MANGANESE, HACH – Aluminium test. (Fotografie vlastní)

Obrázek č. 12. Přístroj pro testování Chloru – Stanovice. (Fotografie vlastní)

Obrázek č. 13. Mapa – vzdálenost mezi přehradami. Vytvořeno online na www.mapy.cz

Obrázek č. 14. Mapa Karlovarského kraje. Dostupné online

Obrázek č. 15. Řeka Střela. Dostupné online z www.zlutice.cz

Obrázek č. 16. Přehrada Žlutice. Dostupné online z www.zlutice.cz

Obrázek č. 17. Vodní dílo Březová. Dostupné online www.poh.cz

Obrázek č. 18. Mapa ČR z geomorfologického hlediska. Dostupné online www.geoporta.gov.cz

Obrázek č. 19. Stanovická přehrada. Dostupné online www.poh.cz

Seznam tabulek:

Tabulka č. 1. Technické údaje nádrže Žlutice.

Tabulka č. 2. Technické údaje nádrže Stanovice.

Tabulka č. 3. Rozbor chemického složení vodní nádrže Žlutice.

Tabulka č. 4. Rozbor chemického složení vodní nádrže Stanovice.