

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

**Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování**

Zdroje pitné vody v domácnosti a jejich kvalita

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Vedoucí bakalářské práce:
Doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.**

**Bakalant:
Jana Roudná**

2014

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Roudná Jana

Územní technická a správní služba - kombinované Karlovy Vary

Název práce

Zdroje pitné vody v domácnosti a jejich kvalita

Anglický název

Sources of drinking water at home and their quality

Cíle práce

Ve své bakalářské práci se zaměřím na kvalitu pitné vody v domácnostech a její složení z různých zdrojů.

Metodika

V BP využiji zejména metodiky ve formě studia odborné literatury, internetových zdrojů a právní dokumentace. Dále v BP zpracuji podklady získané od spol. Vodárny a kanalizace Karlovy Vary, a.s.

Harmonogram zpracování

Březen 2013 - zadání BP

Duben - červen 2013 - rešerše literatury

Červen 2014 - odevzdání BP

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Doc. Mgr. Marka Vacha, Ph.D., a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne 17. 3. 2014

Jana Roudná

Poděkování

Chtěla bych poděkovat Doc. Mgr. Marku Vachovi, Ph.D., vedoucímu mé bakalářské práce za ochotu, rady a připomínky. Dále bych chtěla poděkovat mistrovi úpraven vod Stanislavu Šedivému za ochotu a čas, který mi věnoval a zasvětil mě do úpravy vody ve vodárně na Březové.

Abstrakt

Bakalářská práce „Zdroje pitné vody v domácnosti a jejich kvalita“ se zaměřuje na problematiku pitné vody, která je využívána v domácnostech a pochází z různých zdrojů. Práce je rešeršního charakteru. Je zde popsáno získávání a původ zdrojů vody, které jsou užívány běžně v domácnostech. Dále se zabývá úpravou vody podzemní a povrchové, předkládá fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele pitné vody. Také nejvýznamnější mikroorganismy, které se ve vodě vyskytují, jsou zde popsány. Výzkumná část pojednává o porovnání složení a kvality vody ze čtyř různých zdrojů vody, které jsou využívány obyvateli Karlovarského kraje. Dále je v bakalářské práci popsána historie získávání pitné vody a také chod úpravny vody, která zásobuje Karlovarský kraj. Hlavním výstupem práce je zjištění, zda kvalita pitné vody na Karlovarsku plně odpovídá předepsaným hodnotám.

Klíčová slova

Balená voda, Karlovy Vary, kvalita vody, studna, úpravna vody, veřejný vodovod.

Abstract

Bachelor thesis "Sources of drinking water in households and their quality" focuses on the problem of drinking water that is used in households and comes from different sources. The work is character of the search. It describes the acquisition and the origin of water resources, which are commonly used in households. It also deals with water treatment, groundwater and surface water, presents physical, chemical and organoleptic indicators of drinking water. Also, the most significant microorganisms that are present in water, as described herein. The experimental part deals with the comparison of the composition and quality of water from four different sources of water that are used by inhabitants of the Karlovy Vary Region. Further, the thesis describes the history of drinking water and running of water treatment plant, which supplies the Karlovy Vary Region. The main outcome of this work is to determine whether the quality of drinking water in the Karlovy Vary correspond to the prescribed values.

Keywords

Bottled water, Karlovy Vary, Water quality, well, water treatment plants, public water.

Obsah

Úvod.....	10
1. Cíle práce	11
2. Metodika	12
3. O vodě.....	13
3.1 Koloběh vody.....	14
4. Pitná voda a člověk	15
4.1 Vliv lidské činnosti na kvalitu vody	15
5. Spotřeba pitné vody	16
6. Podzemní a povrchová voda.....	18
6.1 Podzemní vody.....	18
6.2 Povrchová voda.....	18
6.3 Úpravy povrchové a podzemní vody	19
6.3.1 Úpravy povrchové vody.....	20
6.3.2 Úpravy podzemní vody.....	23
7. Vlastnosti vody – voda měkká, tvrdá	25
8. Zdroje pitné vody	26
8. 1 Pitná voda z veřejného vodovodu	26
8.1.1 Ochranná pásma.....	26
8.2 Voda ze studny.....	27
8.2.1 Znečištění vody ve studních.....	28
8.3 Voda balená	28
9. Jaká kritéria musí pitná voda splňovat.....	31
9.1 Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele.....	31
9.2 Cizorodé látky v pitné vodě	33
10. Rozbory vody	35
11. Radon ve vodě.....	36
12. Kvalita pitné vody	37
12.1 Kvalita pitné vody z kohoutku a vody balené.....	37
13. Historie pitné vody a Karlovy Vary	38
14. Úpravna Březová.....	42
15. Výzkumná část	44

16. Anketa	51
17. Závěr a diskuze.....	55
Použitá literatura	56
Publikace	56
Právní předpisy.....	56
Internetové zdroje.....	57

Úvod

V bakalářské práci bych se chtěla zaměřit na téma pitná voda, její zdroje, složení a kvalita a poukázat na ztížené získávání pitné vody a složitější proces úpravy vod tak, aby bylo možné využívat vodu jako vodu pitnou. V neposlední řadě se budu zajímat, zda je nějaký rozdíl mezi složením pitné vody z různých zdrojů.

Problém s nedostatkem pitné vody v České republice nepocitujeme, i když v současnosti je na našem území zkoumána problematika znečištění zdrojů vody. Bereme výskyt pitné vody jako samozřejmost, ale např. pro mnohé obyvatele Afriky je množství pitné vody sice dostačující, jenomže přístup k pitné vodě je velmi obtížný a její množství na osobu je velmi malé. Pitná voda je v těchto oblastech vzácností.

Bakalářská práce bude rozdělena do několika kapitol. Na počátku práce budou popsány vytyčené cíle a použité metody. V následujících kapitolách budu představovat problematiku získávání a úprav pitné vody z různých zdrojů, složení a limity, které by měla pitná voda splňovat.

Vzhledem k tomu, že výzkumnou část práce budu zaměřovat na oblast Karlových Varů, popisuji i historii získávání vody v Karlových Varech a okolí. Dále se budu zabývat čtyřmi různými zdroji pitné vody z Karlových Varů a jeho okolí, jejich složení chemické i fyzikální a porovnávat je se standardními hodnotami danými vyhláškou číslo 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. K účelům poznání úpravy vody, kde vzniká pitná voda pro Karlovarsko, jsem navštívila úpravnu pitné vody v Březové, a přiblížím chod a cestu vody z vodní nádrže ve Stanovicích až po vodovodní kohoutek spotřebitele.

1. Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je bližší pohled na pitnou vodu jako na obnovitelný zdroj a jeho důležitost pro lidstvo, na získávání a původ vody, úpravu, spotřebu, složení pitné vody a znečištění zdrojů vody.

Dále bych se v této práci chtěla zaměřit na otázky, zda pitná voda na Karlovarsku splňuje limity, porovnat složení pitné vody z různých zdrojů, tj. studna, veřejný vodovod a voda balená.

Provedla jsem také anketu, kde byli obyvatelé Karlovarska dotazováni na jejich pohled na pitnou vodu, jaký zdroj využívají, jakému zdroji dávají přednost při konzumaci vody, zda jsou přesvědčeni o nezávadnosti pitné vody.

V této práci chci poukázat na celý proces získávání, úpravu vody a na spotřebu pitné vody, neboť mnohdy dochází k plýtvání vodou, čemuž by se mohlo v budoucnosti zamezit a snížit tak spotřebu vody. V neposlední řadě chci také nastínit problematiku znečištění vodních zdrojů.

Dále chci porovnat rozborů pitné vody z různých zdrojů na území Karlovarska s požadavky na pitnou vodu dle příslušné vyhlášky.

2. Metodika

Předkládaná bakalářská práce na téma zdroje pitné vody a její kvalita je spíše rešeršního charakteru. Práce vychází z metod sběru dat, kdy stěžejní metodou získání dat a informací pro vytvoření rešerše zkoumaného tématu bylo důkladné vyhledávání prostřednictvím knihovních databází a webového prohlížeče. V teoretické části vycházím ze studia a analýzy literatury, dokumentů, článků, právních předpisů, internetových stránek a webových portálů zabývajících se zkoumanou problematikou.

Klíčová slova, podle kterých jsem vyhledávání prováděla, vychází z dílčích témat práce.

Úvodem, v teoretické části se zabývám všeobecným přehledem o vodě a o tom, odkud voda pochází, jakým způsobem se upravuje voda surová na vodu pitnou, popisují jednotlivé vodní zdroje, jaké jsou limity na složení pitné vody, výskyt radonu ve vodě, a jelikož jsem bakalářskou práci pojala se zaměřením na Karlovarský kraj, zabývám se také historií vzniku pitné vody v Karlových Varech a okolí.

Ve výzkumné části se zabývám porovnáním hodnot z rozborů vody ze čtyř různých zdrojů - studny na dvou různých místech Karlovarska, pitná voda z veřejného vodovodu, pocházející z úpravny vod v Březové a voda balená pocházející z Karlovarska. Porovnání hodnot jsem zpracovala také v grafickém znázornění.

Navštívila jsem také úpravnu vody v Březové, jejíž chod a úpravy vody surové na vodu pitnou blíže popisují.

Dále k bakalářské práci připojuji anketu, ve které se zajímám, z kterého zdroje obyvatelé Karlovarska využívají vodu k pití, zda jsou spokojeni s její kvalitou, atd.

3. O vodě

Dobrá voda znamená dobrý život, špatná voda špatný život a žádná voda žádný život. Toto pravidlo, které uvádí ve své publikaci Tajuplná a léčivá síla vody autor Viktor Schauberger, je zcela jednoduché a pravdivé. (Schauberger, 2007)

Voda je základem života naší planety Země. Tato na první pohled jednoduchá látka tvoří tři čtvrtiny celé zeměkoule a je součástí všech živých systémů. Sumárním vzorcem této pro život vzácné látky, je vzorec H₂O, je tedy chemickou sloučeninou vodíku a kyslíku. Chemicky čistá voda se v přírodě nevyskytuje. Ve vodě jsou v přírodě vždy rozpuštěny v různém množství sloučeniny většiny chemických prvků. V přírodě se vyskytuje v závislosti na teplotě a tlaku ve skupenství pevném ve formě ledu a sněhu, kapalném ve formě vody a plynném ve formě vodních par. Voda na zemi je součástí oceánů, pevnin i atmosféry. Největší část povrchu planety Země tvoří podílem 71% voda slaná mořská a sladká voda tvoří 3%, z čehož se 69% vody nachází v ledovcích v polárních oblastech, 30% činí voda podzemní a 1% se skládá z vody povrchové a atmosférické. (<http://cs.wikipedia.org/wiki/Voda>)

Tab. č. 1 Přehled množství vody na planetě

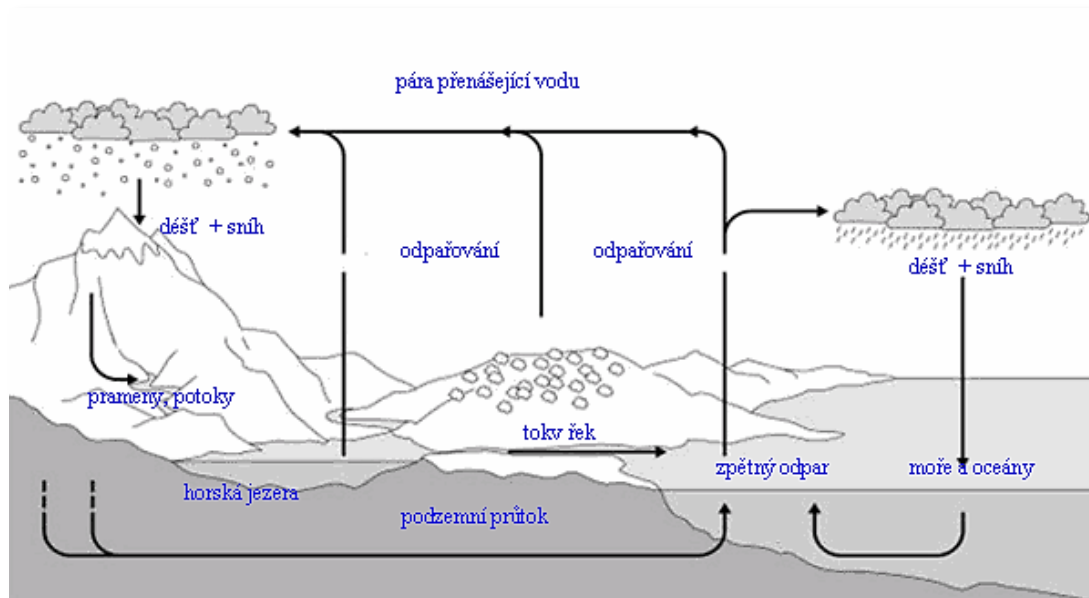
Forma	Množství (mil. km ³)	Vyjádření v % z celku
Moře a oceány	1370	97,25%
Ledovce	29	2,05%
Spodní voda	0,5	0,68%
Jezera	0,125	0,01%
Půdní vlhkost	0,065	0,005%
V atmosféře	0,018	0,001%
Řeky	0,0017	0,0001%
Biosféra	0,0006	0,000004%
Celkem	1 409	100%

Zdroj: (<http://cs.wikipedia.org/wiki/Voda>), zpracování vlastní

3.1 Koloběh vody

Voda na planetě neustále cirkuluje, označuje se jako koloběh vody neboli hydrologický cyklus, je to tedy nepřetržitý proces vodní cirkulace, na něj má vliv sluneční záření a zemská tíže. (<http://cs.wikipedia.org/wiki/Voda>)

Obr. č. 1 Schéma koloběhu vody



Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/2705-zmekcovani-vody>

4. Pitná voda a člověk

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

(Zákon č. 258/2000 Sb., zákon o ochraně veřejného zdraví, § 3, odst. 1, ve znění pozdějších předpisů)

Pro člověka je tato látka běžnou součástí života, má však neocenitelný význam. Tvoří největší podíl tělesné hmotnosti člověka i živočichů. Díky vodě v těle člověka probíhají složité děje, např. všechny fyziologické funkce, dále látková a energetická výměna. Hospodaření vody v lidském organismu je regulováno z centra v mezimozku, které vysílá signály k pocitu žízně a následným přizpůsobováním výdeje tekutin. Průměrná denní potřeba vody pro dospělého člověka činí asi 2,5l vody, kdy voda není obsažena pouze v nápojích, ale i v potravinách, např. zelenině, ovoci a mase. Denně se vylučuje zhruba stejné množství ve formě moči, ztrátami kůží, parami z plic a stolicí. Význam pitné vody souvisí také v přísunu důležitých minerálních látek, proto má značnou biologickou hodnotu. (Štěpánek a kol. 1979)

Člověk vodu užívá ještě k různým účelům, např. pro osobní potřebu užívá vodu pitnou, užitkovou nebo minerální, dále v zemědělské a průmyslové výrobě, dopravě, pro rekreační účely, nebo např. kulturní a estetické využití vody.

(http://www.enviroedu.sk/database/studenti/2011/Environmentalna_ekologia/Uprava_a_cistenie_vod.pdf)

Je tedy nutné, aby bylo k dispozici dostatečné množství vody, neboť její nedostatek značně ohrožuje zdraví a existenci obyvatelstva. Vody je k uspokojení potřeb člověka stále méně, neboť člověk má čím dál tím větší nároky na její spotřebované množství. (Štěpánek a kol. 1979)

4.1 Vliv lidské činnosti na kvalitu vody

Kvalitu vody ovlivňuje např. komunální a průmyslový rozvoj, zemědělství, hornictví, spalování fosilních paliv a dalších lidských činností, vedoucích ke změně kvality přírodních vod. Příkladem vlivu lidské činnosti na kvalitu vody jsou hnojiva, jež jsou aplikovány na úrodě a trávníky. Tyto rostlinné živiny se rozpustí snadno dešťovou vodou nebo tajícím sněhem. Nadbytek živin, které odtékají do potoků a jezer podporují bohatý růst řas ve vodě, což vede k nedostatku kyslíku ve vodě a možnost úhynu ryb. Některé pesticidy nebyly použity po dobu 20 až 30 let a jsou stále detekovány v rybách a sedimentech potoka na úrovni, která představuje potenciální riziko pro lidské zdraví, vodní život, a volně žijící zvířata. Chemické látky, jako jsou farmaceutické drogy, rozpouštědla a benzín, byly nalezeny v tocích a podzemních vodách. (http://www.quality-drinking-water.com/water_quality.html)

5. Spotřeba pitné vody

Dle internetového zdroje je vývoj specifické spotřeby vody v ČR následující:

Tab. č. 2 Vývoj specifické spotřeby vody v ČR na osobu a den

Rok 1760	20 l
Rok 1850	80 l
Rok 1945	100 l
Rok 1965	300 l
Rok 1990	170 l
Rok 2000	137 l
Rok 2010	120 l

Zdroj: (<http://www.cz/cs/co-chcete-vedet-o-vode/informace-spotrebitelum-vody/spotreba-vody>), zpracování vlastní

Na vývoji specifické spotřeby vody je patrné stoupání spotřeby vody s rozvojem vodovodů v obcích. V 50. letech pak byla její vysoká spotřeba dána nízkou cenou, která byla určována plánovaným hospodářstvím a neodrážela reálné náklady vodáren, což způsobovalo velké plýtvání. Po roce 1990, po vzrůstu ceny vody, kde se promítly skutečné náklady vodáren, začala specifická spotřeba vody opět klesat.

Často přehlíženými závadami, kdy dochází k plýtvání vody, je kapající kohoutek, kdy za hodinu můžou vykapat až čtyři litry vody, což lze ročně vyčíslit na 2 453Kč, nebo také protékající WC, čímž může protéci až 60l vody, náklady na tuto závadu se mohou vyšplhat až na 3 024Kč měsíčně. (<http://www.ondeo.cz/cs/co-chcete-vedet-o-vode/informace-spotrebitelum-vody/spotreba-vody>)

Tab. č. 3 Příklady specifické spotřeby vody v litrech na osobu denně ve světě

Země	Spotřeba vody v litrech
USA	300l
Vyspělé západoevropské země	150 – 200l
Česká republika	120l
Země třetího světa	10l

Zdroj: (<http://www.enviweb.cz/clanek/pitnavoda/90735/22-brezen-svetovy-den-vody>), zpracování vlastní

Tab. č. 4 **Spotřeba vody při každodenní činnosti člověka**

Činnost	Spotřeba vody v litrech
Mytí automobilu	200l
Koupel ve vaně	100 – 150l
Sprchování	60 – 80l
Praní v pračce	40 – 80l
Mytí nádobí v myčce	15 – 30l
Spláchnutí toalety	10 – 12l
Denně v kuchyni	5 – 7l
Mytí rukou	3l
Pití vody	1,5l

Zdroj:(<http://www.enviweb.cz/clanek/pitnavoda/90735/22-brezen-svetovy-den-vody>),zpracování vlastní

V dnešní době je používán velký počet domácích spotřebičů, jako pračky, myčky nádobí, dále zahradní zavlažovací zařízení, nebo si lidé vybudovávají u svých domů bazény, což souvisí se zlepšením životní úrovně a tím pádem i k vyšší spotřebě pitné vody.

6. Podzemní a povrchová voda

Zdroje vody se vyskytují v podobě podzemních a povrchových vod. Tyto jsou přirozenou součástí hydrosféry. Slouží pro krytí potřeb společnosti v přírodním stavu, nebo technicky vodohospodářsky upravené, jejichž využití závisí hlavně na jakosti vody. (<http://www.zemepis.com/vodacr.php>)

6.1 Podzemní vody

Vyskytují se pod zemským povrchem, jsou ve styku s horninami. V závislosti na hloubce podzemní vody, tektonických procesů a vulkanismu, mohou být jejím obsahem i minerální látky zejména v některých oblastech České republiky např. na Karlovarsku, Mariánskolázeňsku a Františkolázeňsku. V České republice podzemní voda z hlediska geografické polohy od nás odtéká a je doplňována pouze atmosférickými srážkami. Podzemní vody jsou důležitým zdrojem pitné i užitkové vody. (<http://www.zemepis.com/vodacr.php>)

Podzemní voda se dělí na průlinovou vodu a vodu gravitační, která proudí v puklinách, spárách, dutinách a gravitačních zlomech. Množství této vody závisí na množství srážek a velikosti vsakovacího území za časovou jednotku. Průlinová voda se v podzemí pohybuje volnými průlinami souvislými póry nebo jako volná hladina. Puklinová nebo průlinová voda má určitou šířku a hloubku, jejíž množství se mění dle podmínek na povrchu země a na ovzduší. (Herzán, 2008)

6.2 Povrchová voda

Na území ČR vyskytuje v podobě potoků, řek, toků, nádrží, tůní, rybníků, jezer, mokřadů, bažin a dále také v podobě uměle vytvořených nádrží, které vznikly lidskou činností. Povrchové, ale i podzemní vody, jsou významnými vodními zdroji, které představují nejen zásobu vody pro lidstvo, ale zároveň jsou živným prostorem pro nesčetně mnoho organismů. Nutností tedy je uvědomit si, že vodní zdroje je zapotřebí chránit, aby voda v těchto zdrojích byla také kvalitní. (<http://www.zemepis.com/vodacr.php>)

Rozdíly mezi vodami povrchovými a podzemními jsou takové, že u povrchových vod převažuje především obsah koloidních disperzí a organických látek, u podzemních vod je často problémem velká tvrdost vody, obsah agresivního oxidu uhličitého, železa, manganu a radonu. (<http://www.puresystem.cz/volba-vhodne-filtrace/voda-z-verejneho-vodovodu.htm>)

6.3 Úpravy povrchové a podzemní vody

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu v příloze č. 13 uvádí standardní typy úprav pro jednotlivé kategorie surové vody.

Tab. č. 5 **Typy úprav vody**

Kategorie	Typy úprav
A 1	Jednoduchá fyzikální úprava a dezinfekce, např. rychlá filtrace a dezinfekce, popř. prostá písková filtrace, chemické odkyselení nebo mechanické odkyselení či odstranění plynných složek provzdušňováním.
A 2	Běžná fyzikální úprava a dezinfekce, koagulační filtrace, infiltrace, pomalá biologická filtrace, flokulace, usazování, filtrace, dezinfekce (konečné chlorování), jednostupňové či dvoustupňové odželezování nebo odmanganování.
A 3	Intenzivní fyzikální a chemická úprava, rozšířená úprava a dezinfekce, např. chlorování do bodu zlomu, koagulace, flokulace, usazování, filtrace, adsorpce (aktivní uhlí), dezinfekce (ozon, konečné chlorování). Kombinace fyzikálně - chemické a mikrobiologické a biologické úpravy.

Zdroj: (Vyhláška č. 428/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích), zpracování vlastní

Na základě jakosti vody, se zvolí vhodná kombinace metod úpravy vody, aby bylo možné vodu využívat jako vodu pitnou.

Tab. č. 6 **Rozdělení způsobů úpravy dle zdroje**

Povrchová voda	Podzemní voda
Mechanické předčištění	Odkyselování
Preoxidace	Odželezování
Čiření	Odmanganování
Filtrace	Filtrace
Adsorpce	Dezinfekce
Dezinfekce	Odstraňování vápníku a hořčíku
Ultrafiltrace, nanofiltrace	Deionizace
Stabilizace	Demineralizace
Flotace	Desorpce
Fluorizace	Membránové procesy
	Iontová výměna

Zdroj: Slavíčková, K., Slavíček M., 2006), zpracování vlastní

6.3.1 Úpravy povrchové vody

Mechanické předčištění – surová voda je zbavována česlemi, síty, lapáky nebo usazovacími nádržemi hrubých nečistot a jiných nerozpuštěných látek a chrání čerpací zařízení před mechanickým poškozením a před zanášením potrubí. (Slavíčková, Slavíček, 2006)

Preoxidace – proces, kdy je k surové vodě přidáváno oxidační činidlo. Ve vodě tak dochází k oxidaci anorganických a organických látek. Fyzikálně – chemická preoxidace vzdušným kyslíkem se užívá při nízkém obsahu rozpuštěného kyslíku, nebo při přebytku plynů (např. sulfan, který způsobuje zápach ve vodě). Chemická preoxidace ozonem (rozkládá huminové látky, barviva a fenoly), manganistanem draselným (při obsahu manganu), peroxidem vodíku (užívá se v kombinaci s ozonizací, dochází k úbytku chlorofylu), chlorem (zlepšuje flokuaaci, potlačuje tvorbu řas). (Slavíčková, Slavíček, 2006)

Čiření – Pomocí této úpravy se z vody odstraňují zbarvující složky. Do vody se pro úpravu vody čiřením dávkuje koaguláty jako síran železitý, sírany hlinitý, chlorid železitý nebo organické flokulanty. Částice se shlukují do hrubé disperze a následně se z vody oddělují. (<http://www.uprava-vody.com/cireni-vody>)

Filtrace – patří mezi úpravy surové vody, jak podzemní, tak i povrchové. Upravovaná voda prochází zrnitou nebo porézní vrstvou substrátu, kde se zachycují částice málo rozpustných látek určité velikosti. Existuje několik způsobů filtrace:

- *Objemová filtrace* pomalá nebo rychlá přes vrstvu zrnitého materiálu, nejčastěji se používá vrstva křemičitého písku, aktivní uhlí nebo antracit.

- *Náplavná filtrace*, kde je využívána vrstva materiálu v podobě tkaniny ze syntetického vlákna, čímž je možno zachytit jemné částice, koliformní bakterie, parazity, larvy a tím snížit počet virů.

- *Membránová filtrace*, k níž patří mikrofiltrace, ultrafiltrace, nanofiltrace a reverzní osmóza. Hlavním principem pro úpravu vody je membrána využívaná k odstranění látek určité velikosti z vody nebo určitého elektrického náboje.

(Slavičková, Slaviček, 2006)

Adsorpce – z vody jsou odstraňovány organické látky, pach a zbarvení tak, že dochází k zachycování plynů, par a rozpuštěných látek na povrchu pevných látek, k čemuž se využívá sorpční materiál, především aktivní uhlí. V mikropórech aktivního uhlí jsou nežádoucí látky zachycovány. (Slavičková, Slaviček, 2006)

Dezinfekce – tímto způsobem se upravuje podzemní i povrchová voda. Cílem úpravy je odstranění choroboplodných zárodků, bakterií a virů. Rozeznáváme dezinfekci *primární*, která je součástí vlastního procesu samotné úpravy vody a dezinfekci *sekundární*, jejíž využití je k hygienickému zabezpečení pitné vody v distribučním systému.

Dezinfekce chemickými způsoby – zakládá se na působení silných oxidačních činidel na patogenní zárodky a zároveň probíhá oxidace látek anorganického a organického původu. Vznikají ovšem při tomto způsobu úpravy lidskému zdraví škodlivé vedlejší produkty – karcinogeny.

Dezinfekce ozonem, což je nejsilnější oxidační dezinfekční činidlo, užívá se jako primární dezinfekce, nelze skladovat, proto se musí vyrábět v úpravně vody.

Dezinfekce chlorem a chlornany, užívá se chlor (Cl_2), chlornan sodný (ClO) a chlornan vápenatý (ClO_2). Výhodou je nízká cena a dostupnost, ale může tvořit karcinogeny.

Dezinfekce chloraminy se užívají tam, kde se předpokládá delší cesta vody ke spotřebiteli. Je slabším činidlem než chlor, používá se větší dávka. Užívá se pro sekundární dezinfekci méně znečištěných vod.

Dezinfekce oxidem chloričitým je silným oxidačním činidlem, užívá se k preoxidaci, připravuje se na místě ve vodném roztoku. Nevýhodou jsou vyšší provozní náklady, a výskyt chloritanů, vznikají chlореchnany, chinony a další látky s mutagenními vlastnostmi.

Dezinfekce stříbrem a jeho solemi je založena na oligodynamických účincích vody. Použitím této dezinfekce se nemění voda ani chuť, dávkování je snadné.

Dezinfekce fyzikálně chemickými způsoby je vhodná pro primární dezinfekci a dezinfekci balených vod. Nepřidávají se další látky s oxidačním účinkem a kombinuje se s chlorováním.

Dezinfekcí UV zářením dochází k poškození DNA, RNA, ale i enzymy a buněčné membrány. Účinek ovšem není trvalý, proto se používá v kombinaci s chlorováním. Má také vysoké nároky na energii.

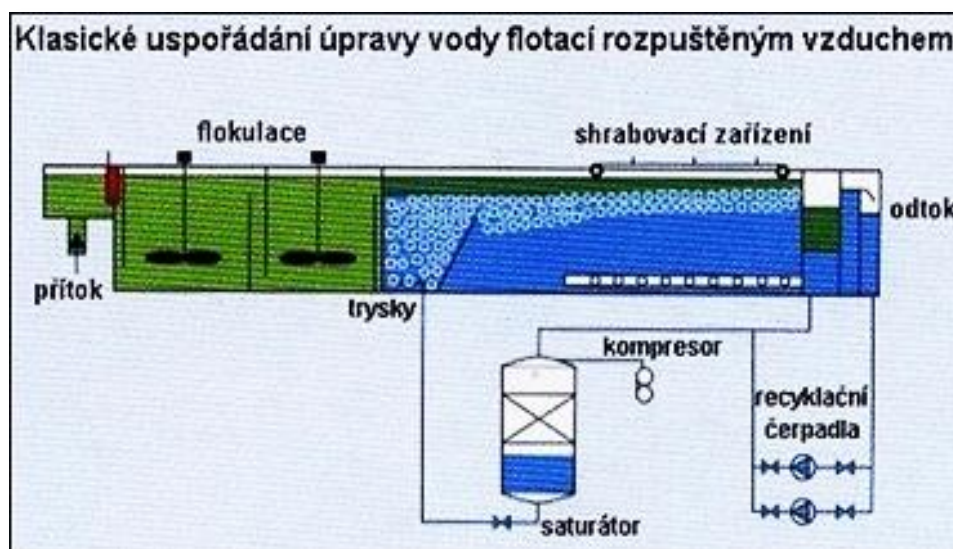
Dezinfekce anodickou oxidací spočívá v přímé a nepřímé oxidaci. Mikroorganismy se dostanou k anodě v přímé oxidaci a v nepřímé oxidaci vznikají sekundární látky, jako např. chlor na anodě. Proces je závislý na intenzitě proudu, hustotě proudu, napětí, konduktivitě vody, atd.

Dezinfekce zářením způsobuje inaktivaci patogenních mikroorganismů dle druhu záření. Je velmi účinným a univerzálním způsobem, náklady jsou ovšem vysoké. (Slavíčková, Slavíček, 2006)

Stabilizace se používá, pokud voda obsahuje nízké hodnoty vápníku, hořčíku a $KNK_{4,5}$ (kyselinová neutralizační kapacita do pH 4,5). Povrchové vody jsou tzv. měkké, je zapotřebí je uvést do vápenato-uhličitanové rovnováhy, čímž se zvýší pH, tvrdost a solnost. Ke stabilizaci se používá oxid uhličitý a vápno, oxid uhličitý a filtrace vody bazickými materiály. (Malý, Malá, 1996)

Flotace je fyzikální děj, kdy jsou pevné částice vynášeny k hladině, a po vytvoření určité stálé vrstvy suspendovaných částic jsou z hladiny odstraňovány. Využívá se pro silně povrchové eutrofizované vody, zabarvené, zakalené, a vody s vysokým obsahem železa a manganu. (Slavíčková, Slavíček, 2006)

Obr. č. 2 Schéma zařízení flotace



Zdroj: (<http://nadrevo.blogspot.cz/2010/02/clovek-pitna-voda.html>)

Fluorizace je zušlechťováním vody, kdy se přidává dávka fluoridu sodného. Při jeho nedostatku, je způsobena kazivost zubů. Jelikož je tato úprava nákladná, je od ní upuštěno a sloučeniny fluoru jsou přidávány do zubních past. (Malý, Malá, 1996)

6.3.2 Úpravy podzemní vody

Odkyselování způsobuje odstranění agresivního oxidu uhličitého, který se chová agresivně vůči kovovým a betonovým konstrukcím a jiným materiálům v rámci úpravy a dopravy vody. Účelem je nastolení vápenato-uhličitanové rovnováhy a zvyšování pH.

Odkyselování se provádí *mechanickým způsobem* - provzdušňováním. Tento způsob je vhodný pro vody s vyšším obsahem oxidu uhličitého nebo s vyšším obsahem vápníku a hořčíku. Řadíme zde např. kaskádové, sprchové a tryskové rozstřikování, vhánění vzduchu do vody.

Provádění odkyselování *chemickým způsobem* je založeno na reakci oxidu uhličitého s bazicky reagujícími hmotami, např. hydroxid vápenatý, hydroxid sodný, uhličitan sodný, uhličitan vápenatý, ale i mramor, dolomit, magnezit, atd. (Slavičková, Slaviček, 2006)

Odželezování a odmanganování se provádí dle obsaženého množství manganu a železa ve vodě. Výskyt železa ve vodě ovlivňuje její chuť, barvu a zákal. Mangan má stejné vlastnosti jako železo tím, že vyvolává organoleptické vlastnosti vody a způsobuje technické závady při transportu vody.

Způsoby odželezování jsou např. provzdušněním, alkalizací, ozonizací (ozonem, chlorem, manganistanem draselným, peroxidem vodíku), dále kontaktní odželezování v horninovém prostředí, iontovou výměnou, biologickou cestou nebo koagulací.

Způsoby odmanganování jsou např. alkalizací, oxidací (ozonem, chlorem, manganistanem draselným, oxidem chloričitým), kontaktním odmanganováním, koagulací, biologickou cestou, pískovou filtrací, provzdušněním. (Malý, Malá, 1996)

Odstraňování vápníku a hořčíku má za následek tvrdost vody, čímž vzniká vodní kámen. Ke změkčování vody se používá v závislosti na chemickém složení vody proces, označovaný jako dekarbonizace. (Slavičková, Slaviček, 2006)

Deionizace spočívá v použití kombinace silně kyselých katexů a slabě bazických anexů, čímž lze z vody odstranit všechny ionty a **demineralizace** spočívá v použití silných kyselých katexů se silně bazickým anexem, čímž jsou z vody odstraněny všechny rozpuštěné látky anorganického původu, včetně neelektrolytů. (Slavičková, Slaviček, 2006)

Desorpce je opačným procesem adsorpce. Při desorpci se uvolňují adsorbované molekuly z povrchu pevných látek, zvýšením teploty u adsorbentu, zmenšením koncentrace adsorbované látky, dále snížením tlaku nebo snížením proudu neutrálního plynu. Cílem je odstranění plynů, par a rozpuštěných látek. (Malý, Malá, 1996)

Iontová výměna je účinným způsobem úpravy vody, ale vznikají regenerační roztoky s vysokým obsahem solí, které není snadné odstranit. Tento způsob se užívá jen u malých úpravěn vod s nízkou solností. Nejčastěji se užívá při odstraňování vápníku a hořčíku, k deionizaci, demineralizaci, odstranění amonných iontů, dále k odstraňování dusičnanů a organických látek. (Slavičková, Slaviček, 2006)

7. Vlastnosti vody – voda měkká, tvrdá

Pitná voda je tvrdou, pokud obsahuje větší množství vápníku Ca a hořčíku Mg, což ovlivňuje geologická stavba hornin. Naměřená hodnota vápníku a hořčíku se uvádí v jednotkách mmol/l (milimoly v litru - fyzikální jednotka látkového množství). Dosud nebylo prokázáno škodlivých účinků tvrdosti vody na zdraví člověka. Užíváním tvrdé vody bylo pozorováno některých vlastností jako např. tvorba povlaku na kávě nebo čaji, ztráta vůně jídla, nápojů, nepříjemná chuť nápojů, nebo delší doba vaření masa. (Herzán, 2008)

Michěk a Daříčková ve své publikaci z r. 2007 uvádí, že je obsah vápníků a hořčíků v pitné vodě zdraví prospěšný, neboť člověk vypije za den dva až tři litry tekutin a lidské tělo tyto dvě látky potřebuje. Není tedy v zájmu zdraví tuto pitnou vodu upravovat různými přístroji nebo změkčovat katexy v sodíkovém cyklu, vyměňující vápník a hořčíku za sodík. Obsah vápníku a hořčíku je doporučen v rozmezí od 2 do 3,5mmol/l.

Tab. č. 7 Stupnice pro označení tvrdosti vody

Tvrdost vody	
0,0 – 0,8mmol/l	Velmi měkká
0,8 – 1,5mmol/l	Měkká
1,5 – 2,2mmol/l	Středně tvrdá
2,2 – 3,0mmol/l	Dosti tvrdá
3,0 – 4,5mmol/l	Tvrdá
4,5 – 9,0mmol/l	Velmi tvrdá
9,0mmol/l a více	Mimořádně tvrdá

Zdroj: (Michěk,2007), zpracování vlastní

8. Zdroje pitné vody

K zásobování pitnou vodou se používají různé zdroje. Nejvyužívanějším zdrojem v domácnostech je voda z veřejného vodovodu. Na místech, kde není možno řešit příjem pitné vody veřejným vodovodem, je nutné využít jako zdroj vodu ze studní, vrtů nebo pramenných vývěřů.

8.1 Pitná voda z veřejného vodovodu

Veřejným vodovodem je zařízení pro potrubní dopravu vody. Veřejná vodovodní síť zajišťuje dodávku upravené vody pro určitý počet obyvatel.

Voda z veřejného vodovodu musí projít přísnou kontrolou a úpravou, která závisí na zdrojích odebírané vody vodárenskými společnostmi. Odběr činí zhruba 42 % zdrojů podzemní vody, dále 32% vody povrchové a 26% je odebíráno ze smíšených zdrojů. (<http://www.vodarenstvi.cz/clanky/veskere-zdroje-pitne-vody-jsou-dukladne-chraneny>)

Pitná voda musí po chemické úpravě za použití síranu hlinitého, chlóru a v některých úpravárnách i využívaného ozónu, vyhovovat evropským standardům po stránce fyzikální, chemické, mikrobiologické i biologické.

(<http://www.kohoutkova.cz/o-vode/vyroby-vody>)

Nejčastěji využívaná úprava chlorem slouží k tomu, aby byly zachovány prvky nezbytné pro zdraví v podobě soli a minerálů po celou dobu cesty potrubím až ke spotřebiteli a aby bylo zabráněno kontaminování. Chlor se přidává ve velmi malém množství cca 0,1 až 0,2 miligramů chloru na jeden litr vody. Spotřebitel může cítit chuť chloru ve vodě, tu lze zmírnit před konzumací jejím převařením, odstátím, přidáním citronu, několika kostek ledu, nebo ponechat vodu v lednici v zavřené skleněné nádobě. (Herzán, 2008)

8.1.1 Ochranná pásma

Voda z vodárenských nádrží, či horních toků řek, nesmí být znečištěna odpadními vodami. Na základě těchto zdrojů jsou vyhlášena ochranná pásma (dle Zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, ust. § 30). Ochranné pásmo I. stupně se nachází v bezprostřední blízkosti jímacího nebo odběrného zařízení a ochranné pásmo II. stupně je vyhlášeno vodoprávním úřadem tak, aby nedocházelo ke snížení vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávadnosti zdrojů podzemních a povrchových vod, využívaných pro zásobování pitnou vodou s průměrným odběrem více než 10 000m³ za rok. (Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách)

8.2 Voda ze studny

Některé domácnosti využívají podzemní vodu z vyhloubeného otvoru resp. individuálního zásobovacího zdroje pitné vody – studny.

K získání podzemní vody je třeba odhalit pramen v podloží buď za pomoci zkušebních vrtů geofyzikálním způsobem za použití těžké techniky, nebo jednodušší a hlavně levnější biofyzikální metodou, a to např. virgulí. Zjišťování zdroje podzemní vody pomocí virgule je vyhledávání zemního záření, které se rovnoměrně šíří od vody, která jej z podzemí vysílá. Toto záření vnímá člověk uchem, které vysílá signály do mozku a nervové soustavy, dále do rukou, které virguli drží. Virgule je vyrobena buď z ocelového pružinového drátu, nebo z vrbového proutku ve tvaru Y. Šířka zdroje podzemní vody musí být asi 1,5 až 2,5m a vlivem energie ze zdroje vody se virgule musí otočit dokola alespoň 3 krát na místě zdroje. Pomůcka pro měření hloubky zdroje se skládá z lišty se stupnicí, snímací trubice, fonendoskopu (zvyšuje intenzitu zvuku), stojanu a je potřeba také virgule. (Herzán, 2008)

Stavba studny podléhá stavebnímu zákonu č. 50/1976Sb. Musí být povolena stavebním úřadem. Studnu není možné stavět svépomocí nebo se stavebním dozorem. Stavbu je oprávněna provádět pouze kvalifikovaná firma. Studna může být buď vrtaná, nebo kopaná. (Zákon č. 50/ 1976 Sb. Stavební zákon)

Vodní zdroj musí mít určitou vydatnost, aby byl dostatek vody po celý rok. Pro spotřebu pětičlenné rodiny s průměrnou spotřebou cca sto padesát litrů vody na osobu denně je spotřeba minimální třicet až padesát litrů za hodinu. U vrtaných studní je výhodnější vyšší přítok, neboť zásoba vrtu je malá, kdežto u kopaných studní o průměru jednoho metru se voda neustále čerpá do zásob většího objemu, které jsou okamžitě k dispozici. Vrty se provádějí do hloubky až sto metrů a v závislosti na podloží, způsobu stavby nebo na užití, se provádí několik druhů studen. Např. trubková studna s podložím jílu, ornice a jílového štěrku, trubní studny pro objekty se zvýšenou spotřebou vody. Do šachtové, neboli kopané studny, se usazují skruže a studny ražené, které se používají v propustných horninách, jako je písek nebo štěrk.(Herzán, 2008)

Stavební materiály k výrobě studní, např. pažnice, čerpadla, trubky, hadice a těsnící materiál, musí být čisté, nepoužívané a zdravotně nezávadné, aby neovlivňovaly kvalitu vody. Problémem mohou být kovové materiály podléhající korozi. Vlivem agresivnější vody, která může být způsobena nízkou mineralizací, vyšším obsahem oxidu uhličitého, nízkým pH, vyšším obsahem chloridů nebo síranů, nemohou být kovové materiály používány. (Herzán, 2008)

V domácnostech je možné propojení veřejného vodovodu a domovní studny za takových podmínek, aby vlastníkem bylo zajištěno bezpečné užívání vodovodní přípojky tak, aby nemohlo dojít ke znečištění pitné vody, která se ve vodovodu nachází.(Zákon č. 274/2001 Sb. o veřejných vodovodech a kanalizacích)

8.2.1 Znečištění vody ve studních

Aby nedocházelo ke znečištění vody, tzv. asanací, je třeba dodržovat určité zásady, které se týkají bakteriologického, chemického a hydrologického hlediska. V blízkosti vodního zdroje by se neměly nacházet septiky, kanalizační přípojky, hřbitovy nebo kafilérie, dále by se neměly v jeho blízkosti používat např. různé pesticidy, herbicidy a fungicidy a v blízkosti zdrojů by se neměly nacházet sklady nafty, barev, sloučenin těžkých kovů, atd. Při znečištění lze používat různé chemické přípravky, jako Aquasteril na bázi dichlorisokyanuranu, Persteril na bázi kyseliny peroctové, Sagen na bázi stříbra a Savo na bázi chloranu sodného. (Herzán, 2008)

Tab. č. 8 Zdroje možného znečištění

	Málo propustné prostředí	Propustné prostředí
Žumpy, septiky, potrubí	5m	12m
Nádrže tekutých paliv	7m	12m
Chlévy, močůvkové jímky, hnojiště	10m	25m
Veřejné komunikace	12m	30m
Umývací plochy vozidel	15m	40m

Zdroj: (Vyhláška č. 252/2004 Sb.), zpracování vlastní

8.3 Voda balená

Balená voda podléhá požadavkům vyhlášky č. 275/2004 Sb., o požadavcích na jakost a zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy. Mikrobiologické, chemické a fyzikální požadavky na balené vody pitné, kojenecké, pramenité i přírodní minerální vody jsou stanoveny touto vyhláškou. (Vyhláška č. 275/2004 Sb.)

Nabídka dnešního trhu nabízí širokou škálu balených vod, které se rozdělují do čtyř kategorií, což je povinen výrobce uvést na etiketě, kterou musí být balená voda opatřena. Rozdíl mezi těmito čtyřmi kategoriemi spočívá ve způsobu úpravy vody a v požadavcích na zdroj, odkud je voda čerpána. (<http://zdrava-vyziva.doktorka.cz/deleni-balenych-vod>)

Kojenecká voda musí být kvalitní podzemní voda s nejpřísnějšími požadavky, vhodná pro přípravu kojeneckého stravování. Je zde povoleno i malé množství minerálních látek, ovšem nesmí obsahovat více než 0,2g/l sodíku. Kojeneckou vodu lze upravit pouze UV ozařováním.

Přírodní minerální voda pochází z podzemního zdroje schváleného a kontrolovaného ministerstvem zdravotnictví. Obsahuje významné množství minerálních látek, které naše tělo potřebuje ke správnému vývoji a není schopno si je samo vyrobit. Množství sodíku v minerálkách není zákonem nijak stanoveno. (<http://zdrava-vyziva.doktorka.cz/deleni-balenych-vod>)

Minerální voda je k soustavnému používání zcela nevhodná svým nadměrným obsahem minerálních solí. Mimo to, je také minerální voda ve skleněných lahvích nevhodná k soustavnému používání pro možnost přítomnosti látek jako např. arsen, nervový jed kumulativního charakteru a podezřelý karcinogen. (<http://zdravy-domov.doktorka.cz/balene-vody>)

Pramenitá voda je také čistá voda z podzemního zdroje, bez kontroly. Minerální složení i chuť mohou kolísat. Pramenitou vodu je možné pít v neomezeném množství každý den. Horní hranice pro obsah sodíku v pramenité vodě je 100mg/l. Ani pramenité vody nesmí být upravovány tak, aby se nějak výrazně změnilo jejich složení.

Pitná balená voda pocházející z podzemního zdroje nemusí. Je stáčená z vodovodu, čemuž odpovídá její složení i chuť, která je cítit mírně po chloru. Balenou vodu může výrobce různě upravovat, např. přidávkem chemických látek, proti zamezení množení bakterií. (<http://zdrava-vyziva.doktorka.cz/deleni-balenych-vod>)

Balené vody jsou výhodné v tom ohledu, že na trhu konkurují limonádám, obsahujícím vysoké množství cukru, které jsou překyselené a mohou obsahovat stabilizační a jiné chemikálie. Ale mnohonásobně převažují nevýhody. Z ekonomického hlediska se balená voda nevyplatí, neboť je velmi drahá ve srovnání s vodou z kohoutku. Ani z hlediska ekologického není balená voda výhodná, neboť se plastové lahve, za které se taktéž platí, vyhazují, nejsou biologicky rozložitelným materiálem a recyklace plastových lahví funguje nedokonale, tudíž se množství tohoto materiálu hromadí. Ani kvalita balené pitné vody nemusí být dobrá, neboť od naplnění plastové láhve do doby jejího spotřebování může uplynout dlouhá doba a plast se začne do vody louhovat, k čemuž napomůže také nevhodné skladování při pokojové teplotě a působení slunečních paprsků, což je mnohdy vidět v prodejnách potravin. (<http://zdravy-domov.doktorka.cz/balene-vody>)

Pokud je zásoba balené vody skladována doma, měla by být uchovávána daleko od jakýchkoli chemikálií nebo rozpouštědel, např. ředidel. (<http://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/bottled-water.htm>)

Tab. č. 9 **Optimální hodnoty hlavních minerálních látek ve vodě**

Ukazatel	Optimální obsah
RL – rozpuštěné látky (ukazatel celkového obsahu minerálních látek)	150 až 400mg/l
Ca⁺⁺ vápník	40 až 70 (minimálně 30) mg/l
Mg⁺⁺ hořčík	20 až 30 (minimálně 10) mg/l
Na⁺ sodík	5 až 25mg/l
K⁺ draslík	1 až 5mg/l
Cl⁻ chloridy (*)	méně než 50mg/l
SO₄⁻ sírany (*)	méně než 50mg/l
HCO₃⁻ hydrogenuhličitan (**)	100 až 300mg/l
F⁻ fluoridy	0,1 až 0,3mg/l
NO₃⁻ dusičnany	méně než 10mg/l

Zdroj: (<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/rady-spotrebitelum-balenych-vod>), autor Kožíšek, zpracování vlastní

9. Jaká kritéria musí pitná voda splňovat

Pitná voda musí dle Vyhlášky č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, splňovat fyzikálně – chemické vlastnosti, aby nebylo ohroženo veřejné zdraví, a dále nesmí obsahovat mikroorganismy, parazity a jakékoliv druhy látek v počtu nebo koncentraci ohrožujícím veřejné zdraví.

9.1 Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele

Tab. č. 10 Přehled povoleného množství fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů

Látka	Chem. značka	Jednotka	Nejvyšší povolená hodnota	Typ limitu
1,2- Dichlorethan	mikrog/l		3,0	NMH
Akrylamid	mikrog/l		0,1	NMH
Amonné ionty	NH ₄ ⁺	mg/l	0,50	MH
Antimon	Sb	mikrog/l	5,0	NMH
Arsen	As	mikrog/l	10	NMH
Barva		Mg/l Pt	20	MH
Benzen		mikrog/l	1,0	NMH
Benzo(a)pyren	BaP	mikrog/l	0,010	NMH
Beryllium	Be	mikrog/l	2,0	NMH
Bor	B	mg/l	1,0	NMH
Bromičnany	BrO	mikrog/l	10	NMH
Celkový organický uhlík	TOC	mg/l	5,0	MH
Dusičnany	NO	mg/l	50	NMH
Dusitany	NO	mg/l	0,50	NMH
Epichlorhydrin		mikrog/l	0,10	NMH
Floridy	F-	mg/l	1,5	NMH
Hliník	Al	mg/l	0,20	NMH
Hořčík	Mg	mg/l	10	MH
Chlor volný		mg/l	0,30	MH
Chlorethen		mikrog/l	0,50	NMH
Chloridy	Cl-	mg/l	100	MH
Chloritany	ClO	mikrog/l	200	MH

Chrom	Cr	mikrog/l	50	NMH
Chuť			Přijatelná pro odběratele	MH
Kadmium	Cd	mikrog/l	5,0	NMH
Konduktivita	K	mS/m	125	MH
Kyanidy celkové	CN-	mg/l	0,050	NMH
Mangan	Mn	mg/l	0,050	MH
Měď	Cu	mikrog/l	1000	NMH
Microcystin-LR		mikrog/l	1	NMH
Nikl	Ni	mikrog/l	20	NMH
Olovo	Pb	mikrog/l	10	NMH
Ozon	O	mikrog/l	50	MH
Pach			Přijatelný pro odběratele	MH
Pesticidní látky		mikrog/l	0,10	NMH
pH	pH		6,5 – 9,5	MH
Polycyklické, aromatické uhlovodíky	PAU	mikrog/l	0,10	NMH
Selen	Se	mikrog/l	10	NMH
Rtuť	Hg	mikrog/l	1,0	NMH
Sírany	SO	mg/l	250	MH
Sodík	Na	mg/l	200	MH
Stříbro	Ag	mikrog/l	50	NMH
Tetrachlorethen	PCE	mikrog/l	10	NMH
Trihalomethany	THM	mikrog/l	100	NMH
Trichlorethen	TCE	mikrog/l	10	NMH
Trichlormethan		mikrog/l	30	MH
Vápník a hořčík	Ca + Mg	mmol/l	2 – 3,5	MH
Zákal		ZF(t,n)	5	MH
Železo	Fe	mg/l	0,20	MH

Zdroj: (Vyhláška č. 252/2004 Sb.), zpracování vlastní

9.2 Cizorodé látky v pitné vodě

Tab. č. 11 Mikrobiologické a biologické ukazatele

Ukazatel	Jednotka	Limit	Typ limitu
Clostridium perfringens	KTJ/100ml	0	Mezní hodnota
Enterokoky	KTJ/100ml	0	Nejvyšší mezní hodnota
Escherichie coli	KTJ/100ml	0	Nejvyšší mezní hodnota
Koliformní bakterie	KTJ /100ml	0	Mezní hodnota
Mikroskopický obraz – abioseston	%	10	Mezní hodnota
Mikroskopický obraz – počet organismů	Jedinci/ml	50	Mezní hodnota
Mikroskopický obraz – živé organismy	Jedinci/ml	0	Mezní hodnota
Počty kolonií při 22 °C	KTJ/100ml	200	Mezní hodnota
Počty kolonií při 36 °C	KTJ/100ml	20	Mezní hodnota
Pseudomonasaeruginosa	KTJ/250ml	0	U balené pitné vody

Zdroj: (Vyhláška č. 252/2004 Sb.), zpracování vlastní

Vysvětlivky:

Mezní hodnota – hodnota ukazatele jakosti vody, která není zdravotně závažná

Nejvyšší mezní hodnota – hraniční hodnota

Bakterie

Při zjišťování výskytu bakterií v pitné vodě se pátrá po bakteriích nepatogenních. Bakterie se vyjadřují v jednotkách KTJ, což znamená Kolonie Tvořící jednotku / objem zkoumaného vzorku. (Michek, Daříčková, 2007)

Clostridium perfringens je patogenem, který působí na kvalitu pitné vody, která je upravena z vody povrchové. Zdrojem je půda a střevní obsah zvířat i lidí. (Michek, Daříčková, 2007)

Po požití velkého množství organismů může dojít během 8 – 22 hodin k těžkým křečím v břiše a průjmu. Nemoc obvykle trvá méně než 24 hodin, ale závažnější příznaky mohou přetrvávat u některých jedinců, zvláště starších a nemohoucích, po dobu 1 až 2 týdnů. (<http://www.foodsafetycounsel.com/food-safety-law/common-food-borne-pathogens/clostridium-perfringens/>)

Enterokoky neboli „fekální streptokoky“ jsou ukazatele fekálního znečištění i indikátorem závažnějších hygienických závad. Dlouho ve vodě nepřežívají, neboť se málokdy množí. Jsou odolnější vůči chloru než např. koliformní bakterie. Enterokoky mohou způsobit různé infekce. Kultivují se při 37°C a testy, které výskyt těchto bakterií potvrzují, se provádějí při teplotě 43°C. (Michek, Daříčková, 2007)

Escherichia coli (*E. coli*) bakterie běžně žijí ve střevech lidí a zvířat. Většina bakterií *E. coli* je neškodná a ve skutečnosti je důležitou součástí zdravého lidského střevního traktu. Nicméně některé *E. coli* jsou patogenní, což znamená, že mohou způsobit onemocnění, a to buď průjem, nebo jiné onemocnění střevního traktu. Bakterie *E. coli*, může být přenášena prostřednictvím kontaminované vody nebo potravin, nebo prostřednictvím kontaktu se zvířaty nebo osobami.

(<http://www.cdc.gov/ecoli/general/index.html>)

Bakterie *E. coli* se často vyskytují na ovoci nebo zelenině, jako jsou např. různé saláty, melouny, hrozny, nebo chřest. Bakterie *E. coli* nejhoršího typu jsou označovány jako O157. Jedno kontaminované ovoce nebo zelenina může nákazu rozšířit na další kusy. Zničit bakterie by mohla voda s chlorem. Bakterie *E. coli* O157 vylučuje shiga toxin, který je nejhorší ze všech toxinů. Tyto bakterie jsou neškodné pro hovězí dobytek, v jehož střevech žijí, což způsobuje šíření nákazy. Bakterie *E. coli* může nepadnout ledviny, mozek nebo může způsobit selhání několika orgánů dokonce smrt. (<http://oko.yin.cz/32/bakterie-e-coli>)

Koliformní bakterie jsou heterogenní skupinou bakterií, do které patří rody *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* a *Klebsiella*. (Michek, Daříčková, 2007)

Koliformní bakterie jsou zastoupeny v našem prostředí širokou škálou bakterií, včetně výkalů člověka a jiných teplotně odolných živočichů. Přítomnost koliformních bakterií v pitné vodě může znamenat možnou přítomnost škodlivých, choroboplodných organismů. (<http://www.bfhd.wa.gov/info/coliform.php>)

Pseudomonasaeruginosa je volně žijící bakterie, běžně se vyskytující v půdě a vodě. Může způsobit infekce močových cest, infekci dýchacích cest, kožní onemocnění, infekci měkkých tkání, kostí a kloubů, zažívací infekce a řadu systémových infekcí. *Pseudomonasaeruginosa* infekce je závažným problémem u pacientů hospitalizovaných s rakovinou, cystickou fibrózou a popáleninami. (<http://textbookofbacteriology.net/pseudomonas.html>)

Foto č. 1 **Bakterie *Pseudomonasaeruginosa***



Zdroj: (<http://ausubellab.mgh.harvard.edu/cgi-bin/pa14/home.cgi>), foto: Julia Plotnikov

10. Rozbory vody

Hygienické limity ukazatelů jakosti pitné vody musí být dodrženy u pitné vody z veřejného vodovodu, v místě kohoutku u spotřebitele, ze studní, umělých nádrží nebo cisteren v místě jejího výtoku. U balené pitné vody stáčené do láhví, které jsou určeny k prodeji, musí být hygienické limity dodrženy do doby minimální trvanlivosti. (Vyhláška č. 252/2004 Sb.)

Zaměstnanec úpravní pitné vody v Březové sdělil, že kontrolu vzorků ze studní provádí hygienická stanice nebo laboratoř úpravní vod tak, že zákazník si do speciálních lahví, které musí být čisté, sterilizované a opatřeny těsnícím uzávěrem, napustí po dobu jedné minuty po otečení vody z kohoutku vzorek vody, u které požaduje rozbor provést a předá je oprávněnému zaměstnanci úpravní vod a to do dvou hodin od odebrání vzorku. U veřejných studní se kontrola kvality vody provádí 1x ročně, u studní soukromých se doporučuje provést taktéž kontrolu kvality vody 1x ročně.

Dle vyhlášky č. 252/2004 Sb., se pro zjištění dodržení limitů a získáním informací o kvalitě vody a účinnosti úprav provádí krácený rozbor pitné vody, kde se kontrolují tyto ukazatelé:

Escherichia coli, koliformní bakterie, Clostridium perfringens, počty kolonií při 22°C, počet kolonií při 36°C, Pseudomonasaeruginosa, mikroskopický obraz – abioseston, mikroskopický obraz – počet organismů, mikroskopický obraz – živé organismy, amonné ionty, barva, dusičnany, dusitany, hliník, chlor volný, chemická spotřeba kyslíku, chuť, konduktivita, mangan, pH, zákal a železo. (Vyhláška č. 252/2004 Sb.)

11. Radon ve vodě

Radon je plyn, který nemá žádnou barvu, vůni, chuť, anebo pochází z přirozeného radioaktivního rozpadu uranu v zemi. Radonu můžeme být vystaveni ze dvou hlavních zdrojů, a to z radonu ve vzduchu v naší domácnosti a radonu v pitné vodě. Radon byl také nalezen v malých množstvích venkovního vzduchu. Většina radonu ve vnitřním ovzduší pochází průsakem z půdy pod domem do všech typů budov - domy, kanceláře a školy. Radonový plyn se může také rozpustit a hromadit ve studnách. Voda s obsahem radonu se může používat v domácnosti při sprchování, mytí nádobí a vaření. Radonový plyn pak uniká z vody do vzduchu. (<http://water.epa.gov/lawsregs/rulesregs/sdwa/radon/basicinformation.cfm>)

Výskyt radonu je určitým zdravotním rizikem. Radonový plyn může způsobit rakovinu plic, neboť při jeho vdechnutí může dojít k poškození plicní tkáně. Koncentrace těchto radioaktivního prvku je v neustálém, těsném kontaktu s plicní tkání a může způsobit rakovinu. Zdravotní nebezpečí vdechnutí radonu je mnohonásobně vyšší, než riziko vyplývající z přímého požití radonu obsaženého ve vodě. Neexistuje žádný přímý důkaz rakoviny vnitřních orgánů člověka požitím radonu ve vodě, ale následkem vysoké hladiny radonu ve vzduchu uranových dolů, byl zaznamenán vyšší výskyt rakoviny plic. Pravděpodobnost získání rakoviny plic z radonu závisí především na tom, kolik radonu je v domácnosti, množství času, který strávíte u vás doma, a zda jste kuřáky nebo jste někdy kouřili. (<http://wellowner.org/water-quality/radon>)

Vyšší hladiny radonu lze obvykle nalézt ve studnách, než ve veřejných vodovodech. Důvodem je krátký poločas rozpadu radonu. Radon ve veřejném vodovodu se rozkládá obvykle v nízké koncentraci, neboť byla voda chemicky ošetřena. Vzhledem k tomu, že vlastní studna zásobuje vodou pouze jednu nebo dvě domácnosti, je větší pravděpodobnost, že radon není rozptýlen před spotřebou vody. (<http://wellowner.org/water-quality/radon>)

12. Kvalita pitné vody

Problémy s kvalitou pitné vody mohou být dány např. nedostatečným ošetřením vody, nestandardní integritou distribuční sítě, nehodami potrubí, nebo lokální problém v prostorách určených pro odběr vzorků vody. Při narušené chemické kvalitě vody se často vyskytne problém použitím materiálu, např. olovo, měď a nikl ve vodovodních systémech. Příčinou může být i domácí instalace vodovodu nebo špatné užití materiálů.

(<http://www.vodarenstvi.cz/clanky/kvalita-vody-v-evropske-unii>)

12.1 Kvalita pitné vody z kohoutku a vody balené

Organizace D test provedla porovnání analýz více než 60 kritérií, které nepotvrdily nižší kvalitu kohoutkové vody, která byla odebrána na pěti místech ČR (Ostrava, Brno, Plzeň, Praha a Liberec). V pitné vodě z Ostravského kohoutku byl převyšena pouze limit chloroformu. Pitná voda z Plzně obsahovala nadlimitní množství železa. Balené vody se potýkají s více nedostatky, mezi nimiž byl zjištěn nedovolený výskyt cizorodých organických látek chloroform, benzo(a)pyren, dichlormethan, dále nadlimitní obsah dusitanů a zvýšený počet organotrofních bakterií, jejichž nárůst může způsobit vyšší teplota při skladování na slunci. Nelze ovšem potvrdit, zda je produkt špatně skladován, nebo zda nedošlo ke snížení kvality produktu. Dalším kritériem je ekologická zátěž a ekonomická nevýhodnost nákupu balených vod oproti vodě z vodovodu.

(<http://www.dtest.cz/clanek-3003/jak-kvalitni-je-voda-z-kohoutku>)

13. Historie pitné vody a Karlovy Vary

V minulosti nebyla pitná voda tak dostupná, jako je tomu v současné době, kdy stačí pouze otočit kohoutkem a pitnou vodu považujeme dnes za běžnou součást našich domácností.

Vzhledem ke skutečnostem, že se v Karlových Varech nachází rozsáhlá síť podzemních termálních pramenů, vlastnostem podloží, protáhlého tvaru města a dále výškového rozdílu po stranách řeky Teplé, nebylo jednoduché vybudovat vodovodní systém pro zásobování vodou. Pro zásobování pitnou vodou v Karlových Varech a okolí se využívaly lesní prameny. Problémem byla letní období, kdy tato prameniště vysychala. Přilehlé obce musely využívat vlastní prameniště a pramenitá voda z lesního vodovodu byla rozváděna pouze pro město Karlovy Vary. Díky kopcovitému terénu byla voda do města přiváděna z vysoko položených lesních luk samospádem lesními vodovody, které byly složeny z jímacích zařízení, vodojemů a potrubí do městského vodovodu. Do míst, kde nebylo možno vodu dopravit samospádem a nebylo tak možno využít gravitační síly, se započala užívat síla umělá ve formě čerpadel, která byla využívána již ve starověku a byla poháněna lidskou či zvířecí silou. Později se využívala pístová čerpadla poháněná vodní turbínou a následně i parními stroji. (Jágl a kol., 2012)

Během století se vodovodní potrubí vyrábělo z různých materiálů: dřevo (např. dub), kamenina, litina, azbestocement - nepoužívá se na pitnou vodu kvůli zdravotně závadnému azbestu, měď, ocel (podléhá korozi), plasty - PVC, lineární a rozvětvený polyetylen, sklolaminát. (<http://cs.wikipedia.org/wiki/Vodovod>)

V roce 1882 byla vystavěna první vodárna v Tuhnicích, neboť s rozkvětem lázeňství v Karlových Varech se zvýšil počet návštěvníků a vody bylo nedostatečné množství. Pro Tuhnickou vodárnu byla vodním zdrojem povrchová voda z řeky Ohře, ze které se čerpala voda pouze k užitkovým účelům a čištěna byla technologií pomalé filtrace, která spočívala v propouštění vody vrstvami filtru v podobě velkých kamenů ve vrstvě zhruba jednoho metru, kde byla zbavena větších nečistot, dále přes pomalejší šterkové filtry ve vrstvě asi dvou metrů a dále filtru pískového a takto vyčištěná voda se vodovodními trubkami odváděla do vodojemu, odkud se čerpáním rozváděla do městské vodovodní sítě. (Jágl a kol., 2012)

Foto č. 2 **Vodárna Tuhnice**



Zdroj: (<http://www.zapadoceskydenik.cz/kauzy/starou-karlovarskou-vodarnu-si-prevezme-mesto.html>), Foto: Valdemar518

I užitková voda musela odpovídat požadavkům na kvalitu a byla sledována pravidelnými rozbory, vzhledem ke složení vody a k rozmnožování bakterií. Pravidelně byly prováděny chemické a bakteriologické rozbory na provoz a údržbu vodárny, který spočíval hlavně v pravidelném čištění nádrží a filtrů, za což odpovídal Vodoprávní úřad, odbor Stavebního úřadu města Karlovy Vary. (Jágl a kol., 2012)

Důležitou součástí vodovodního systému jsou vodojemy, v nichž byla shromažďována voda a vodovodními sítěmi byla rozváděna do jednotlivých obydlí. Jejich chod je soustředěn na vyrovnávání tlaku v tomto zařízení a je založen na vyrovnávání rozdílu mezi přítokem ze zdroje vody a odběrem vody spotřebitelem. Mezi nejstarší vodojemy v Karlových Varech, vystavěný v roce 1882, patří vodojem ve Svahové ulici v Tuhnicích, který zásoboval lázeňské centrum města. Postupně se budovaly ve městě další vodojemy. V současné době je v karlovarském vodovodním systému téměř padesát vodojemů. (Jágl a kol., 2012)

Po roce 1923 vodárna započala provádět úpravu vody chlorováním, neboť plynný chlór, který se využíval při velmi malé koncentraci, dokáže zničit bakterie, které jsou ve vodě nežádoucí a z vody užitkové, čerpané z řeky Ohře, se vyráběla voda pitná, zdravotně nezávadná, dle požadavků kladených na pitnou vodu. Celý proces získávání pitné vody spočíval na mechanickém a z části také biologickém postupu úpravy. Nejprve se voda filtrovala přes rychlofiltry, tzv. Jewelly (americké výroby), poté procházela pomalou filtrací pomalými filtry, s využíváním biologického efektu čištění vody vrstvou organismů, vytvořenou postupně během pomalého protékání vody. A nakonec se přidával ještě plynný chlór k likvidaci

nežádoucích bakterií. Po těchto úpravách se mohla voda rozvádět jako pitná ke spotřebiteli. Tento systém úpravy vody byl však náročný na údržbu, neboť se filtry rychle zanášely a kapacita takto upravené vody nebyla dostačující, vzhledem k rostoucím potřebám obyvatel a požadavkům na kvalitu vody. (Jágl a kol., 2012)

V rámci rozsáhlejší rekonstrukce vodárny v roce 1929 byla přistavěna nádrž čisté vody a začala se využívat elektrická čerpací stanice, přestavěly se i rozvodné sítě a parní stroje a pístová čerpadla byla nahrazena odstředivými čerpadly s elektrickým pohonem. Přilehlé obce Karlových Varů – Rybáře, Drahovice, Bohatice, Dvory, Doubí a Březová se postupně napojovaly na vodovodní systém Karlových Varů. (Jágl a kol., 2012)

Koncem padesátých let se začala Tuhnická vodárna opět rekonstruovat a postupně se vybudovávaly nádrže na čištění vody, kde byla voda čištěna pomocí usazovacích nádrží tzv. čičičů, kdy proces spočíval v úpravě vody přes vznášející se vločkový mrak vysrážený dávkovanými chemikáliemi (síranu hlinitého a kation manganistanu) přes filtr, který pojímá nečistoty ve vodě, dále byla voda vedena přes pískové rychlofiltry a poté byl do vody dávkován ještě plynný chlór. Tento způsob čištění vody byl podstatně rychlejší, při úpravě bylo vyrobeno až 460 litrů pitné vody za sekundu. S postupem času se vodovodní síť rozšířila i do okolních obcí.

(Jágl a kol., 2012)

Foto č. 3 **Vodní dílo Stanovice**



Zdroj: (<http://www.poh.cz/vd/stanovice.htm>)

Z důvodu zhoršování kvality vody v řece Ohři vlivem průmyslové a důlní činnosti v Sokolovské uhelné pánvi, a protože nebyla zcela vhodným zdrojem dodávky pitné vody, bylo nutné získat nový zdroj. Tento problém byl vyřešen novým zdrojem pitné vody, vybudováním přehrady na Lomnickém potoce u Stanovic a vystavěním nové vodárny pro úpravu a rozvod pitné vody v Březové, nacházející se na řece Teplá a vybudování hlavního vodojemu na Sokolském vrchu pro rozvod pitné vody v Karlových Varech. Budování tohoto systému bylo započato v roce 1972 a voda se začala dodávat v roce 1984. Tento vodovodní systém zásobuje dodnes obyvatele Karlovarského kraje. (Jágl a kol., 2012)

Následkem tohoto systému byla Tuhnická vodárna v roce 1986 definitivně odstavena. I užívání lesních vodovodů bylo zrušeno. V současnosti se části lesních vodovodů využívají pro odvodňování lesních půd. (Jágl a kol., 2012)

14. Úpravna Březová

V březnu 2013 v rámci bakalářské práce jsem navštívila úpravnu vody v Březové, kde mě provedl a ukázal celý chod úpravy pitné vody, mistr úpravy vod Stanislav Šedivý.

Úpravna vody v Březové u Karlových Varů byla vystavěna v roce 1972 a uvedena do provozu v roce 1974. Zásobuje města Karlovy Vary, Ostrov, Chodov, Horní Slavkov a přilehlé obce. Čerpá se voda z přehrady Stanovice, jejíž obsah činí přibližně 24 200 000m³ vody. Nachází se zde asi šest odběrných míst a podle kvality vody v přehradě Stanovice se odběrná místa mohou měnit. Surová voda poté gravitační teče do úpravy vody přes česle, kde je voda zbavena velkých nečistot, jako je dřevo, písek nebo listí atd. do usazovacích nádrží. Přítok vody je regulován kuželovými ventily a poté se voda míchá s první chemikálií, což je síran hlinitý. Pomocí tohoto kolagulantu se vytváří vločky, neboli floky, které na sebe naváží špínu z vody - zachycuje řasy, sinice, bakterie a další nečistoty, jako jsou např. těžké kovy, atd. Tento proces se nazývá flokuace. Poté voda odteče dvojitým dnem se třemi usazovacími nádržemi, kde se floky se špínou usazují, protože jsou těžší než voda. Tento proces se nazývá sedimentace. Z těchto nádrží je odváděn shrabovák kal do kalového hospodářství a automaticky je ředěn vodou. Kanalizací je kal odveden do čističky odpadních vod. Čistá voda se vlévá přes tzv. hřebeny do druhého stupně čištění vody, a to pískové filtrace. Pískových filtrů je celkem osm, vrstva jemného filtračního písku činí 1,3m a jednotlivá zrnka písku mají velikost 0,8 až 1mm. Nečistoty z prvního stupně čištění a zbytky kolagulantu se usazují v pískové filtraci.

Dříve voda procházela ještě procesem ozonizace, který spočívá úpravou vody ozonem O₃, který snižuje obsah organických látek. Od této úpravy se upustilo asi před pěti lety a započala se provádět rychlofiltrace. Po těchto dvoustupňových úpravách je voda již vyčištěna a putuje do nádrže s objemem asi 1000m³ a dále potrubím do hlavního vodojemu na Sokolovském vrchu, ze kterého voda cestuje do dalších vodojemů a domácností po celém Karlovarském kraji.

Úprava pitné vody také spočívá v dávkování chemie, přídatkem manganistanu draselného a nakonec je do pitné vody dávkován chlór v plynném stavu jako dezinfekce. Jelikož se pitnou vodou zásobují i vzdálenější lokality, jako například Ostrov nebo Horní Slavkov, je přidáván ještě chlorid amonný, který na sebe naváže molekuly chloru, jehož účinnost vydrží až na vzdálenější místa. Dále je dávkováno vápenným sytičem vápno naředěné vodou z důvodu přiměřeného pH, aby pitná voda nebyla kyselá, ani zásaditá. Z důvodu tvrdosti vody se dávkuje plynné CO₂ – oxid uhličitý. Od roku 2000 je dávkována chemikálie Metaqua, což je inhibitor koroze. Tato látka snižuje obsah železa a korozní rychlost potrubí tím, že na vnitřní straně potrubí vytvoří tenkou vrstvu, která zamezí přímému kontaktu vody s potrubím, čímž jsou chráněny rozvody i kvalita vody.

V laboratořích, které se nacházejí v budově úpravy vod v Březové, se denně provádějí rozbor vzorků pitné i odpadní vody, z důvodu kontroly kvality

vody. Pitná voda z úpravny je odváděna neustále ve stejné kvalitě. V domácnostech ale může být kvalita vody odlišná z důvodu stáří nebo opotřebovanosti potrubí. Kontrolu v různých místech dodávky pitné vody obstarávají kontroloři sítí, kteří jednou měsíčně provádějí odkalení vody.

Celý proces úpravy vody se řídí a kontroluje elektronicky, což vyžaduje dohled pracovníků úpravny vod. Je zde zaznamenán příjem, odtok, průtok a spotřeba vody, dále je měřena teplota vody a teplota okolí, pH, tlak vody, zbytkový chlór ve vodě, měření množství přidávaného síranu hlinitého, a dále hladiny vody ve vodojemech. Celý proces dávkování chemikálií je vybaven záložním systémem, aby z důvodů poruchy, která ihned uvědomí obsluhu řídicího centra, byla schopna úprava vody plynule pokračovat.

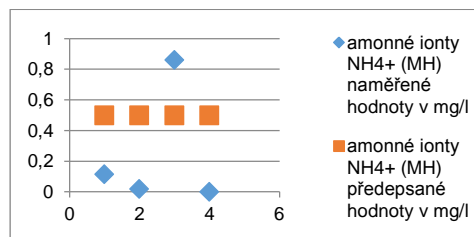
Budova, kde voda prochází úpravami, je tmavá a bez oken z toho důvodu, že voda nesnáší teplo a světlo, neboť jejich působením vznikají ve vodě různé houby a bakterie.

15. Výzkumná část

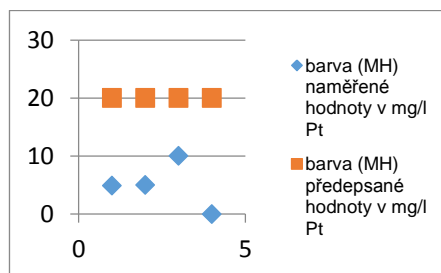
V této části se zabývám porovnávání rozboru vody ze čtyř různých zdrojů. Rozbor vody z veřejného vodovodu byl proveden v laboratoři Březová ve Vodárnách a kanalizacích Karlovy Vary, a.s., dalším rozbohem provedeným v této laboratoři byl rozbor balené vody, pocházející z Karlovarska a rozbor vody ze studny v Lesově a v Hluboký poblíž Karlových Varů byl proveden ve Zdravotním ústavu v Karlových Varech. Porovnávají budou hodnoty ukazatelů, které stanoví vyhláška č. 252/2004 Sb. u kráceného rozboru, jehož cílem je získávat pravidelné informace o stabilitě vodního zdroje a účinnosti úpravy vody, např. při používání dezinfekce, za účelem zjištění, zda jsou dodržovány limitní hodnoty stanovené touto vyhláškou nebo orgánem ochrany veřejného zdraví.

V následujících tabulkách a grafickém znázornění jsou uvedeny naměřené hodnoty s porovnáním s hodnotami stanovenými vyhláškou č. 252/2004 Sb.

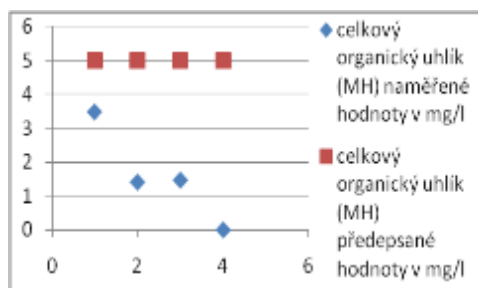
amonné ionty NH ₄ ⁺ (MH)		
místa odběru vody	naměřené hodnoty v mg/l	předepsané hodnoty v mg/l
1 - voda z vodárny	0,115	0,5
2 - voda ze studny Hluboký	0,019	0,5
3 - voda ze studny Lesov	0,86	0,5
4 - balená voda	0	0,5



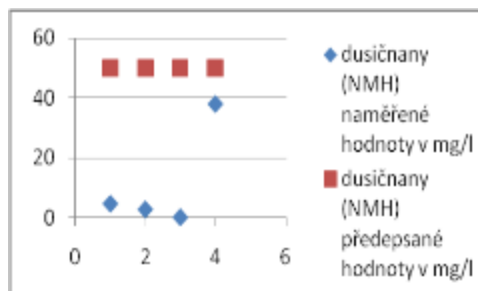
barva (MH)		
místa odběru vody	naměřené hodnoty v mg/l Pt	předepsané hodnoty v mg/l Pt
1 - voda z vodárny	4,9	20
2 - voda ze studny Hluboký	5	20
3 - voda ze studny Lesov	10	20
4 - balená voda	0	20



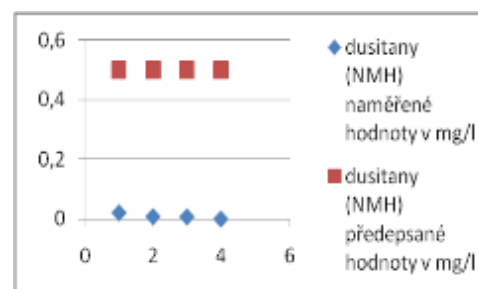
celkový organický uhlík (MH)		
místa odběru vody	naměřené hodnoty v mg/l	předepsané hodnoty v mg/l
1 - voda z vodárny	3,48	5
2 - voda ze studny Hluboký	1,41	5
3 - voda ze studny Lesov	1,47	5
4 - balená voda	0	5



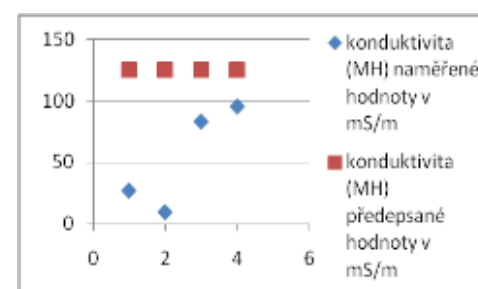
dusičnany (NMH)		
místa odběru vody	naměřené hodnoty v mg/l	předepsané hodnoty v mg/l
1 - voda z vodárny	4,8	50
2 - voda ze studny Hluboký	2,9	50
3 - voda ze studny Lesov	0,3	50
4 - balená voda	38	50



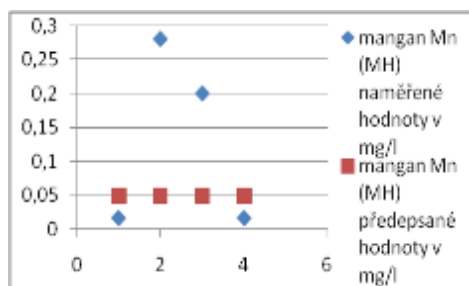
dusitany (NMH)		
místa odběru vody	naměřené hodnoty v mg/l	předepsané hodnoty v mg/l
1 - voda z vodárny	0,021	0,5
2 - voda ze studny Hluboký	0,008	0,5
3 - voda ze studny Lesov	0,007	0,5
4 - balená voda	0	0,5



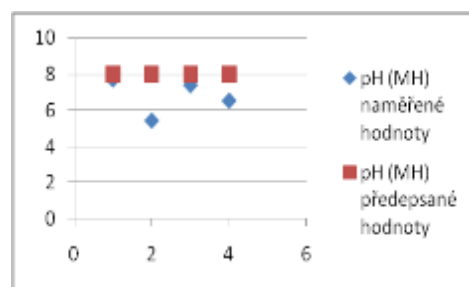
konduktivita (MH)		
místa odběru vody	naměřené hodnoty v mS/m	předepsané hodnoty v mS/m
1 - voda z vodárny	27,2	125
2 - voda ze studny Hluboký	9,71	125
3 - voda ze studny Lesov	83,2	125
4 - balená voda	95,4	125



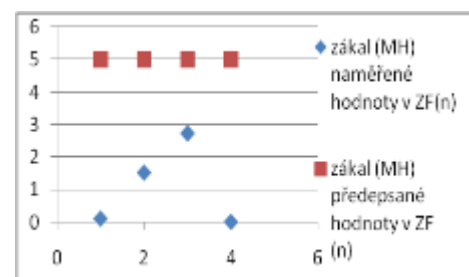
mangan Mn (MH)		
místa odběru vody	naměřené hodnoty v mg/l	předepsané hodnoty v mg/l
1 - voda z vodárny	0,017	0,05
2 - voda ze studny Hluboký	0,28	0,05
3 - voda ze studny Lesov	0,2	0,05
4 - balená voda	0,017	0,05



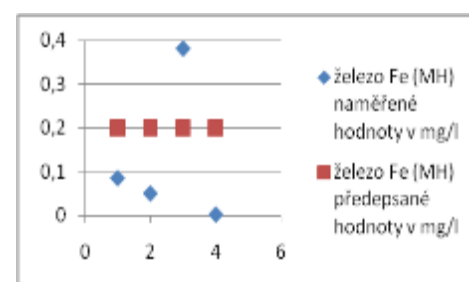
pH (MH)		
místa odběru vody	naměřené hodnoty	předepsané hodnoty
1 - voda z vodárny	7,7	8
2 - voda ze studny Hluboký	5,44	8
3 - voda ze studny Lesov	7,39	8
4 - balená voda	6,54	8



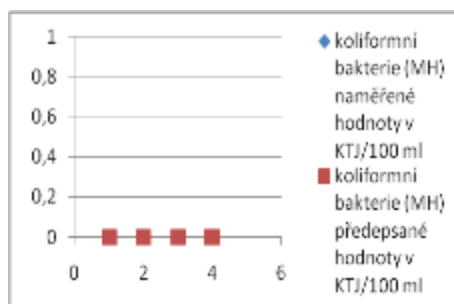
zákal (MH)		
místa odběru vody	naměřené hodnoty v ZF(n)	předepsané hodnoty v ZF (n)
1 - voda z vodárny	0,1	5
2 - voda ze studny Hluboký	1,52	5
3 - voda ze studny Lesov	2,73	5
4 - balená voda	0	5



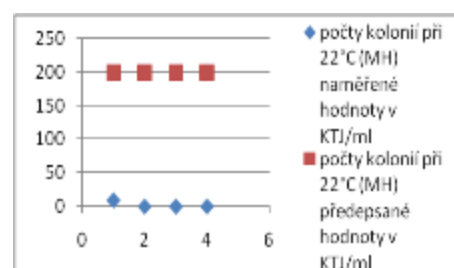
železo Fe (MH)		
místa odběru vody	naměřené hodnoty v mg/l	předepsané hodnoty v mg/l
1 - voda z vodárny	0,085	0,2
2 - voda ze studny Hluboký	0,05	0,2
3 - voda ze studny Lesov	0,38	0,2
4 - balená voda	0,002	0,2



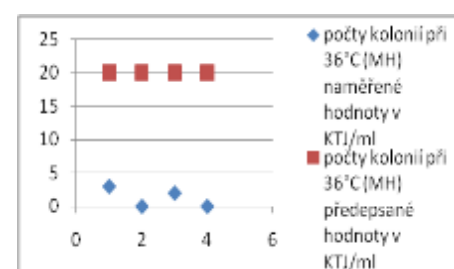
koliformní bakterie (MH)		
místa odběru vody	naměřené hodnoty v KTJ/100 ml	předepsané hodnoty v KTJ/100 ml
1 - voda z vodárny	0	0
2 - voda ze studny Hluboký	0	0
3 - voda ze studny Lesov	0	0
4 - balená voda	0	0



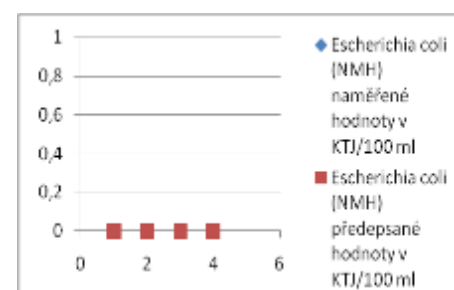
počty kolonií při 22°C (MH)		
místa odběru vody	naměřené hodnoty v KTJ/ml	předepsané hodnoty v KTJ/ml
1 - voda z vodárny	9	200
2 - voda ze studny Hluboký	0	200
3 - voda ze studny Lesov	0	200
4 - balená voda	0	200



počty kolonií při 36°C (MH)		
místa odběru vody	naměřené hodnoty v KTJ/ml	předepsané hodnoty v KTJ/ml
1 - voda z vodárny	3	20
2 - voda ze studny Hluboký	0	20
3 - voda ze studny Lesov	2	20
4 - balená voda	0	20



Escherichia coli (NMH)		
místa odběru vody	naměřené hodnoty v KTJ/100 ml	předepsané hodnoty v KTJ/100 ml
1 - voda z vodárny	0	0
2 - voda ze studny Hluboký	0	0
3 - voda ze studny Lesov	0	0
4 - balená voda	0	0



Z hodnot provedených rozborů, které byly naměřeny, vyplývá, že voda z úpravny vod v Březové a balená voda odpovídá předepsaným hodnotám, které jsou uvedeny ve vyhlášce MZ č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu, četnost a rozsah kontroly pitné vody.

Voda ze studny v Lesově přesahuje množství amonných iontů o 0,36 mg/l, množství manganu o 0,15 ml/l a množství železa o 0,18 ml/l. V Hluboký přesahuje limit obsah manganu o 0,23 ml/l.

Voda ze studny v Lesově ani v Hluboký v rozsahu provedených vyšetření neodpovídá požadavkům Vyhlášky MZ č. 252/2004 Sb. pro pitnou vodu.

Objekt č. 1 Voda z vodárny v Březové u Karlových Varů zcela odpovídá hodnotám, které jsou uvedeny ve vyhlášce č. 252/2004 Sb., kterou jsou stanoveny hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu, četnost a rozsah kontroly pitné vody. Její složení je denně kontrolováno rozbohem a dle jejího složení jsou stanoveny úpravy.

Objekt č. 2 Voda ze soukromé studny u rodinného domu v Hluboký, obsahuje množství manganu 0,28 mg/l. Aby byl limit dle vyhlášky č. 252/2004 splněn, je třeba, aby byl obsah manganu nižší než 0,05 mg/l.

Ve vodě pro pitné i technické účely působí nadměrné množství manganu nebo železa vizuální, pachové i chuťové závady. V neposlední řadě způsobuje problémy na rozvodech a dalších zařízeních, které přijdou do styku s touto vodou a na prádle, které je vypráno v této vodě. Nadlimitním množstvím manganu se mohou vyskytovat černé skvrny a ve vodě s nadlimitním množstvím železa skvrny rezavé. Mangan spolu s železem se nejčastěji vyskytují v prostředí s nízkým obsahem kyslíku, tzn. v podzemní vodě jako dvojmocné ionty a dobře se v této formě rozpouští. Při styku této vody se vzduchem často dochází k oxidaci, při které se mangan a železo vyloučí v trojmocné formě, která není rozpustná. Dle specifických požadavků se následně volí odpovídající metoda úpravy vody, která spočívá v úpravě vody ještě před vstupem o objektu. (Michek, Daříčková, 2007)

Jak je uvedeno v kapitole úprav podzemních vod, způsobů odželezování nebo odmanganování je několik.

Způsoby odželezování jsou např. provzdušněním alkalizací, ozonizací (ozonem, chlorem, manganistanem draselným, peroxidem vodíku), dále kontaktní odželezování v horninovém prostředí, iontovou výměnou, biologickou cestou nebo koagulací.

Způsoby odmanganování jsou např. alkalizací, oxidací (ozonem, chlorem, manganistanem draselným, oxidem chloričitým), kontaktním odmanganováním, koagulací, biologickou cestou, pískovou filtrací, provzdušněním. (Malý, Malá, 1996)

V publikaci autorů Malý a Malá z roku 1996 „Upravujeme vodu doma i na chatě“ je uvedeno, že pro odstraňování nízkých obsahů železa je možno použít pískové filtry, které je třeba denně proplachovat manuálně nebo automaticky. Pro odstranění železa do 3 mg/l ve dvojmocné formě nebo manganu do 1,5 mg/l je možné použít tzv. Birm, který působí jako nerozpustný katalyzátor na reakci mezi kyslíkem a rozpuštěnými formami železa, resp. manganu, zvyšuje oxidační stav. Toto zařízení je běžně dostupné na internetu a ve specializovaných prodejnách.

Objekt č. 3 Voda ze soukromé studny v Lesově, která se nachází u rodinného domu, obsahuje množství manganu 0,2 mg/l, aby byl limit dle vyhlášky č. 252/2004 splněn, je třeba, aby byl obsah manganu nižší než 0,05 mg/l. Obsah železa činí 0,38 mg/l, aby byl limit dle vyhlášky č. 252/2004 splněn, je třeba, aby byl obsah manganu nižší než 0,05 mg/l. Obsah amonných iontů činí 0,86 mg/l, avšak dle vyhlášky je nejvyšší povolené množství 0,5 mg/l.

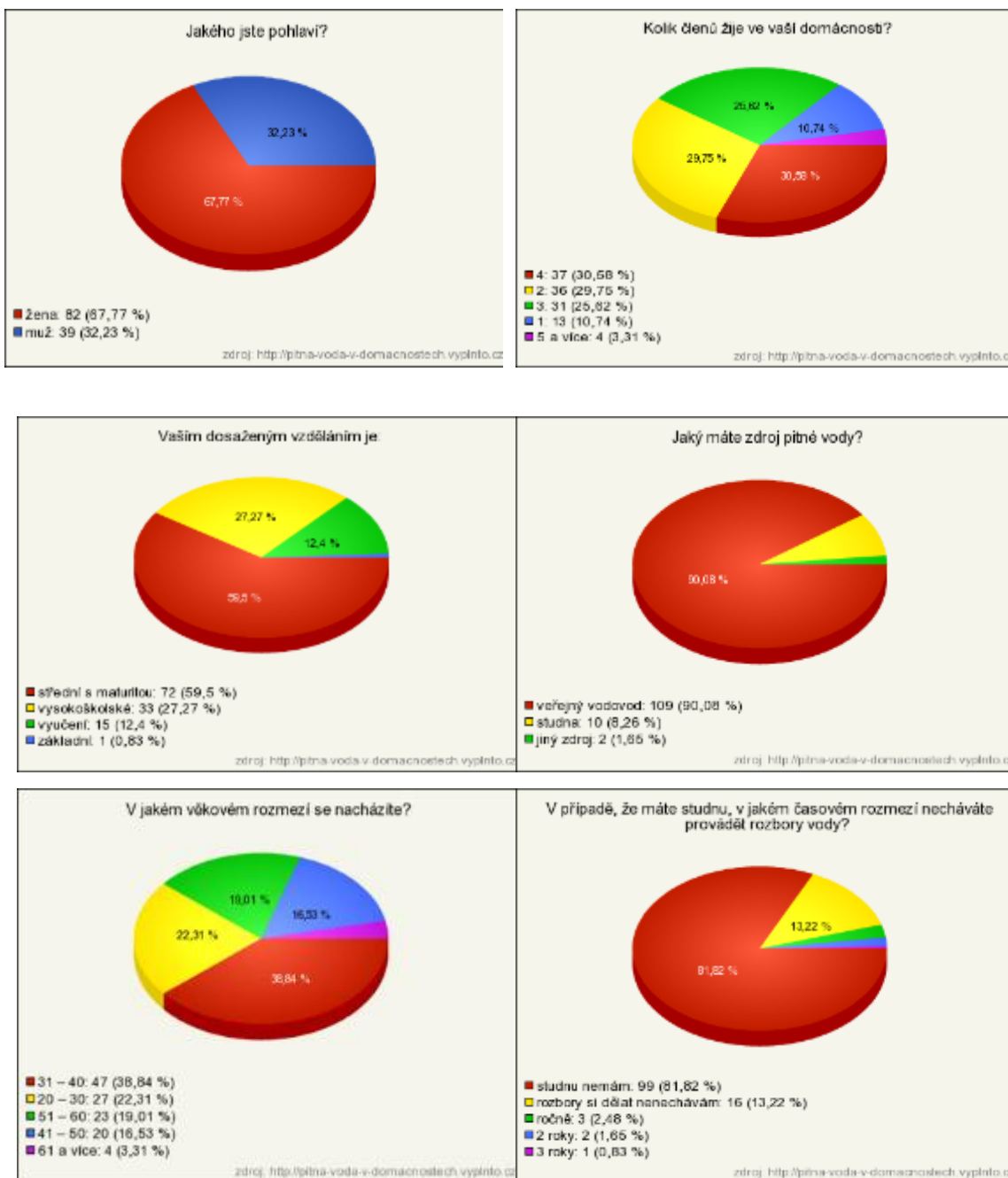
Na snížení nadlimitního obsahu manganu a železa je již poukázáno u objektu č. 2, studny v Hluboký. Obsah amonných iontů, který je zde vyšší, je znakem mikrobiologické aktivity, kterou může způsobit hnojení, kontaminace, nebo může být také původu geologického. Řešením může být transformace amonných iontů přes dusitany na dusičnany biologicky podmíněným nitrifikačním procesem, což si žádá velké množství kyslíku a vyhovující filtrační materiál, který obsahuje křemičitý písek, či pórovitý materiál s obsahem vápníku.
(http://www.eurowater.cz/pitná_voda/čistá_pitná_voda/amonné_ionty.aspx)

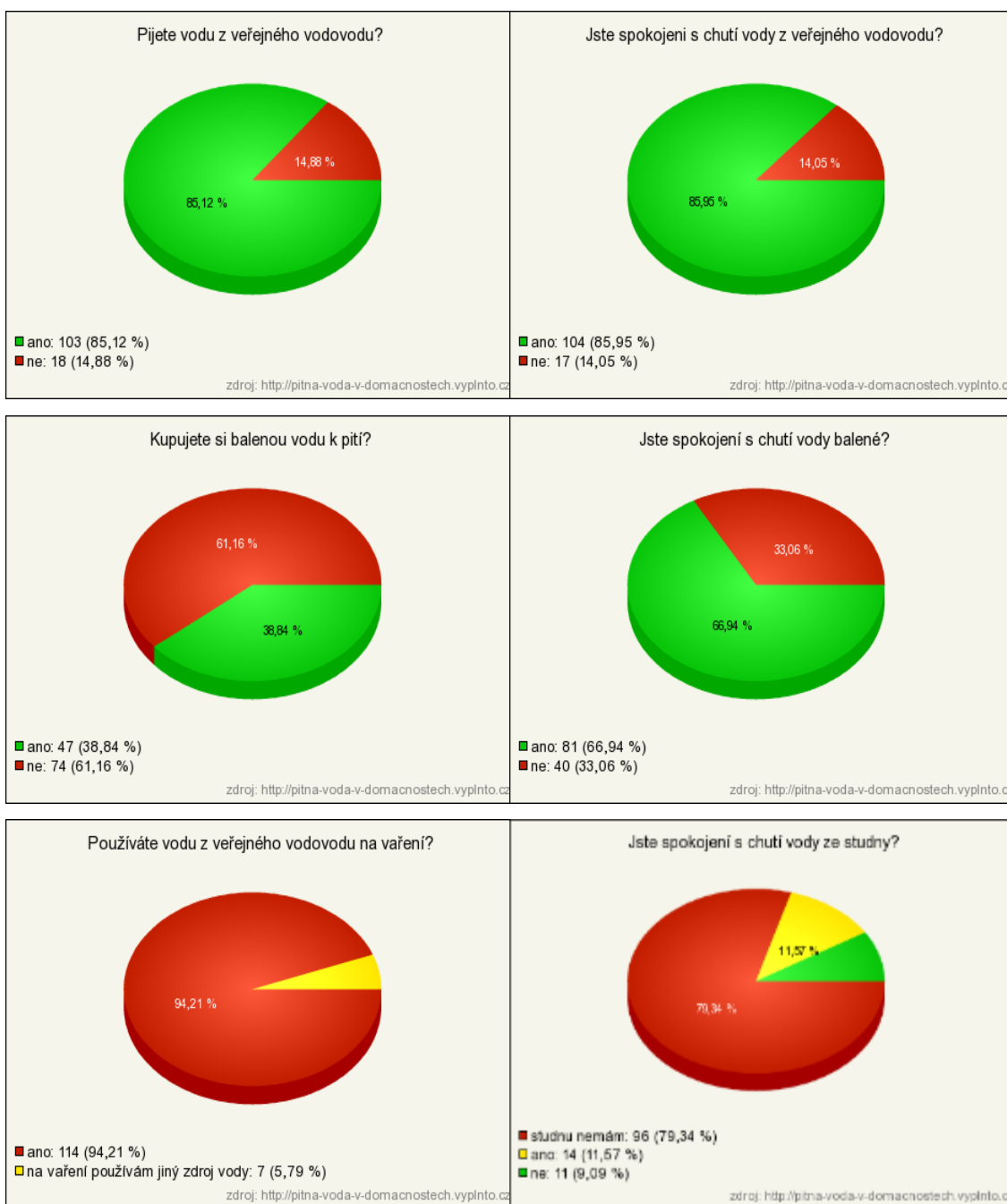
Dusičnany je možné z pitné vody odstranit různými metodami. Jako jsou chemická redukce, membránové procesy elektrodialýzy a reverzní osmózy, biologické denitrifikace nebo iontová výměna.
(http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka_2010/uv.html)

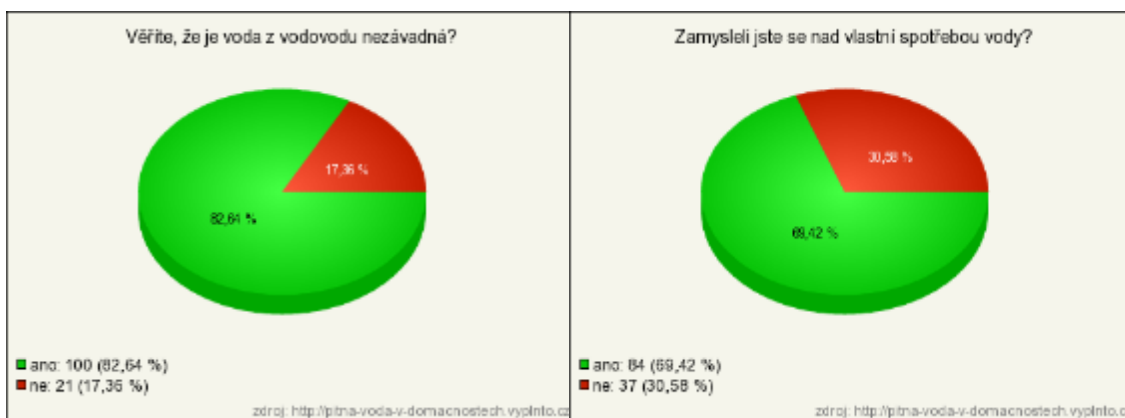
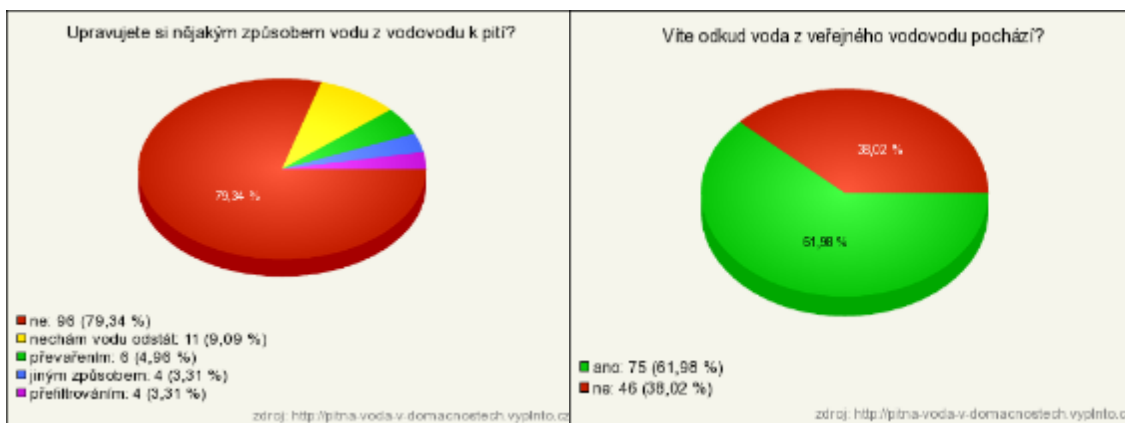
Objekt č. 4 Balená voda zcela odpovídá hodnotám, které jsou uvedeny ve vyhlášce č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu, četnost a rozsah kontroly pitné vody.

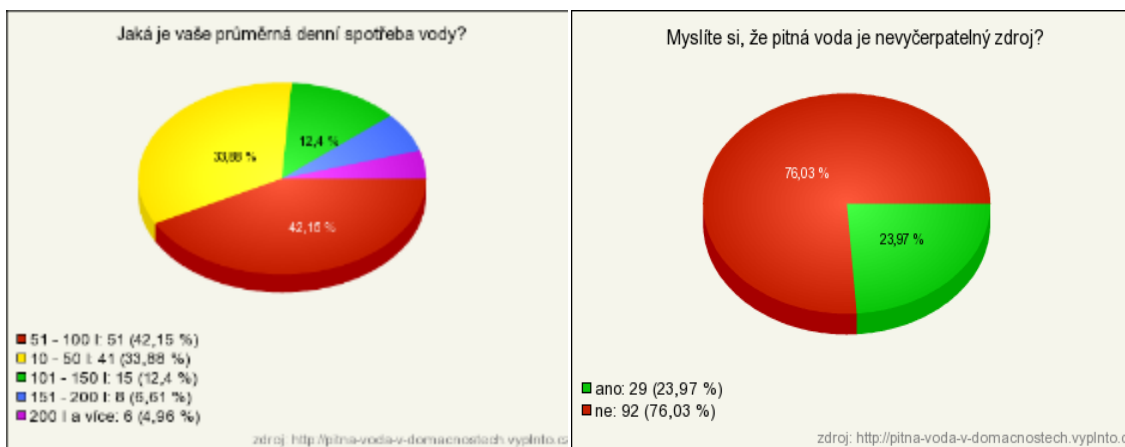
16. Anketa

Následný výzkum se zabývá získáním a porovnáním informací ohledně pitné vody 120 domácností, osob různých věkových kategorií. Cílem ankety bylo zjištění informovanosti dotazovaných osob o získávání pitné vody z různých zdrojů a dále zjištění, jakému zdroji dávají přednost při konzumaci vody.









Výsledek ankety ukázal, že respondenti dávají přednost vodě z veřejného vodovodu. Je pozoruhodné, že pro více jak polovinu respondentů je důležitý nejen původ, ale i samotná úprava pitné vody. Pravděpodobně na základě těchto informací většina dotazovaných pitnou vodu z vodovodu žádným způsobem neupravuje a také věří, že je nezávadná.

Z mého pohledu mám ve většině odpovědí stejný názor jako většina dotazovaných, neboť je voda dodávaná z přehrady Stanovice každodenně kontrolována a díky rozvoji moderních technologií jak vodu upravovat, je také zdravotně nezávadná.

17. Závěr a diskuze

Problematika pitné vody je velice komplexní a rozsáhlé téma, které v našem případě bylo zaměřeno na oblast Karlovarského kraje. Ve své teoretické části jsem se zaměřila na obecné pojetí tématu pitné vody a získávání z různých zdrojů. Tyto zdroje jsem následně rozvedla a popsal jednotlivá kritéria, která musí pitná voda splňovat a to nejenom ze strany chemických a organoleptických ukazatelů, ale také cizorodých látek, které se v pitné vodě mohou objevovat.

Hlavním cílem bakalářské práce bylo porovnání několika zdrojů pitné vody. Důraz byl kladen převážně na složení pitné vody, o kterém je pojednáváno ve výzkumné části. Podle získaných výsledků bylo zjištěno, že dva objekty ze čtyř nesplňovaly potřebná kritéria a obsah látek mangan, železo a amonné ionty, byl nad limit stanovený vyhláškou. Po zjištění těchto výsledků byly navrženy způsoby pro odstranění nadlimitních ukazatelů, aby bylo možné vodu využívat jako pitnou. Návrhy na zlepšení chemického složení pitné vody byly navrženy tak, aby obsah látek, které převyšují limitní hodnoty, splnil kritéria vyhlášky, mezi které patří např. provzdušnění alkalizací, ionizací, biologickou cestou nebo koagulací.

Bakalářská práce přibližuje zkoumanou problematiku a skutečnosti, které toto téma přineslo. Záleží skutečně jen na nás, zda budeme klást důraz na složení pitné vody, kterou konzumujeme. Je zajímavé, že litr vody z kohoutku stojí přibližně 6 haléřů a je cca 100krát levnější než litr balené vody. K balené vodě je potřeba zmínit následné náklady na likvidaci neekologického obalu, skladování a přepravu. Voda z kohoutků musí splnit přísné parametry, podléhá častější, v některých parametrech i přísnější kontrole kvality než balená voda. Voda z kohoutku je vždy čerstvá, „uskladněná“ v chladu a temnu ve vodovodním potrubí. U vody ze studny je nutné, abychom kvalitu vody sledovali pravidelným prováděním rozborů vody v laboratoři.

Předkládaná bakalářská práce mě i mým známým pomohla ujasnit a rozšířit povědomí a znalosti o problematice pitné vody. Zároveň se více zajímám o samotné složení a původ, což také vřele doporučuji všem ostatním, jelikož záleží jen na nás, jak se k této problematice postavíme. Vzhledem ke skutečnosti, že se lidské tělo skládá z více než 70 % vody, je důležité, aby zdroj pitné vody plně splňoval stanovené limity.

Použitá literatura

Publikace

Herzán M., 2008: *Studny, zásady pro vyhledávání zdrojů pozemní vody*. Tech. literatura BEN, Praha, 94 s.

Ing. Jágl A. a kol., 2012: *Voda pro Karlovy Vary*. Vodárny a kanalizace Karlovy Vary, a.s., 84 s.

Kučerová, a kol., 2011, online, *Úprava a čistenie vôd*, dostupné z <http://www.enviro-edu.sk/database/studenti/2011/Environmentalna_ekologia/Uprava_a_cistenie_vod.pdf>[cit. 8. 3. 2014].

Malý J., Malá J., 1996: *Chemie a technologie vody*. Noel 2000 s.r.o., 200 s. ISBN 80-86020-13-4.

Michek V., Daříčková A., 2007: *Upravujeme vodu doma i na chatě*. Grada, Praha, 104 s.

Schauberger V., 2007: *Tajuplná a léčivá síla vody*. Fontána, Olomouc, 462 s. ISBN 978-80-7336-406-9.

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.

Právní předpisy

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů ze dne 22. 10. 2010.

Zákon č. 50/ 1976 Sb., stavební zákon.

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

Zákon č. 258/ 2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví.

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

Vyhláška č. 275/2004 Sb., o požadavcích na jakost a zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy.

Vyhláška č. 428/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích.

Internetové zdroje

- Doktorka.cz, 2002: Balené vody, online, <http://zdravy-domov.doktorka.cz/balene-vody> [cit. 3. 3. 2014].
- Doktorka.cz, 2010: Dělení balených vod, online, <http://zdrava-vyziva.doktorka.cz/deleni-balenyx-vod> [cit. 3. 3. 2014].
- dTest, 2013: Jak kvalitní je voda z kohoutku?, online, <http://www.dtest.cz/clanek-3003/jak-kvalitni-je-voda-z-kohoutku> [cit. 10. 3. 2014].
- Ekomonitor – úprava vody, 2014: Čiření vody, online, <http://www.uprava-vody.com/cireni-vody> [cit. 27. 2. 2014].
- EnviWeb s.r.o., 2012: 22. březen - světový den vody, online, <http://www.enviweb.cz/clanek/pitnavoda/90735/22-brezen-svetovy-den-vody> [cit. 8.11. 2013].
- Eurowater, spol. s r. o., 2014: Odstraňování amonných iontů, online, http://www.eurowater.cz/pitna_voda/cista_pitna_voda/amonne_ionty.aspx [cit. 14. 3. 2014].
- Kožíšek F., Státní zdravotní ústav Praha, 2005, Rady spotřebitelům balených vod, online, <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/rady-spotrebitelum-balenyx-vod> [cit. 3. 3. 2014].
- Kučerová a kol., 2010: Úprava a čištění vody, online, http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka_2010/uv.html [cit. 14.3.2014].
- Nadřevo.cz, 2014: Člověk a pitná voda, online, <http://www.nadrevo.blogspot.cz/2010/02/clovek-pitna-voda.html> [cit. 28. 2. 2014].
- Oko, 2014: Bakterie E. coli, online, <http://www.oko.yin.cz/32/bakterie-e-coli/> [cit. 10. 3. 2014].
- Povodí Ohře, 2014: Vodní dílo Stanovice, online, <http://www.poh.cz/vd/stanovice.htm> [cit. 21. 2. 2014].
- Puresystém, s.r.o., 2014: Voda z veřejného vodovodu, online, <http://www.puresystem.cz/volba-vhodne-filtrace/voda-z-verejneho-vodovodu.htm> [cit. 21. 2. 2014].
- Skupina SUEZ Environnement, 2014: Spotřeba vody, online, <http://www.ondeo.cz/cs/co-chnete-vedet-o-vode/informace-spotrebitelum-vody/spotreba-vody> [cit. 24. 2. 2014].
- Valdemar518, Západočeský deník, 2013: Starou karlovarskou vodárnu si převezme město, online, <http://www.zapadoceskydenik.cz/kauzy/starou-karlovarskou-vodarnu-si-prevezme-mesto.html> [cit. 21.2. 2014].

- Veolia Voda, 2013: Výroba vody, online, <http://www.kohoutkova.cz/o-vode/vyroby-vody> [cit. 28. 7. 2013].
- Vodarenstvi.cz, 2013: Veškeré zdroje pitné vody jsou důkladně chráněny, online, <http://www.vodarenstvi.cz/clanky/veskere-zdroje-pitne-vody-jsou-dukladne-chraneny> [cit. 6. 8. 2013].
- Vodárenství.cz, 2014: Jaká je kvalita vody v Evropské unii?, online, <http://www.vodarenstvi.cz/clanky/kvalita-vody-v-evropske-unii> [cit. 10. 3. 2014].
- Wikipedie otevřená encyklopedie, 2013: Voda, online, <http://www.cs.wikipedia.org/wiki/Voda> [cit. 20. 8. 2013].
- Wikipedie otevřená encyklopedie, 2013: Vodovod, online, <http://www.cs.wikipedia.org/wiki/Vodovod> [cit. 12.11.2013].
- Zemepis.com – geografický portál, 2013: Voda v České republice, online, <http://www.zemepis.com/vodacr.php> [cit. 20. 8. 2013].
- Zumr V., IVAR CS, spol. s r. o., 2005: Změkčování vody, online, <http://www.tzb-info.cz/2705-zmekcovani-vody> [cit. 21.2. 2014].

Cizí zdroje

- CDC, 2014: Obecné informace, Escherichia coli, online, <http://www.cdc.gov/ecoli/general/index.html> [cit. 8.3.2014].
- EPA, 2012: Základní informace o radonu v pitné vodě, online, <http://water.epa.gov/lawsregs/rulesregs/sdwa/radon/basicinformation.cfm> [cit. 20. 11. 2013].
- FoodSafetyCounsel, 2014: Clostridium perfringens, online, <http://www.foodsafetycounsel.com/food-safety-law/common-food-borne-pathogens/clostridium-perfringens/> [cit. 10.3.2014].
- Layton J., 2014: Jak balená voda funguje, online, <http://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/bottled-water.htm> [cit. 8.3.2014].
- Plotnikov J., 2014: online, <http://ausubellab.mgh.harvard.edu/cgi-bin/pa14/home.cgi> [cit. 10.3. 2014].
- Public health, 2014: Koliformní bakterie a pitné vody, online, <http://www.bfhd.wa.gov/info/coliform.php> [cit. 8.3.2014].
- Quality-drinking-water.com, 2013: Kvalita pitné vody online, http://www.quality-drinking-water.com/water_quality.html [cit. 8. 11. 2013].

- Todar K., Online textbook of bacteriology, 2014: Pseudomonasaeruginosa, online, <http://www.textbookofbacteriology.net/pseudomonas.html> [cit. 10. 3. 2014].
- Wellowner.org, 2013: Radon, online, <http://www.wellowner.org/water-quality/radon> [cit. 25. 11. 2013].