

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

**Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování (FŽP)**



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Testování kvality a rozbor kohoutkové vody napříč
ČR**

Bakalářská práce

David Tuček

Územní technická a správní služba

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

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „Testování kvality a rozbor kohoutkové vody napříč ČR“ 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.

V Praze dne: 5. 3. 2021

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu doc. Mgr. Marku Vachovi Ph.D, za jeho rady, poznámky, čas a ochotu, kterou mi věnoval při konzultacích a pracovníkům vodohospodářských společností, kteří mi poskytli rozborů vody z krajských měst a zasvětili mě do problematiky úpravy a distribuce pitné vody. Chci také v neposlední řadě poděkovat své přítelkyni, rodině a přátelům, kteří se mnou byli po celou dobu psaní této práce a podporovali mě.

Testování kvality a rozbor kohoutkové vody v ČR

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zaměřuje na kvalitu a složení pitné vody, která je přiváděna do domácností v České republice. V první části jsou obecně popsány základní vlastnosti a složení pitné vody a dále se zde zaměřuji na to, z jakých zdrojů se voda získává a jak se dále upravuje, než se dostane k odběratelům. Druhá část se skládá z rozboru odebraných vzorků kohoutkové vody z krajských měst ČR. Porovnává kvalitu vody v závislosti na geografické poloze a počtu obyvatel v daném městě. Získané informace o fyzikálních a chemických ukazatelích vody jsou srovnávány s aktuálními normami v naší zemi. V této části se také zabýváme hlavními bakteriemi a mikroorganismy, které se ve vodě vyskytují. Cílem této práce je zjistit, zdali kvalita pitné vody, kterou denně využíváme, úplně odpovídá legislativním předpisům a je zdravotně nezávadná.

Klíčová slova: kvalita vody, složení, rozbor, pitná voda

Abstract

This bachelor thesis focuses on the quality and composition of drinking water supplied to households in the Czech Republic. The first part describes from what sources is water obtained and how it is further treated before it reaches consumers. The research part consists of analysis of tap water samples taken from thirteen regional cities in the Czech Republic. It compares water quality depending on the geographical location and population in the locality. The obtained information of the physical and chemical indicators of water are compared with the current standards in our country. In this section we also deal with the main bacteria and microorganisms that occur in water. The objective of this work is to find out whether the quality of drinking water that we use every day fully complies with legislative regulations and is harmless to health.

Keywords: water quality, drinking water, analysis, water composition

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

David Tuček

Krajinářství
Územní technická a správní služba

Název práce

Testování kvality a rozbor kohoutkové vody napříč ČR

Název anglicky

Quality testing and analysis of tap water across the Czech republic

Cíle práce

V mé bakalářské práci se zaměřím na rozbor složení a kvalitu pitné kohoutkové vody ze 13-ti krajských měst Česka.

Metodika

V bakalářské práci využiji metodiky studia odborné literatury, zdrojů z internetu, legislativy ve formě zákonů a právních norem vztahujících se k danému tématu a zpracuji literární rešerši dat a informací z veřejně dostupných zdrojů a odborných publikací.

Doporučený rozsah práce

40 stran textu

Klíčová slova

pitná voda, kvalita vody, složení, rozbor

Doporučené zdroje informací

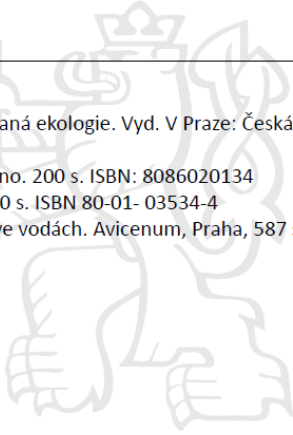
BERAN, Jan. Základy vodního hospodářství: pro obor aplikovaná ekologie. Vyd. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2006, 101 s. ISBN 80-213-1405-2

Malý, J., Malá, J. 1996. Chemie a technologie vody. NOEL. Brno. 200 s. ISBN: 8086020134

Slavíčková K., Slavíček M, 2006: Úprava pitné vody. ČVUT, 200 s. ISBN 80-01- 03534-4

Štěpánek M. a kol, 1979: Hygienický význam životních dějů ve vodách. Avicenum, Praha, 587 s.

Zákon č. 258/2000 Sb. a vyhláška MZe ČR 252/2004 Sb



Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 11. 6. 2020

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 17. 6. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 05. 03. 2021

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl práce	4
3 Literární rešerše	5
3.1 Zdroje surové vody	5
3.1.1 Podzemní voda.....	5
3.1.1.1 Jakost podzemních vod.....	6
3.1.2 Povrchová voda.....	6
3.1.2.1 Jakost povrchových vod.....	6
3.2 Úprava surové vody na pitnou	8
3.3 Úprava podzemních vod	11
3.3.1 Odkyselování	11
3.3.2 Odželezování a odmanganování	12
3.4 Úprava povrchových vod	12
3.4.1 Čiření.....	12
3.4.2 Pomalá biologická filtrace.....	12
3.5 Hygienické zabezpečení	13
3.6 Pitná voda a její vlastnosti	13
3.7 Distribuce pitné vody	17
4 Akumulace vody	18
4.1 Zemní vodojemy	19
4.2 Věžové vodojemy	19
5 Kvalita pitné vody v krajských městech ČR	20
5.1 Legislativa	20
5.2 Kontrola kvality	21
5.2.1 Karlovary Vary.....	21
5.2.2 Ústí nad Labem	22
5.2.3 Plzeň.....	23
5.2.4 Praha.....	24
5.2.5 České Budějovice.....	25
5.2.6 Liberec.....	26
5.2.7 Jihlava	27
5.2.8 Hradec Králové	28
5.2.9 Pardubice.....	29
5.2.10 Olomouc.....	30
5.2.11 Brno.....	31

5.2.12	Zlín	32
5.2.13	Ostrava	33
6	Výsledky	34
6.1	Grafické výstupy.....	37
6.2	Diskuze	41
6.3	Závěr a přínos práce	43
7	Přehled literatury a použitých zdrojů	44
7.1	Použitá literatura.....	44
7.2	Internetové zdroje	46
8	Seznam obrázků a tabulek.....	50
8.1	Seznam obrázků	50
8.2	Seznam tabulek.....	51

1 Úvod

Voda: starat se, vážit si a neplýtvat.

Dostupnost a kvalita pitné vody v domácnosti je jeden z nejdůležitějších faktorů pro život. V České republice problematika dostupnosti pitné vody zatím není. Globální oteplování a špatné zacházení s krajinou, historické i novodobé, má však na svědomí úbytek množství podzemních vod, které jsou nejkvalitnější, protože nejsou kontaminované vnějšími zdroji znečištění. Je třeba s touto vodou zacházet opatrně a dbát na trvalou udržitelnost tohoto zdroje. Vysychání studen nebo neschopnost krajiny udržet vodu jsou závažným tématem a je třeba pracovat na řešení. Dalším zdrojem pitné vody jsou vody povrchové. Patří mezi ně vody z jezer, nádrží, řek a potoků. Tyto vody mohou být znečištěné a nemusí mít takovou kvalitu, jako vody podzemní. Voda, její množství a kvalita může být ovlivněna geografickou polohou, ale také obdobím, kdy ji sledujeme.

Během léta se stále intenzivněji řeší období sucha. Teploty v létě se zvyšují, letní měsíce bývají horké a dlouhé, co se doby slunečního svitu týče. Měsíční úhrny spadlých srážek zůstávají často pod normálem. V důsledku těchto dějů se voda rychleji odpařuje, ohřívá, a mohou se v ní rozšiřovat škodlivé látky a organismy. Tento jev nazýváme eutrofizací vody. Opačným hydrologickým extrémem jsou zase povodně, zejména ty bleskové, způsobené neabsorbováním spadlých srážek na zemský povrch. Půda totiž nedokáže vsakovat vodu přes ztvrdlou vrchní vrstvu sedimentu, která vzniká při střídání prudkých dešťů a sucha. Dlouhodobé povodně, jako známe z roku 2002, jsou spíše řídkým jevem. Povodeň je ale třeba chápat jako neoddelitelnou součást hydrologického oběhu v krajině. Vždy je důsledkem aktivní hydrologické bilance v povodí. Projevy extrémních podmínek ve vodních tocích odjakživa působily lidstvu obtíže, ztráty na životech a majetku. V posledním období se tyto újmy zvyšují v souvislosti s populačním vývojem, růstem materiálních hodnot a životní úrovně obyvatel. Náročnost na krytí škod se zvyšuje, narůstá rozsah zranitelnosti životního prostředí. (Slavík, 2007)

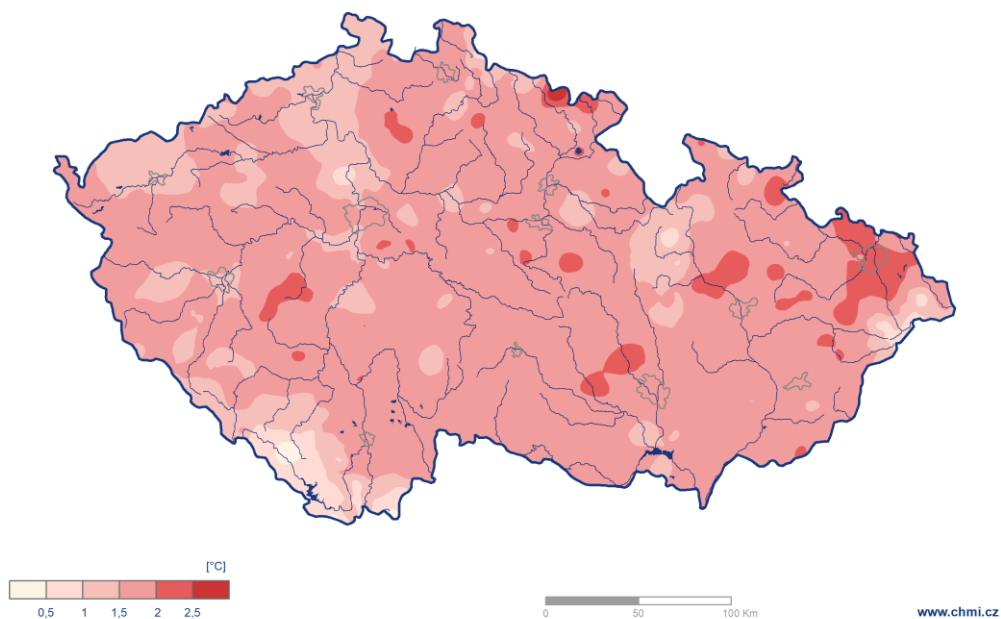
Nárůst počtu obyvatel a zvětšující se průmysl může mít také negativní dopad na kvalitu vody. Jedná se zejména o chemikálie, které vypouštíme. Prací prostředky, agresivní čističe, nebo odpadní vody z továren končí v kanalizacích a odstraňují se složitými procesy. Ještě negativnější dopad na kvalitu vody a životní prostředí má vypouštění těchto látek přímo do vodních objektů, jako například kyanid do řeky Bečvy v říjnu roku 2020, nebo do půdy, přes kterou se kontaminanty dostanou do podzemních vod. Místa kde dochází k vypouštění látek, a tedy znečišťování, nazýváme bodové zdroje znečištění povrchových nebo podzemních vod.

V mé bakalářské práci se zaměřuji na zdroje pitné vody, jejich četnost a kvalitu, na způsoby její úpravy, způsoby dopravy vody k odběratelům a rozbor složení již dodávané vody v daných místech po úpravě. Jako odběrná místa jsem zvolil krajská města, aby práce byla přehledná a pokryla celé území České republiky. Data s chemickými rozbory jsou veřejně dostupné na stránkách vodohospodářských společností, operujících v krajských městech. Nejsou zde ale většinou všechny ukazatele. Kompletní rozbory jsem si vyžádal přímo od vodohospodářských společností, které mi je po domluvě poskytly, za což jim velmi děkuji. Vše okolo pitné vody je ošetřeno legislativními předpisy, které jsou v práci také obsaženy.

Obrázek č. 1: Odchylka průměrné roční teploty vzduchu od normálu 1981–2010

**Odchylka průměrné roční teploty vzduchu v roce 2019
od normálu 1981–2010**

Český
hydrometeorologický
ústav

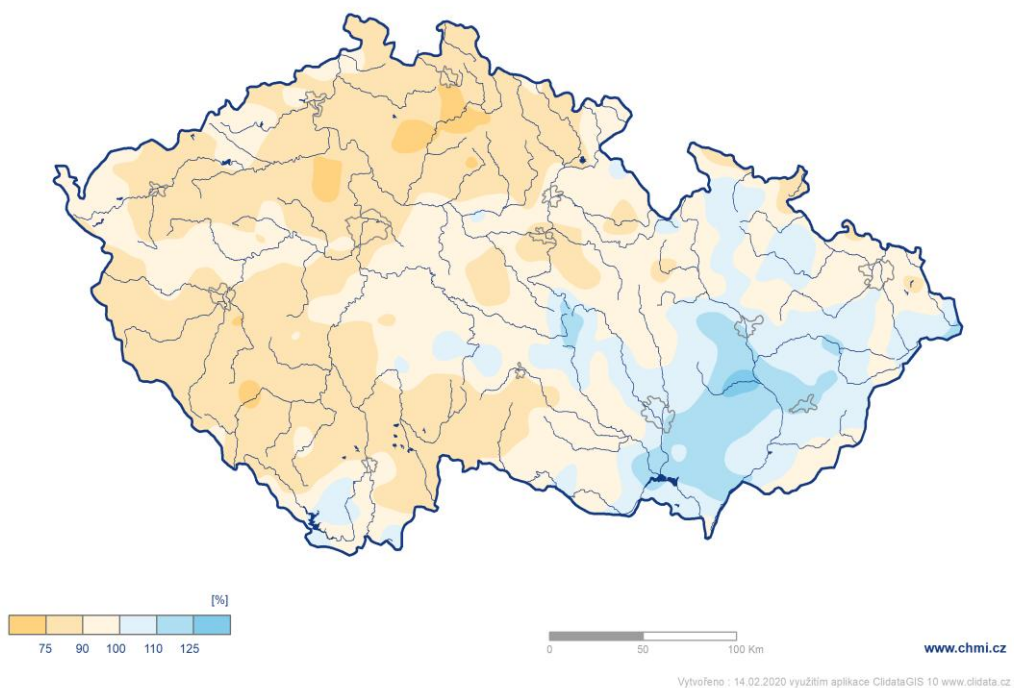


Zdroj: ČHMÚ

Obrázek č. 2: Podíl ročního úhrnu srážek k normálu 1981–2010

Úhrn srážek v roce 2019 v procentech normálu 1981–2010

Český
hydrometeorologický
ústav



Zdroj: ČHMÚ

2 Cíl práce

V první části, literární rešerši, je cílem popsat zdroje surové vody a definovat její základní složení a vlastnosti. Jsou zde popsány také hlavní způsoby úpravy vody a systém její následné dopravy do domácností. Dále se zde zaměřuji na vlastnosti pitné kohoutkové vody, její složení a na legislativu, která dané téma ošetřuje.

Druhá část práce se zabývá již konkrétními výsledky rozborů odebrané pitné vody. Jako odběrná místa jsem zvolil krajská města České republiky. Vzorky byly odebrány vodohospodářskými společnostmi dodávajícími pitnou vodu v krajských městech. Dodavatelé jsou povinni ze zákona dle Vyhlášky č. 252/2004 Sb., která stanovuje hygienické požadavky na pitnou vodu a četnost její kontroly, monitorovat kvalitu vodu v místě spotřeby. Výsledky rozborů jsou veřejně dostupné a díky nim práce může mapovat kvalitu vody na celém území země. U každého města také práce uvádí statistické údaje, cenu pitné vody, informace o zdrojích surové vody a úpravkách, kde se voda upravuje, před distribucí ke spotřebitelům.

Bakalářská práce je napsána na základě získaných zdrojů z odborné literatury o daném tématu, veřejných publikací a databází v elektronické a tištěné podobě.

3 Literární rešerše

Nejprve je potřeba vysvětlení základních pojmů a definic, které budou dále obsaženy v celé práci a jsou důležité pro její význam. Pojmy jsou seřazeny do podkapitol, podle systému cílů práce.

3.1 Zdroje surové vody

Za surovou vodu považujeme vodu odebranou za účelem úpravy na vodu pitnou. Voda odebraná z povrchových vodních zdrojů nebo z podzemních vodních zdrojů pro účely úpravy na vodu pitnou (dále jen "surová voda") musí splňovat v místě odběru před její vlastní úpravou požadavky na její jakost ve vazbě na použité standardní metody úpravy surové vody na vodu pitnou. Ukazatele jakosti surové vody a jejich mezní hodnoty pro jednotlivé kategorie standardních metod úprav na vodu pitnou stanoví prováděcí právní předpis. Tento předpis dále stanovuje formu a četnost elektronického měření hodnot jednotlivých ukazatelů, definice jednotlivých standardních metod úpravy surové vody na vodu pitnou, sledované parametry, referenční metody, četnost odběru vzorků a analýz, možnosti odchylek od požadavků na jakost a formu elektronického předávání výsledků.

Zdroj: Zákon č.274/201 Sb., Zákon o vodovodech a kanalizacích, dostupný z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274>

3.1.1 Podzemní voda

Podzemními vodami jsou vody přirozeně se vyskytující pod zemským povrchem v pásmu nasycení v přímém styku s horninami; za podzemní vody se považují též vody protékající podzemními drenážními systémy a vody ve studních. Jde o velmi kvalitní zdroj pitné vody a je nutné dbát na udržitelnost využívání a ochranu před znečištěním. Z dlouhodobého hlediska můžeme v České republice sledovat, že množství odebrané podzemní vody má stále nižší hodnoty. V roce 2019 to bylo nejméně, 359,3 mil. m³ (viz. Graf č. 1), od doby, kdy se hodnoty začaly evidovat. Je to důsledkem oteplování, dlouhými období sucha, nebo špatným zacházením s půdou.

Zdroj: Zákon č.274/201 Sb., Zákon o vodovodech a kanalizacích, dostupný z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274>

3.1.1.1 Jakost podzemních vod

Jedním z hlavních faktorů ovlivňujících jakost podzemních vod je stupeň využívání zdroje či prameniště. Kvalita podzemních vod se může měnit v průběhu využívání vrtu nebo prameniště v důsledku biochemické, či chemické oxidace železa a manganu, rozpouštění či vylučování uhličitanu vápenatého nebo jiných dějů, kdy dochází ke snížení vydatnost způsobené kolmatací (zanášením). Při čerpání může docházet ke strhávání nečistot zachycených v pórovitém horninovém prostředí v blízkosti vrtu do čerpané vody, zvláště u trubních a jehlových studní. (Slavičková, Slaviček, 2006)

3.1.2 Povrchová voda

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. Rozdělujeme je na vody tekoucí-lotické a vody stojaté-lentické, které můžeme ještě dělit na vody v přírodních a umělých nádržích. Množství a kvalita povrchové vody závisí na geografické poloze a na období, kdy ji sledujeme. Během léta dochází k zarůstání stojatých vodních ploch, nebo hromadění živin a sedimentaci. Období jara a s ním spojené tání sněhu zase zvyšuje hladiny tekoucích vod a ovlivňuje zvětšování koryta toků, prohlubování, nebo zarovnávání dna, vodní erozi a meandry. Významný bývá i vliv plošných zdrojů znečištění, jimiž jsou splachy z odvodňovaného povodí, především ze zemědělsky obdělávané půdy. (Malý, 2006)

3.1.2.1 Jakost povrchových vod

Povrchové vody jsou v ČR z hlediska množství významným zdrojem pro výrobu pitné vody. Hodnocení jakosti povrchových vod se provádí podle jejich fyzikálních, chemických a biologických vlastností. Okamžitá jakost povrchové vody je určována řadou faktorů, z nichž nejdůležitější jsou množství znečištění, které se dostává do vody z bodových zdrojů, průtočné množství, teplota vody, intenzita přirozených procesů a manipulace na vodních dílech. (Slavičková, Slaviček, 2006)

Dle klasifikační normy ČSN 75 7221 Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových vod, dělíme vody do pěti hlavních skupin I-V:

- I. neznečištěná voda,
- II. mírně znečištěná voda,
- III. znečištěná voda,
- IV. silně znečištěná voda,
- V. velmi silně znečištěná voda.

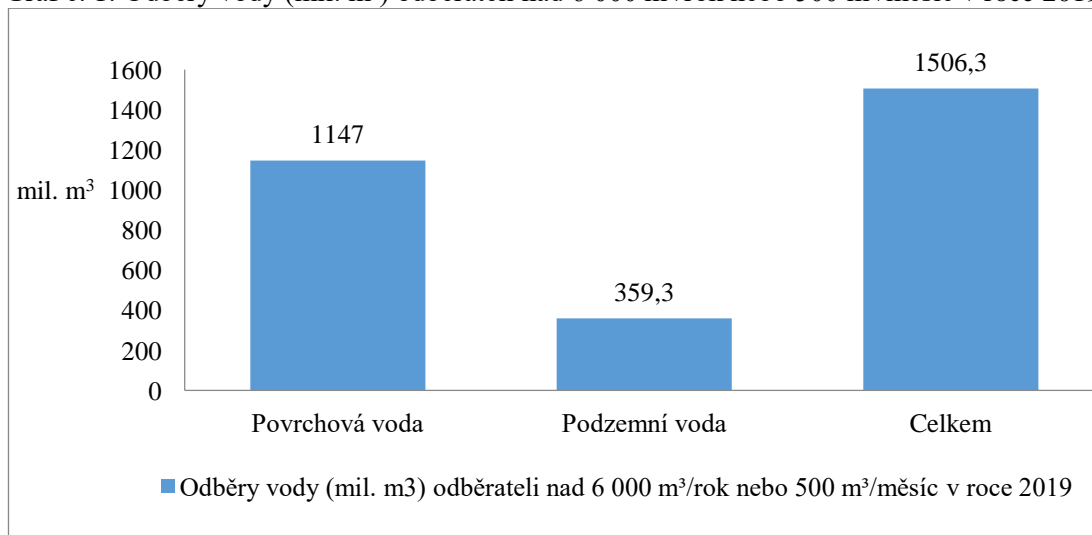
Tabulka č. 1: Hlavní rozdíly mezi podzemní a povrchovou vodou

Hlavní rozdíly mezi podzemní a povrchovou vodou

Charakteristika	povrchová voda	podzemní voda
Teplota	značné kolísání	relativně stálá
barva a zákal	jíl, řasy, humin.látky	rozpuštěné látky, kovy
rozpuštěné látky	časté změny	konstantní (vyšší než povrchová)
Fe, Mn	většinou nejsou (jen u dna)	běžný výskyt
agresivní CO ₂	obvykle žádný	často vysoký obsah
H ₂ S	obvykle žádný	občasný výskyt
NH ₄ ⁺	ve zneč. vodách	výskyt, ale bez IH
NO ₃ ⁻	obsah nízký	vysoký obsah při znečištění
Si	obsah nízký	obsah často vysoký
Mikroznečištění	nepravidelný výskyt	většinou žádný výskyt
živé mikroorganismy	bakterie, viry, ...	železité bakterie
chlorované uhlovodíky	nepravidelný výskyt	častý výskyt
eutrofní charakter	často, vzrůstá s teplotou	ne
KNK _{4,5}	nízké hodnoty	vysoké hodnoty
pH	6-8,5, výjimečně 4,0	6-7

(Slavičková, Slaviček, 2006)

Graf č. 1: Odběry vody (mil. m³) odběrateli nad 6 000 m³/rok nebo 500 m³/měsíc v roce 2019



Zdroj: Ministerstvo zemědělství, 2020, Zpráva o stavu vodního hospodářství.

Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/661103/Modra_zprava_2019_web.pdf

3.2 Úprava surové vody na pitnou

Pitná voda se vyrábí přeměnou vody surové pomocí chemických a fyzikálních procesů. Samotná surová voda bez úpravy není totiž vhodná konzumaci. Náročnost technologických procesů záleží na jakosti upravované surové vody. Čím kvalitnější zdroj surové vody je, tím méně složité procesy používáme. Mezní hodnoty ukazatelů jakosti a typy úprav pro jednotlivé kategorie surové jsou definovány vyhláškou č. 428/2001 Sb. Tato vyhláška rozděluje povrchovou a podzemní surovou vodu do skupin A1, A2 a A3, podle kterých se poté určí správný technologický postup při výrobě vody pitné.

Tabulka č. 2: Mezní hodnoty ukazatelů jakosti podzemní vody

Ukazatel	Jednotka	Kategorie		
		A1	A2	A3
Železo	mg/l	0,2	5	20
Mangan	mg/l	0,05	1	2
Sulfan	mg/l	platí limity pachu		

Zdroj: Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-428>

Tabulka č. 3: Mezní ukazatele jakosti povrchové vody

Ukazatel	Jednotka	Kategorie		
		A1	A2	A3
Reakce vody (pH)	pH	6,5-9,5	5-6,5 / 9,5-10	< 5 / < 10
Barva po filtraci	mg/l Pt	20	100	200
Nerozpuštěné látky suš.	mg/l	10		
Teplota	°C	20	25	25
Konduktivita	mS/m	125	125	125
Pach		přijatelný		nepřijatelný
Dusičnany	mg/l	50	50	50
Fluoridy	mg/l	1,5	1,5	1,5
Adsorbovatelné org. vázané halogeny (AOX)	mg/l	0,01	0,02	0,03
Železo celkové	mg/l	0,2	1	2
Mangan	mg/l	0,05	0,5	1,5
Měď	µg/l	50	50	100
Zinek	mg/l	3	5	5
Bor	mg/l	1	1	1
Berylium	µg/l	2	2	2
Nikl	µg/l	20	30	30
Arsen	µg/l	10	10	20
Kadmium	µg/l	5	5	5
Chrom veškerý	µg/l	50	50	50
Olovo	µg/l	10	25	50
Selen	µg/l	10	10	10
Rtuť	µg/l	1	1	1
Kyanidy celkové	mg/l	0,05	0,05	0,05
Sírany	mg/l	250	250	250
Chloridy	mg/l	100	100	250
Tenzidy aniontové	mg/l	0,2	0,2	0,5
Uhlovodíky C10-C40	mg/l	0,1	0,1	0,1
Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)	µg/l	0,1	0,1	0,2
Pesticidní látky celkem	µg/l	0,5	0,5	0,5
Chemická spotřeba kyslíku manganistanem	mg/l	3	10	15
Biochemická spotřeba kyslíku (BSK ₅) při 20°C s vyloučením nitrifikace	mg/l	3	5	7
Amonné ionty	mg/l	0,5	1	3
Celkový organický uhlík (TOC)	mg/l	5	7	10
Huminové látky	mg/l	2,5	5	8
Escherichia coli	KTJ/100 ml	50	5000	50000
Termotolerantní koliformní bakterie	KTJ/100 ml	20	2000	20000
Intenstiální (střevní) enterokoky	KTJ/100 ml	20	1000	10000
Mikroskopický obraz	jedinci/ml	50	3000	10000

Pesticidní látky	μg/l	0,1	0,1	0,5
Hliník	mg/l	0,2	1	2

Zdroj: Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-428>

Tabulka č. 4: Typy úprav jednotlivých kategorií surové vody

Typy úprav jednotlivých kategorií surové vody	
A1	Desinfekce, písková filtrace, mechanické odkyselení, odstranění plynných složek provzdušňováním
A2	Koagulační filtrace, jednostupňové odželezování nebo odmanganování v horninovém prostředí, umělá infiltrace, pomalá biologická filtrace, desinfekce, stabilizace vody
A3	Dvou či vícestupňová úprava čířením, oxidací, sorpcí, odželezováním, odmanganováním, nebo dekarbonizací, ozonizace, flotace
Vyšší koncentrace než A3	Vodu této jakosti lze odebírat pro účely výroby pitné vody pouze s udělením výjimky daným krajským úřadem, přednostním řešením je vyhledáním nového zdroje, nebo eliminací příčin znečištění, technologicky náročné postupy, kombinace typů úprav uvedených pro kategorii A3

Zdroj: Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-428>

3.3 Úprava podzemních vod

Oproti povrchovým vodám neobsahují nekontaminované podzemní vody organické znečištění, zato v některých případech obsahují minerální sloučeniny, které je nutno odstranit pro jejich korozivní účinek na materiál rozvodné vodovodní sítě (CO_2) nebo naopak pro nebezpečí jejího zanášení a z důvodu dosažení lepší kvality pro pitné účely (Fe, Mn). Technologické procesy pro odstranění těchto nežádoucích složek jsou odkyselování, odželezování a odmanganování (Malý, Malá, 1996).

3.3.1 Odkyselování

Odkyselování vod je technologický proces, při kterém se z přírodních vod odstraňuje agresivní oxid uhličitý. Mnohdy bývá provozně řešen s odželezováním a odmanganováním. Nadřazeným pojmem odkyselením vody je stabilita vody, která je základním předpokladem nejen snížení korozivních projevů vody při dopravě potrubím, ale současně zamezuje výraznému zhoršení její kvality produkty koroze. Spolu s kyslíkem patří agresivní oxid uhličitý mezi rozpuštěné plyny, které se bezprostředně podílí na korozi trubních materiálů. Odstraňování kyslíku agresivního oxidu uhličitého se provádí zejména z důvodů jeho korozivních účinků na kovové a betonové konstrukce, ale i z důvodů hygienických. Této chemické korozi podléhá především beton a materiály obsahující CaCO_3 . Korozivní účinky mohou mít i vody obsahující sulfan, vyšší koncentrace hořečnatých iontů, síranů, chloridů aj. nebo naopak vody s malým obsahem vápenatých a hořečnatých iontů, kdy dochází k vyluhování vápenatých iontů z betonu a tím ke snížení pevnosti materiálu. Kovové materiály trubních řad podléhají především elektrochemické korozi, jejíž rychlost závisí na koncentraci rozpuštěného kyslíku, hodnotě pH a iontovém složení vody. Korozní pochody vznikají na fázovém rozhraní kov – voda v důsledku vzniku elektrochemických článků s katodickým a anodickým procesem. Odkyselování vod se provádí způsobem mechanickým nebo chemickým, a o volbě toho kterého způsobu rozhoduje chemické složení vod.

Mechanický způsob – jedná se pouze o odstranění agresivního CO_2 provzdušňováním, při kterém nedochází ke změnám koncentrace iontů Ca^{2+} a Mg^{2+} .

Chemický způsob – jsou doprovázeny změnou koncentrace Ca^{2+} , event. Mg^{2+} . Chemické způsoby jsou vhodné zejména pro vody s nízkou koncentrací těchto iontů. (Kročová, 2009)

3.3.2 Odželezování a odmanganování

Sloučeniny železa a manganu ve vodách jsou příčinou potíží jak z hlediska technologického, tak z hlediska chuťových vlastností. Podzemní vody s obsahem železa a manganu způsobují poruchy v provozech vodovodů – vytvářejí nežádoucí inkrustace, které zmenšují průtočné profily. Podstatou odželezování a odmanganování je oxidace železnatých a manganatých sloučenin (Fe^{2+} , Mn^{2+}) na vyšší mocenství, v němž vytvářejí vločkovitou suspenzi, která se odstraňuje jednostupňovou nebo dvoustupňovou separací. Nejrozšířenější metoda vylučování železa a manganu z podzemních vod je oxidace a to především: vzdušným kyslíkem, chlorem, manganistem draselným, ozonem. (Biela, 2004)

3.4 Úprava povrchových vod

3.4.1 Čiření

Čiření je základním technologickým procesem při úpravě povrchových vod na vodu pitnou. Proces spočívá v časově navazujících dějích a to: a) koagulaci – destabilizaci koloidních částic vody přidávkou koagulantu, b) flokulaci – shlukování destabilizovaných koloidních částic do větších agregátů a posléze okem viditelných vloček, c) čiření – separací vloček od vyčištěné vody. Někdy se čiření nazývá celý proces, nikoliv jen jeho poslední fáze, jindy je naopak používán pro celý proces pojem koagulace. Koagulace je realizována dávkováním hlinitých nebo železitých solí do vody, přičemž se tvoří ve vodě téměř nerozpustný hydroxid hlinitý nebo železitý (podle dávkované chemikálie). Částice těchto hydroxidů se časem shlukují (agregují) až do hrubé disperze, přičemž do sebe strhávají, případně na svém povrchu absorbují látky obsažené ve vodě, zejména částice koloidních rozměrů a větší, ale i některé látky rozpuštěné. Hydroxidy a s nimi látky v nich zachycené se pak oddělí od vody usazováním a filtrací. (Malý, 2006)

3.4.2 Pomalá biologická filtrace

Pomalá biologická filtrace je způsob úpravy, který se používá již od předminulého století. Původně byl zaváděn v malých i velkých vodárnách, nyní z velkých úpraven vod pomalu mizí a je nahrazován chemickými způsoby úpravy. Pro malé úpravny (objemový průtok do 5 l/s) je však tento způsob velmi vhodný. Při pomalé biologické filtraci se filtrační rychlost většinou pohybuje v rozmezí od 0,1 do 0,2 m/h. Náplň biologických filtrů tvoří jemnozrnný písek o velikosti zrna 0,3 až 1 mm, přičemž filtrační vrstva je 100 až 120 cm vysoká. Při filtraci se na povrchu pískové vrstvy vytváří tzv. biologická blána mající vysokou separační účinnost. Když výkon biologických filtrů poklesne, musí se filtrační cyklus (který většinou trvá 20 až 60 dnů i více) ukončit. Filtry se vyřadí z provozu a mechanicky se odstraní odumřelá biologická blána (povrchová vrstva písku tlustá asi do 5 cm). Po odstranění biologické blány se filtry znovu uvádějí do provozu - zahajuje se další filtrační cyklus. Písek z povrchu filtrů se propírá ve speciálních pračkách. Když výška vrstvy klesne pod 50 cm, doplňují se biologické filtry čerstvým nebo propraným pískem. Hlavním cílem biologické filtrace je odstranit biologické a bakteriologické znečištění vody. Zejména odstraňování bakteriologického znečištění je velmi účinné, dosahuje

se většinou vyčištění z 95 až 99 %. Při odstraňování zákalu jsou výsledky slabší (kolem 20 %) a u CHSKMn činí 30 až 50 %. Podstatně se snižuje i obsah dusíkatých složek, zejména obsah amonných iontů a v některých případech i dusitanů a dusičnanů. Zlepšují se i senzorické vlastnosti vody. Při protržení biologické blány se naopak zhoršuje jakost filtrátu a často se u filtrované vody objeví i zápach a příchut'. (Hlaváč, 2012)

3.5 Hygienické zabezpečení

Hygienické zabezpečení pitné vody je posledním krokem při úpravě vody a vodu pitnou. Prováděno je jednak přímo na úpravně vody a při dlouhé době zdržení vody ve vodovodní síti může být provedeno navíc i během její dopravy ke spotřebiteli (zpravidla ve vodojemu). Cílem hygienického zabezpečení je splnění biologických a mikrobiologických ukazatelů pitné vody podle normy ČSN 757111 Pitná voda.

Metody hygienického zabezpečení pitné vody lze rozdělit podle následujícího schématu:

Metody fyzikálně-chemické:

- Teplo
- Ultrafialové záření
- Oligodynamické působení iontů těžkých kovů

Metody chemické:

- Chlor a jeho sloučeniny
 - Ozon
 - Další oxidační činidla.
- (Strnadová, Janda, 1995)

3.6 Pitná voda a její vlastnosti

Pitná voda musí mít takové fyzikálně-chemické vlastnosti, které nepředstavují ohrožení veřejného zdraví. Pitná a teplá voda nesmí obsahovat mikroorganismy, parazity a látky jakéhokoliv druhu v počtu nebo koncentraci, které by mohly ohrozit veřejné zdraví. Ukazatele jakosti pitné vody a jejich hygienické limity jsou uvedeny v tabulkách č. 5 a 6 (viz Tabulka č. 5, Tabulka č. 6). U surových, nebo pitných vod, u kterých je při úpravě uměle snižován obsah vápníku nebo hořčíku, nesmí být po úpravě obsah hořčíku nižší než 10 mg/l a obsah vápníku nižší než 30 mg/l.

Radiologické ukazatele pitné vody a jejich limity stanoví zvláštní právní předpis.

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

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-252>

Tabulka č. 5: Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele

Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele		
Ukazatel	Jednotka	Limit
1,2-dichlorethan	µg/l	3 (NMH)
akrylamid	µg/l	0,1 (NMH)
amonné ionty	mg/l	0,5 (MH)
antimon	µg/l	5 (NMH)
arsen	µg/l	10 (NMH)
barva	mg/l Pt	20 (MH)
benzen	µg/l	1 (NMH)
benzo[a]pyren	µg/l	0,01 (NMH)
beryllium	µg/l	2 (NMH)
bor	mg/l	1 (NMH)
bromičnany	µg/l	10 (NMH)
celkový organický uhlík	mg/l	5 (MH)
dusičnany	mg/l	50 (NMH)
dusitany	mg/l	0,5 (NMH)
epichlorhydrin	µg/l	0,1 (NMH)
fluoridy	mg/l	1,5 (NMH)
hliník	mg/l	0,2 (MH)
hořčík	mg/l	10 (MH)
		20-30 (DH)
chemická spotřeba kyslíku (manganistanem)	mg/l	3 (MH)
chlor volný	mg/l	0,3 (MH)
chlореčnany	µg/l	200 (NMH)
chlorthen	µg/l	0,5 (NMH)
chloridy	mg/l	100 (MH)
chloritany	µg/l	200 (NMH)
chrom	µg/l	50 (NMH)
chuť		přijatelná (MH)
kadmium	µg/l	5 (NMH)
konduktivita	mS/m	125 (MH)
kyanidy celkové	mg/l	0,05 (NMH)
mangan	mg/l	0,05 (MH)
měď	µg/l	1000 (NMH)
microcystin-LR	µg/l	1 (NMH)

nikl	µg/l	20 (NMH)
olovo	µg/l	10 (NMH)
ozon	µg/l	50 (NMH)
pach		příjatelny (MH)
pesticidní látky	µg/l	0,1 (NMH)
pesticidní látky celkem	µg/l	0,5 (NMH)
PH		6,5-9,5 (MH)
polycyklické aromatické uhlovodíky	µg/l	0,10 (NMH)
rtuť	µg/l	1 (NMH)
selen	Hg/l	10 (NMH)
sírany	mg/l	250 (MH)
sodík	mg/l	200 (NMH)
stříbro	µg/l	25 (NMH)
teplota	°C	8-12 (DH)
tetrachlorethen	µg/l	10 (NMH)
trihalomethany	µg/l	100 (NMH)
trichlorethen	µg/l	10 (NMH)
trichlormethan (chloroform)	µg/l	30 (NMH)
uran	µg/l	15 (NMH)
vápník	mg/l	30 (MH)
		40-80 (DH)
vápník a hořčík (tvrdost vody)	mmol/l	2-3,5 (DH)
zákal	ZF (n)	5 (MH)
železo	mg/l	0,2 (MH)

Použité zkratky:

KTJ - kolonii tvořící jednotka při použití metody stanovení ČSN EN ISO 9308-1

MPN - nejpravděpodobnější počet bakterií při použití metody stanovení ČSN EN ISO 9308-2

NMH - nejvyšší mezní hodnota

MH - mezní hodnota

DH - doporučená hodnota podle § 3 odst. 1 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů

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

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-252>

Tabulka č. 6: Mikrobiologické a biologické ukazatele

Mikrobiologické a biologické ukazatele		
Ukazatel	Jednotka	Limit
<i>Clostridium perfringens</i>	KTJ/100 ml	0 (MH)
intestinální enterokoky	KTJ/100 ml	0 (NMH)
	KTJ/250 ml	0 (NMH)
<i>Escherichia coli</i>	KTJ (MPN)/100 ml	0 (NMH)
	KTJ (MPN)/250 ml	0 (NMH)
koliformní bakterie	KTJ (MPN)/100 ml	0 (MH)
	KTJ (MPN)/250 ml	0 (MH)
mikroskopický obraz - abioseston	%	5 (MH)
mikroskopický obraz - počet organismů	jedinci/ml	50 (MH)
mikroskopický obraz - živé organismy	jedinci/ml	0 (MH)
počty kolonií při 22 °C	KTJ/ml	Bez abnormál. změn
	KTJ/ml	200 (DH)
	KTJ/ml	100 (NMH)
počty kolonií při 36 °C	KTJ/ml	Bez abnormál. změn
	KTJ/ml	40 (DH)
	KTJ/ml	20 (NMH)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	KTJ/250 ml	0 (NMH)

Použité zkratky:

KTJ - kolonii tvořící jednotka při použití metody stanovení ČSN EN ISO 9308-1

MPN - nejpravděpodobnější počet bakterií při použití metody stanovení ČSN EN ISO 9308-2

NMH - nejvyšší mezní hodnota

MH - mezní hodnota

DH - doporučená hodnota podle § 3 odst. 1 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů

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

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-252>

Tabulka č. 7: Zásobování vodou v ČR

Zásobování vodou v ČR				
	1989	1999	2009	2019
Podíl zásobovaných obyvatel (%)	82,4	86,9	92,8	94,6
Vyrobená pitná voda (mil.m ³)	1251	800	653	602
Vyfakturovaná voda (mil.m ³)	930	564	505	493

Zdroj: ČSÚ

3.7 Distribuce pitné vody

K distribuci upravené pitné vody slouží přivaděče, vodovodní síť, vodojemy, přerušovací komory, redukční stanice, posilovací a tlakové stanice, monitorovací objekty a vodovodní přípojky, včetně různých typů příslušných měřících zařízení dodávané vody. Hlavním cílem distribuce pitných vod je převést vyrobenou vodu nebo nakoupenou vodu v nezměněné kvalitě a hydrodynamickém tlaku stanoveném zákonem z místa výroby nebo převzetí ke spotřebitelům. Veřejnou distribuční síť lze dělit do dvou základních úrovní dle významu:

- nadmístního významu,
- místního významu.

Vodovody nemístního významu mají za cíl zásobovat pitnou vodou, z pravidla z centrálních povrchových zdrojů, řadu měst a obcí. Pro svůj strategický význam jsou zařazeny do krizových plánů kraje a v případě vzniku mimořádné situace řídí krizovými plány příslušného kraje. V kooperaci s útvarem Správy státních hmotných rezerv a Hasičským záchranným sborem České republiky zajišťují náhradní nebo nouzové zásobování pitnou vodou regionu.

Vodovody místního významu, bez ohledu na velikost města, dodávají pitnou vodu jen do příslušného celku. Voda k realizaci pochází převážně z místních podzemních zdrojů, nebo je dle potřeby doplňována z vodovodů nemístního významu. Z hlediska rizikového řízení zpracovávají místní vodárenské společnosti plány krizové připravenosti, které musí navazovat na krizové plány krajů.

Pro oba typy distribučních systémů platí z hlediska udržení a kontroly kvality pitné vody stejné zásady její kontroly. Musí mít zpracovány plány kontrol kvality vody, které reprezentují její úroveň v celé distribuční síti. Každý rok musí příslušná vodárenská společnost obměnit 50% kontrolních a odběrných míst. O výsledcích kontrol musí být vedena písemná a elektronická dokumentace, která se musí následujícího roku do 28. února zaslat vodoprávnímu právnímu úřadu. (Kročová, 2009)

Vodovody ve velkých územních celcích se nazývají *vodárenskými soustavami*. Často se vodárenské soustavy klasifikují podle místa na:

- nadřazené,
- místní.

Je zřejmé, že takovéto velkoplošné řešení zásobování vodou sebou přináší řadu výhod, ale i provozních rizik. Mezi výhody je možné např. zařadit vyšší zabezpečení dodávky vody, převody vody z oblasti energeticky bohatých, racionální hospodaření s půdou (rozsah ochranných pásem) apod., rizika vodárenských soustav je však třeba vidět ve vysokých investičních nákladech, způsobených především dlouhými přiváděcími a zásobovacími řadami, poměrně velkými ztrátami vody, energie a surovin: při jakékoli poruše je postižen dosti velký územní celek atd.

Nadřazená soustava zahrnuje dopravu vody ze zdrojů, úpraven čerpacích stanic do hlavních vodojemů

Místní soustava zabezpečuje rozvod vody z hlavních vodojemů ke spotřebiteli, jedná se tedy o místní vodojemy, místní čerpací stanice a místní zásobovací řady. (Strnadová, Janda, 1995)

Typy vodovodů:

Gravitační vodovod je takový, kde vodní zdroj, či úpravna vody je v dostatečném převýšení nad vodojemem, kdy výškový rozdíl vyvolá v celé vodovodní síti (bez použití čerpání) alespoň minimální hydrodynamický tlak 0,25 MPa.

Výtlačný vodovod dopravuje vodu ze zdroje do vodojemu čerpáním. Vodní zdroj nebo úpravna leží níže než akumuláční nádrž vodojemu. (Strnadová, Janda, 1995)

4 Akumulace vody

K nejvýznamnějším funkcím akumuláčních nádrží – vodojemů (norma ČSN 73 6650) patří schopnost vyrovnání přítoku do vodojemu a odběru vody z vodojemu. Jejich zařazení ve vodárenských soustavách umožňuje rovnoměrný, nepřetržitý odběr vody ze zdroje. V období menšího odběru vody ve spotřebišti (např. v noci) přitéká do vodojemu více vody než je okamžitá potřeba a přebytky se hromadí ve vodojemu. Tato zásoba je pak využita při větších odběrech ve spotřebišti, kdy přítok, resp. dodávané množství vody úpravnou je menší než okamžitá potřeba vody. Dochází tak k racionálnímu využívání vodních zdrojů a hovoříme o *krátkodobé akumulaci vody*. Účelem *krátkodobé akumulace* vody ve vodojemech je:

- vyrovnání nerovnoměrnosti mezi přítokem vody do vodojemu a potřebou vody ve spotřebišti, které je možné určením provozní zásoby vody,
- nahromadění poruchové zásoby vody, která slouží k zabezpečení trvalé dodávky pitné vody do spotřebiště v případě poruchy na přívodním řadu,

- udržovat zásobu požární vody potřebnou pro hašení požárů, bez vážného ohrožení dodávky vody do spotřebiště,
- stabilizovat tlakové poměry ve vodovodní síti.

Dlouhodobá akumulace zahrnuje akumulaci povrchových vod ve vodárenských nádržích nebo rybnících, které zajišťují dostatečnou vydatnost vodních zdrojů. Dlouhodobá akumulace se také projevuje u podzemních vod ve vhodných podzemních prostorách, které dlouhodobě zajišťují vydatnost zdrojů podzemních vod.

Vodojemy se obvykle umísťují do takové výškové polohy, aby z nich voda do spotřebiště mohla být přiváděna gravitací, zpravidla se umísťují nad nejvyšší úroveň zástavby. Pokud je na území v ekonomické vzdálenosti místo s takovouto nadmořskou výškou, zřizuje se *vodojem zemní*. V opačném případě se akumulační nádrž umísťuje na nosnou konstrukci a jedná se o věžový *vodojem nadzemní*. (Strnadová, Janda, 1995)

4.1 Zemní vodojemy

Zemní vodojemy se skládají ze dvou částí, a sice z vodní nádrže a manipulační komory. Ve vodní nádrži, do které je přístup pouze přes manipulační komoru, se akumuluje potřebné množství vody. V manipulační komoře, která má vstup zvenčí, jsou umístěna veškerá ovládací zařízení vodojemu (armatury a ostatní zařízení), která umožňují řízení provozu vodojemu. Dále jsou tam umístěna ostatní pomocná zařízení (přívod elektrické energie, apod.).

Běžně používané typové konstrukce zemních vodojemů jsou následující:

- krabicové vodojemy s obdélníkovým půdorysem jednokomorové (1000, 1500, 2500, 4000 a 6000 m³) a dvoukomorové (2 x 1000 a 2 x 1500 m³), železobetonové konstrukce
- podzemní monolitické vodojemy (100, 150, 250, 400, 650, 1000 m³) s kruhovým půdorysem
- montované vodojemy (100, 150, a 250 m³) s kruhovým a mnohoúhelníkovým půdorysem s výškou vody 3,25 m. Materiálem je železobeton.
- trubní vodojemy malých obsahů (20, 30, 40 a 50 m³) montované ze studňových skruží. (Strnadová, Janda, 1995)

4.2 Věžové vodojemy

Věžové vodojemy se používají poměrně zřídka, protože většina území v ČR má vhodné podmínky pro uložení zemních vodojemů. Jejich použití se omezuje na rovinaté území a především pro zásobování menších spotřebišť.

Věžový vodojem se skládá ze tří částí, akumulační nádrže, základu a nosné konstrukce. Tvar akumulační nádrže se volí vzhledem k rovnoměrnému zatížení nosné konstrukce vodojemu. Nejčastěji se používají typy HYDROGLOBUS nebo ANAGLOBUS o objemech 50, 100 a 200 m³. Jsou to celokovové ocelové vodojemy s kulovitou, ve spodní části mírně protáhlou nádrží. Nosný sloup je z ocelových trub.

Svislou polohu a stabilitu zajišťuje 6 kotevnicích lan. Výstavba takového vodojemu je časově nenáročná. Je dodáván na stanoviště v dílech, celá konstrukce se smontuje na zemi (sešroubuje, popř. svaří), opatří tepelnou izolací ze skleněné vaty a ochranným pláštěm z hliníkového plechu. Ostatní ocelové konstrukce se natírou ochranným nátěrem a smontovaná konstrukce se vztyčí do svislé polohy. V menší míře než ocelové vodojemy se stavějí i věžové vodojemy železobetonové. (Strnadová, Janda, 1995)

5 Kvalita pitné vody v krajských městech ČR

V této části bakalářské práce se zaměřuji na rozborů vzorků pitné vody v krajských městech. Vzorky byly odebrány vodohospodářskými společnostmi fungujícími v daných městech a testovány byly v akreditovaných laboratořích. Výsledky rozborů jsem vyhledal na veřejně dostupných informačních portálech vodohospodářských společností, nebo mi je společnosti po domluvě poskytly. Údaje jsem uspořádal do vlastních tabulek. Pro systematickosti práce jsem zvolil vždy jeden vzorek z jedné konkrétní úpravny. Je možné, že během roku se kvalita pitné vody ve městech může měnit, vzhledem ke změně zdroje surové vody, nebo využití jiné úpravny. Zjišťoval jsem obsažené ukazatele: mikrobiologické a biologické, fyzikální, chemické a organoleptické a jejich hygienické limity dané platnou legislativou.

5.1 Legislativa

Legislativu v oblasti pitné vody upravují v platném znění tyto zákony a vyhlášky:

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

-Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích

-Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

- Vyhláška ministerstva zdravotnictví 252/2004 Sb. kterou stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody

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

5.2 Kontrola kvality

5.2.1 Karlovy Vary

Statistické údaje:

Status: statutární město

Kód obce: 608947

Počet obyvatel: 48 479 (2020)

Rozloha: 59,10 km²

Počet částí obce: 15

Počet domů: 5003 (2011)

Vodárenská společnost: Vodárny a kanalizace Karlovy Vary a.s., Vodakva

Hlavní úprava pitné vody: Březová

Hlavní zdroj surové vody: Stanovická přehrada

Cena vodného a stočného celkem s DPH (10%) za 1m³ : 74,32 Kč

Zdroj: ČSÚ, <https://www.vodakva.cz/cs/zakaznikum/cena/cena-2021.html>

Oblastní vodovod Karlovarska je nejrozsáhlejším skupinovým vodovodem na území provozovaném Vodakvou. Zásobuje pitnou vodou města Karlovy Vary, Chodov, Ostrov (od roku 2002), Horní Slavkov (od roku 2005) a další obce na Karlovarsku a Sokolovsku – celkem 30 obcí a jejich spádová území, tzn. 116 381 obyvatel. Jeho celková délka je 650 km, hlavním zdrojem pitné vody je úprava vody Březová, která odebírá surovou vodu ze Stanovické přehrady. Doplnkové zdroje systému jsou úprava Myslivny, prameniště Hřebečná a vrty u Božího Daru.

Zdroj: <https://www.vodakva.cz/cs/o-vode/pitna-voda/distribuce.html>

Tabulka č. 8: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Březová

Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Březová			
Ukazatele	Jednotky	Limit	ÚV Březová
koliformní b.	KTJ/100ml	0	0
Esterechia coli	KTJ/100ml	0	0
enterokoky	KTJ/100ml	0	0
amonné ionty	mg/l	0,5	0
barva	mg/l	20	1,5
dušičnany	mg/l	50	4,1
dusitany	mg/l	0,5	0
hořčík	mg/l	20-30*	5,31
chlor volný	mg/l	0,3	0,02
chloridy	mg/l	100	20,8
konduktivita	mS/m	125	27,2
pH		6,5-9,5	7,5
sírany	mg/l	250	53,7
TOC	mg/l	5	3,7
trihalomethany	µg/l	100	14,8
tvrdost vody	mmol/l	2-3,5*	0,96
vápník	mg/l	40-80*	25
zákal	ZF/n	5	0,16
železo	mg/l	0,2	0

*Doporučená hodnota

Zdroj: https://www.vodakva.cz/images/voda/kvalita_prumerna_2020.pdf

5.2.2 Ústí nad Labem

Statistické údaje:

Status: statutární město

Kód obce: 554804

Počet obyvatel: 92 716 (2020)

Rozloha: 93,97 km²

Počet částí obce: 22

Počet domů: 8348 (2011)

Vodárenská společnost: Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.

Hlavní úprava pitné vody: Meziboří

Hlavní zdroj surové vody: nádrž Fláje

Cena vodného a stočného celkem s DPH (10%) za 1m³ : 104,77 Kč

Zdroj: ČSÚ,

<https://www.scvk.cz/vse-o-vode/ceny-vody/>

Úprava vody Meziboří je jednou z úpraven, které zajišťují výrobu pitné vody pro potřeby Severočeské vodárenské soustavy v Ústeckém kraji. Byla postavena v letech 1954 – 1963 jako součást rozsáhlého vodního díla Fláje (přehrada na Flájském potoce, přivaděč do vyrovnávací nádrže na konci s elektrárnou, úprava vody Meziboří a zásobovací řady) Její max. výkon byl 800 l/s. V 80. – 90. letech proběhly na úpravě dílčí rekonstrukce. Postupné zhoršování kvality vstupní surové vody přivedlo SVS (potřeby Severočeské vodárenské soustavy, pozn. autora) jako jejího vlastníka k rozhodnutí doplnit a modernizovat na úpravě používanou technologii, při současném snížení max. výkonu na v současnosti reálných 550 l/s.

Zdroj: <https://www.nase-voda.cz/zmodernizovana-uptavna-vody-mezibori-najela-na-zkusebni-provoz/>

Tabulka č. 9: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Meziboří

Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Meziboří			
Ukazatele	Jednotky	Limit	ÚV Meziboří
koliformní b.	KTJ/100ml	0	0
Esterechia coli	KTJ/100ml	0	0
enterokoky	KTJ/100ml	0	0
amonné ionty	mg/l	0,5	0,03
barva	mg/l	20	7
dusičnany	mg/l	50	5
dusitany	mg/l	0,5	0,002
hořčík	mg/l	20-30	3
chlor volný	mg/l	0,3	0,06
chloridy	mg/l	100	0
konduktivita	mS/m	125	19,1
pH		6,5-9,5	7,57
sírany	mg/l	250	31,7
TOC	mg/l	5	
trihalomethany	µg/l	100	1,71
tvrdost vody	mmol/l	2-3,5	0,83
vápník	mg/l	40-80	28,2
zákal	ZF/n	5	0,5
železo	mg/l	0,2	0,09

*Doporučená hodnota

5.2.3 Plzeň

Statistické údaje:

Status: statutární město

Kód obce: 554791

Počet obyvatel: 174 842 (2020)

Rozloha: 137,65 km²

Počet částí obce: 25

Počet domů: 17 865 (2011)

Vodárenská společnost: VODÁRNA PLZEŇ a.s.

Hlavní úprava pitné vody: Úprava vody Plzeň

Hlavní zdroj surové vody: řeka Úhlava

Cena vodného a stočného celkem s DPH (10%) za 1m³ : 98,83 Kč

Zdroj: ČSÚ,

<https://www.vodarna.cz/uprava-pitne-vody/>

Město Plzeň má v současné době jednu z nejmodernějších úpraven pitných vod a čistíren odpadních vod na území České republiky. Plzeň je zároveň jedním z nejúspěšnějších měst při čerpání dotačních titulů do vodohospodářské infrastruktury v rámci České republiky. VODÁRNA PLZEŇ a.s. je největším provozovatelem vodohospodářské infrastruktury v Plzeňském kraji, co se týče počtu zásobených obyvatel pitnou vodou. Provozuje celkem 26 úpraven vod, z toho největší, v Plzni na Homolce, má kapacitu 1000 litrů za sekundu. Celkem spravuje vodovodní síť o délce 1 392 kilometrů, 951 kilometrů kanalizační sítě a 26 čistíren odpadních vod.

Zdroj: <https://www.plzen.eu/o-meste/aktuality/aktuality-z-mesta/pred-130-lety-vznikla-upravna-vody-na-homolce.aspx>

<https://www.vodarna.cz/data/folders/2020-12-kvalita-vody-f340.pdf?show=1>

Tabulka č. 10: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Vodárna Plzeň

Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Vodárna Plzeň			
Ukazatele	Jednotky	Limit	ÚV Vodárna Plzeň
koliformní b.	KTJ/100ml	0	0
Esterechia coli	KTJ/100ml	0	0
enterokoky	KTJ/100ml	0	0
amonné ionty	mg/l	0,5	<0,05
barva	mg/l	20	<5,0
dusičnany	mg/l	50	10,3
dusitany	mg/l	0,5	<0,01
hořčík	mg/l	20-30*	6,54
chlor volný	mg/l	0,3	0,07
chloridy	mg/l	100	19,1
konduktivita	mS/m	125	36,3
pH		6,5-9,5	7,9
sírany	mg/l	250	49,5
TOC	mg/l	5	
trihalomethany	µg/l	100	18,1
tvrdost vody	mmol/l	2-3,5*	1,37
vápník	mg/l	40-80*	43,8
zákal	ZF/n	5	0,9
železo	mg/l	0,2	0,07

*Doporučená hodnota

5.2.4 Praha

Statistické údaje:

Status: statutární město

Kód obce: 554782

Počet obyvatel: 1 324 277 (2020)

Rozloha: 496 km²

Počet částí obce: 57

Počet domů: 99 949 (2011)

Vodárenská společnost: Pražské vodovody a kanalizace a.s.

Hlavní úpravny pitné vody: Úpravna vody Želivka

Hlavní zdroj surové vody: řeka Želivka, nádrž Švihov

Cena vodného a stočného celkem s DPH (10%) za 1m³ : 101,59 Kč

Zdroj: ČSÚ,

<https://www.pvk.cz/vse-o-vode/cena-vodneho-a-stocneho/>

Úpravna vody Želivka je největší úpravnou vody pro hl. m. Prahu. Další úpravnou je ÚV Káraný, který zásobuje hlavně sever města a jako záložní zdroj funguje ÚV Podolí. Podíl Želivky na zásobování Prahy pitnou vodou se pohybuje okolo 74 %. Maximálním projektovaným výkonem 7000 l/s pitné vody a současným výkonem okolo 3000 l/s pitné vody se řadí úpravna vody Želivka k největším úpravnám vody v Evropě a je největší úpravnou vody v České republice. Úpravna vody Želivka byla uvedena do provozu v roce 1972. Voda je do úpravně dodávána z vodárenské nádrže Švihov, která má objem 266,5 mil. m³ vody. Základní technologií úpravy vody je koagulační filtrace s dávkováním síranu hlinitého. Pitná voda je zdravotně zabezpečena ozonem a chlorem.

Zdroj: http://mapy.pvk.cz/kvalita_vody/pvkkvalita.jsp?branch=PVK,

<https://www.zelivskaprovozni.cz/uvz-o-nas.html>

Tabulka č. 11: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Želivka

Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Želivka			
Ukazatele	Jednotky	Limit	ÚV Želivka
koliformní b.	KTJ/100ml	0	0
Esterechia coli	KTJ/100ml	0	0
enterokoky	KTJ/100ml	0	0
amonné ionty	mg/l	0,5	<0,03
barva	mg/l	20	<2
dusičnany	mg/l	50	17,3
dusitany	mg/l	0,5	<0,01
hořčík	mg/l	20-30*	7,8
chlor volný	mg/l	0,3	0,29
chloridy	mg/l	100	25,7
konduktivita	mS/m	125	34,6
pH		6,5-9,5	7,87
sírany	mg/l	250	43
TOC	mg/l	5	3
trihalomethany	µg/l	100	14,2
tvrdost vody	mmol/l	2-3,5*	1,08
vápník	mg/l	40-80*	30,3
zákal	ZF/n	5	<0,50
železo	mg/l	0,2	<0,010

*Doporučená hodnota

5.2.5 České Budějovice

Statistické údaje:

Status: statutární město

Kód obce: 544256

Počet obyvatel: 94 463 (2020)

Rozloha: 55,56 km²

Počet částí obce: 7

Počet domů: 10 789 (2011)

Vodárenská společnost: ČEVAK a.s.

Hlavní úpravny pitné vody: Úpravna vody Plav

Hlavní zdroj surové vody: řeka Malše

Cena vodného a stočného celkem s DPH (10%) za 1m³ : 75,12 Kč

Zdroj: ČSÚ,

<https://www.cevak.cz/qf/cs/ramjet/moje-obec/cenik-vodne-stocne?localPartId=403865>

Úpravna vody Plav je srdcem soustavy a druhou největší úpravnou vody v České republice. Zkušební provoz byl na úpravně zahájen 13. listopadu 1981.

Úpravna je vybavena třístupňovou technologií – I. stupeň tvoří čiření síranem železitým ve 14 usazovacích nádržích, navazující II. stupeň představuje filtrace na 14 pískových filtrech. Od roku 2015 je systém doplněn o III. stupeň, tvořený GAU filtry s granulovaným aktivním uhlím. Úpravna vody Plav je schopna vyrobit až 1400 litrů pitné vody za sekundu. Současný výkon se pohybuje kolem 550 litrů za sekundu.

Zdroj: <https://www.jvs.cz/upravna-vody-plav>

Tabulka č. 12: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Plav

Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Plav			
Ukazatele	Jednotky	Limit	ÚV Plav
koliformní b.	KTJ/100ml	0	0
Esterechia coli	KTJ/100ml	0	0
enterokoky	KTJ/100ml	0	0
amonné ionty	mg/l	0,5	0,06
barva	mg/l	20	<5
dusičnany	mg/l	50	7,1
dusitany	mg/l	0,5	0,098
hořčík	mg/l	20-30*	6,1
chlor volný	mg/l	0,3	0,06
chloridy	mg/l	100	14
konduktivita	mS/m	125	24,9
pH		6,5-9,5	8,4
sírany	mg/l	250	35
TOC	mg/l	5	1,95
trihalomethany	µg/l	100	2,28
tvrdost vody	mmol/l	2-3,5*	0,88
vápník	mg/l	40-80*	40
zákal	ZF/n	5	<0,15
železo	mg/l	0,2	<0,05

*Doporučená hodnota

5.2.6 Liberec

Statistické údaje:

Status: statutární město

Kód obce: 563889

Počet obyvatel: 104 802 (2020)

Rozloha: 106,09 km²

Počet částí obce: 33

Počet domů: 12 253 (2011)

Vodárenská společnost: Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.

Hlavní úpravny pitné vody: Úpravna vody Bedřichov

Hlavní zdroj surové vody: nádrž Josefův Důl

Cena vodného a stočného celkem s DPH (10%) za 1m³: 104,77 Kč

Zdroj: ČSÚ,

<https://www.scvk.cz/vse-o-vode/ceny-vody/>

ÚV Bedřichov v Jizerských horách je významným zdrojem skupinového vodovodu Liberec – Jablonec nad Nisou. Do provozu byla uvedena v roce 1987. Surovou vodu odebírá z vodního díla Josefův Důl, vybudovaném na říčce Kamenici. Díky moderním technologiím se nyní vyrovná i s výkyvy v kvalitě surové vody.

Maximální výkon (výroba upravené pitné vody) ÚV činí 370 litrů za sekundu, průměrný výkon dosahuje 190 l/s. Z ÚV Bedřichov zásobují SčVK (Severočeské vodovody a kanalizace, pozn. autora) pitnou vodou přibližně 55 000 obyvatel, především v krajském městě Liberec.

Zdroj: <https://www.nase-voda.cz/rekonstruovana-upravna-vody-bedrichov-zasobuje-55-000-obyvatel/>

Tabulka č. 13: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Bedřichov

Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Bedřichov			
Ukazatele	Jednotky	Limit	ÚV Bedřichov
koliformní b.	KTJ/100ml	0	0
Esterechia coli	KTJ/100ml	0	0
enterokoky	KTJ/100ml	0	0
amonné ionty	mg/l	0,5	0,01
barva	mg/l	20	3
duičnany	mg/l	50	0,1
dusitany	mg/l	0,5	0,029
hořčík	mg/l	20-30*	0,55
chlor volný	mg/l	0,3	0,01
chloridy	mg/l	100	0
konduktivita	mS/m	125	17,7
pH		6,5-9,5	7,36
sírany	mg/l	250	23,6
TOC	mg/l	5	
trihalomethany	µg/l	100	2,48
tvrdost vody	mmol/l	2-3,5*	0,83
vápník	mg/l	40-80*	32,5
zákal	ZF/n	5	0,5
železo	mg/l	0,2	0,04

*Doporučená hodnota

5.2.7 Jihlava

Statistické údaje:

Status: statutární město

Kód obce: 563889

Počet obyvatel: 51 216 (2020)

Rozloha: 78,85 km²

Počet částí obce: 17

Počet domů: 6161 (2011)

Vodárenská společnost: SLUŽBY MĚSTA JIHLAVY s.r.o, VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST a.s.

Hlavní úpravny pitné vody: Úpravna vody Hosov

Hlavní zdroj surové vody: nádrž Hubenov

Cena vodného a stočného celkem s DPH (10%) za 1m³: 99,96 Kč

Zdroj: ČSÚ,

<https://vodarenska.cz/cena-vody/>,

<https://www.jihlava.cz/vodarenstvi-v-jihlave/ds-57526>

Úpravna Hosov byla uvedena do provozu v květnu 1973. Další technologie na úpravu vody byly doplněny při modernizaci za 170 milionů korun prováděné v letech 1999 až 2001. Úpravnu provozuje jihlavská divize Vodárenské akciové společnosti. Hlavním zdrojem surové vody je vodní nádrž Hubenov s celkovou rozlohou 55ha. Průměrný denní výkon ÚV Hosov je 130 l/s, její maximální výkon je až 240 l/s. Jako záložní zdroj při havarijních situacích jsou zde připraveni na čerpání surové vody z řeky Jihlavy, nebo na přivádění z ÚP Nová Říše.

Zdroj: <http://www.ovodarenstvi.cz/clanky/upravna-pitne-vody-hosov-slouzi-jihlavanum-45-let>,

Tabulka č. 14: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Hosov

Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Hosov			
Ukazatele	Jednotky	Limit	ÚV Hosov
koliformní b.	KTJ/100ml	0	0
Esterechia coli	KTJ/100ml	0	0
enterokoky	KTJ/100ml	0	0
amonné ionty	mg/l	0,5	<0,02
barva	mg/l	20	7
dusičnany	mg/l	50	7,58
dusitany	mg/l	0,5	<0,05
hořčík	mg/l	20-30*	5,54
chlor volný	mg/l	0,3	<0,03
chloridy	mg/l	100	12,1
konduktivita	mS/m	125	27,3
pH		6,5-9,5	8,2
sírany	mg/l	250	67,5
TOC	mg/l	5	
trihalomethany	µg/l	100	2
tvrdost vody	mmol/l	2-3,5*	1,19
vápník	mg/l	40-80*	38,4
zákal	ZF/n	5	0,41
železo	mg/l	0,2	0,076

*Doporučená hodnota

5.2.8 Hradec Králové

Statistické údaje:

Status: statutární město

Kód obce: 569810

Počet obyvatel: 92 939 (2020)

Rozloha: 105,69 km²

Počet částí obce: 21

Počet domů: 11 815 (2011)

Vodárenská společnost: Královéhradecká provozní, a.s., Vodovody a kanalizace Hradec Králové a.s.

Hlavní úpravný pitné vody: Úpravna vody Hradec Králové

Hlavní zdroj surové vody: řeka Orlice, podzemní zdroje Litá

Cena vodného a stočného celkem s DPH (10%) za 1m³: 91,14 Kč

Zdroj: ČSÚ,

<https://www.khp.cz/vse-o-vode/ceny/>

Úpravna vody byla uvedena do provozu v roce 1963. Zdrojem surové vody je řeka Orlice. Původně byl realizovaný výkon úpravní vody 300 l/s. Po vybudování vodního zdroje Litá a vodárenského soustavy Východní Čechy byl povolený odběr vody z řeky Orlice snížen na 150 l/s. a úpravna pitné vody Orlice se stala záložním vodárenským zdrojem pro případ sucha a nedostatku vody z podzemních zdrojů. V letech 2012 – 2014 byla provedena rekonstrukce a modernizace úpravní na výkon 150 l/s. Od roku 2015 je úpravna provozována jako plnohodnotný zdroj vody ve Vodárenské soustavě Východní Čechy s přerušovaným provozem. V příštích letech se plánuje rozšíření max. kapacity z nynějších 150 l/s na 250 l/s, pro zvýšení jistoty dodávky pitné vody při snížení hladiny podzemních vod během období sucha.

Zdroj: <https://www.vakhk.cz/Upravna-vody-Hradec-Kralove.html>,

<https://www.nase-voda.cz/vak-hradec-kralove-zvysi-kapacitu-upravny-vody-o-dve-tretiny/>

Tabulka č. 15: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Hradec Králové

Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Hradec Králové			
Ukazatele	Jednotky	Limit	ÚV Hradec Králové Orlice
koliformní b.	KTJ/100ml	0	0
Esterechia coli	KTJ/100ml	0	0
enterokoky	KTJ/100ml	0	0
amonné ionty	mg/l	0,5	<0,14
barva	mg/l	20	<5
dusičnany	mg/l	50	12,5
dusitany	mg/l	0,5	0,057
hořčík	mg/l	20-30*	11
chlor volný	mg/l	0,3	0,07
chloridy	mg/l	100	15,4
konduktivita	mS/m	125	39,5
pH		6,5-9,5	7,7
sírany	mg/l	250	71
TOC	mg/l	5	3,2
trihalomethany	µg/l	100	0
tvrdost vody	mmol/l	2-3,5*	1,8
vápník	mg/l	40-80*	53,8
zákal	ZF/n	5	0,24
železo	mg/l	0,2	<0,03

*Doporučená hodnota

5.2.9 Pardubice

Statistické údaje:

Status: statutární město

Kód obce: 555134

Počet obyvatel: 91 727 (2020)

Rozloha: 82,655 km²

Počet částí obce: 27

Počet domů: 10 462 (2011)

Vodárenská společnost: Vodovody a kanalizace Pardubice a.s.

Hlavní úpravny pitné vody: Úpravna vody Hrobice

Hlavní zdroj surové vody: písník Oplatil, podzemní zdroje: Hrobice, Čeperka

Cena vodného a stočného celkem s DPH (10%) za 1m³: 98,30 Kč

Zdroj: ČSÚ,

http://www.vakpce.cz/pdf/tz/tiskova_zprava_20201125_vodne_a_stocne_na_rok_2021.pdf

Úpravna pitné vody v Hrobicích byla postavena v roce 1959. Kapacita úpravny byla po modernizaci v roce 1997 navržena tak, aby zásobovala pitnou vodou města Pardubice, Lázně Bohdaneč a okolní přilehlé obce. Její maximální výkon je 200 l/s.

Také je záložním zdrojem pitné vody pro město Hradec Králové. Upravená pitná voda je čerpána do vodojemu na Kunětické hoře a odtud dále ke spotřebiteli.

Provozovatelem úpravny je akciová společnost Vodovody a kanalizace Pardubice.

Pardubice patří do Vodárenské soustavy Východní Čechy, která umožňuje zastupitelnost při haváriích a také dokonalé využití současných zdrojů pitné vody.

Zdroj: www.reliance-scada.com/cs/success-stories/water-wastewater/modernization-of-the-control-system-for-the-hrobice-drinking-water-treatment-plant

Tabulka č. 16: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Hrobice

Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Hrobice			
Ukazatele	Jednotky	Limit	ÚV Hrobice
koliformní b.	KTJ/100ml	0	0
Esterechia coli	KTJ/100ml	0	0
enterokoky	KTJ/100ml	0	0
amonné ionty	mg/l	0,5	<0,02
barva	mg/l	20	<4
dusičnany	mg/l	50	3,4
dusitany	mg/l	0,5	<0,02
hořčík	mg/l	20-30	9,73
chlor volný	mg/l	0,3	<0,02
chloridy	mg/l	100	41,7
konduktivita	mS/m	125	70,1
pH		6,5-9,5	8,01
sírany	mg/l	250	136
TOC	mg/l	5	2,8
trihalomethany	µg/l	100	15,5
tvrdost vody	mmol/l	2-3,5	3,07
vápník	mg/l	40-80	107
zákal	ZF/n	5	1,7
železo	mg/l	0,2	0,2

*Doporučená hodnota

5.2.10 Olomouc

Statistické údaje:

Status: statutární město

Kód obce: 500496

Počet obyvatel: 100 663 (2020)

Rozloha: 103,4 km²

Počet částí obce: 26

Počet domů: 10 657 (2011)

Vodárenská společnost: MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ a.s.

Hlavní úpravny pitné vody: Úpravna vody Černovír

Hlavní zdroj surové vody: prameniště: Černovír, Štěpánov, Moravská Hružová, Chomutov

Cena vodného a stočného celkem s DPH (10%) za 1m³: 89,18 Kč

Zdroj: ČSÚ,

<https://www.smv.cz/zakaznici/fakturace-a-ceny/ceny-vodneho-a-stocneho/cena-vody-pro-rok-2021/>

Úpravna vody Černovír spolu s úpravnou vody Příkazy zásobují systém Skupinového vodovodu Olomouc, který provozuje společnost MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s. Byla uvedena do provozu v roce 1972. Čerpala vodu z podzemních zdrojů, z pramenišť, která byla dříve upravována pouze odkyselením, aerací a desinfekcí. Po povodních v roce 1997 se kvalita podzemní surové vody značně zhoršila a byla nutná rekonstrukce úpravní a modernizace technologií, jako doplnění dávkování manganistanu draselného, koagulantu a ozónu. Její současný maximální výkon je 300 l/s.

Zdroj: <https://www.smv.cz/media/tiskove-zpravy/tiskove-zpravy-2016/upravna-vody-cernovir/>

Tabulka č. 17: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Černovír

Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Černovír			
Ukazatele	Jednotky	Limit	ÚV Černovír
koliformní b.	KTJ/100ml	0	0
Esterechia coli	KTJ/100ml	0	0
enterokoky	KTJ/100ml	0	0
amonné ionty	mg/l	0,5	<0,05
barva	mg/l	20	12
dusičnany	mg/l	50	18,2
dusitany	mg/l	0,5	<0,007
hořčík	mg/l	20-30*	16,2
chlor volný	mg/l	0,3	0,38**
chloridy	mg/l	100	45,3
konduktivita	mS/m	125	73,8
pH		6,5-9,5	7,2
sírany	mg/l	250	53,1
TOC	mg/l	5	
trihalomethany	µg/l	100	20,8
tvrdost vody	mmol/l	2-3,5*	3,36
vápník	mg/l	40-80*	108
zákal	ZF/n	5	0,38
železo	mg/l	0,2	<0,05

*Doporučená hodnota

**Na výstupu ÚV je mezní hodnota ukazatele ze zákona 0,4 mg/l

5.2.11 Brno

Statistické údaje:

Status: statutární město

Kód obce: 582786

Počet obyvatel: 381 346 (2020)

Rozloha: 230,18 km²

Počet částí obce: 48

Počet domů: 40 676 (2011)

Vodárenská společnost: Brněnské vodárny a kanalizace a.s.

Hlavní úpravný pitné vody: Úpravna vody Švařec

Hlavní zdroj surové vody: nádrž Vír I, prameniště Březová nad Svitavou

Cena vodného a stočného celkem s DPH (10%) za 1m³: 85,21 Kč

Zdroj: ČSÚ,

<https://www.bvk.cz/zakaznikum/cenik/vodne-a-stocne>

Umístění úpravní vody Švařec bylo navrženo v údolí řeky Svratky asi 5 km vzdušnou čarou od hráze nádrže Vír, odkud se voda do úpravní přivádí. Úpravna byla projektována na maximální výkon 2300 l/s. V průběhu výstavby byl plánovaný výkon dočasně redukován sníženou kapacitou filtrace na 1150 l/s z důvodu klesající tendence spotřeb vody. Přehradní nádrž má vyhlášena pásma hygienické ochrany, je zde zakázáno koupání a rybolov. Dalším zdrojem pitné vody pro Brno je prameniště Březová nad Svitavou. Podzemní voda se do Brna dostává II. březovským přivaděčem a prochází pouze dezinfekcí. Voda splňuje veškeré limity a je natolik kvalitní, že se nemusí upravovat. Maximální průtok přivaděče je 1140 l/s.

Zdroj: <https://www.bvk.cz/o-spolecnosti/zasobovani-pitnou-vodou/brezovske-privadece>,

<https://www.bvk.cz/o-spolecnosti/zasobovani-pitnou-vodou/uv-svarec-vov>

Tabulka č. 18: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Švařec

Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Švařec			
Ukazatele	Jednotky	Limit	ÚV Švařec
koliformní b.	KTJ/100ml	0	0
Esterechia coli	KTJ/100ml	0	0
enterokoky	KTJ/100ml	0	0
amonné ionty	mg/l	0,5	<0,03
barva	mg/l	20	5
dusičnany	mg/l	50	29,6
dusitany	mg/l	0,5	0,005
hořčík	mg/l	20-30*	3,49
chlor volný	mg/l	0,3	0,25
chloridy	mg/l	100	18,8
konduktivita	mS/m	125	46,7
pH		6,5-9,5	7,51
sírany	mg/l	250	45,3
TOC	mg/l	5	1,65
trihalomethany	µg/l	100	4,1
tvrdost vody	mmol/l	2-3,5*	2,37
vápník	mg/l	40-80*	80,2
zákal	ZF/n	5	0,18
železo	mg/l	0,2	0,03

*Doporučená hodnota

5.2.12 Zlín

Statistické údaje:

Status: statutární město

Kód obce: 585068

Počet obyvatel: 74 935 (2020)

Rozloha: 102,83 km²

Počet částí obce: 16

Počet domů: 12 787 (2011)

Vodárenská společnost: Vodovody a kanalizace Zlín a.s., MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ a.s.

Hlavní úpravny pitné vody: Úpravna vody Klečůvka, Úpravna vody Tlumačov

Hlavní zdroj surové vody: ÚV Klečůvka: přehrada Slušovice, ÚV Tlumačov:

podzemní zdroje Tlumačovský les, Kvasice-Štěrkoviště

Cena vodného a stočného celkem s DPH (10%) za 1m³: 90,47 Kč

Zdroj: ČSÚ,

<https://www.smv.cz/zakaznici/fakturace-a-ceny/ceny-vodneho-a-stocneho/>

Město Zlín je zásobováno dvěma hlavními úpravami v poměru 1:1. Západní část města je zásobována úpravou vody Tlumačov, která čerpá surovou vodu z podzemních zdrojů v oblasti Tlumačova a Kvasic. V roce 2018 prošla modernizací, byly sem přidány technologie dávkování ozonu a filtrace aktivním uhlím. Její maximální kapacita je 350 l/s. Východní část je zásobována ÚV Klečůvka. Ta byla vybudována v roce 1975 a v roce 2003 prošla modernizací. Jejím zdrojem surové vody je vodní nádrž Slušovice. Průměrně denně vyrábí 160 l/s pitné vody. Obě úpravny jsou navzájem zastupitelné a při havarijních situacích jsou schopny zásobovat město Zlín jednotlivě.

Zdroj: <https://www.smv.cz/kontakty/provozy-spolecnosti/>, <https://www.smv.cz/aktuality/voda-z-tlumacova-je-kvalitnejsi/>

Tabulka č. 19: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Klečůvka

Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Klečůvka			
Ukazatele	Jednotky	Limit	ÚV Klečůvka
koliformní b.	KTJ/100ml	0	0
Esterechia coli	KTJ/100ml	0	0
enterokoky	KTJ/100ml	0	0
amonné ionty	mg/l	0,5	<0,05
barva	mg/l	20	7,8
dusičnany	mg/l	50	4,9
dusitany	mg/l	0,5	<0,005
hořčík	mg/l	20-30*	9,4
chlor volný	mg/l	0,3	0,15
chloridy	mg/l	100	11,0
konduktivita	mS/m	125	32,7
pH		6,5-9,5	7,79
sírany	mg/l	250	35,5
TOC	mg/l	5	2,3
trihalomethany	µg/l	100	26,8
tvrdost vody	mmol/l	2-3,5*	1,57
vápník	mg/l	40-80*	57,8
zákal	ZF/n	5	1,0
železo	mg/l	0,2	0,03

*Doporučená hodnota

5.2.13 Ostrava

Statistické údaje:

Status: statutární město

Kód obce: 554821

Počet obyvatel: 287 968 (2020)

Rozloha: 214,23 km²

Počet částí obce: 37

Počet domů: 26 188 (2011)

Vodárenská společnost: Ostravské vodárny a kanalizace a.s., Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava a.s.

Hlavní úpravny pitné vody: Úpravna vody Nová Ves

Hlavní zdroj surové vody: nádrž Šance

Cena vodného a stočného celkem s DPH (10%) za 1m³: 84,66 Kč

Zdroj: ČSÚ,

<https://www.ovak.cz/index.php?structure=117&lang=1>

ÚV Nová Ves byla uvedena do provozu v roce 1969. Plně dokončena byla roku 1973. Tato úpravna je provozována společností Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava a.s. a je součástí Ostravského oblastního vodovodu. Surová voda je sem gravitačně přiváděna z vodní nádrže Šance. Maximální kapacita ÚV Nová ves je 2200 l/s. Na přiváděči surové vody byla v roce 1994 postavena vodní elektrárna, která ročně pokryje přes 70% spotřeby elektrické energie úpravny.

Zdroj: [http://www.smvak.cz/documents/20182/64087/Factsheet-](http://www.smvak.cz/documents/20182/64087/Factsheet-Upravna%20Nov%C3%A1%20Ves.pdf/69675f2c-c8c7-490e-8f93-9a70a400b70c)

[Upravna%20Nov%C3%A1%20Ves.pdf/69675f2c-c8c7-490e-8f93-9a70a400b70c](http://www.smvak.cz/documents/20182/64087/Factsheet-Upravna%20Nov%C3%A1%20Ves.pdf/69675f2c-c8c7-490e-8f93-9a70a400b70c)

Tabulka č. 20: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Nová Ves

Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Nová Ves			
Ukazatele	Jednotky	Limit	ÚV Nová Ves
koliformní b.	KTJ/100ml	0	0
Esterechia coli	KTJ/100ml	0	0
enterokoky	KTJ/100ml	0	0
amonné ionty	mg/l	0,5	<0,042
barva	mg/l	20	3
dusičnany	mg/l	50	3,86
dusitany	mg/l	0,5	<0,01
hořčík	mg/l	20-30*	12,3
chlor volný	mg/l	0,3	0,12
chloridy	mg/l	100	43,6
konduktivita	mS/m	125	65
pH		6,5-9,5	8,1
sírany	mg/l	250	114
TOC	mg/l	5	1,9
trihalomethany	µg/l	100	
tvrdost vody	mmol/l	2-3,5*	2,42
vápník	mg/l	40-80*	76,6
zákal	ZF/n	5	0,2
železo	mg/l	0,2	0,009

*Doporučená hodnota

6 Výsledky

Po zpracování této bakalářské práce a zkompletování všech výsledků rozborů si již můžu vytvořit svůj pohled na stav vodohospodářství a kvality kohoutkové vody v České republice. Dle mého názoru je kvalita distribuce pitné vody na vysoké úrovni a vyrobená pitná voda splňuje všechny předpisové limity. Kvalitní pitná voda je dostupná na celém území Česka. Ceny se ale mohou výrazně lišit. Nejvíce zaplatí za 1m³ pitné vody (vodné + stočné s DPH 10%) obyvatelé Ústí nad Labem a Liberce. Cena zde činí 104,77 Kč/1m³. Naopak nejlevnější vodu mají v Karlových Varech, zde stojí 1m³ pitné vody 74,32 Kč. Při průměrné spotřebě 90 l/den/osoba může tento cenový rozdíl za rok vyšplhat až na 1000 Kč. Průměrná cena vodného a stočného v krajských městech Česka je 92,18 Kč/1m³.

V České republice převažuje množství odebrané povrchové vody množství odebrané vody podzemní, a to v poměru cca 3:1. Jinak tomu není ani u krajských měst. Upravenou podzemní vodu dodává ve větším množství celkem 5 měst: Hradec Králové, Pardubice, Olomouc, Brno a Zlín. V Hradci Králové a Pardubicích je množství dodávané upravené podzemní vody ovlivněno hlavně sezónním suchem. Tyto města jsou navzájem propojena vodovodní sítí a jsou schopna si v dodávání pitné vody vypomáhat, když to situace vyžaduje. V Brně jsou lidé zvyklí na vodu z podzemních zdrojů v Březové nad Svitavou. Tato voda je velmi kvalitní a nemusí se upravovat, je pouze dezinfikována. Zbytek krajských měst je závislý především na povrchové surové vodě odebírané z vodních toků, nebo nádrží.

Nejtvrdší vodu mají v Olomouci, upravenou v úpravně Černovír, hodnota tvrdosti je zde 3,36 mmol/l. Takováto tvrdost je ale stále v doporučeném rozmezí daného zákonem. Tvrdá voda může mít negativní účinky na spotřebiče v domácnosti. Při zahřívání se na trubní systémy, pračky nebo rychlovarné konvice uzasuje takzvaný vodní kámen a vede k výskytu závad. Problém s tvrdou vodou se dá vyřešit jejím změkčením. Centrální změkčení na jedné straně zvyšuje spotřebu energie, písku a chemikálií v úpravně vody, ale na druhé straně snižuje dopady na životní prostředí a využívání zdrojů v domácnostech a v průmyslu. Toto porovnání vychází z posouzení životního cyklu (LCA, norma ČSN, EN ISO 14044, 2006), které se zabývá dopady na životní prostředí včetně spotřeby energie, písku, chemických látek ve vodárnách a dosažených úspor v domácnostech. (Godskesen, et al., 2012) V Dánském městě Kodaň, kde byl proveden tento experiment, vyšlo najevo, že změkčení vody s sebou nese menší dopad na životní prostředí a také vyšší úspory pro domácnosti a průmysl. Ostatní města disponují spíše středně tvrdou nebo měkkou vodou. Nejměkkší vodu mají v Liberci a Ústí nad Labem. Hodnota tvrdosti je zde 0,83 mmol/l. Měkká voda umožňuje lepší působení pracích prostředků, nebo rozpouštění a pění mýdla. Z dlouhodobého hlediska může mít ale konzumace velmi měkkých vod negativní účinky na srdečně-cévní systém lidského těla. Neobsahuje totiž pro naše tělo potřebné množství minerálů, zejména hořčíku, vápníku nebo sodíku.

Obsah hořčíku v jeho doporučené hodnotě 20-30 mg/l nespĺňuje ani jedno z krajských měst. Druhý limit pro tento prvek, minimální hodnotu 10 mg/l splňují pouze Olomouc (16,2 mg/l), Ostrava (12,3 mg/l) a Hradec Králové (11 mg/l). Ostatní města jsou hluboko pod touto hodnotou. Úplně nejnižší obsah hořčíku byl zjištěn v Liberci, 0,55 mg/l. Další města s vodou s velmi nízkým obsahem hořčíku jsou Brno (3,49 mg/l) a Ústí nad Labem (3 mg/l). Pro uživatele těchto vod je doporučena konzumace také minerálních balených vod, kvůli příjmu prvků důležitých pro naše tělo. I přesto, že hodnoty nespĺňují limity, není voda zdraví škodlivá. Vyhláška 252/2004 Sb. uvádí: „U surových nebo pitných vod, u kterých je při úpravě uměle snižován obsah vápníku nebo hořčíku, nesmí být po úpravě obsah hořčíku nižší než 10 mg/l a obsah vápníku nižší než 30 mg/l.“, z čehož vyplývá, že pokud nebyl uměle hořčík snižován, tak může být hodnota nižší než 10 mg/l. V této vyhlášce však také stojí: „Pro všechny vody platí, že cílem je dosažení doporučené hodnoty.“, což u výsledků rozborů v této práci neplatí.

Hodnoty obsahu vápníku v odebraných vzorcích jsou na tom o poznání lépe, než hodnoty hořčíku. Minimální hodnotu 30 mg/l nespĺňují pouze Karlovy Vary a Ústí nad Labem. O těchto městech můžeme celkově říci, že mají velmi málo mineralizovanou vodu. Při její dlouhodobé konzumaci může docházet ke zdravotním problémům spojených s krevním tlakem, srdcem a cévami. Opačným případem jsou města Olomouc a Pardubice, zde je vápník ve vodě v obsahu 107 a 108 mg/l. Zvýšené množství není zdraví škodlivé.

Za velmi důležité, považuji to, že žádný ze vzorků neukázal přítomnost bakteriálního, či fekálního znečištění. Escherichia Coli a koliformní bakterie se ze zákona nesmí vůbec ve vodě vyskytovat. Koliformní bakterie mohou při přímém požití způsobit velké žaludeční a střevní potíže. V roce 2014 se tyto bakterie objevily v pražských Dejvicích, na Praze 6. Způsobily střevní potíže nejméně pěti tisícům obyvatel a několik desítek skončilo v nemocnici. Poškození obyvatelé byli finančně odškodněni.

Ph všech odebraných vzorků splňuje předpisové hodnoty, tedy rozmezí 6,5 - 9,5. Nevyšší Ph bylo naměřeno v Českých Budějovicích, jeho hodnota je 8,4, tedy spíše zásadité. Vyšší hodnota Ph může snížit účinnost dezinfekce a také může vodě dodat nepřijemnou chuť.

Amonné ionty NH_4^+ , upozorňující na možnou kontaminaci pitné vody dusíkatými hnojivy ze zemědělství, se v největším množství objevily ve vzorku z Hradce Králové. Jejich hodnota je zde 0,14 mg/l, což je o přibližně jednu desetinu miligramu více než ve všech ostatních městech.

Dalším indikátorem znečištění hnojivy, nebo únikem z odpadních vod může být zvýšená koncentrace dusičnanů (NO_3^-). Nejvíce dusičnanů, v množství 29,6 mg/l, se objevuje v Brně, ve vodě z ÚV Švařec. Takovéto množství nemá vliv na zdraví dospělého člověka. Mohlo by však ohrozit kojence, u kterých by při reakci dusičnanů s hemoglobinem mohl vznikat methemoglobin. Ten není schopen přenášet kyslík a dochází k zadušování organismu – cyanóze.

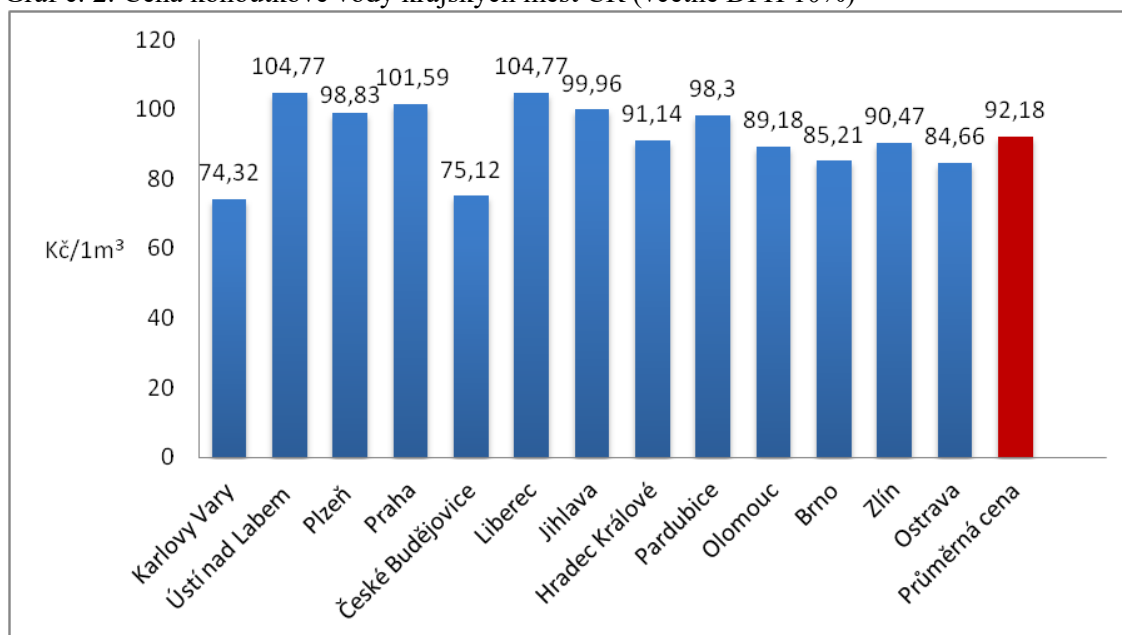
Železo se vodě vyskytuje běžně. Jeho vyšší koncentrace se může objevovat při korozi potrubí. Nejvyšší koncentrace železa ve vodě byla naměřena v Pardubicích, 0,2 mg/l. Mezní hodnota pro tento ukazatel je přesně 0,2 mg/l, takže tato hodnota je stále v souladu s legislativou. Pokud by ale koncentrace byla vyšší než 0,3 mg/l, mohla by výrazně ovlivnit organoleptické ukazatele jakosti, jako je chuť, barva nebo zákal. Právě v Pardubicích je hodnota zákalu také nejvyšší, 1,7 ZF/n. Tyto dvě hodnoty spolu úzce souvisí a mohou poukazovat na možnou závadu na distribuční

síti. Uvolňování železa ze zkorodovaných trubních systémů je hlavní příčinou problémů „barevné vody“ v rozvodech pitné vody. Korozní šupiny přítomné ve zkorodovaných železných potrubích omezují průtok vody a mohou také zhoršit kvalitu vody (Sarin, et al., 2004).

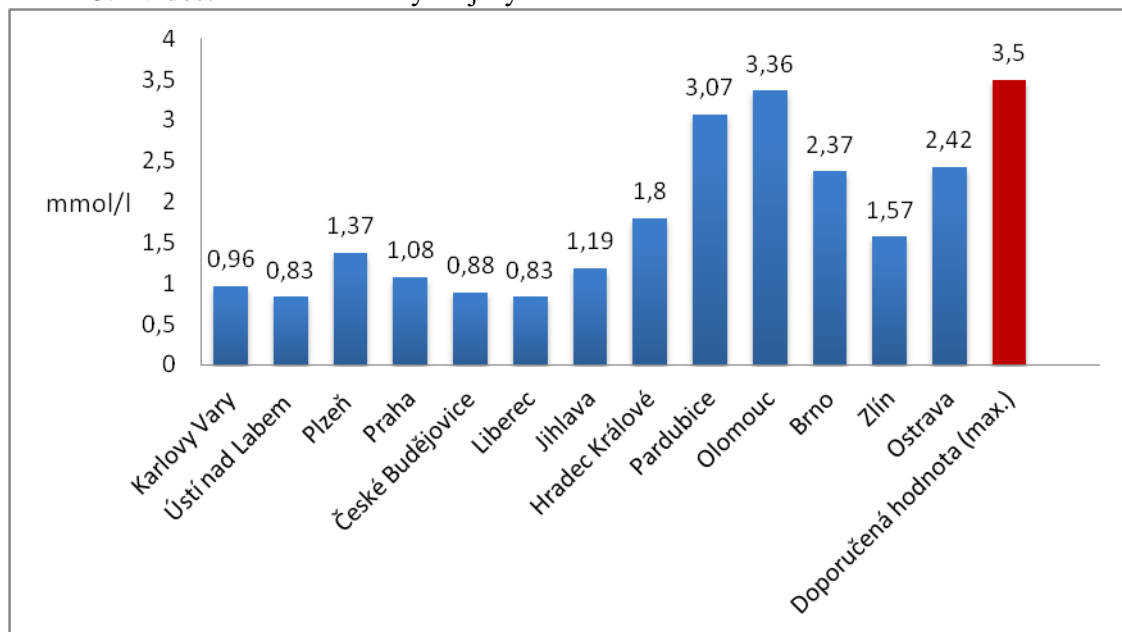
Nejvyšší koncentrace volného chloru u spotřebitele se objevuje v Praze, jedná se o vodu z ÚV Želivka. Volný chlor je zde zastoupen v pitné vodě v koncentraci 0,29 mg/l, tedy o jednu setinu miligramu nižší než je mezní hodnota daná zákonem. Druhá nejvyšší koncentrace chloru byla zjištěna v Brně. Zde se chlor ve vodě objevuje v množství 0,25 mg/l. Přítomnost zbytku volného chloru je nezbytná pro prevenci opětovného mikrobiálního růstu ve vodovodní síti. Nadměrná hodnota volného chlóru však může způsobit nepříznivé účinky a zdraví člověka (Zheng, et al., 2015). Jedná se především o kožní problémy. Chlor vysušuje kůži a zvyšuje její reaktivitu, tedy citlivost. To může vést ke vzniku, nebo zhoršení stavu kožních chorob jako jsou exémy, neboli dermatitida. Nejvíce náchylní na chlorovanou vodu jsou lidé se suchou pokožkou, nebo trpící atopickou dermatitidou. Volný chlór je plyn, tudíž z vody v rádech hodin vprchá. Je třeba neplést si ho s bělavým zákalem, který se ve vodě objevuje hned po napuštění vody a během pár minut zmizí, jedná se totiž o vzduch.

6.1 Grafické výstupy

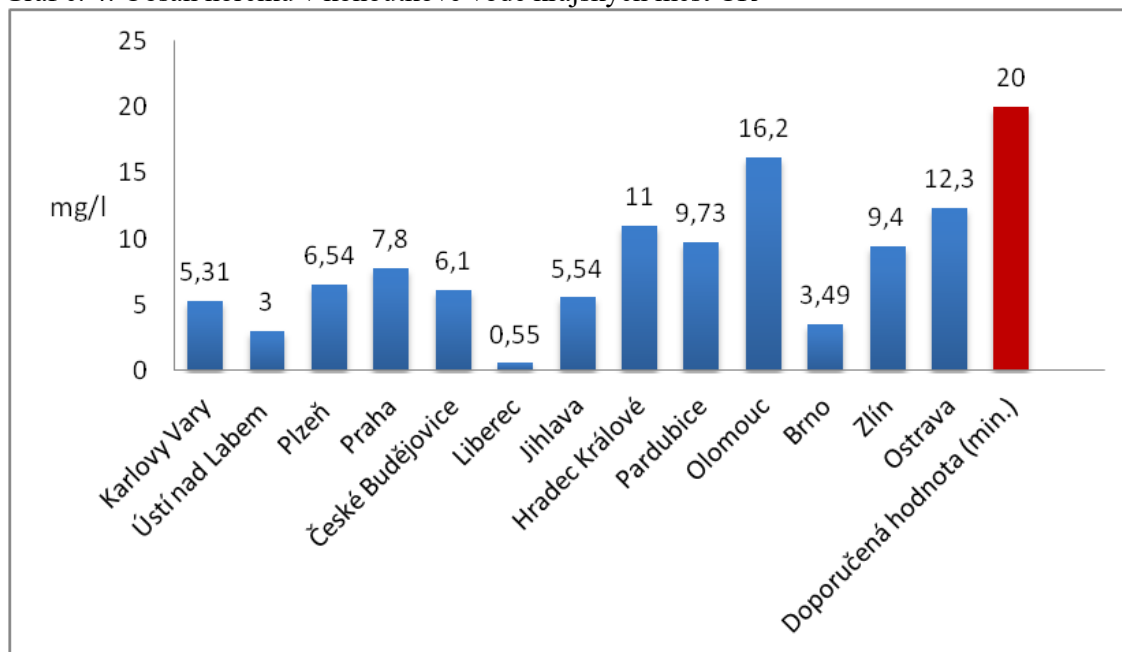
Graf č. 2: Cena kohoutkové vody krajských měst ČR (včetně DPH 10%)



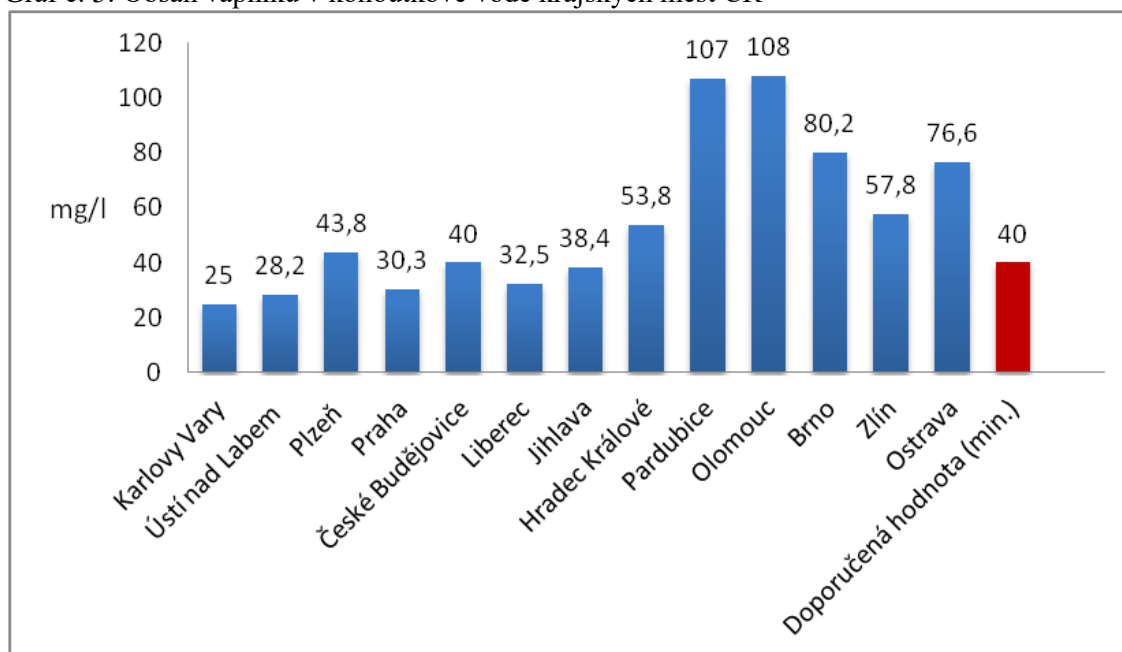
Graf č. 3: Tvrdost kohoutkové vody krajských měst ČR



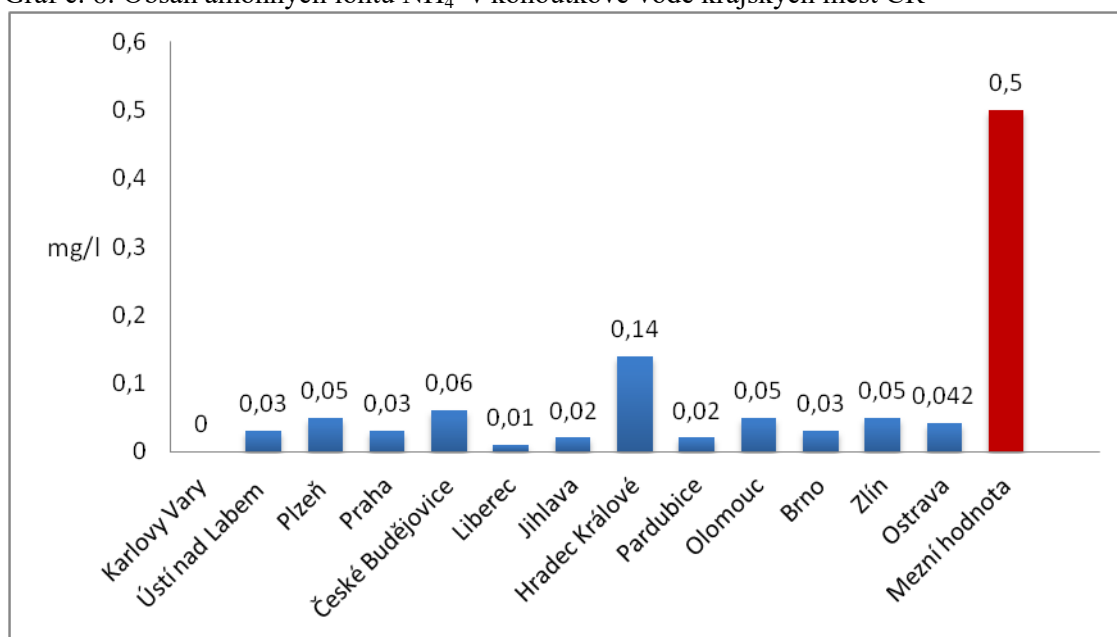
Graf č. 4: Obsah hořčíku v kohoutkové vodě krajských měst ČR



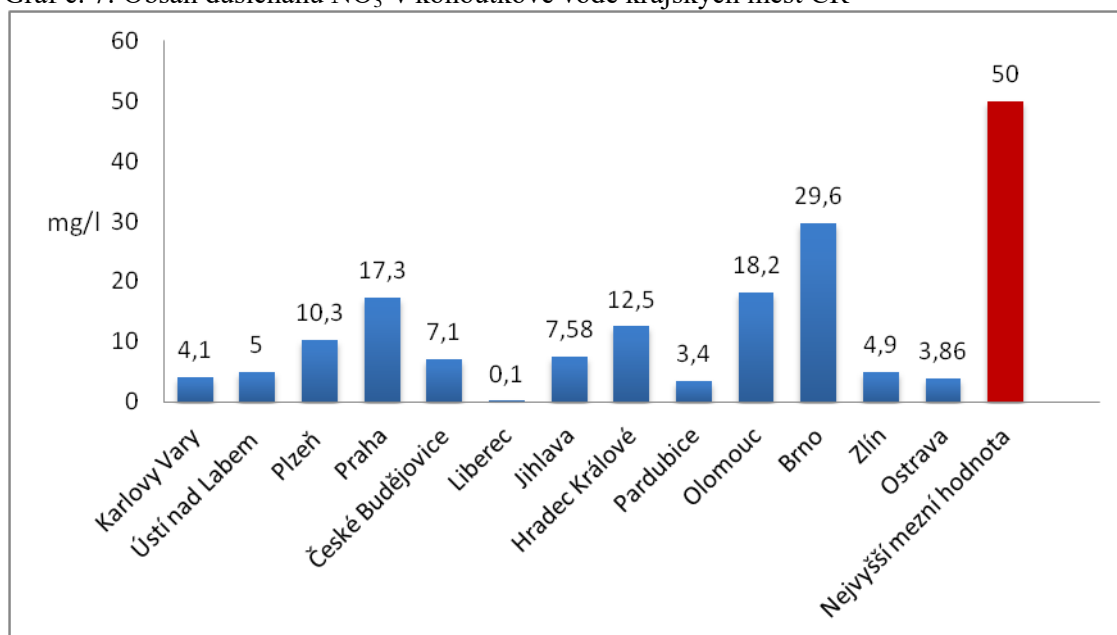
Graf č. 5: Obsah vápníku v kohoutkové vodě krajských měst ČR



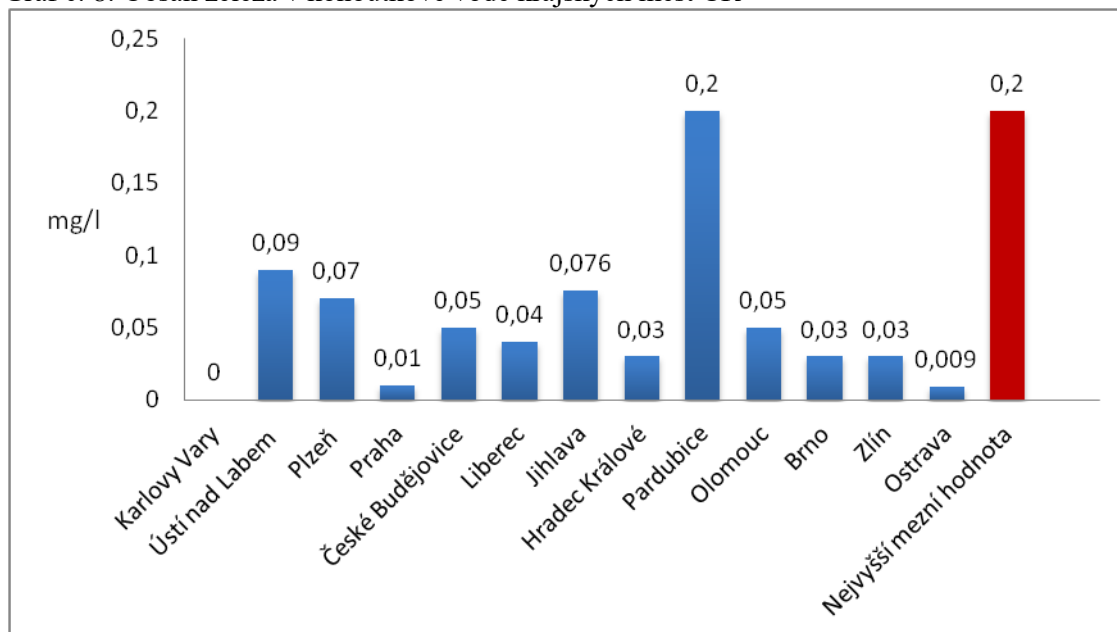
Graf č. 6: Obsah amonných iontů NH_4^+ v kohoutkové vodě krajských měst ČR



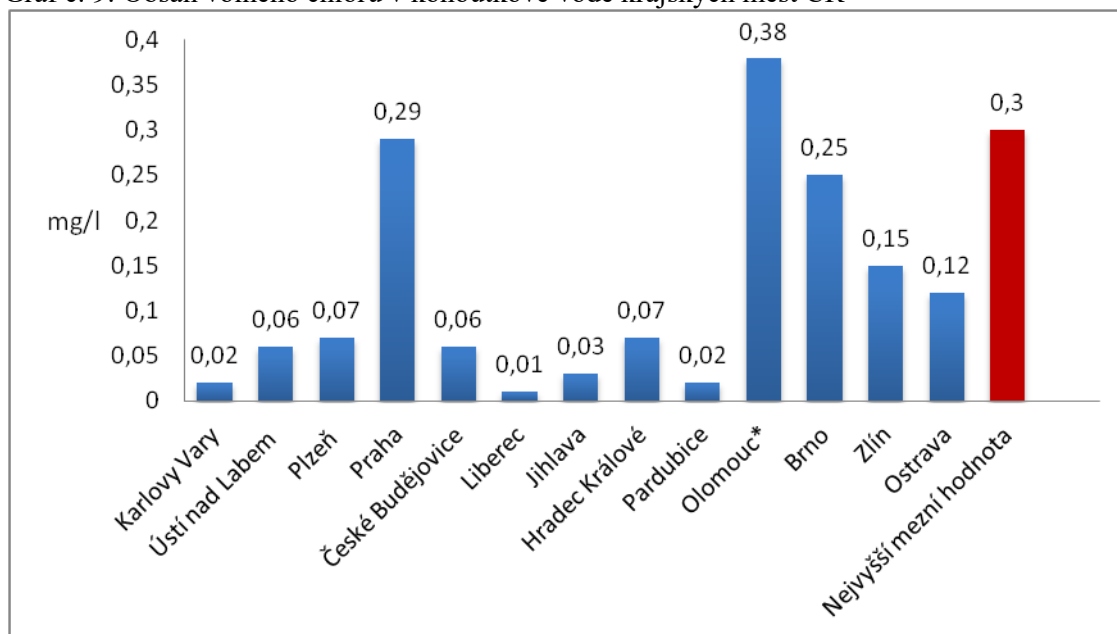
Graf č. 7: Obsah dusičnanů NO_3^- v kohoutkové vodě krajských měst ČR



Graf č. 8: Obsah železa v kohoutkové vodě krajských měst ČR



Graf č. 9: Obsah volného chlóru v kohoutkové vodě krajských měst ČR



*Na výstupu ÚV je mezní hodnota ukazatele ze zákona 0,4 mg/l

6.2 Diskuze

Voda se v krajských městech a celém Česku může považovat za velmi kvalitní. Je třeba dbát na udržení tohoto stavu a také na modernizaci technologií a využívání nových trendů. V této problematice existují moderní technologie, jako recyklace již použité vody, nebo systémy objevující úniky vody během distribuce. Ovšem se zde vyskytují také stále náročnější polutanty na jejich odstranění.

Využívání dešťových a upravených „šedých“ vod může vést ke snížení spotřeby kohoutkové vody a dopadu na životní prostředí a také ke zvýšení úspor v domácnostech za vodné a stočné. Šedá voda je člověkem znečištěná voda pitná. Pochází z umyvadel, toalet, praček nebo van. Po její úpravě se dá znovu využít. V zástavbách existuje řada místních použití pro dešťovou a šedou vodu včetně splachování toalet a pisoárů, mycí vody, chladicí vody do klimatizací, hašení požárů, čištění ulic, dekorativní fontány a další prvky (Engineering, and Medicine National Academies of Sciences, 2016). Takto zrecyklovaná voda s sebou může nést zdravotní a environmentální problémy. V roce 2008 byla ve státě Victoria v Austrálii zaznamenána menší epidemie legionářské nemoci (těžký zápal plic způsobený bakterií *Legionella pneumophila*). Lidé ve věku 30 až 55 let se nakazili při mytí auta v myčce, která využívala recyklovanou vodu, a to vdechnutím drobného aerosolu, který se při mytí auta vytváří (Kožíšek, 2012). V zásadě platí, že jako první krok je nutné definovat, k čemu má být vyčištěná voda používána. Poté se posoudí všechna možná zdravotní rizika a stanoví se hygienické cíle, které mají jak podobu definovaných požadavků na kvalitu vyčištěné vody, tak ale i požadavků na účinnost úpravy vody a její účinnosti. (Kožíšek, 2012)

Předcházení haváriím, nebo rychlá oprava problému na vodovodní síti může být také způsob jak zajistit plynulou dodávku pitné vody a snížit ztráty. Existuje mnoho účinných metod kontroly úniků a prasklin, například ultrazvuk a termografie. Tyto metody však vyžadují odborný lidský dohled a nepřispívají k dlouhodobému rozšiřitelnému monitorování sítí. Malé netěsnosti v distribuční síti zůstávají obvykle nezjištěné, protože dopad na celkový tlak v systému je nepostřehnutelný. V kanadském pokusu byla konvoluční neuronová síť s variačním autokodérem k detekci anomálií v laboratorním prostředí napojena na vodovodní potrubí a úspěšnost této metody v odhalení úniku 0,25 l/s byla 97,2% (Cody, et al., 2020). Neuronová síť se dokáže naučit obrovské množství dat v čase, spojit je a vytvořit výstup, který dokáže odhalit místo havárie. Tato metoda je velmi moderní a do budoucna to může být pro Česko, i celý svět, krok kupředu v oblasti vodárenství.

Rizikem pro kvalitu pitné vody může být růst počtu obyvatel a s ním spojený zvětšující se chemický průmysl. Věda, která se zabývá studiem osudu chemických látek v životním prostředí, se nazývá chemie životního prostředí, věda, která se zaměřuje přímo na účinky látek na ekosystémy, se nazývá ekotoxikologie. Vzhledem k rozvoji chemie v posledních desetiletích se v současné době polutanty (znečišťující látky) dělí na tradiční a moderní. Mezi tradiční patří například oxidy dusíku a síry, fosforečnany nebo těžké kovy, mezi moderní například antibiotika, hormonálně aktivní látky, cytostatika, zhaščeče hoření nebo látky z kosmetiky (Kotyza a kol., 2009). Látky z druhé skupiny bývají chemicky složitější, působí ve velmi nízkých (až obtížně měřitelných) koncentracích, těžko se rozkládají, jsou stabilní – perzistentní. Jedním z moderních polutantů jsou hormonálně aktivní látky. Ani zdaleka se však nejedná jen o hormonální antikoncepci. Mezi takové látky se řadí

všechny, které, byť vyrobeny s jiným záměrem, mají vliv na hormonální soustavu organismů. Hormonální soustava je založena na látkovém řízení organismu, je v souladu s nervovou soustavou a řídí přímo nebo nepřímo veškeré fyziologické procesy organismu, jako jsou růst, dospívání, rozmnožování, metabolismus, stresové reakce a činnost všech orgánů. Mezi cizorodé hormonálně aktivní látky, takzvané xenohormony či endokrinní disruptory, patří některé pesticidy, látky obsažené v kosmetice, v lécích, v hormonální antikoncepci, v čistících prostředcích nebo v plastech. A stále jsou objevovány další látky tohoto typu. Pohlavní xenohormony mohou měnit pohlaví u nedospělých živočichů – vznikají nepravé samice nebo nepraví samci (v případě androgenních látek), nepraví hermafroditi se samčími i samičími znaky, ale neplodní jedinci. Dále mohou způsobit neplodnost dospělých živočichů a rakovinu, poškozovat vajíčka a plod nebo měnit některé prvky chování a vzhledu související s pohlavním životem (např. druhotné pohlavní znaky). V případě ostatních xenohormonů byly zaznamenány deformace těla vyvíjejících se organismů, změny počtu končetin, měknutí skořápek vajíček, poruchy růstu a další. Je důležité upozornit, že dospělce už žádný xenohormon na opačné pohlaví nepředělá. To je možné jen při působení před narozením, po něm a v mládí, před dospěním. Dospělý jedinec je ovšem ohrožen ztrátou plodnosti – a to samci i samice. (Jánišová, 2013)

6.3 Závěr a přínos práce

Díky této práci jsem se dozvěděl, jak je téma pitné vody, včetně její úpravy, distribuce a kontroly obsáhlé. Na závěr této práce chci zdůraznit, že pitná voda v Česku je opravdu kvalitní a velmi dobře dostupná. Na rozdíl od jiných zemí máme to štěstí, že se nacházíme v oblasti bohaté na vodní zdroje s vysokou kvalitou a proto si vody musíme velmi vážit. Je to ne tolik zmiňovaná komodita, kterou země nebo stát může disponovat, ale je to ta nejdůležitější. Je třeba brát velký zřetel na ochranná pásma vodních zdrojů a také je třeba snižovat počet míst bodových znečištění v oblasti zemědělství nebo průmyslu. Také je velmi důležité dostat vodu přirozeně opět do krajiny, která ji dokáže udržet a hospodařit s ní v obdobích sucha, která naši zemi sužují během letních měsíců. Člověk jako jedinec může pomoci stavu vodohospodářství hlavně tím, že vodou nebude plýtvat a nebude ji zbytečně znečišťovat. Časté koupele, neustálé splachování větším objemem vody, nebo zalévání zahrady pitnou vodou nepovažuji za zodpovědné zacházení s tím, co je pro nás nejdůležitější.

„Vodu neoceníme, dokud nám nevyschne studna a to platí o všem v životě.“

-Benjamin Franklin

7 Přehled literatury a použitých zdrojů

7.1 Použitá literatura

Kročová, Š., 2009: Strategie dodávek pitné vody. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, Ostrava. ISBN 80-248-0606-1

Kročová, Š., 2004: Provozování distribučních sítí vod. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, Ostrava. ISBN 80-248-0606-1

Malý, J., Malá, J., 2006: Chemie a technologie vody. ARDEC, Brno. ISBN 80-86020-50-9

Jánišová, M., 2013: Hormonální látky ve vodách. Lipka – školské zařízení pro environmentální vzdělávání, Brno. ISBN 978-80-87604-59-5

Biela, R., 2004: Úprava vody a balneotechnika. Akademické nakladatelství CERM, Brno. ISBN 80-214-2563-6

Kastner, F., 1990: Vodní hospodářství v zemědělství III, Úprava a čištění vody. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky, Praha. ISBN 80-7105-002-4

Hlaváč, J., 2012, Vodárenství jímání a úprava vody: elektronická učebnice. Vodárenská akciová společnost, a.s., Brno. ISBN 978-80-263-0364-0

Strnadová, N. & Janda, V., 1995: Technologie vody I. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha. ISBN 80-7080-348-7

Zheng, M., He, Ch., He, Q., 2015: Fate of free chlorine in drinking water during distribution in premise plumbing. Ecotoxicology: New York 10. S. 2151-2155. (online)

Dostupné z: <<https://search-proquest-com.ezproxy.techlib.cz/docview/1736628458?pq-origsite=summon#center>>

Engineering, and Medicine National Academies of Sciences, Division on Earth and Life Studies, Water Science and Technology Board, and Costs, and Benefits Committee on the Beneficial Use of Graywater and Stormwater: An Assessment of Risks, 2016: Using Graywater and Stormwater to Enhance Local Water Supplies. National Academies Press. ISBN 9780309388368 (online)
Dostupné z: <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/techlib-ebooks/reader.action?docID=4591889>>

Slavík, L., Neruda, M., 2007: Voda v krajině. Univerzita J.E. Purkyně, Ústí nad Labem. ISBN 978-80-7044-882-3

Slavičková, K., Slaviček, M., 2006: VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ 1, Úprava a čištění vody. České vysoké učení technické, Praha. ISBN 978-80-01-05390-4

Kos, Z., Říha, J., 1996: Vodní hospodářství. České vysoké učení technické, Praha. ISBN 80-01-01417-7

Sarin, P., Snoeyink, V.L., Bebee, J., Jim, K.K., Beckett, M.A., Kriven, W.M., Clement, J.A., 2004: Iron repase from corroded iron pipes in drinking water distribution systems: effect of dissolved oxygen. Water Research 38. S. 1259-1269. (online)

Dostupné z:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135403006626?via%3Dihub>>

Sládeček, V., 1989: Biologický rozbor vod, stanovení mikroskopického obrazu: komentář k ČSN 75 7711. Vydavatelství norem, Praha. ISBN 80-85111-05-5

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

Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-252>>

Vyhláška č. 428/2001 Sb., kerou provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-428>>

Bragg, P.,C., Bragg, P., 1998: „The shocking truth about water“ – Šokující pravda o vodě. Fontána, Olomouc. ISBN 80-86179-06-0

Ministerstvo zemědělství, 2020, Zpráva o stavu vodního hospodářství. (online)

ISBN 978-80-7434-570-8

Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/file/661103/Modra_zprava_2019_web.pdf>

Český statistický úřad, 2020, Malý lexikon obcí České republiky 2020 (online)

Dostupné z: <<https://www.czso.cz/csu/czso/maly-lexikon-obci-ceske-republiky-2020>>

Ministerstvo zemědělství, 2020, Stručně o vodě v České republice. (online)

ISBN 978-80-7434-555-5

Dostupné z:

<http://eagri.cz/public/web/file/650470/Publikace_Strucne_o_vode_185x100mm_web.pdf>

Český statistický úřad, 2020, Vodovody, kanalizace a vodní toky – 2019 (online)

Dostupné z: <<https://www.czso.cz/csu/czso/vodovody-kanalizace-a-vodni-toky-2019>>

Godskesen, B., Hauschild, M., Rygaard, M., Zambrano, K., Albrechtsen, H.-J., 2012: Life cycle assessment of central softening of very hard drinking water. Journal of Environmental Management 105. S. 83-89. (online)

Dostupné z: <[https://www.sciencedirect-com.ezproxy.techlib.cz/science/article/pii/S0301479712001491?via%3Dihub](https://www.sciencedirect.com.ezproxy.techlib.cz/science/article/pii/S0301479712001491?via%3Dihub)>

Cody, R.,A., Tolson, B.,A., Orchard, J., 2020: Detecting Leaks in Water Distribution Pipes Using a Deep Autoencoder and Hydroacoustic Spectrograms. Journal of Computing in Civil Engineering Volume 34, Issue 2. (online)

Dostupné z: <<https://ascelibrary-org.ezproxy.techlib.cz/doi/full/10.1061/%28ASCE%29CP.1943-5487.0000881>>

Ministerstvo zemědělství, 2020: Vodovody a kanalizace České republiky 2019 (online) ISBN 978-80-7434-578-4

Dostupné z: <<http://eagri.cz/public/web/mze/voda/osveta-a-publikace/publikace-a-dokumenty/vodovody-a-kanalizace/vodovody-a-kanalizace-ceske-republiky-10.html>>

Kožíšek F., 2006: O významu vápníku a hořčíku v pitné vodě (zpráva o symposiu v USA) (online)

Dostupné z: <http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/zprava_baltimore.pdf>

Kožíšek F., 2012: Šedé vody z pohledu hygienika a legislativy. SOVAK 2/2012. S.46 (online)

Dostupné z: <http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/sede_vody_SOVAK_2_2012.pdf>

7.2 Internetové zdroje

Vodárny a kanalizace Karlovy Vary, a.s. (online), ©2017. [cit.2020.12.22].
Dostupné z: <<https://www.vodakva.cz/cs/zakaznikum/cena/cena-2021.html>>

Vodárny a kanalizace Karlovy Vary, a.s. (online), ©2017. [cit.2020.12.23].
Dostupné z: <<https://www.vodakva.cz/cs/o-vode/pitna-voda/distribuce.html>>

Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. (online), ©2021. [cit.2021.01.08].
Dostupné z: <<https://www.scvk.cz/vse-o-vode/ceny-vody/>>

NAŠE VODA (online), ©2011-2021. [cit.2020.11.29].
Dostupné z: <<https://www.nase-voda.cz/zmodernizovana-uptavna-vody-mezibori-najela-na-zkusebni-provoz/>>

VODÁRNA PLZEŇ, a.s. (online), ©2021. [cit.2021.01.11].
Dostupné z: <<https://www.vodarna.cz/uprava-pitne-vody/>>

VODÁRNA PLZEŇ, a.s. (online), ©2021. [cit.2021.01.12].

Dostupné z: <<https://www.vodarna.cz/data/folders/2020-12-kvalita-vody-f340.pdf?show=1>>

Statutární město Plzeň, ©2021: Pecuch M., 2020: Před 130 lety vznikla úpravna vody na Homolce (online) [cit.2021.01.12].

Dostupné z: <<https://www.plzen.eu/o-meste/aktuality/aktuality-z-mesta/pred-130-lety-vznikla-upravna-vody-na-homolce.aspx>>

Pražské vodovody a kanalizace, a.s. (online), ©2021. [cit.2021.01.12].

Dostupné z: <<https://www.pvk.cz/vse-o-vode/cena-vodneho-a-stocneho/>>

Pražské vodovody a kanalizace, a.s. (online), ©2021. [cit.2021.01.02].

Dostupné z: <http://mapy.pvk.cz/kvalita_vody/pvkkvalita.jsp?branch=PVK>

Úpravna vody Želivka, a.s. a Želivská provozní a.s. (online), ©2021. [cit.2021.01.02].

Dostupné z: <<https://www.zelivskaprovozni.cz/uvz-o-nas.html>>

ČEVAK, a.s. (online), ©2021. [cit.2021.01.08].

Dostupné z: <<https://www.cevak.cz/qf/cs/ramjet/moje-obec/cenik-vodne-stocne?localPartId=403865>>

Jihočeský vodárenský svaz, a.s. (online), ©2021. [cit.2021.01.08].

Dostupné z: <<https://www.jvs.cz/upravna-vody-plav>>

Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. (online), ©2021. [cit.2021.01.08].

Dostupné z: <<https://www.scvk.cz/vse-o-vode/ceny-vody/>>

NAŠE VODA (online), ©2011-2021. [cit.2020.11.29].

Dostupné z: <<https://www.nase-voda.cz/rekonstruovana-upravna-vody-bedrichov-zasobuje-55-000-obyvatele/>>

VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s. (online), ©2018. [cit.2021.01.08].

Dostupné z: <<https://vodarenska.cz/kvalita-vody-dle-obci/>>

Jihlava (online), ©2021. [cit.2021.01.08].

Dostupné z: <<https://www.jihlava.cz/vodarenstvi-v-jihlave/ds-57526>>

ČTK (online), ©2018. [cit.2021.01.08].

Dostupné z: <<http://www.ovodarenstvi.cz/clanky/upravna-pitne-vody-hosov-slouzi-jihlavanum-45-let>>

Královéhradecká provozní, a.s. (online), VIZUS, ©2021. [cit.2021.01.14].

Dostupné z: <<https://www.khp.cz/vse-o-vode/ceny/>>

Vodovody a kanalizace Hradec Králové, a.s. (online), ©2021. [cit.2021.01.14].

Dostupné z: <<https://www.vakhk.cz/Upravna-vody-Hradec-Kralove.html>>

NAŠE VODA (online), ©2011-2021. [cit.2020.01.14].

Dostupné z: <<https://www.nase-voda.cz/vak-hradec-kralove-zvysi-kapacitu-upravny-vody-o-dve-tretiny/>>

Vodovody a kanalizace Pardubice, a.s. (online), ©2020. [cit.2021.01.12].

Dostupné z:

<http://www.vakpce.cz/pdf/tz/tiskova_zprava_20201125_vodne_a_stocne_na_rok_2021.pdf>

GEOVAP, spol. s.r.o. (online), ©2021. [cit.2021.01.12].

Dostupné z: <<https://www.reliance-scada.com/cs/success-stories/water-wastewater/modernization-of-the-control-system-for-the-hrobice-drinking-water-treatment-plant>>

MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s. (online), VIZUS, ©2021. [cit.2021.01.18].

Dostupné z: <<https://www.smv.cz/zakaznici/fakturace-a-ceny/ceny-vodneho-a-stocneho/cena-vody-pro-rok-2021/>>

MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s. (online), VIZUS, ©2021. [cit.2021.01.18].

Dostupné z: <<https://www.smv.cz/media/tiskove-zpravy/tiskove-zpravy-2016/upravna-vody-cernovir/>>

Brněnské vodárny a kanalizace, a.s. (online), ©2005-2019. [cit.2021.01.20].

Dostupné z: <<https://www.bvk.cz/zakaznikum/cenik/vodne-a-stocne>>

Brněnské vodárny a kanalizace, a.s. (online), ©2005-2019. [cit.2021.01.20].

Dostupné z: <<https://www.bvk.cz/o-spolecnosti/zasobovani-pitnou-vodou/brezovske-privadece>>

Brněnské vodárny a kanalizace, a.s. (online), ©2005-2019. [cit.2021.01.20].

Dostupné z: <<https://www.bvk.cz/o-spolecnosti/zasobovani-pitnou-vodou/uv-svarec-vov>>

MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s. (online), VIZUS, ©2021. [cit.2021.01.21].

Dostupné z: <<https://www.smv.cz/aktuality/voda-z-tlumacova-je-kvalitnejsi/>>

MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s. (online), VIZUS, ©2021. [cit.2021.01.21].

Dostupné z: <<https://www.smv.cz/zakaznici/fakturace-a-ceny/ceny-vodneho-a-stocneho/cena-vody-pro-rok-2021/>>

MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s. (online), VIZUS, ©2021. [cit.2021.01.21].

Dostupné z: <<https://www.smv.cz/kontakty/provozy-spolecnosti/>>

NAŠE VODA (online), ©2011-2021. [cit.2021.01.21].

Dostupné z: <<https://www.nase-voda.cz/upravna-vody-vak-zlin-tlumacove-je-po-modernizaci-za-80-mil-kc/>>

Ostravské vodárny a kanalizace, a.s. (online), ©2004-2019. [cit.2020.01.23].

Dostupné z: <<https://www.ovak.cz/index.php?structure=117&lang=1>>

Severomoravské vodovody a kanalizace, a.s. (online), ©2021. [cit.2021.01.23].
Dostupné z: <<http://www.smvak.cz/documents/20182/64087/Factsheet-Upravna%20Nov%C3%A1%20Ves.pdf/69675f2c-c8c7-490e-8f93-9a70a400b70c>>

8 Seznam obrázků a tabulek

8.1 Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Odchylka průměrné roční teploty vzduchu od normálu 1981–2010 3	3
Zdroj: ČHMÚ	
Dostupné z: < https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu# >	
Obrázek č. 2: Podíl ročního úhrnu srážek k normálu 1981–2010..... 3	3
Zdroj: ČHMÚ	
Dostupné z: < https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu# >	
Graf č. 1: Odběry vody (mil. m ³) odběrateli nad 6 000 m ³ /rok nebo 500 m ³ /měsíc v roce 2019 7	7
Zdroj: Ministerstvo zemědělství, 2020, Zpráva o stavu vodního hospodářství.	
Dostupné z: < http://eagri.cz/public/web/file/661103/Modra_zprava_2019_web.pdf >	
Graf č. 2: Cena kohoutkové vody krajských měst ČR (včetně DPH 10%)..... 37	37
Graf č. 3: Tvrdost kohoutkové vody krajských měst ČR..... 37	37
Graf č. 4: Obsah hořčíku v kohoutkové vodě krajských měst ČR..... 38	38
Graf č. 5: Obsah vápníku v kohoutkové vodě krajských měst ČR 38	38
Graf č. 6: Obsah amonných iontů NH ₄ ⁺ v kohoutkové vodě krajských měst ČR 39	39
Graf č. 7: Obsah dusičnanů NO ₃ ⁻ v kohoutkové vodě krajských měst ČR 39	39
Graf č. 8: Obsah železa v kohoutkové vodě krajských měst ČR 40	40
Graf č. 9: Obsah volného chloru v kohoutkové vodě krajských měst ČR 40	40

8.2 Seznam tabulek

- Tabulka č. 1: Hlavní rozdíly mezi podzemní a povrchovou vodou 7
Zdroj: Vodní hospodářství obcí 1., Slavičková, Slaviček, 2006.
- Tabulka č. 2: Mezní hodnoty ukazatelů jakosti podzemní vody..... 8
Zdroj: Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)
Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-428>>
- Tabulka č. 3: Mezní ukazatele jakosti povrchové vody..... 9
Zdroj: Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)
Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-428>>
- Tabulka č. 4: Typy úprav jednotlivých kategorií surové vody 10
Zdroj: Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)
Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-428>>
- Tabulka č. 5: Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele..... 14
Zdroj: Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody
Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-252>>
- Tabulka č. 6: Mikrobiologické a biologické ukazatele 16
Zdroj: Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody
Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-252>>
- Tabulka č. 7: Zásobování vodou v ČR..... 17
Zdroj: ČSÚ
Dostupné z:
<https://www.czso.cz/documents/10180/123502877/32018120_0207.pdf/63d11705-b43c-4575-89f8-364296fec9b5?version=1.0>
- Tabulka č. 8: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Březová..... 21
Zdroj: Vodárny a kanalizace Karlovy Vary a.s., Vodakva
Dostupné z: <https://www.vodakva.cz/images/voda/kvalita_prumerna_2020.pdf>
- Tabulka č. 9: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Meziboří..... 22
Zdroj: Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.

- Tabulka č. 10: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Vodárna Plzeň... 23
 Zdroj: VODÁRNA PLZEŇ a.s.
 Dostupné z: <<https://www.vodarna.cz/data/folders/2020-12-kvalita-vody-f340.pdf?show=1>>
- Tabulka č. 11: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Želivka 24
 Zdroj: Pražské vodovody a kanalizace a.s.
 Dostupné z: <http://mapy.pvk.cz/kvalita_vody/pvkkvalita.jsp?branch=PVK>
- Tabulka č. 12: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Plav 25
 Zdroj: ČEVAK a.s
- Tabulka č. 13: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Bedřichov..... 26
 Zdroj: Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.
- Tabulka č. 14: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Hosov 27
 Zdroj: VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s.
 Dostupné z: <<https://vodarenska.cz/kvalita-vody-dle-obci/>>
- Tabulka č. 15: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Hradec Králové. 28
 Zdroj: Královehradecká provozní a.s.
- Tabulka č. 16: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Hrobice 29
 Zdroj: Vodovody a kanalizace Pardubice a.s
- Tabulka č. 17: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Černovír 30
 Zdroj: MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ a.s.
- Tabulka č. 18: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Švařec 31
 Zdroj: Brněnské vodárny a kanalizace a.s.
- Tabulka č. 19: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Klečůvka..... 32
 Zdroj: MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ a.s.
- Tabulka č. 20: Výsledky chemických rozborů upravené vody ÚV Nová Ves 33
 Zdroj: Ostravské vodárny a kanalizace a.s

