ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Rozbor a zhodnocení vody z vodovodních řádů vybraných obcí a měst okresu Kutná Hora

Bakalant: Vavřina Lukáš

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

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Lukáš Vavřina

Krajinářství
Územní technická a správní služba

Název práce

Rozbor a zhodnocení vody z vodovodních řádů vybraných obcí a měst okresu Kutná Hora

Název anglicky

Analysis and evaluation of water from water systems in selected villages and towns in district Kutná Hora

---

Cíle práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je celkový přehled kvality pitné vody, která je dodávána do jednotlivých obcí, následné porovnání výsledků jednotlivých rozborů a v neposlední řadě návrhy úpravy, popřípadě možnosti zlepšení kvality vody.

Metodika

Charakterem této bakalářské práce je studie. Hromadně půjde o vytvoření přehledu o kvalitě pitné vody ve vybraných obcích a městech v okrese Kutná Hora, které budou vypracovány prakticky, následném porovnání s lety předchozími a možné myšlence, která by do budoucna mohla pomoci vyřešit některé problémy, které jsou s nimi v tomto oboru spjaté.

Doporučený rozsah práce

40 stran textu

Klíčová slova

Kvalita vody, vodovodní řád, Kutná Hora

Doporučené zdroje informací

Interní zdroje – Vodohospodářská společnost Vrchlice – Maleč a.s
PITTER PAVEL. Hydrochemie. 4. vyd. VŠCHT Praha. ISBN 978-80-7080-701-9
Vodohospodářská společnost Vrchlice-Maleč, a.s. – https://vhskh.cz/

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 2. 2. 2021

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2021

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 29. 03. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „Rozbor a zhodnocení vody z vodovodních řádů vybraných obcí a měst okresu Kutná Hora“ 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 mou 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 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 verzi tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 14.3. 2021

Poděkování

Touto cestou děkuji vedoucímu mé práce doc. Mgr. Marku Vachovi, Ph.D., který mi umožnil vést tuto práci. Dále bych chtěl poděkovat Vodohospodářské společnosti Vrchlice – Maleč, a.s., IČ: 46356967 se sídlem Ku Ptáku 387, Kutná Hora, 284 01, zejména vedoucímu úpravny vody panu Martinu Navrátilovi, který mi předal cenné informace a také laborantce Janě Sojkové, která mi poskytla výsledky rozborů, stejně jako Obec Vrdy, které tímto také děkuji. V neposlední řadě bych rád poděkoval i vedoucímu úpravny vody na Vinici panu Martinu Luňáčkovi za exkurzi a důkladný výklad týkající se místní úpravny.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá tématem úpravy pitné vody ve vybraných obcích a městech a porovnáním její kvality. V teoretické části je řešena obecně voda, zejména cyklus zásobování vodou. Teoreticky jsou popsány jednotlivé kroky, které musí voda urazit od jejího zdroje až k odběrateli. Popisují se zde jednotlivé zdroje vody, její jímání, úprava a následná distribuce pitné vody k odběrateli. Ve druhé části práce, pojmenované metodika, je řešena pitná voda, která se dostává k odběrateli. Jsou zde porovnávány jednotlivé vzorky pitné vody, které byly odebrány na vybraných místech jednotlivých obcí a měst. Kutná Hora, Uhlířské Janovce, Nové Dvory a Žleby jsou zásobovány pitnou vodou z úpravny vody U svaté Trojice, kdežto obec Vrdy je zásobována pitnou vodou z úpravny pitné vody v obci Vinice, která je napájena podzemním zdrojem. Hlavním cílem bylo vytvoření přehledu o kvalitě pitné vody a také určení spotřebiště, které má nejkvalitnější pitnou vodu. Tímto spotřebištěm je obec Vrdy. V závěru celé práce, v diskusi jsou uvedeny veškeré výsledky porovnávání, zhodnocení kvality a vlastní úvaha nad problematikou týkající se pitné vody.

Klíčová slova: Kvalita vody, Vodovodní řad, Kutná Hora

Abstract

The bachelor thesis deals with the topic of drinking water treatment in selected municipalities and cities and a comparison of its quality. The theoretical part deals with water in general but mainly the water supply cycle. It describes the individual steps that water must take from its source to the collector. The individual sources of water, its collection, treatment and subsequent distribution of drinking water to collectors are described here. The second part of the work, called the methodology, deals with drinking water that reaches the consumer. There are compared individual samples of drinking water which were taken at selected locations of individual municipalities and cities. Some of them are supplied with drinking water from the U svaté Trojice water treatment plant and the village of Vrdy is supplied with drinking water from the water treatment plant in the village of Vinice, which is supplied by an underground source. The main goal was to create an overview of the quality of drinking water and also to determine the consumer, which has the highest quality drinking water, where in this case it is the village of Vrdy. At the end of the whole work, the discussion presents all the results of the comparison, evaluation of quality and own consideration of the issues related to drinking water.

Key words: Quality of water, Water supply system, Kutná Hora

Obsah

1. Úvod 1
2. Cíle práce 2
3. Teoretická část 3
   3.1 Voda v přírodě 3
      3.1.1 Základní fyzikální vlastnosti vody 3
      3.1.2 Organoleptické vlastnosti vody 4
      3.1.3. Koloběh vody v přírodě 5
      3.1.4. Dělení vod podle výskytu 6
      3.1.5. Dělení vod podle použití 9
   3.2. Zdroje vody 11
      3.2.1. Povrchový zdroj vody Vrchlice 12
      3.2.2. Podzemní zdroj – vrty Vrdy/Vinice 13
   3.3. Objekty pro jímání vody 16
      3.3.1. Jímání podzemní vody 17
      3.3.2. Jímání povrchové vody 19
   3.4. Úpravny vody 21
      3.4.1. Úpravna vody U svaté Trojice 22
      3.4.1. Úpravna vody Vinice/Vrdy 26
   3.5. Distribuce vody k odběrateli 28
      3.5.1. Vodovody místní 28
      3.5.2. Vodovody skupinové 28
      3.5.3. Vodovody oblastní 29
      3.5.4. Gravitační vodovod 29
      3.5.5. Výtlačný vodovod 29
4. Metodika 30
   4.1. Pitná voda 32
      4.1.1. Legislativa 32
      4.1.1.1. Vyhláška č. 252/2004 Sb., ... 32
      4.1.2. Kvalita pitné vody 33
      4.1.3. Požadavky na kvalitu pitné vody 33

4.1.4. Porovnávané parametry 34
4.2. Zpracování dat 35
4.2.1. Porovnání dat surové vody z povrchového zdroje a podzemního zdroje 35
4.2.2. Města a obce zásobované pitnou vodou z úpravny U svaté Trojice 37
4.2.3. Obec zásobovaná svojí vlastní úpravnou vody na Vinici 50
4.3. Výsledky 54
4.3.1. Porovnání surové vody povrchové a podzemní 54
4.3.2. Porovnání parametrů pitné vody pro jednotlivá zásobiště 55
4.4. Diskuse 67
5. Závěr 69
6. Přehled literatury a použitých zdrojů 70
6.1. Literární zdroje 70
6.2. Legislativní zdroje 72
6.3. Internetové zdroje 72
6.4. Seznam obrázků 72
6.5. Seznam tabulek 73
6.6. Seznam grafů 74

1. Úvod

Voda je základ života. Toto tvrzení je každému známé. Bez vody není život, vše z ní vzniká a vše se do ní také vrací. Nedokáže se bez ní obejít žádný živý organismus, ať už se jedná o nejjednodušší rostliny, organismy, či o nás, o lidstvo. Přísloví „voda nad zlato“ nemá v našich klimatických podmínkách a při hustotě vodovodních sítí takovou váhu, protože pro většinu lidí je dostupnost vody samozřejmostí. Stačí pouze otočit kohoutkem a ihned je vody dostatek. Bohužel ne všude to takto funguje. Lidé žijící ve státech třetího světa by toto přísloví nebrali na lehkou váhu jako my. Nemají totiž takové štěstí a nemohou pouze otočit kohoutkem, ale mnohdy musí chodit až několik kilometrů ke zdroji, aby se mohli napít vody, popřípadě nabrat takové množství vody, které by jim vystačilo na několik dalších dní, a to většinou bez ohledu na její úpravu a kvalitu. Z velké části tito lidé nemají ponětí o úpravě vody, nerozlišují vodu pitnou a užitkovou.

V posledních letech se čím dál více mluví o kvalitě života, lidé dodržují zdravý životní styl, sportují, stravují se kvalitními, zdravými, a hlavně domácími produkty. Nedílnou součástí zdravého životního stylu je také kvalita pitné vody, kterou se tato práce zabývá.

V mé bakalářské práci byla řešena otázka kvality pitné vody jednotlivých měst a obcí. Kutná Hora, Uhlířské Janovice, Nové Dvory a Žleby jsou zásobovány pitnou vodou z povrchové úpravny U svaté Trojice nacházející se v Kutné Hoře, kdežto samostatná obec Vrdy je zásobována vodou z vlastní úpravny vody situované na Vinici. Současně se má práce zabývá dodržováním vyhlášky č. 252/2004 Sb., vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody.

2. Cíle práce

Cílem bakalářské práce je zhodnocení výsledků rozborů kvality pitné vody v jednotlivých městech a obcích nacházejících se v okrese Kutná Hora, následné porovnání vybraných parametrů všech rozborů, a osobní úvaha nad úpravou pitné vody a možností zlepšení kvality. Budou zde odpovězeny také následující otázky:

1. Je pravda, že úprava povrchové vody je procesně náročnější než úprava podzemní vody?

2. Splňují veškeré porovnávané parametry stanovené hodnoty vyhlášky?

3. V jaké obci je podle parametrů voda nejvíce kvalitní?

4. Jaké by mohly být možnosti, které by vedly ke zlepšení kvality vody?

3. Teoretická část

3.1.Voda v přírodě

Voda, chemická sloučenina vodíku a kyslíku H_2O je jedna z nejdůležitějších látek pro člověka. Bez ní by na světě nemohl být život. V běžné formě při v pokojové teplotě, je bezbarvá, čirá a bez aroma. Kromě H_2O se rozlišuje D_2O, která není v povědomí veřejnosti, ale jedná se o tzv. těžkou vodu, která se využívá hlavně v jaderném průmyslu. Tyto dva druhy vod se svými fyzikální vlastnosti od sebe liší, nejzásadnější rozdíl je v její hustotě.

Voda se v přírodě vyskytuje ve třech skupenstvích a to:

Plynném – stav vody, kterého dosahuje až při 100 °C (vodní pára).

Kapalném – stav vody při podmínkách mezi 1–99 °C.

Pevném – stav body při teplotě 0 °C a méně (led).

Tato práce zkoumá vodu v jejím kapalném skupenství.

3.1.1 Základní fyzikální vlastnosti vody

Bod varu – je teplota, při které se voda mění ve vodní páru. K tomuto jevu dochází, jakmile má voda přes 100 °C.

Bod tání – je pro změnu teplota, při které dochází k přeměně pevného skupenství zpět na kapalné. K tomuto jevu dochází při teplotě 0 °C a vyšší.

Hustota – jedná se o fyzikální veličinu, která udává poměr mezi hmotností a objemem dané látky, v případě bakalářské práce tedy H_2O. Je označována jako řecké písmeno „ρ“ a udává se v základních jednotkách kg/m^3. Je třeba doplnit, že se hodnoty hustoty mění v závislosti na prostředí, hlavně na teplotě a tlaku.

pH – tato veličina udává, jestli vodný roztok reaguje kysele anebo zásaditě. Voda při standardních podmínkám má hodnotu pH 7, což je neutrální hodnota a střed pomyslného měřítka. Všechny roztoky, které mají hodnotu pH vyšší než 7, jsou zásadité, proto jsou označovány jako zásady. Naopak roztoky s hodnotou nižší než 7 jsou kyselé a jsou uváděny pod názvem kyseliny.

3.1.2 Organoleptické vlastnosti vody

Organoleptické vlastnosti vody, jsou vlastnosti, které lze rozpoznat pomocí smyslů, zejména zraku, čichu, popřípadě chuti. Hodnocení výsledků je v tomto případě značně subjektivní v závislosti na citlivosti smyslových orgánů.

Teplota – tento ukazatel je jeden z nejdůležitějších, protože se od něj mohou odvíjet další vlastnosti vody, například zákal. Bakterie, řasy a sinice mají rády teplé vody, proto se v letních obdobích často vyskytuje v rybnících vodní zákal, který tvoří právě ony (Pitter, 2009).

Barva – může být ovlivněna dvěma základními faktory, například u přírodních vod ji mohou zbarvit huminové látky anebo také nerozpustné látky jako je jíl. Kvůli tomuto problému se barva rozlišuje na skutečnou, u které je barva vody způsobena pouze rozpustnými látkami, a na barvu zdánlivou, která je ovlivněna jak nerozpustnými látkami, tak také rozpustnými (Pitter, 2009).

Zákal – neboli úroveň průhlednosti vody je hlavní požadavek na jakost vody jak pro pitnou, tak i pro užitkovou. Zákaly bývají způsobovány především suspendovanými nerozpuštěnými nebo koloidně rozpuštěnými anorganickými a organickými látkami (Horáková, Lischke a Grünwald, 1986).

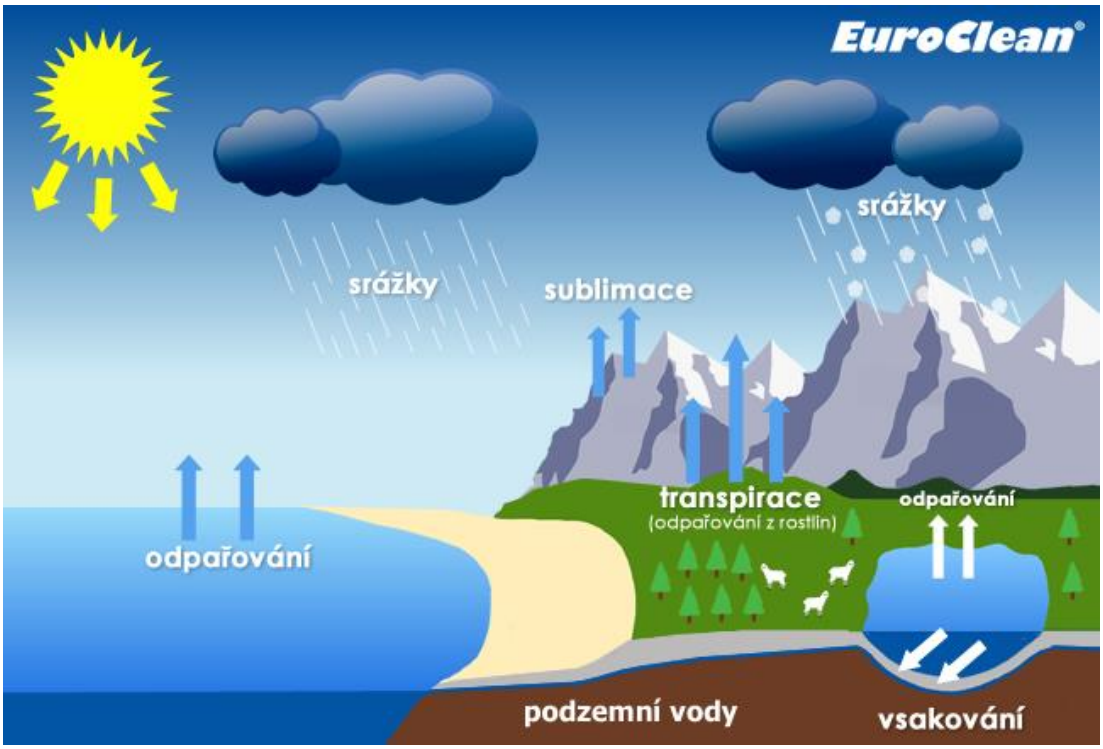
Pach – dalším důležitým faktorem při kontrole pitné vody je pach, protože každý pach, i zdravotně nezávadné vody, je velice odpudivý a dokáže zkazit požitek. Pach lze dělit na primární vyskytující se při svém vzniku, který je ovlivněný látkami v horninách, například minerálními látkami, biologickými látkami

anebo také odpady. Dále se vyskytuje sekundární pach, který vzniká později při čištění vody, může jít totiž o zápach z chemických látek použitých při úpravě vody, v tomto případě může být voda cítit chlorem (Pitter, 2009).

Chuť – chuť je nejdůležitější vlastností pitné vody, jelikož při konzumaci spotřebitel ocení hlavně tuto vlastnost.

3.1.3. Koloběh vody v přírodě

Koloběh vody je nepřetržitý oběh vody, která v závislosti na situaci mění svoje skupenství, vyskytuje se tedy všech formách. Tento proces je znázorněn na obr. č. 1. Z moře se díky slunečnímu záření vypařuje voda a mění se tak do podoby plynného skupenství. Kondenzací par vzniká oblačnost, která následně putuje nad pevninu, kde vznikají srážky. Ty mohou být sněhové nebo dešťové. Srážky dopadají na povrch, kde se voda vsakuje do terénu a tvoří podzemní vodu, kterou lze následně čerpat a používat jako pitnou či užitkovou vodou. Srážky se mohou díky povrchovému odtoku dostat i do povrchových vod. Voda, která se dostane do povrchových vod, se může využívat primárně jako zdroj pitné vody, popřípadě jako voda užitková. Nicméně voda, která se nijak nevyužije putuje povrchovými vodami až dojde k výparu. K němu může dojít z vodních ploch či z rostlin a následně se celý proces se opakuje.



Obr. č 1. Znázornění koloběhu vody

3.1.4. Dělení vod podle výskytu

3.1.4.1. Přírodní vody

Přírodní vodu lze definovat jako veškerou vodu, která není chemicky ovlivněna a vyskytuje se v přírodě v přirozené formě bez jakéhokoliv zásahu člověka (Pitter, 2009).

3.1.4.2. Atmosférické vody

Tyto vody představují veškeré vody v ovzduší bez rozdílu jejich skupenství, objevují se v plynném, kapalném (déšť, mrholení, rosa, mlha) a v pevném (sníh, kroupy,

námraza) skupenství. Za tuto příčinu může jev zvaný atmosférická depozice, který lze popsat jako přenos látek z atmosféry na povrch země. Množství srážek, které dopadne na zem, se označuje jako srážková výška. Charakteristickou vlastností těchto vod je jejich kyselost, obzvláště tomu tak bylo v dřívějších letech, nejvíce v 90. letech minulého století, kdy průměrná hodnota pH byla okolo 4,5. Příčinou nízké hodnoty pH byly hlavně energetické zdroje spalující fosilní paliva, která do ovzduší vypouštěla velké množství oxidů síry. Dalšími plyny, které ovlivňují kyselost atmosférických vod jsou oxid uhličitý, oxidy dusíku a amoniakální dusík. Ačkoliv se to nemusí úplně zdát, tyto vody mají velký vliv na podzemní a povrchové vody (Pitter, 2009).

3.1.4.3. Podzemní vody

Jak už z tohoto pojmu vyplývá, jedná se o přirozený výskyt vody, který je pod povrchem. Objevují se zejména v pásmu nasycení, které lze definovat jako geologickou část, ve které jsou už veškeré póry zaneseny a voda se tam zachycuje a dochází zde k přímému styku vody s horninami. Díky tomuto jevu může docházet k obohacování vody o minerální látky. Podzemní vody se rozdělují v závislosti na výši obsahu rozpuštěných látek, a to na vody minerální a vody prosté (Pitter, 2009).

Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Teplota	°C	20
Celková mineralizace	$mg*l^{-1}$	1000
Volný CO2	$mg*l^{-1}$	1000
Titrovatelná síra	$mg*l^{-1}$	2
Jod	$mg*l^{-1}$	5
Křemík	$mg*l^{-1}$	28
Železo	$mg*l^{-1}$	10
Arsen	$mg*l^{-1}$	0,7
Radioaktivita	$Bq*l^{-1}$	1500

Tabulka č.1 představující hodnoty minerální vody

3.1.4.4. Povrchové vody

Povrchové přírodní vody jsou všechny vody, které se vyskytují na povrchu. Dělí se na kontinentální, mezi které se řadí vody tekoucí, kam patří vodní toky, např. řeky a potoky. Druhým typem jsou vody stojaté, mezi které se řadí jezera, nádrže a rybníky. Neobvyklým typem povrchových vod jsou vody mořské, kam spadají všechny vody z oceánů a moří. Povrchové vody nedosahují takové kvality jako vody podzemní, hlavně z důvodu nepřímých vlivů, které mohou na vodu negativně působit. Mezi ně patří geologická skladba podloží, složení daných sedimentů, hydrologicko-klimatické poměry, půdně-botanické poměry, antropogenní činnost. Z pohledu mé práce může největší nebezpečí způsobit antropogenní činnost a to i přesto, že v dnešní době je kladen velký důraz na ochranu životního prostředí, neboť se neustále na území vyskytují černé skládky, které tyto vody ovlivňují, zejména svým vsakem nebezpečných látek do povrchu a následným přenosem přes podzemní vody až do vodních toků. To samé se může stávat v zemědělství, které se v posledních letech neobejde bez chemických přípravků (Pitter, 2009).

3.1.4.5. Mořské vody

Jako další typ povrchových vod se uvádějí vody mořské, které jsou charakteristické svým vysokým obsahem soli neboli salinitou. Jak už plyne z názvu, vyskytují se v mořích a oceánech.

3.1.4.6. Odpadní vody

Produkce odpadní vody je rutinní činností každého člověka.

Jedná se o vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, ale pouze v případě, že po svém použití mají jinou jakost. Odpadní vody se dělí na splaškové čili

splašky, což jsou odpadní vody vyprodukované domácností, hygienickými a ubytovacími zařízeními. Dalším typem jsou městské odpadní vody neboli směsi splašků a průmyslových odpadních vod, které představují použité a znečištěné vody z průmyslového procesu, včetně odpadní vody ze zemědělství. V poslední řadě se uvádí dešťová odpadní voda, což je voda z atmosférických srážek vtékající do stoky (Pitter, 2009).

3.1.5. Dělení vod podle použití

3.1.5.1. Pitná voda

Pitnou vodou je veškerá voda v původním stavu nebo po úpravě, která je určena pro pití, vaření, přípravu jídel a nápojů, voda používaná v potravinářství a voda určená k péči o tělo, k čištění předmětů, které svým určením přicházejí do styku s potravinami nebo lidským tělem a k dalším účelům lidské spotřeby, a to bez ohledu na její původ, skupenství a způsob jejího dodávání. Pitná voda se dále rozděluje na balenou a vodu z vodovodního řadu, které se moje práce věnuje. V některých případech by se mohlo zdát, že přírodní léčivá voda, která má svoje zdroje neboli prameny v lázeňských městech, by mohla být považována za pitnou vodu, ale není tomu tak. (Pitter, 2009).

Zdroje vody, které jsou určeny pro úpravu na pitnou vodu, jsou dva, podzemní a povrchové. Mezi největší zdroj patří vodní nádrž Švihov, který zásobuje pitnou vodou Prahu a její okolí. Jeho hlavním úkolem je shromáždění a následná úprava vody, která je prováděná v úpravně vody Želivka.

Z tabulky č. 2 je možno vyčíst, že v současnosti je více jak 94,6 % všech domácností připojeno k vodovodnímu řadu. Zbytek domácností je nucen řešit dostupnost pitné vody jinými způsoby, např. pomocí jejich vlastních studní, s čímž je ale spojena osobní zodpovědnost každého takového spotřebitele za kvalitu užívané pitné vody. V tomto případě by si měli nechat pravidelně dělat rozbory na vlastní náklady.

Nicméně se nejedná o povinnost, protože nedodržením se ohrožuje pouze jejich vlastní zdraví, a nikoliv zdraví široké veřejnosti.

U většiny těchto studní nejsou výsledky uspokojivé. Může za to většinou umístění studně a vrt, který se ve většině případů nachází v zastavěných oblastech, kde je půda významně poznamenána lidským faktorem. V těchto oblastech se dostupnost pitné vody řeší zakoupením balených vod, kterých existuje několik typů a lze si vybrat ze širokého výběru.

Balenou vodou lze rozdělit na přírodní minerální, pramenitou a kojeneckou vodu. Všechny tyto vody mohou být obohaceny kyslíkem anebo mohou být perlivé či neperlivé (Pitter, 2009).

Tabulka č. 2 počet obyvatel ČR zásobovaných pitnou vodu z vodovodního řadu

Počet obyvatel v roce 2019	10 669 324
Počet obyvatel zásobovaných z veřejných vodovodů	10 090 190
Procento zásobených k celkovému počtu obyvatel	94,6

3.1.5.2. Užitková voda

Mezi užitkové vody se řadí veškerá hygienicky nezávadná voda, která ale není určená k pití a vaření, jako tomu je u pitné vody. Nicméně i na tuto vodu jsou kladeny obdobné požadavky jako na vodu pitnou, ale nejsou tak přísné, nejedná se totiž o vodu, kterou by lidé přímo konzumovali (Pitter, 2009).

Jedním z nejčastějších zdrojů užitkové vody je voda dešťová nebo voda z vlastní domácí studně, která však nemá dostatečnou kvalitu na to, aby mohla být užívána jako pitná. Příklady použití této vody jsou zejména v domácnostech, kdy lze takovou vodou použít při splachování, praní, úklidu domácnosti a pro zavlažování.

3.1.5.3. Provozní voda

Tento typ vody je velice podobný vodě užitkové. Používá se pro výrobní i nevýrobní účely a její jakost odpovídá způsobům použití. Dále se dělí dle typu použití na chladící, plavící, napájecí (pro napájení parních kotlů), prací, oplachové a betonářské. Voda se používá pro chlazení, mytí zařízení, hydraulickou dopravu a rozpuštění surovin. Jako další se v literatuře uvádí voda výrobní, která vzniká při výrobním procesu (Pitter, 2009).

3.2. Zdroje vody

V přírodě se vyskytují dva hlavní zdroje vody. Jedná se o povrchové a podzemní zdroje vody. Mezi zdroje povrchových vod patří veškerá vodní díla, nádrže, přehrady, jezera, údolní nádrže, ale také řeky, popřípadě potoky (Pitter, 2009).

Povrchové zdroje vody se dělí na stojaté a tekoucí. Bývají to většinou velkoobjemové zdroje, jako v případě vodní nádrže Vrchlice. Hlavní nevýhodou těchto zdrojů je následná úprava na vodu pitnou, zejména z důvodu znečistění, které může být především organoleptické, ale objevují se zde i případy, kdy se jedná o znečištění chemické, které může být způsobeno pesticidy, hnojivy, okolním průmyslem a v nejhorším případě černými skládkami poblíž zdroje, které představují riziko toxicity. Kvůli těmto případům se kolem zdrojů povrchových vod tvoří ochranná pásma, která by měla snížit rizika kontaminace vody (Pitter, 2009).

Druhým zdrojem vody jsou vody podzemní, které jsou pro pitnou vodou vhodnější. Hlavním důvodem je, že tyto vody nejsou náchylné ke znečištění a není potřeba je složitě upravovat. V některých případech již naměřené hodnoty z vrtů odpovídají hodnotám požadovaným vyhláškou (Pitter, 2009).

V bakalářské práci byla řešena problematika obou typů zdrojů.

Obr. č. 2 Vodní nádrž Švihov

3.2.1. Povrchový zdroj vody Vrchlice

Vodní nádrž Vrchlice je situována na stejnojmenném toku nedaleko města Kutná Hora. Jedná se o povrchový zdroj vody pro Kutnohorsko a Čáslavsko využívající úpravnu vody U svaté Trojice.

Hráz je betonová, klenbová, tvarovaná do válcové plochy o poloměru zakřivení 66,5 m. Šířka tělesa hráze v koruně je 5 m a při patě pak 7,85 m, celková rozloha je 102, 77 ha, objem činí 9,786 mil m^3. Jedná se o objem, který by dokázal zajistit zásobování pitnou vodou celou spádovou oblast na následující tři roky. Zajímavostí je, že vodní nádrž Vrchlice má jako jediná v České republice klenbovou hráz (Chlum a kol., 1975).

Její výstavba byla započata v roce 1966 a dostavěna byla v roce 1970, kdy také došlo k jejímu napuštění, které vedlo k zatopení vesnice Stará Lhota. K uvedení do provozu pak došlo v roce 1974, nicméně vodárenská část zahájila provoz o rok dříve, stejně jako úpravna vody U svaté Trojice v Kutné Hoře (Chlum a kol., 1975).

Akumulace vody pro úpravnu není jediný důvod, proč byla nádrž vystavěna. Plní totiž účely zajištění minimálního zůstatkového průtoku v profilu pod hrází, energetické využití odtoku vody z nádrže, kde každá ze dvou výpustí má malou vodní elektrárnu, odběr technologické vody pro golfový areál Roztěž a částečná ochrana území ležící pod hrází před velkými vodami (Chlum a kol., 1975).

Obr. č. 3 Vodní nádrž Vrchlice

3.2.2. Podzemní zdroj – vrty Vrdy/Vinice

V tomto případě se jedná o zdroj podzemní vody. Všechny zdroje jsou umístěny v jednom celku tzv. prameništi, které je tvořeno celkově šesti vrtanými studnami. Funkční vrty momentálně dodávají vodu do úpravny vody, která se nachází na území obce Vinici.

Vrtaná studna VK1

Jednalo se o úplně první vrt, který byl realizován v roce 1979, jehož vlastníkem byla obchodní společnost Kovolis Vrdy s. p. a později byl odkoupen obcí Vrdy. V roce 2009 byla provedena jeho rekonstrukce. V současnosti již není využíván. Jeho hloubka byla 31 m a vydatnost 2 l/s (Provozní řád vodovodu Vrdy).

Vrtaná studna VK2

Následoval druhý vrt, který byl vybudován v roce 1985 a jehož vlastníkem byla od počátku obec Vrdy. Hloubka vrtu je 40 m a vydatnost vrtu 1,8 l/s. Tento vrt se používá dodnes (Provozní řád vodovodu Vrdy).

Obr. č. 4 Pohled na vrt VK2

Vrtaná studna VK3

Třetí vrt byl realizován ve stejném roce jako VK2, tedy v roce 1985 vlastníkem obce Vrdy. Vrt byl hluboký 47 m a vydatnost byla pouze 0,7 l/s a z tohoto důvodu byl zrušen (Provozní řád vodovodu Vrdy).

Vrtaná studna VK4

V roce 1986 byl obcí Vrdy vyvrtán další vrt. Tentokrát s hloubkou 40 m, ale také s nízkou vydatností, která byla pouze 0,6 l/s, proto i u tohoto vrtu bylo čerpání zrušeno (Provozní řád vodovodu Vrdy).

Vrtaná studna VK5

V roce 2000 byl realizován další vrt, který je dodnes využívaný, hlavně díky jeho velké vydatnosti, která činí 2 l/s, stejně jako tomu bylo dříve u VK1. Hloubku má 39 m. V tomto vrtu se ovšem objevila nadlimitní hodnota amonných iontů, proto se veškerá vyčerpaná voda musí mísit s vodami z jiných vrtů (Provozní řád vodovodu Vrdy).

Vrtaná studna VK6

Nejnovějším vrtem pro obec Vrdy je vrt č. 6, který byl vyhlouben v roce 2014, od téhož roku se také používá pro čerpání vody pro úpravnu vody. Jeho hloubka dosahuje 44 metrů, jedná se tedy o druhý nejhlubší vrt, který zde byl realizován. Vydatnost vrtu se od počátku spuštění testovala. Hodnoty z testování byly od 3 l/s až do 4,8 l/s, nicméně z testování se určila doporučená vydatnost 4 l/s, což je i nynější hodnota. Z tohoto vrtu se čerpá největší objem vody, který se na úpravně ještě promíchává s vodou z ostatních vrtů (Závěrečná zpráva hydrogeologického průzkumu Vrdy – Dolní Bučice).

Obr. č. 5 Pohled na vrt VK6

3.3. Objekty pro jímání vody

Jímání vody se objevilo již v dávných letech. Vždy bylo potřeba odběru vody především pro vlastní účely, kdy byla potřeba užitková voda, která ale sloužila také jako voda pitná. V našich geologických podmínkách jsou nejvíce rozšířené studny, zejména u rodinných domů, které byly budovány zejména v dřívějších letech, protože nebyla možnost se napojit na vodovodní řad obce. V současnosti se více rozšiřují možnosti umělé infiltrace, hlavně díky její vysoké výsledné kvalitě vody (Pitter, 2009).

3.3.1. Jímání podzemní vody

3.3.1.1. Vertikální jímadla

Jedná se o klasické vertikální objekty, studny, dosahující až několik metrů pod povrch, které mají za úkol čerpat vodu z pramene. Úplně první studny se začaly objevovat už v dávném starověku. Jednalo se pouze o prosté ruční vrty, které ale mohly dosahovat stejné hloubky jako dnešní. Rozdělují se dle hledisek použití na veřejné/vodárenské, které slouží pro zásobování obyvatel vodou pitnou či užitkovou, dále jsou studny neveřejné/domovní, většinou u rodinných domů, které slouží pro domácnosti, v některých případech pro více domácností. Posledním typem jsou požární studny, které slouží pro odběr vody při hašení požáru. Dále podle typu podložení se studny dělí na úplné a neúplné (Pitter, 2009).

3.3.1.2. Studny úplné

Jedná se o nejvýhodnější typ studní pro jímání vody. Princip spočívá v tom, že celá prochází zvodněnou vrstvou až na nepropustné podloží, kde má dno. Toto nepropustné podloží může být například hornina, přes kterou se nelze dostat hlouběji (Sovak, 2005).

3.3.1.3. Studny neúplné

Tento typ studny má opačný princip jímání. Studna neprochází celou vrstvou, ale pouze do potřebné hloubky, která je potřeba pro efektivní jímání. Používají se především tam, kde je nepropustné podloží velice hluboko a bylo by náročné se dostat až k němu (Sovak, 2005).

3.3.1.4. Studny jehlové

Jedná se o nejjednodušší konstrukci studní a jsou vhodné pouze pro malé odběry vody (Sovak 2005).

3.3.1.5. Studny trubní/vrtané

Tento typ studní je nejvíce používaný. Jde o svislý, vertikální jímací objekt, který je vyhlouben vrtáním. Pro lepší stabilitu při vrtání se používá tzv. provizorní pažnice a při vyvrtání do požadovaného hloubky se vrt zajistí zárubnicemi (Sovak 2005).

3.3.1.6. Studny šachtové

U těchto studní se rozlišují dva typy, kopané a spouštěné. Rozdíl u těchto dvou typů je podle toho, jak se staví jejich vnitřní plášť a jak se vyhlubují. U prvně zmiňovaných se nejdříve vyhloubí celá studna po požadované hloubky a až posléze se staví její plášť, tudíž se staví ode dna studny až na povrch, kdežto u spouštěných studní je tomu naopak. Jejich plášť se začíná stavět nad povrchem a při kopání studny se hned buduje, jde tedy o opačný postup. Jako materiál pláště se nejčastěji volí betonové prefabrikáty anebo také kamenná a betonová zdiva. Tento typ je rozhodně nejvíce rozšířený. Lze sem zařadit ještě jeden typ, a to studny s radiálními sběrači, kde ale studna plní pouze funkci akumulace vody (Sovak 2005).

3.3.1.7. Radiální studny

Zde se jedná o kombinovaný způsob jímání vody, objekt tvoří vertikální šachtové studny a horizontální sběrné dreny (Sovak 2005).

3.3.1.8. Horizontální jímadla

Tento typ se používá v případě malé mocnosti zvodnělé vrstvy a v nízké hloubce nepropustného podloží, většinou s maximální hloubkou do 5 metrů pod povrchem. Patří sem jímací zářezy, štoly a galerie, nicméně v našich geologických podmínkách není úplně rozšířený (Sovak, 2005).

3.3.1.9. Uměla infiltrace

Jedná se o relativně nový způsob jímání podzemní vody. Podstata je velice jednoduchá. Princip spočívá v obohacování podzemní vody povrchovou vodou, předem upravenou, která se vsakuje do povrchu, kde při průsaku geologickými vrstvami získává všechny vlastnosti dobré podzemní vody a při správně zvolené vzdálenosti od místa vsaku této vody, je jímána jako pitná voda. K rozšíření infiltrace došlo na začátku 20. století ve vyspělých evropských zemích, nyní se používá ve většině evropských států. Tento styl jímání vody je vysoce uznávaný, především pro svou výslednou kvalitu pitné vody (Sovak, 2005).

3.3.2. Jímání povrchové vody

Při odběru vody z povrchových vod se musí dodržet několik zásad. Nejdůležitější je, zda lze opravdu upravit vodu ze zdroje do podoby, která by splňovala všechny podmínky, které stanovuje vyhláška. Druhá podmínka je druh povrchového jímání, zdali se jedná o vodu stojatou anebo tekoucí (Tuhovčák, Adler, Kučera, Rachlavský, 2006).

3.3.2.1. Břehové jímadlo

Břehové jímadlo je technicky jednoduché a snadné na provádění údržby, proto jde o nejvýhodnější jímadlo v České republice. Je vhodné pro toky se stabilním dnem a břehy. Odběrné potrubí je umístěno v minimálně výšce hlavně z důvodu, aby nedocházelo k jímání kalu a nečistot tekoucí vody (Tuhovčák, Adler, Kučera, Rachlavský, 2006).

3.3.2.2. Řečištní jímadlo ve dně

Tento druh jímání se nachází především u toků bystřinného charakteru, kde protéká čistá voda, která může být znečištěna pouze sedimenty. Voda se odebírá bodově, a to díky potrubí, které je uloženo ve vývařišti pod přelivem (Tuhovčák, Adler, Kučera, Rachlavský, 2006).

3.3.2.3. Řečištní jímadlo nade dnem

Používá se u širších vodních toků s nestabilními břehy nebo s nedostatečnou hloubkou vody u břehů, následkem značného kolísání hladiny. Potrubí s česlemi se nachází pod dnem, odkud odtéká voda do jímky na břehu (Tuhovčák, Adler, Kučera, Rachlavský, 2006).

3.3.2.4. Věžový jímací objekt

Toto jímání používá mnou vybraná vodní nádrž Vrchlice. Její princip je velice jednoduchý. Jedná o věž, ze které jsou vyvedeny, v případě Vrchlice, tři, v jiných případech i více odběrných otvorů. Každý z nich je v jiné hloubce a je zde možnost si vybrat, z jaké hloubky se bude čerpat. Nejvíce se používá prostřední otvor z důvodu

nejmenšího znečištění. Pokud by se jednalo o nižší odběr, hrozilo by zde velké kalové znečištění. V druhém případě při odběru z hladiny by se zde mohlo objevit znečištění např. listy, větvemi atd. (Tuhovčák, Adler, Kučera, Rachlavský, 2006).

3.3.2.5. Odběry nade dnem nádrže

V případě nádrže s čistou vodou lze použít jímání vody nade dnem nádrže, ale v tomto případě se nesmí na dně vyskytovat žádné sedimenty. Nevýhodou je pouze jejich nepřístupnost, tedy i horší podmínky pro opravy (Tuhovčák, Adler, Kučera, Rachlavský, 2006).

3.3.2.6. Plovoucí odběr

Jedná se o objekt, který se pohybuje jak pod hladinou, tak na hladině. Největší výhodou tohoto jímání je, že umožňuje odebírat vodu bez ohledu na kolísání hladiny (Tuhovčák, Adler, Kučera, Rachlavský, 2006).

3.4. Úpravny vody

Úpravny vody jsou vodohospodářské budovy a zařízení vybudované pro potřeby úpravy podzemních a povrchových vod na pitnou nebo užitkovou, která odpovídá požadavkům stanoveným vyhláškou č. 252/2004 Sb., vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, která stanovuje limity o pitné vodě (Chalupa 1984).

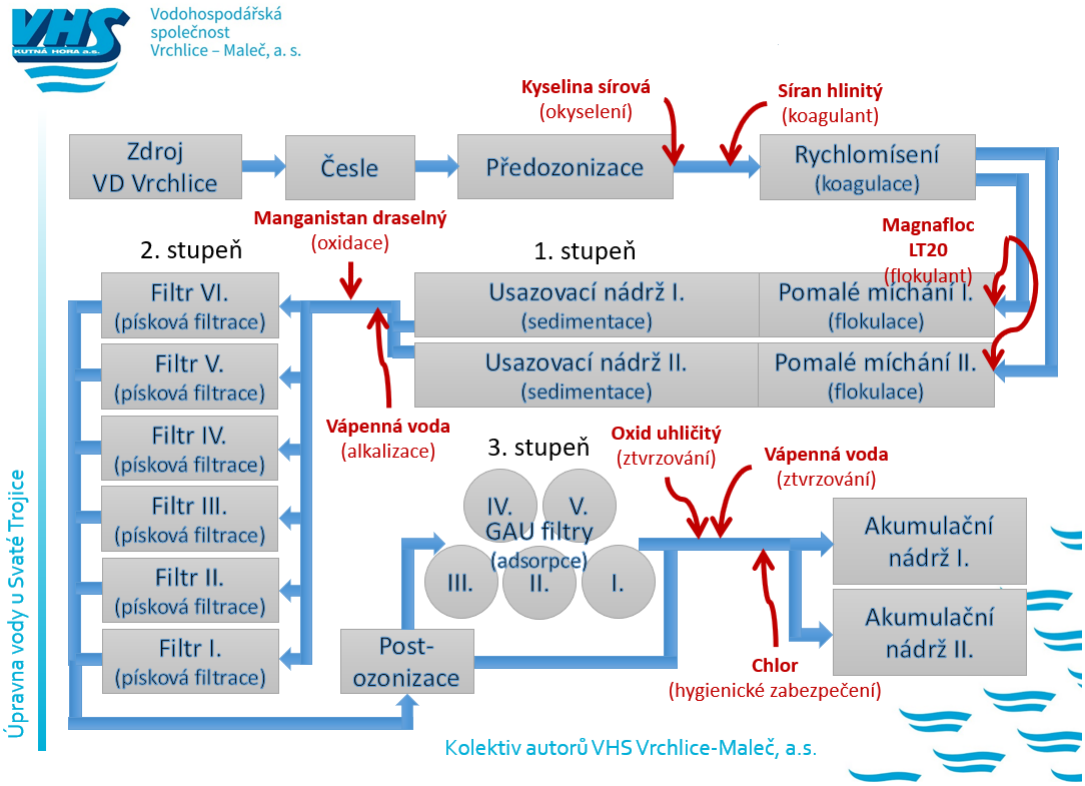
Postupy jednotlivých úpraven vody jsou odlišné v závislosti na zdroji vody. Úprava povrchové vody podléhá náročnému procesu. Je totiž nutné odstranit zákal nebo rozpuštěné organické látky, které způsobují zabarvení vody, kdežto u podzemních zdrojů vod není úprava vody tak procesně náročná, protože voda sama od sebe

nevykazuje takové znečištění jako voda povrchová. Většinou se zde objevuje pouze geologické znečištění, kdy se odstraňují částice z podzemí, železo, mangan a dusičnany, ale v některých případech stačí pouze upravit pH vody či přidat chlor. Například ve vodě upravované v úpravně vody na Vinici se vyskytuje bor, který je v České republice a také v Evropě velmi ojedinělým úkazem.

3.4.1. Úpravna vody U svaté Trojice

Úpravna vody U svaté Trojice se nachází v Kutné Hoře nedaleko městské části Žižkov. Pojmenování U svaté Trojice dostala díky gotickému kostelu, který se nachází několik metrů od objektu. Dokončení výstavby se datuje do roku 1973. Nicméně v říjnu 2014 byla započata rekonstrukce a intenzifikace nové úpravny vody, která byla dokončena v prosinci 2015. Stará budova na úpravu pitné vody byla uzavřena, nicméně stále se udržuje ve stavu, aby se dala v případě poruchy nynější úpravny. Při této rekonstrukci došlo k několika velkým změnám, jako je např. nová regulace nátoku surové vody do úpravny, nová předozonizace, nové rychlomísení, rekonstrukce dávkování síranu hlinitého, rekonstruované pomalé míchání, sedimentace, písková filtrace a mnoho dalších inovací, které napomáhají ke kvalitě vody (VHS).

Obr. č. 6 Letecký pohled na úpravnu vody U svaté Trojice



Obr. č. 7 Schéma procesu v úpravně vody U svaté Trojice (VHS)

Z vodní nádrže Vrchlice se sem pomocí přívodních řadů přivádí surová voda, která zatím není nijak upravená. Jakmile se voda dostane do objektu, musí podstoupit hrubé čištění, ke kterému slouží česle. Ty zachycují nečistoty, jakými mohou být vodní živočichové (ryby, žáby), ale také přírodní nečistoty jako větve. Zde se voda uklidní, a je připravená k dalšímu kroku, kterým je předozonizace. Předozonizací předchází ještě jeden krok a to ten, že veškerá voda z vodní nádrže prochází velkým akváriem, ve kterém žijí pstruzi a siveni, kteří jsou velmi náchylní na kvalitu vodu a při jakémkoliv náznaku toxicity vody, by došlo k jejich úhynu. Předozonizace slouží k likvidaci nevyužitého ozonu. Používá se k tomu katalytický destruktor ozonu a statiflo, což je přístroj, který dokáže mísit plyn s kapalinou. Jakmile se voda dostane přes předozonizaci, musí se do ní přidat kyselina sírová, která se používá z důvodu snížení pH a okyselení, aby koagulační činidlo, kterým je síran hlinitý, mohlo dosáhnout požadované reakce, tomuto kroku se říká rychlomísení, neboť se obě látky musí důkladně promísit. Zde rychlost otáček dosahuje až 34 otáček/minutu.

Následuje pomalé míchání, kde se počet otáček dosahuje 14 otáček/minutu. V této úpravně jsou, z důvodu větší efektivnosti, dvě nádrže na míchání. Před vstupem do tohoto procesu se musí do vody přidat Magnafloc LT20, který představuje vločkovač, jenž má schopnost všechny malé částice nečistot slepit do jednoho většího. Jedná se tedy o optimálnější tvorbu suspenze.

Jakmile se dokončí proces pomalého míchání, voda je přesunuta do velkých bazénů, kterým se říká usazovací nádrž. Rozměr jedné z nich je 6 x 42 m. Hloubka je od 3,2 m do 2,6 m. V tomto bazénu dochází k usazení nečistot na dno. Po uplynutí požadované doby, během které se nečistoty usadí na dně se spustí pojízdný shrabovací most, jehož úkolem je posbírat veškeré usazené nečistoty.

Po tomto procesu nastává filtrace pískovými filtry, kterých je celkově šest. Jejich celková plocha je 116,64 m^2, což odpovídá ploše jednoho filtru 19,44 m^2 a výšce 1,45 m, jako filtrační náplň se používá křemičitý písek. Proces se provádí ve třech fázích pomocí vzduchu a vody a dochází zde k odstranění manganu.

Následuje postozonizace, kde dochází k druhému a poslednímu odstranění ozonu.

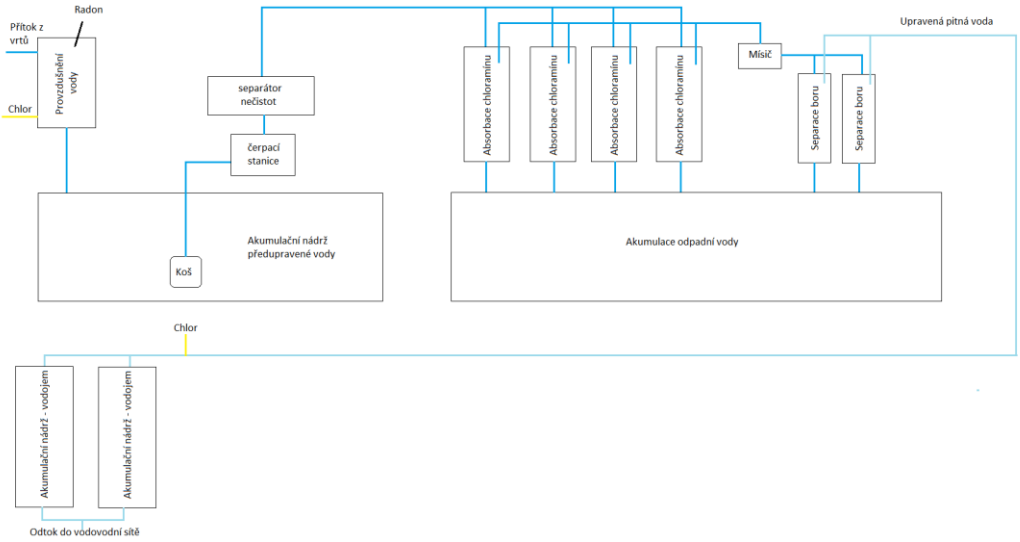
Téměř poslední čištění je filtrace přes granulované aktivní uhlí, které slouží pro dechloraci a finální zlepšení organoleptických vlastností vody. Dalším krokem je přidání chemických látek. Oxid uhličitý je přidán pro ztvrzování vody a vápenné vody pro ochranu vodovodů, protože ne všechny jsou konstruovány z plastového materiálu. Některé jsou původní a jsou z kovových materiálů, které mohou korodovat, ale díky přidání vápníku do vody, si dokážou samovolně udělat uvnitř ochranný povlak. Finální krokem před akumulační nádrží je dochlorování na požadovanou hodnotu. Poté se voda uchovává v akumulačních nádržích, odkud odchází do vodovodních řadů. Tento proces je znázorněn na obr. č.7.

Obr. č. 8 usazovací nádrže v úpravně vody U svaté Trojice

3.4.1. Úpravna vody Vinice

Na Vinici se nachází úpravna podzemní vody, jejíž princip je rozdílný, hlavně mnohem jednodušší, narozdíl od úpravny U svaté Trojice, kde se upravuje voda povrchová. Celkově jsou zde tři plně funkční vrty, ze kterých se přivádí voda do úpravny.

Obr. č. 9. Úpravna vody Vinice



Obr. č. 10. Schéma úpravy vody na Vinici

Surová voda je sem přiváděna z několika vrtů.

Celý proces začíná přívodem vody do provzdušňovací nádrže, kde dochází k odstranění radioaktivního prvku radonu, který se vyskytuje ve všech podzemních vodách, zde také dochází k první chloraci vody. Následuje přemístění vody do akumulační nádrže, kde se veškerá předupravená voda uchovává, z ní se poté odčerpává požadované množství, které už prochází celým procesem.

Nejdříve voda prochází přes separátor nečistot, kde se odstraňují organické nečistoty jako je písek, rez a tak podobně. Zde se již objevuje voda zbavená organických nečistot.

Následují čtyři velké nádoby, které absorbují chloramin. Každá z nich pracuje samostatně, nikdy nejsou puštěné současně. Z těchto nádrží odchází odpadní prací voda do akumulační nádrže odpadní vody a filtrovaná voda pokračuje procesem přes mísič.

Další krokem je odstranění boru z vody, který se ve vodách vyskytuje velice zřídka. Stejně jako při absorpci chloraminu, odpadní prací voda odtéká do akumulační nádrže pro odpadní vody a přefiltrovaná voda postupuje k finálnímu dochlorování na požadovanou hodnotu a následnému uskladnění do dvou vodojemů o objemu 250 m^3

pro jednotlivý vodojem. Z nich už pomocí gravitace odtéká voda do vodovodů a napájí domácnosti na území obcí Vrdy, Dolní Bučice, Vinice, Horní Bučice, Vinaře a Zbyslav. Tento proces je znázorněn na obr. č.10.

3.5. Distribuce vody k odběrateli

Jak dostat vodu co nejblíž k obyvatelstvu, popřípadě až přímo do domácnosti? Touto otázkou se lidé určitě zabývali už v dřívějších letech. První dochovaná zmínka o vodovodech pochází od vyspělých starověkých civilizací, které používaly jednoduché místní vodovody.

3.5.1. Vodovody místní

Místní vodovod je nejjednodušší a nejstarší typ vodovodů. Byl úplně prvním, který se používal již ve starověkých vyspělých civilizacích. Jedná se o prostý, většinou gravitační vodovod, který z jednoho nebo i více zdrojů rozvádí vodu do jedné nebo více oblastí (Chejnovský, 2007).

3.5.2. Vodovody skupinové

Skupinový vodovod je složitější na realizaci, proto se začal budovat až ve 20. letech minulého století. Princip je ale jednoduchý. Z jednoho nebo z více zdrojů se voda rozvádí do zásobovaných oblastí, vždy se po cestě musí akumulovat v jednom či více vodojemech, které poté následně rozvádějí vodu do spotřebišť (Chejnovský, 2007).

3.5.3. Vodovody oblastní

Tento typ vodovodů je nejsložitější, ale velice rozšířený. S realizací se začalo po 2. světové válce, kdy bylo potřeba zásobovat co největší oblast. Princip spočívá v tom, že ve vodovodní síti je několik zdrojů vody, respektive vodojemů. Voda přímo z úpravny putuje do jednoho nebo více vodojemů, kde se voda akumuluje. Odtud dále pokračuje do dalších vodojemů, které slouží jako přímý zdroj pro zásobování spotřebiště anebo jako zdroj vody pro další vodojem (Chejnovský, 2010).

Tento princip může být rozšířený až na několik desítek kilometrů, stejně jako je tomu u vodovodu, který využívá úpravna vody U svaté Trojice. Využití toho vodovodu umožňuje úpravně zásobit pitnou vodou odběratele téměř celého okresu Kutná Hora.

3.5.4. Gravitační vodovod

Zprvu bylo zásobování řešeno gravitačně, neboť se jednalo o technicky nejjednodušší řešení, které se ale využívá dodnes. Výhodou je nejen jeho jednoduchost, ale také jeho minimální náklady na provoz. Pro použití tohoto principu musí být splněna důležitá a hlavní podmínka a to, že zdroj pitné vody, úpravna vody či vodojem musí být ve výškovém rozdílu se zásobovaným místem. Z tohoto důvodu se veškeré vodojemy, popřípadě i úpravny vody staví na vyvýšených místech, aby se mohla použít tato metoda (Chejnovský, 2010).

Například úpravna vody Vinice je názorný příklad gravitačního použití vodovodu. Úpravna leží v nadmořské výšce 278 m. n. m., kdežto zásobovaná obec Vrdy leží v 220 m. n. m.

3.5.5. Výtlačný vodovod

Tento způsob dopravy vody je méně výhodný, hlavně z důvodů vyšších finančních nákladů na provoz. Je velice rozšířený, protože ne každá oblast má dobré

geografické podmínky, aby bylo možné použít k zásobování gravitační vodovod (Chejnovský, 2010).

4. Metodika

Cílem mého výzkumu bylo posouzení a porovnání kvality pitné vody mezi jednotlivými obcemi a městy nacházejícími se v okrese Kutná Hora, vývoj a porovnání kvality vody v roce 2020 s daty z roku 2015, ale také porovnání kvality surové vody povrchové vůči podzemní vodě. Po celkovém zhodnocení kvality pitné vody, následuje také vlastní úvaha nad danou problematikou, zejména vlastní myšlenka vedoucí ke zlepšení kvality pitné vody, protože dnešní trendy jsou hlavně o kvalitě lidského života, ke které nám ale vůbec nepomáhá stav životního prostředí.

Nad výběrem tématu bakalářské práce jsem začal přemýšlet v první polovině roku 2020, zejména kvůli mému zájmu o zdravý životní styl, kde kvalita pitné vody hraje významnou roli. Před oslovením vedoucího práce otázkou, jestli by bylo možné u něj vést vlastní bakalářskou práci, jsem cestou rodinného příslušníka kontaktoval Vodohospodářskou společnost Vrchlice – Maleč, a.s., IČ: 46356967 se sídlem Ku Ptáku 387, Kutná Hora 284 01, která provozuje úpravny vody U svaté Trojice, jestli by zde byla možnost provedení výzkumné části provedení této práce, případně možnost poskytnutí potřebných dat. Jejich reakce byla vstřícná. Zejména vedoucího provozu úpravny vody pana Martina Navrátila, který je v tomto oboru odborníkem a ihned mi nabídl pomocnou ruku, jíž jsem několikrát během výzkumu využil, za což mu ještě jednou děkuji.

O zpracování bakalářské práce jsem začal přemýšlet od začátku října 2020, kdy došlo k rozboru hlavní myšlenky a ujasnění si cílů. Nejdříve bylo nutné vybrat města a obce zásobené pitnou vodou, jejíž parametry budou následně porovnávány. Jejich výběr ovlivnili jak vlastní preference, tak i jejich vzdálenost od úpravny vody. Všechny mnou vybrané obce a města leží ve Středočeském kraji v okrese Kutná Hora. Prvním zvoleným městem byla Kutná Hora, jelikož se jedná o první město, které je

bezprostředně po úpravě vody zásobováno. Pouhé dva kilometry od města leží menší obec Nové Dvory. Uhlířské Janovice a Žleby zase „trápí“ opačný problém, vzdálenost mezi zásobištěm a úpravnou činí až 30 kilometrů, Dokáže se i tady kvalita výrazně změnit anebo díky vodojemům se samo úpravnou zůstane pořád stejná? Nicméně obec Žleby byla vybrána také z osobního důvodu, zejména s ohledem na fakt, že zde žijí rodinní příslušníci a mně osobně zajímalo, jak kvalitní pitnou vodou jsou zásobeni. Všechna doposud zmíněná města a obce jsou zásobována vodou z úpravny vody U svaté Trojice, která jako svůj zdroj využívá povrchovou vodu z vodního zdroje, vodní nádrže Vrchlice. Pitná voda do obce Vrdy je distribuována z vlastní úpravny podzemní vody, nikoliv z úpravny vody U svaté Trojice jako tomu je u předchozích měst a obcí.

Prvním krokem na začátku práce byla návštěva úpravny vody U svaté Trojice, jelikož se jedná o zásadní místo týkající se problematiky kvality pitné vody. Zde proběhla schůzka s vedoucím panem Martinem Navrátilem, který mi ukázal celý proces úpravy vody, při kterém dochází k přeměně surové vody na pitnou. Následně proběhla diskuse na toto téma, při které mi podrobně zodpověděl mé otázky a následně zapůjčil důležité interní zdroje, které i oni při samotné práci využívají.

Následoval krok oslovení pracovníka obce Vrdy pana Martina Luňáčka, který vykonává pozici vedoucího úpravny vody v obci Vinice. Odtud se následně voda dostává do všech připojených domácností, včetně mé rodiny. Díky panu Luňáčkovi jsem mohl navštívit i tuto úpravnu vody a vidět na vlastní oči rozdíl procesu úpravy pitné vody.

V podzimních měsících minulého roku došlo ke zhoršení epidemiologického stavu v souvislosti s onemocněním COVID - 19, se kterým přišla vládní a v návaznosti na ně i interní opatření, která mi znemožnila osobní návštěvu úpravny vody U svaté Trojice a tím pádem také nemožnost osobní přítomnosti u zpracování rozborů pitné vody, neboť se zde manipuluje s pitnou vodou, a to vyžaduje zvýšené hygienické nároky.

Nicméně Vodohospodářská společnost Vrchlice-Maleč, a. s., zastoupena paní Janou Sojkovou, mi vyšla vstříc a na žádost o poskytnutí informací podle zákona č. 106/1999 Sb., Zákon o svobodném přístupu k informacím, mi předala veškeré potřebné

výsledky rozborů surové vody přitékající do úpravny a výsledky rozborů pitné vody jednotlivých obcí a měst pro rok 2020 a 2015. Stejně tak učinila obec Vrdy, zastoupena pracovnicí paní Martinou Johnovou, která mi předala výsledky rozborů podzemní surové vodu a upravené vodu odebírané ve vodojemu Vinice v letech 2020 a 2015.

4.1. Pitná voda

4.1.1. Legislativa

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

Při kontrole a úpravě pitné vody se musí dodržovat vyhláška č. 252/2004 Sb., Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Veškeré hodnoty jsou uvedeny jako nejvyšší mezní hodnota, mezní hodnota a doporučená mezní hodnota (Pitter, 2009).

Vyhláška je celkově rozčleněna na 14§, nicméně §10 a §11 byl zrušen, přičemž účinnosti nabyla 1. května 2004.

V moji práci bylo nejvíce využito přílohy č. 1, kde část A vymezuje maximální přípustné hodnoty pro mikrobiologické a biologické ukazatele, mezi které se řadí koliformní bakterie, escherichia coli, počty kolonií při 36 °C a počty kolonií při 22°C.

Příloha č. 1 část B zase vedle toho vymezuje přípustné limity pro fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele, kam zahrnuje pH, tvrdost vody, chloridy, CHSK Mn, železo, mangan, amoniak, dusitany a dusičnany.

4.1.2. Kvalita pitné vody

K tématu pitné vody patří i otázka ohledně její kvality, která je jedním z důležitých aspektů při ochraně zdraví. Tuto problematiku upravuje vyhláška č. 242/2004 Sb., Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, podle které postupují všechny organizace, které se zabývají odběrem potřebného vzorku pitné vody, jeho rozborem a následnou úpravou vody ze zdroje. Pomocí hygienických požadavků na nezávadnost a čistotu pitné vody se určitě tzv. jakost vody. V minulosti bylo největším problémem kvality pitné vody fekální znečištění. Nicméně v posledních letech tento druh znečištění už není tak obvyklý jako toxické znečištění, a to zejména z důsledku rozsáhlého používání chemického hnojení. Také na tom má svůj podíl výskyt černých skládek. (Pitter, 2009).

4.1.3. Požadavky na kvalitu pitné vody

4.1.3.1. Nejvyšší mezní hodnota (NMH)

Jedno z kritérií pro pitnou vodu je NMH. Překročení limitu reprezentuje vyloučení vody ze stavu pitné, neboť může jít o ohrožení veřejného zdraví. Mezi látky vyhodnocované z hlediska NMH patří fekálie a toxické látky jako jsou Escherichia coli, počty kolonií při 22 °C a 36 °C, dusičnany, dusitany, dále to jsou enterokoky, pseudomonas aeruginosa, akrylamid, antimon, arsen, benzen, bor, bromičnany, chrom, kadmium, kyanidy, měď, nikl, olovo, pesticidy, rtuť, selen, stříbro (Pitter, 2009).

Patří sem veškeré látky, které jsou pro lidské zdraví velice nebezpečné, proto je nutné již při malém výskytu ve vodách, tuto vodu nepoužívat jako pitnou.

4.1.3.2. Mezní hodnota (MH)

Jedná se o organoleptický ukazatel jakosti pitné vody. Jde zejména o změnu barvy, pachu, chuti, zákalu. Překročení těchto hodnot není vážné a nedokáže přímo

ohrozit lidský život, nicméně dokáže zhoršit chuťové vlastnosti vody. Mezí látky vyhodnocované z hlediska MH patří koliformní bakterie, amonné ionty, barva, hliník, hořčík, chlor, chloridy, chloritany, konduktivita, mangan, ozon, hodnota pH, sírany, sodík (Pitter, 2009).

4.1.3.2. Doporučená hodnota (DH)

Toto je ideální hodnota jakosti pitné vody. Určuje minimální žádoucí nebo přijatelnou koncentraci dané látky jako je vápník, hořčík a jejich suma, popřípadě i rozmezí koncentrace této látky (Pitter, 2009).

4.1.4. Porovnávané parametry

pH – hodnota pH vyskytující se ve vodě není lidskému zdraví nebezpečná. Doporučená hodnota je dodržovává především z důvodu účinnosti dezinfekce, popřípadě chuti vody, kterou pH ovlivňuje.

Tvrdost – parametr vody, která má velký význam přímo na chuť pitné vody, ale nemenší význam má i u užitkové vody, kde vysoké hodnoty ovlivňují především tvorbu vodního kamene. Nicméně rozbory tvrdosti vody se pokaždé nemusí dělat.

Chloridy – stejně jako u předchozích dvou ukazatelů nejde o přímé ohrožení lidského zdraví, ale především chuť vody. Chloridy mají velký vliv na korozi kovů, proto se musí upravovat do předepsané hodnoty (Sovak, 2005).

CHSK Mn – chemická spotřeba kyslíku manganistanem draselným se používá pro zjištění organických látek rozpuštěných ve vodě (Sovak, 2005).

Železo – ani při zvýšených hodnotách železa nejde o ohrožení zdraví, jde spíše o technické závady. Obarvuje materiály, kterými voda prochází, což má za příčinu ovlivnění chuti a způsobení zákalu vody (Sovak, 2005).

Mangan – obsah manganu ve vodách způsobuje stejné problémy jako přítomnost železa, ale ve vyšší míře, proto musí být tato hodnota menší než u železa (Sovak, 2005).

Amoniak – jedná se o parametr, který je velmi toxický, proto je jeho hodnota velmi přísně hlídána a nesmí se do oběhu dostat ve větší než limitní hodnotě (Sovak, 2005).

Dusitany – dusitany se ve vodách objevují pouze v malých hodnotách, nicméně jakmile by se objevily ve vyšší hodnotách, mohou v kyselém žaludku reagovat za vzniku potenciálních karcinogenů (Sovak, 2005).

Dusičnany – nejsou samy o sobě škodlivé, ale v zažívacím traktu mohou redukovat bakteriální činnosti na toxické dusitany (Sovak, 2005).

Koliformní bakterie – jedná se o velmi nebezpečné bakterie, které v případě požití postihují střeva živočichů. Mezi nejvýznamnější a nejznámější bakterii se řadí escherichia coli (VHS).

Počty kolonií – zařazují se sem skupiny bakterií, jenž patří mezi bakteriální znečištění vody, zejména bakterie z kompostu, z hnoje a podobných typů znečištění (VHS).

4.2. Zpracování dat

4.2.1. Porovnání dat surové vody z povrchového zdroje a podzemního zdroje

Úprava povrchové a podzemní vody je rozdílná a mohou za to hlavně parametry vody. Tabulka č. 3. představuje hodnoty povrchové surové vody, která byla odebrána z přívodního toku přivádějící vodu do úpravny vody U svaté Trojice.
V tabulce č. 4. jsou naopak hodnoty podzemní surové vody z vrtu VK6, který je zdrojem vody pro úpravnu vody na Vinici.

Tabulka č .3 výsledky rozborů surové vody Kutná Hora

Místo odběru:	**Kutná Hora**	**Rok**	**2020**
pH	7,6	**Železo**	0,105
Tvrdost	1,5	**Mangan**	0,04
Chloridy	37,6	**Amoniak**	0,041
CHSK Mn	5,22	**Dusitany**	0,116
		Dusičnany	4,2
Koliformní bakterie	0	**Počty kolonií při 36 °C**	96
Escherichia coli	0	**Počty kolonií při 22 °C**	234

Tabulka č .4 výsledky rozborů surové vody Vinice

Místo odběru:	**VK6**	**Rok**	**2020**
pH	7,8	**Železo**	<0,050
Tvrdost	1,29	**Mangan**	<0,010
Chloridy	16,3	**Amoniak**	1,15
CHSK Mn	0,555	**Dusitany**	<0,050
		Dusičnany	<1
Koliformní bakterie	0	**Počty kolonií při 36 °C**	9
Escherichia coli	0	**Počty kolonií při 22 °C**	132

4.2.2. Města a obce zásobované pitnou vodou z úpravny U svaté Trojice

4.2.2.1. Kutná Hora

Prvním vybraným městem, ve kterém se porovnává její kvalita pitné vody, je Kutná Hora neboli královské město. Město bylo založeno v roce 1289. Dle českého statistického úřadu v něm žilo k roku 2019 20 653 obyvatel na celkové rozloze 33,05 km^2.

Městem protéká významná říčka Vrchlice, podle které dostal Jaroslav Vrchlický svůj pseudonym. Jedná se o turisty vyhledávané místo s řadou památek, například Chrámem svaté Barbory, Jezuitskou kolejí, Vlašským dvorem a také Kostnicí. Průmyslovou oblast zastupují především společnosti Foxconn Technology CZ s.r.o., ČKD Kutná Hora, a.s. a Philip Morris ČR a.s.

První zmínky o přívodu vody do tohoto města nejsou přesně datovány. Jednalo se o distribuci pomocí dřevěných trub, které byly vyvrtány do borových kmenů. Nejprve byly položeny na povrchu, ale takto nebyly chráněny před povětrnostními vlivy, zvlášť v zimě, kdy se stávalo, že voda zamrzala i přesto, že se zavážela hnojem. Také se stávalo, že si je obyvatelé „zapůjčovali“ pro účely zatápění. Proto se také později začaly zakopávat do terénu. Nicméně i později se stávalo, že si je lidé navrtávali a zaváděli až přímo do domů, a tedy často docházelo k poruchám. Ve druhé polovině 16. století se jednalo o výstavbě hliněných vodovodů. Ovšem tento návrh neprošel, a tak se nadále používaly dřevěné. V pozdějších letech se jako zdroj pitné vody začaly používat místní kašny, kam byla pitná voda přiváděna z Bylan. První nezávadná pitná voda z úpravny se sem přiváděla z Kolína, který je vzdálený cca 12 kilometrů. Nicméně ani tento zdroj nedokázal zásobit celé město, proto se začalo uvažovat nad stavbou vlastního zdroje, vodní nádrže Vrchlice, jejíž stavba byla započata v březnu 1966 (VHS, 2006).

Obr. č. 11 Pohled na Jezuitskou kolej a Chrám svaté Barbory

Obr. č. 12 Kamenná kašna sloužící jako zdroj pitné vody pro obyvatelé v dřívějších letech

Výsledky rozborů pro město Kutná Hora

Tabulka č. 5 výsledky rozborů upravené vody ve městě Kutná Hora, v roce 2020

Místo odběru:	**Kutná Hora**		**Rok**	**2020**	
		vyhláška č. 252/2004 Sb.			vyhláška č. 252/2004 Sb.
pH	7,9	**6,5 - 9,5**	**Železo**	0,171	**0,2 mg/l**
Tvrdost	-	**2 - 3,5 mmol/l**	**Mangan**	<0,01	**0,05 mg/l**
Chloridy	41,8	**100,0 mg/l**	**Amoniak**	<0,025	**0,5 mg/l**
CHSK Mn	1,34	**3,0 mg/l**	**Dusitany**	<0,006	**0,5 mg/l**
			Dusičnany	4,1	**50,0 mg/l**
Koliformní bakterie	0	**0 KTJ/100 ml**	**Počty kolonií při 36 °C**	0	**40 (100) KTJ/ml**
Escherichia coli	0	**0 KTJ/100 ml**	**Počty kolonií při 22 °C**	4	**200 (500) KTJ/ml**

Tabulka č. 6 výsledky rozborů upravené vody ve městě Kutná hora v roce 2015

Místo odběru:	**Kutná Hora**		**Rok**	**2015**	
		vyhláška č. 252/2004 Sb.			**vyhláška č. 252/2004 Sb.**
pH	**7,8**	**6,5 - 9,5**	**Železo**	**0,034**	**0,2 mg/l**
Tvrdost	**-**	**2 - 3,5 mmol/l**	**Mangan**	**<0,01**	**0,05 mg/l**
Chloridy	**29,1**	**100,0 mg/l**	**Amoniak**	**<0,025**	**0,5 mg/l**
CHSK Mn	**1,41**	**3,0 mg/l**	**Dusitany**	**<0,006**	**0,5 mg/l**
			Dusičnany	**43**	**50,0 mg/l**
Koliformní bakterie	**0**	**0 KTJ/100 ml**	**Počty kolonií při 36 °C**	**0**	**40 (100) KTJ/ml**
Escherichia coli	**0**	**0 KTJ/100 ml**	**Počty kolonií při 22 °C**	**20**	**200 (500) KTJ/ml**

4.2.2.2. Nové Dvory

Jedná se o malou obec s rozlohou 9,05 km^2 ležící kousek od města Kutná Hora, s počtem obyvatelem dle českého statického úřad v roce 2019 pouhých 880. První zmínka o vesnici přichází ze 13. století, kdy se jednalo o hospodářský dvůr sedleckého kláštera, který se nacházel v Kutné Hoře. Nachází se zde soutok malých říček Klejnárky a Vrchlice. V současnosti se jedná o obec bez aktivního průmyslu. Dříve zde byl cukrovar. (Lipský 2011).

Obr. č. 13 pohled na zámek v obci Nové Dvory

Výsledky rozborů pro obec Nové Dvory

Tabulka č. 7 výsledky rozborů upravené vody v obci Nové Dvory v roce 2020

Místo odběru:	**Nové Dvory**		**Rok**	**2020**	
		vyhláška č. 252/2004 Sb.			Vyhláška č. 252/2004 Sb.
pH	7,8	**6,5 - 9,5**	**Železo**	0,109	**0,2 mg/l**
Tvrdost	-	**2 - 3,5 mmol/l**	**Mangan**	0,012	**0,05 mg/l**
Chloridy	43,2	**100,0 mg/l**	**Amoniak**	<0,0025	**0,5 mg/l**
CHSK Mn	1,28	**3,0 mg/l**	**Dusitany**	<0,006	**0,5 mg/l**
			Dusičnany	10,2	**50,0 mg/l**
Koliformní bakterie	0	**0 KTJ/100 ml**	**Počty kolonií při 36 °C**	0	**40 (100) KTJ/ml**
Escherichia coli	0	**0 KTJ/100 ml**	**Počty kolonií při 22 °C**	0	**200 (500) KTJ/ml**

Tabulka č. 8 výsledky rozborů upravené vody v obci Nové Dvory, v roce 2015

Místo odběru:	**Nové Dvory**		**Rok**	**2015**	
		Vyhláška č. 252/2004 Sb.			vyhláška č. 252/2004 Sb.
pH	7,3	**6,5 - 9,5**	**Železo**	0,081	**0,2 mg/l**
Tvrdost	-	**2 - 3,5 mmol/l**	**Mangan**	<0,01	**0,05 mg/l**
Chloridy	32.6	**100,0 mg/l**	**Amoniak**	<0,025	**0,5 mg/l**
CHSK Mn	1,28	**3,0 mg/l**	**Dusitany**	<0,006	**0,5 mg/l**
			Dusičnany	6,4	**50,0 mg/l**
Koliformní bakterie	0	**0 KTJ/100 ml**	**Počty kolonií při 36 °C**	0	**40 (100) KTJ/ml**
Escherichia coli	0	**0 KTJ/100 ml**	**Počty kolonií při 22 °C**	3	**200 (500) KTJ/ml**

4.2.2.3. Žleby

Jedná se o obec, která se nachází poblíž města Čáslav. Její rozloha činí 14,61 km^2. Na této rozloze podle českého statistického úřadu k roku 2019 žije 1 339 obyvatel. Obcí protéká řeka Doubrava. Obec je známá především svým novogotickým zámkem, který se do povědomí veřejnosti dostal díky z pohádek jako je Nejkrásnější hádanka, Tři bratři anebo O vánoční hvězdě. Z průmyslových společností se ve Žlebech nachází pouze SKD Trade, a. s, společnost, která se zabývá výrobou autobusů na elektrický pohon. Obec Žleby byla dříve zásobována převážně z podzemního zdroje Maleč, ale v nynějších letech už je obec zásobována z více jak 90 % vodou z úpravny vody U svaté Trojice.

Obr. č. 14 pohled na obec Žleby

Výsledky rozborů pro obec Žleby

Tabulka č. 9 výsledky rozborů upravené vody v obci Žleby v roce 2020

Místo odběru:	**Žleby**		**Rok**	**2020**	
		vyhláška č. 252/2004 Sb.			vyhláška č. 252/2004 Sb.
pH	7,9	**6,5 - 9,5**	**Železo**	0,196	**0,2 mg/l**
Tvrdost	1,88	**2 - 3,5 mmol/l**	**Mangan**	<0,01	**0,05 mg/l**
Chloridy	41,1	**100,0 mg/l**	**Amoniak**	<0,025	**0,5 mg/l**
CHSK Mn	1,47	**3,0 mg/l**	**Dusitany**	<0,006	**0,5 mg/l**
			Dusičnany	3,2	**50,0 mg/l**
Koliformní bakterie	0	**0 KTJ/100 ml**	**Počty kolonií při 36 °C**	0	**40 (100) KTJ/ml**
Escherichia coli	0	**0 KTJ/100 ml**	**Počty kolonií při 22 °C**	0	**200 (500) KTJ/ml**

Tabulka č. 10 výsledky rozborů upravené vody v obci Žleby v roce 2015

Místo odběru:	**Žleby**		**Rok**	**2015**	
		vyhláška č. 252/2004 Sb.			vyhláška č. 252/2004 Sb.
pH	7,3	**6,5 - 9,5**	**Železo**	<0,05	**0,2 mg/l**
Tvrdost	2,65	**2 - 3,5 mmol/l**	**Mangan**	<0,01	**0,05 mg/l**
Chloridy	10,6	**100,0 mg/l**	**Amoniak**	<0,025	**0,5 mg/l**
CHSK Mn	0,44	**3,0 mg/l**	**Dusitany**	<0,006	**0,5 mg/l**
			Dusičnany	16,6	**50,0 mg/l**
Koliformní bakterie	0	**0 KTJ/100 ml**	**Počty kolonií při 36 °C**	3	**40 (100) KTJ/ml**
Escherichia coli	0	**0 KTJ/100 ml**	**Počty kolonií při 22 °C**	8	**200 (500) KTJ/ml**

4.2.2.4. Uhlířské Janovice

V tomto případě se už jedná o druhé město, které se stejně jako ostatní obce nachází ve Středočeském kraji, ale je položeno na jihozápad od Kutné Hory, na rozdíl od obcí Nové Dvory a Žleby, které jsou na sever a severovýchod. Na rozloze 25,43 km^2 zde podle českého statického úřadu žije 3118 obyvatel. V nynější době městem protéká nepříliš známá řeka Výrovka. V tomto městě je rozvinuto několik druhů průmyslových odvětví, a to průmysl zemědělský, potravinářský, ale nejvíce rozšířeným je strojírenský. Strojírenskému průmysl zastupují STS Uhlířské Janovice, s. r.o., společnost vyrábějící zemědělskou techniku, následně STROJÍRNY, spol. s.r.o. vyrábějící průmyslové filtry a filtrace. V neposlední řadě tu sídlí také společnost, vyrábějící zařízení pro rozvod elektrické energie ELTRAF, a. s.

Prvními stopami osídlení Uhlířskojanovicka jsou archeologické nálezy, které jsou momentálně uložené v městském muzeu Kutná Hora. Jednalo se o pěstní klín, kamenné sekeromlaty a neolitické střepy keramiky. Nicméně první písemná zmínka je z roku 1352 (Dobíhal, 1969).

Obr. č. 15 pohled na kostel svatého Aloise

Výsledky rozborů pro město Uhlířské Janovice

Tabulka č. 11 výsledky rozborů upravené vody ve městě Uhlířské Janovce, v roce 2020

Místo odběru:	**Uhlířské Janovce**		**Rok**	**2020**	
		vyhláška č. 252/2004 Sb.			vyhláška č. 252/2004 Sb.
pH	8	**6,5 - 9,5**	**Železo**	0,11	**0,2 mg/l**
Tvrdost		**2 - 3,5 mmol/l**	**Mangan**	<0,01	**0,05 mg/l**
Chloridy	39	**100,0 mg/l**	**Amoniak**	<0,025	**0,5 mg/l**
CHSK Mn	2,3	**3,0 mg/l**	**Dusitany**	<0,006	**0,5 mg/l**
			Dusičnany	7,4	**50,0 mg/l**
Koliformní bakterie	0	**0 KTJ/100 ml**	**Počty kolonií při 36 °C**	0	**40 (100) KTJ/ml**
Escherichia coli	0	**0 KTJ/100 ml**	**Počty kolonií při 22 °C**	2	**200 (500) KTJ/ml**

Tabulka č. 12 výsledky rozborů upravené vody ve městě Uhlířské Janovce, v roce 2015

Místo odběru:	**Uhlířské Janovce**		**Rok**	**2015**	
		vyhláška č. 252/2004 Sb.			vyhláška č. 252/2004 Sb.
pH	7,2	**6,5 - 9,5**	**Železo**	0,102	**0,2 mg/l**
Tvrdost		**2 - 3,5 mmol/l**	**Mangan**	0,011	**0,05 mg/l**
Chloridy	29,8	**100,0 mg/l**	**Amoniak**	<0,025	**0,5 mg/l**
CHSK Mn	1,5	**3,0 mg/l**	**Dusitany**	<0,006	**0,5 mg/l**
			Dusičnany	4,8	**50,0 mg/l**
Koliformní bakterie	0	**0 KTJ/100 ml**	**Počty kolonií při 36 °C**	0	**40 (100) KTJ/ml**
Escherichia coli	0	**0 KTJ/100 ml**	**Počty kolonií při 22 °C**	0	**200 (500) KTJ/ml**

4.2.3. Obec zásobovaná svojí vlastní úpravnou vody na Vinici

4.2.3.1. Vrdy

Jedná se o obec, která je zásobována vodou z jiného zdroje vody než veškeré předešlé obce a města. Obyvatelé této obce jsou zásobováni pitnou vodou, jejímž zdrojem je podzemní voda. Vrdy se nachází v kutnohorském okrese. Žije zde dle českého statického úřadu k roku 2019 2946 obyvatel a její rozloha činí 18,48 km^2. Obcí protéká řeka Doubrava, stejně jako je tomu v případě obce Žleby, která je vzdálená pouhých několik kilometrů. V obci působí tři velké průmyslové společnosti, a to chemická společnost Ethanol Energy a.s., Goldbeck Prefabeton s.r.o. a společnost Kovolis a.s., která byla prvním majitelem, jenž si v obci nechal pro své potřeby vybudovat vrt VK1. Tento vrt se už v současnosti nepoužívá.

První písemná zmínka o obci pochází z roku 1307 (Novák).

Název Vrdy pochází z německého slova „das Wehr“, což přeneseně znamená, že Vrdy jsou místo, kde byla řeka kdysi přehrazena (Moravec, Kříž, Cichý, 2007).

Výstavba vodohospodářské infrastruktury byla v této obci zahájena v roce 1993. (Provozní řád vodovodu Vrdy).

Obr. č. 16 pohled na obec Vrdy

Výsledky rozborů pro obec Vrdy

Tabulka č. 13 výsledky rozborů upravené vody v obci Vrdy v roce 2020

Místo odběru:	**Vrdy**		**Rok**	**2020**	
		vyhláška č. 252/2004 Sb.			vyhláška č. 252/2004 Sb.
pH	7,3	**6,5 - 9,5**	**Železo**	<0,050	**0,2 mg/l**
Tvrdost	3,55	**2 - 3,5 mmol/l**	**Mangan**	<0,010	**0,05 mg/l**
Chloridy	28,6	**100,0 mg/l**	**Amoniak**	0,2	**0,5 mg/l**
CHSK Mn	0,798	**3,0 mg/l**	**Dusitany**	<0,050	**0,5 mg/l**
			Dusičnany	13,1	**50,0 mg/l**
Koliformní bakterie	0	**0 KTJ/100 ml**	**Počty kolonií při 36 °C**	1	**40 (100) KTJ/ml**
Escherichia coli	0	**0 KTJ/100 ml**	**Počty kolonií při 22 °C**	3	**200 (500) KTJ/ml**

Tabulka č. 14 výsledky rozborů upravené vody v obci Vrdy v roce 2015

Místo odběru:	**Vrdy**		**Rok**	**2015**	
		vyhláška č. 252/2004 Sb.			vyhláška č. 252/2004 Sb.
pH	7,3	**6,5 - 9,5**	**Železo**	<0,050	**0,2 mg/l**
Tvrdost	4,09	**2 - 3,5 mmol/l**	**Mangan**	<0,010	**0,05 mg/l**
Chloridy	26,2	**100,0 mg/l**	**Amoniak**	0,556	**0,5 mg/l**
CHSK Mn	0,757	**3,0 mg/l**	**Dusitany**	0,05	**0,5 mg/l**
			Dusičnany	19,8	**50,0 mg/l**
Koliformní bakterie	10	**0 KTJ/100 ml**	**Počty kolonií při 36 °C**	3	**40 (100) KTJ/ml**
Escherichia coli	0	**0 KTJ/100 ml**	**Počty kolonií při 22 °C**	2	**200 (500) KTJ/ml**

4.3. Výsledky

4.3.1. Porovnání surové vody povrchové a podzemní

Literatura uvádí, že úprava podzemní vody není tak náročná jako úprava vody povrchové. Dokazují to tabulky č. 3. a č. 4. Úprava podzemní vody není tolik náročná zejména co se týče hodnoty chloridů, dusitanů a dusičnanů, které v povrchové vodě mnohonásobně převládají, proto se musí složitými procesy upravit do požadované hodnoty.

Do úpraven podzemní vody přichází voda výrazně znečištěna, hlavně v důsledku vedlejších jevů, popřípadě zásahů lidského faktoru. Z tabulek je možné vyčíst první velkou změnu hodnot u chloridů. V povrchových vodách se totiž vyskytuje větší množství než v podzemních. Může za to především lidský faktor, chemický průmysl anebo také v zimě používání posypové soli, kdy se tyto látky mohou pomocí vsaku dostat až ke zdroji povrchové vody. Dalo by se říct, že se mohou dostat i do podzemní vody. Pravda to je, ale nedostanou se tam v tak velkém množství, zejména díky ochrannému pásmu, které se okolo studen vytváří. Větší pravděpodobnost výskytu chloridu v těchto vodách je z důvodu eroze horniny.

Hodnota chemické spotřeby kyslíku manganistanem draselným je opět v povrchových vodách větší než v podzemních. Tento ukazatel vykazuje hodnotu organických látek, které se do těchto vod dostávají snáze. Může se tak stát zejména vlivem ročních období, kdy dochází k zamíchání vody v nádrži změnou teploty. Ke změnám hodnot ukazatelů častěji dochází u povrchové vody než u podzemní, protože na povrchovou vodu působí více faktorů, zejména teplota, množství slunečního záření, úhrn dešťových a sněhových srážek, kvalita vody v povodí (bujná zemědělská činnost, množství průmyslových podniků, počet odkanalizovaných obcí v povodí, plocha zalesnění), povodně atd. Naproti tomu se u podzemních vod skoro nic nemění, protože cyklus tvorby je převážně stejný.

Amoniak a jeho hodnota je zase naopak v podzemních vodách vyšší. Jedná se o amoniakální dusík neboli čpavek, který vzniká při rozkladu organických zbytků, proto je jeho hodnota větší v podzemních vodách, neboť právě tam dochází k rozkladu.

Dusičnany a dusitany dominují ve vyšších hodnotách zase v povrchových vodách, do kterých se dostávají hlavně z umělých hnojiv, jenž se v dnešní době ve velké míře používají, což je příčinou vysokého hodnoty ve vodách. Tyto látky se dostávají větší měrou do povrchových vod než do podzemních, zejména díky vsaku a následnému odtoku do toků, které přivádí vodu do zdroje vody anebo už i přímo do toku, který odvádí vodu přímo do úpravny.

Hodnota počtu kolonií je rozdílná mezi surovou vodou povrchovou a vodou podzemní. Opět převládá vyšší hodnota u povrchových vod, je totiž závislá na vhodných podmínkách růstu a přežití. Vysvětlení pro vyšší hodnotu je stejné, jako u všech předchozích parametrů, voda je na povrchu, je otevřená, může se do ní kdykoliv a cokoliv dostat, v tomto případě například přes průsak z polí, který se dostane až přímo do vodního zdroje nebo do ramene, který přivádí vodu do hlavního zdroje.

Ostatní porovnávané parametry vod jsou stálé. Není zde tak velký rozdíl, jako tomu bylo v případě předchozích parametrů. Tímto se dá konstatovat, že povrchová voda je opravdu náročnější na úpravu, protože obsahuje nadlimitní hodnoty jednotlivých parametrů, které se do vod mohou dostat a které se musí upravit na požadovanou hodnotu v souladu s vyhláškou č. 252/2004 Sb., Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Naopak u vod podzemních tyto hodnoty nejsou tak vysoké a není potřeba je regulovat.

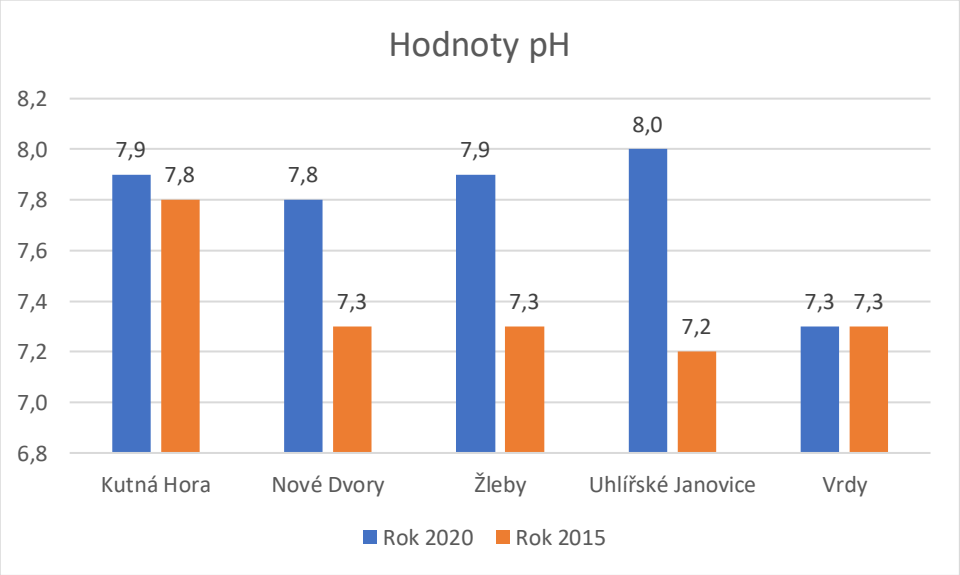
4.3.2. Porovnání parametrů pitné vody pro jednotlivá zásobiště

Při rozborech pitné vody z vodovodních řadů se porovnávají veškeré parametry s výjimkou tvrdosti vody, jelikož tento parametr není zásadním parametrem pitné vody, proto se v některých případech pro něj rozbory nedělají. Pracovníci Vodohospodářské Společnosti Vrchlice – Maleč, a. s. pravidelně a několikrát do roka navštěvují odběrová

místa ve spádové oblasti, jakými bývají např. obecní úřady, školy, školní jídelny. Zde odeberou potřebné množství vzorků, které následně v laboratoři úpravny vody U svaté Trojice vyhodnotí. V případě nesrovnalostí se musí vzorky odebrat a otestovat znovu. Jestliže tento problém přetrvává, musí se řešit s vedoucím úpravny vody nápravné kroky.

4.3.2.1. pH

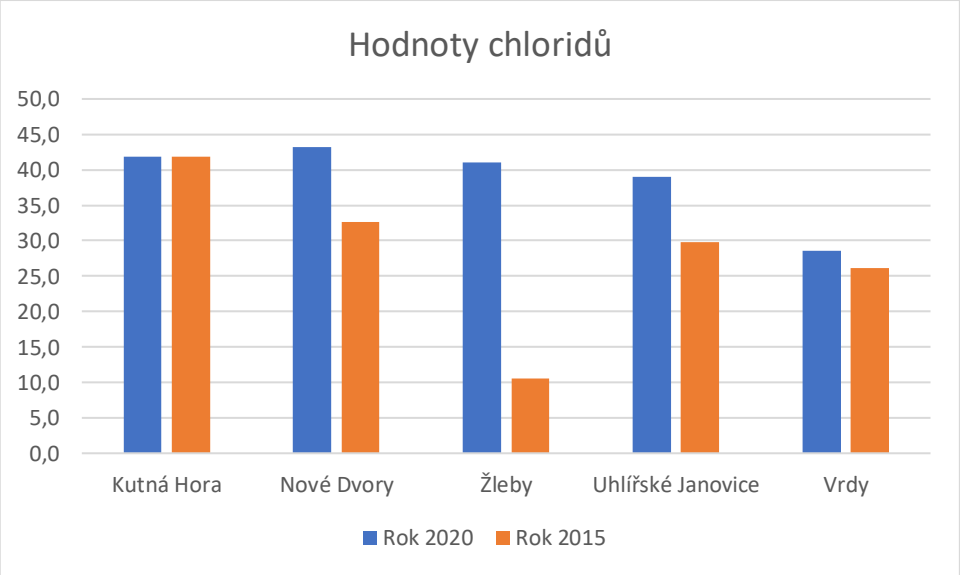
Všechny naměřené hodnoty pH odpovídají požadavkům vyhlášky č. 252/2004 Sb., Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, dle které by se hodnoty pH měly pohybovat být v rozmezí 6,5 – 9,5. Hodnota pH pitné vody ve všech obcích a městech tyto požadavky splňuje. Největší rozdíl mezi pH přichází v porovnání mezi lety 2020 a 2015. V roce 2015 byly hodnoty pH výrazně nižší, i když stále byly v souladu s vyhláškou. Pouze u obce Vrdy zůstala hodnota neměnná, což mohlo být způsobeno změnou technologie úpravy vody upravované každý měsíc, zejména v závislosti na kvalitě vody ve vodním zdroji, jenž se v průběhu ročních období mění.



Graf č. 1 porovnání hodnot pH

4.3.2.2. Chloridy

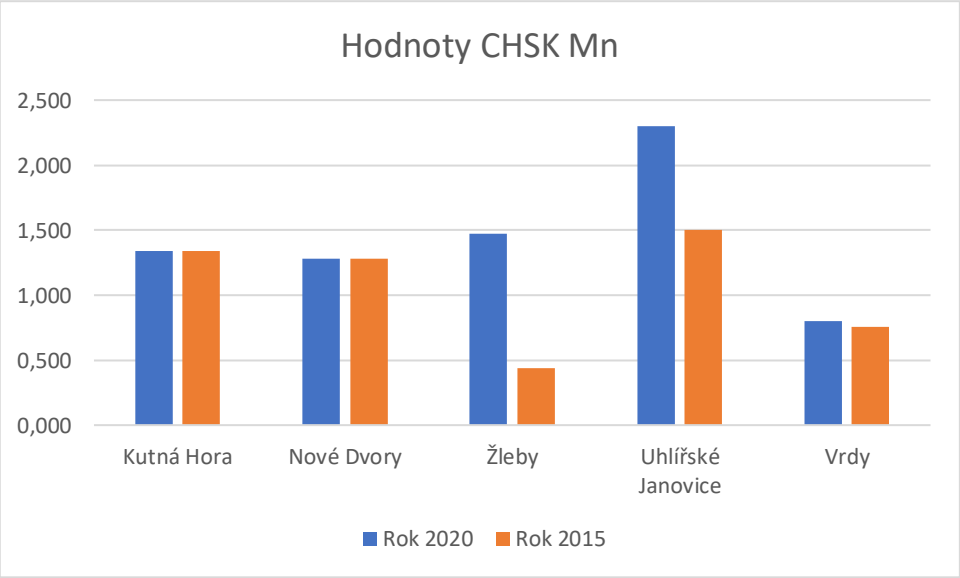
Vyhláška č. 252/2004 Sb., Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, stanovuje maximální hodnotu chloridů na 100 mg/l, i v tomto případě tohoto parametru bylo zjištěno, že dosahuje nízkých hodnot, který dokonce nemají ani poloviční hodnotu stanoveného limitu. Hodnoty mezi roky 2020 a 2015 jsou ustálené, největší rozdíl hodnot obsahu chloridu byl naměřen v obci Žleby. V tomto případě se může jednat o fakt, že v roce 2015 byla obec Žleby zásobována primárně z podzemního zdroje Maleč.



Graf č. 2 porovnání hodnot chloridů

4.3.2.3. CHSK Mn

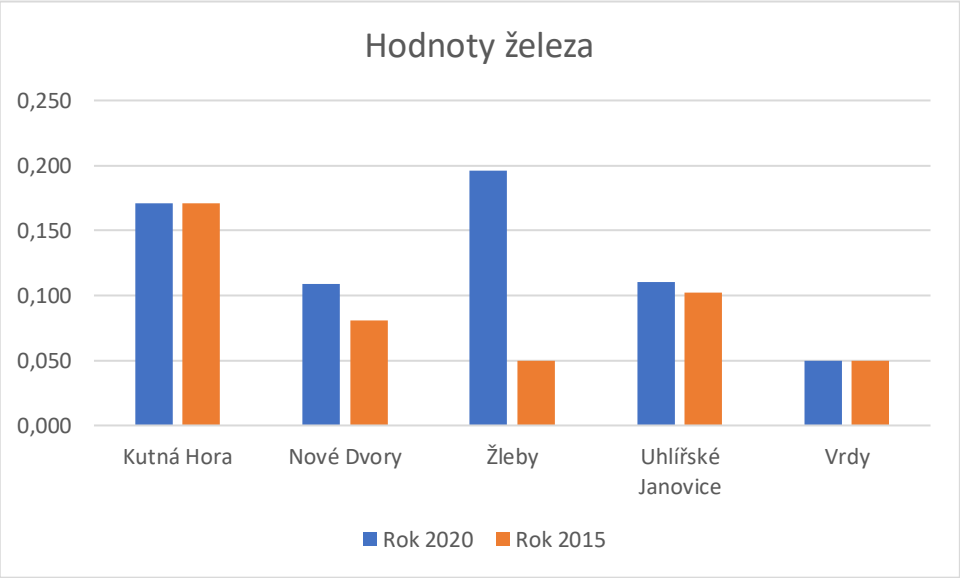
Chemická spotřeba kyslíku má dle vyhlášky č. 252/2004 Sb., Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody maximální povolenou hodnotu 3,0 mg/l. Žádná z naměřených hodnot tento limit nepřesahuje.



Graf č. 3 porovnání hodnot CHSK Mn

4.3.2.4. Železo

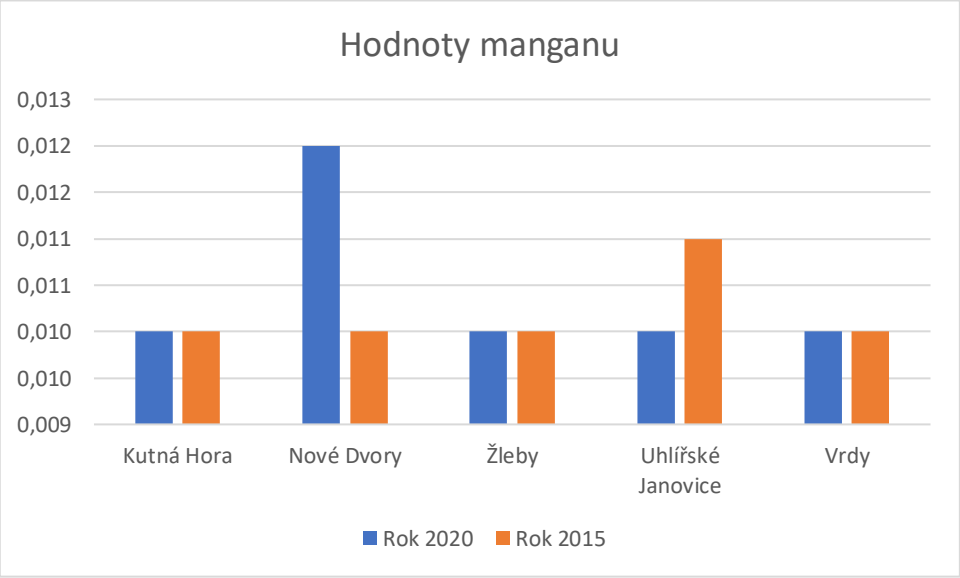
Maximální hodnota železa ve vodách dle vyhlášky č. 252/2004 Sb., Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody se udávaná na hodnotu 0,2 mg/l. Všechny zkoumavé vzorky pitné vody splnily tento požadavek. Pouze v roce 2020 se u obce Žleby naměřená hodnota blížila k limitní hodnotě.



Graf č. 4 porovnání hodnot železa

4.3.2.5. Mangan

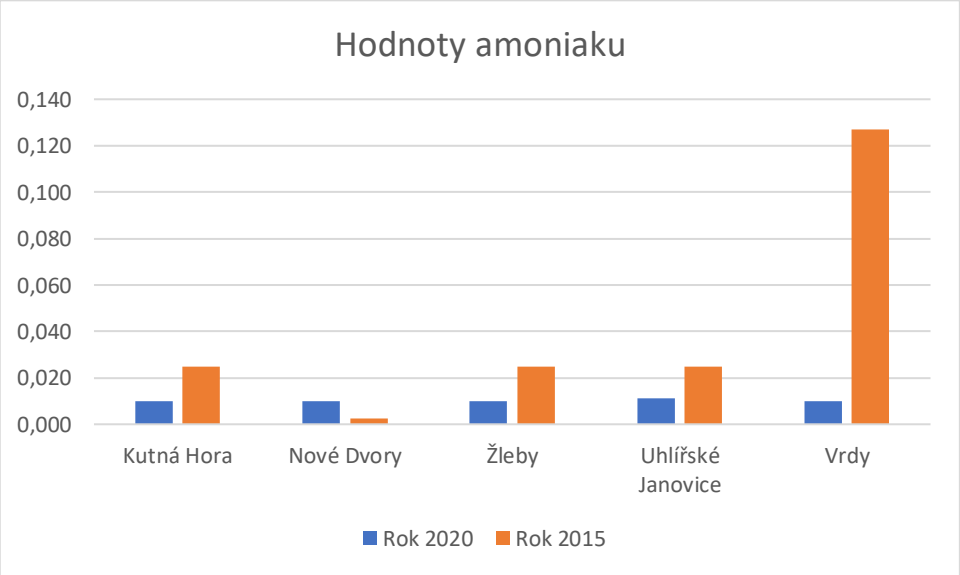
I v případě manganu žádné hodnoty zkoumaných vzorků pitné vody nedosahovaly k maximální hodnotě, která je dle vyhlášky č. 252/2004 Sb., Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody 0,05 mg/l. Všechny výsledné hodnoty v obcích a městech jsou stejné, bez rozdílu vodního zdroje.



Graf č. 5 porovnání hodnot manganu

4.3.2.6. Amoniak

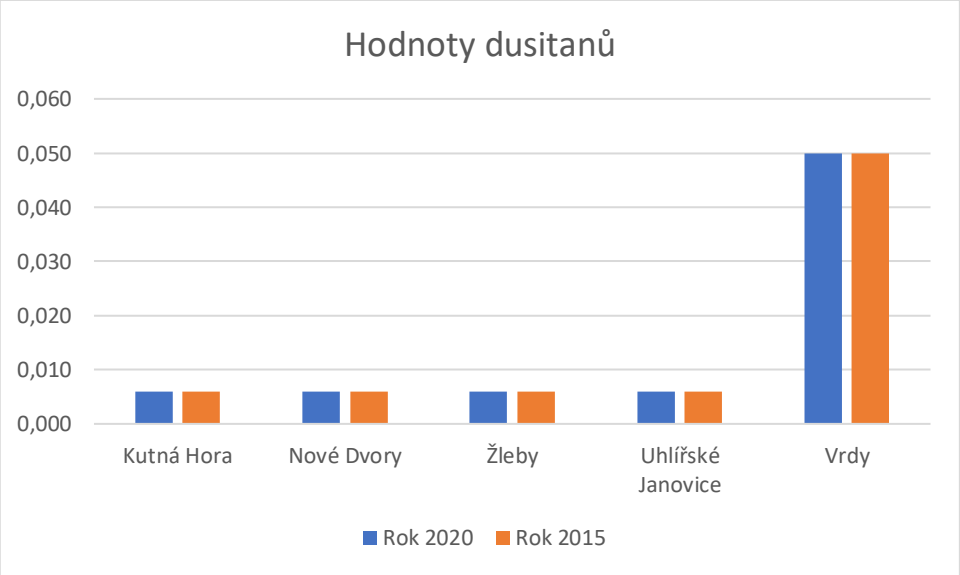
Hodnoty amoniaku už nejsou tak optimální, jako tomu bylo u předchozích parametrů. U obcí zásobovaných povrchovou vodou se amoniakální dusík (čpavek) vyskytuje ve velmi malých, zanedbatelných hodnotách. Maximální hodnota dle vyhlášky č. 252/2004 Sb., Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody je 0,5 mg/l. Veškerá testovaná pitná voda měla vyhovující výsledky.



Graf č. 6 porovnání hodnot amoniaku

4.3.2.7. Dusitany

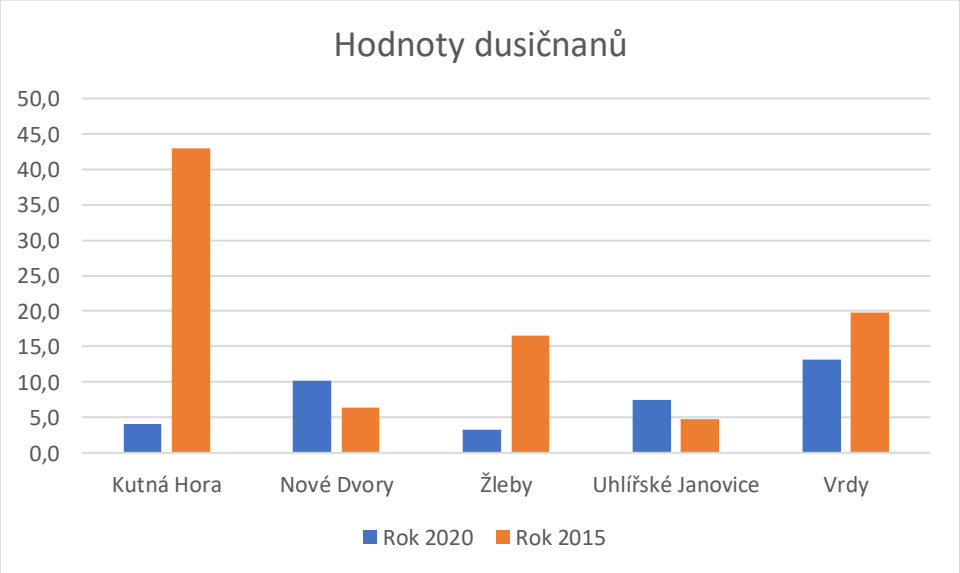
Opět jako o předchozího případu i zde má obec Vrdy nejvyšší hodnotu dusitanů v pitné vodě, i když tentokrát neporušuje hodnoty předepsané vyhláškou č. 252/2004 Sb., Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, které jsou maximálně 0,5 mg/l. Tato skutečnost může být způsobena tím, že obec Vrdy je zásobena vodou z podzemního zdroje a na kvalitu této vody má vliv zejména struktura půdy, která je doprovázena zemědělskou výrobou. Nicméně úpravna sama o sobě tuto hodnotu nemusí regulovat, neboť je velice nízká.



Graf č. 7 porovnání hodnot dusitanů

4.3.2.8. Dusičnany

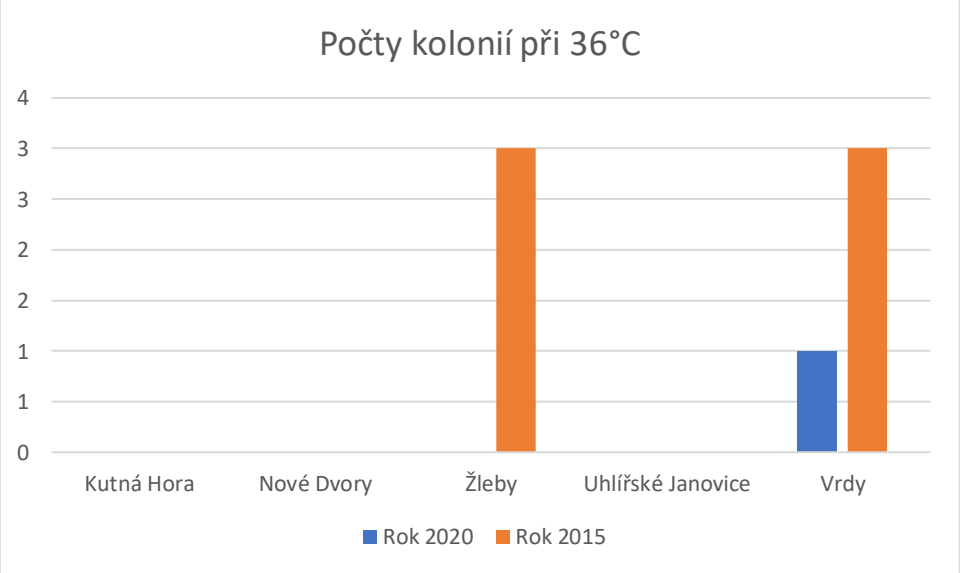
Hodnoty dusičnanů v pitné vodě ze zásobovaných spotřebiště splňují limity podle vyhlášky č. 252/2004 Sb., Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, která stanovuje maximální hodnotu 50 mg/l. Pouze v případě Kutné Hory v roce 2015 byl zaznamenán nárůst obsahu dusičnanů v pitné vodě, kdy naměřená dosáhla 43 mg/l. Tato skutečnost mohla být způsobena více faktory, a to lidským faktorem, nepřesností měření a nebo také problémem spojeným s podtlakovým přisáním podzemní vody do vodovodního řadu ze studně nebo z vrtu. Lidé mají často dva zdroje vody, první z vodovodního řadu a druhý z domácí studny nebo z vrtu. Často využívají vodu z řadu jako pitnou vodu a ze studny jako vodu užitkovou pro potřeby osobní hygieny, praní a zalévání. Oba zdroje by měly být oddělené, ale nebývá to pravidlem.



Graf č. 8 porovnání hodnot dusičnanů

4.3.2.9. Počty kolonií při 36 °C

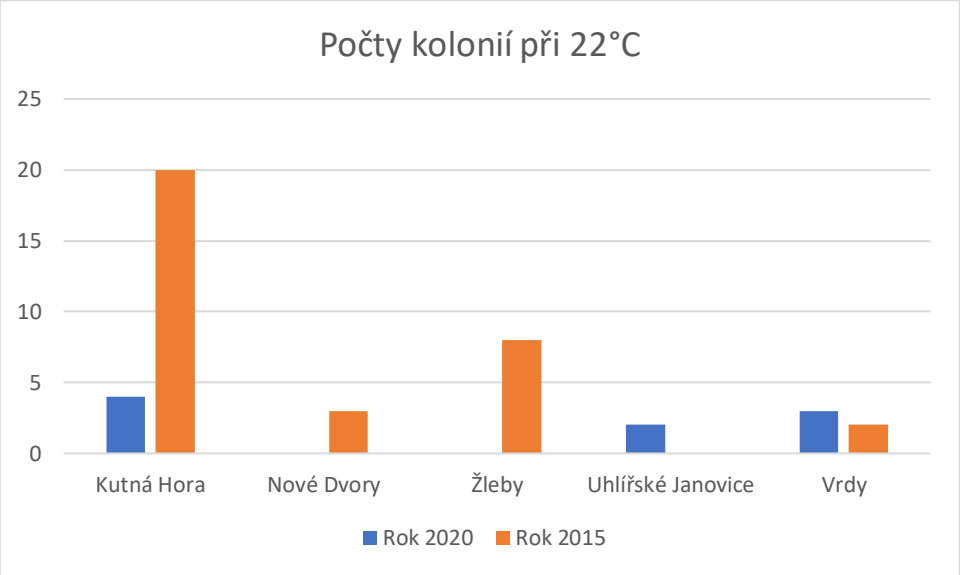
Maximální přípustná hodnota dle vyhlášky č. 252/2004 Sb., Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody pro kolonie je 40 KTJ/ml. Všechny pitné vody z porovnávaných spotřebišť splnily tento požadavek. Pouze v obci Vrdy a Žleby byla naměřená hodnota tohoto parametru, ale jedná se o bakteriální znečištění, které je u podzemních vod běžné.



Graf č. 9 porovnání hodnot počtů kolonií při 36 °C

4.3.2.10. Počty kolonií při 22 °C

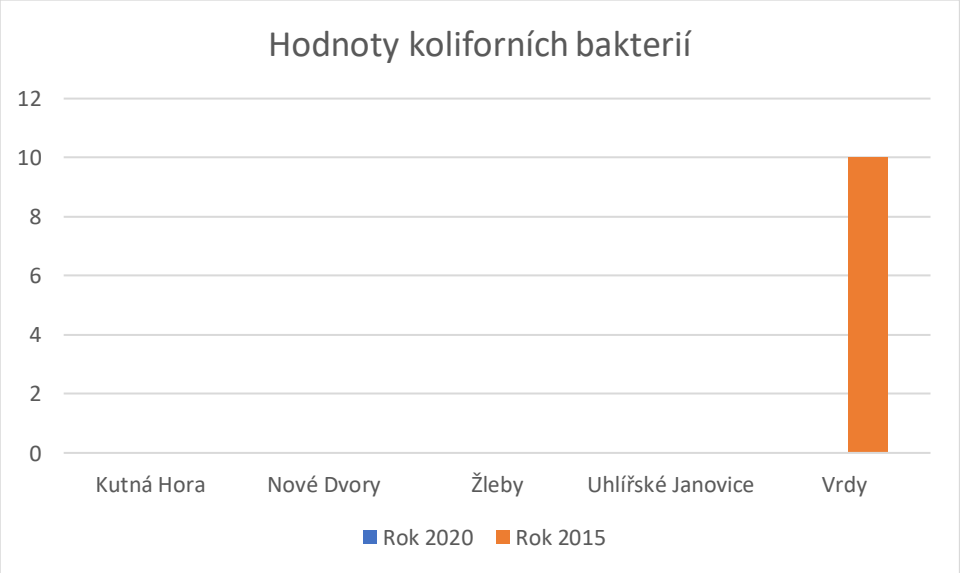
Všechny pitné vody z porovnávaných spotřebišť splnily tento požadavek. Nicméně zde se už naměřilo více hodnot. Nejvíce bylo naměřeno u Kutné Hory, ale i tato hodnota je skoro zanedbatelná, protože všechny hodnoty vyhovují vyhlášce č. 252/2004 Sb., Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, která má maximální povolenou hodnotu 200 KTJ/ml.



Graf č. 10 porovnání hodnot počtů kolonií při 22 °C

4.3.2.11. Koliformní bakterie a escherichia coli

V tomto měřeném parametru nesplnila požadavek pouze obec Vrdy, která měla v roce 2015 naměřenou hodnotu 10 KTJ/ml, což byla hodnota přesahující limit, který má být dle vyhlášky č. 252/2004 Sb., Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, 0 KTJ/100 ml, jelikož se jedná o zdraví nebezpečnou bakterii, která dokáže vyvolat střevní potíže. K tomuto problému mohlo dojít zaviněním lidského faktoru, protože koliformní bakterie představují fekální znečištění. Nicméně v roce 2020 se už ani v vzorku odebrané pitné vody v obci Vrdy nenaměřila žádná hodnota této bakterie, což je pro pitnou vodu velice uspokojující.



Graf č. 11 porovnání hodnot Koliformních bakterií a escherichia coli

U měření hodnot escherichia coli byly u všech porovnávaných spotřebišť výsledky nulové, takže limity byly dodrženy.

4.4. Diskuse

Jedním z cílů tohoto výzkumu bylo ověření faktu, že úprava povrchové vody je procesně náročnější než úprava vody podzemní. Toto tvrzení se potvrdilo ihned při prvním porovnání, kde se porovnávala surová voda z vodního zdroje Vrchlice s vodou podzemní z vrtu č. 6, který se nachází nedaleko obce Vrdy. Toto tvrzení se ověřilo při zhodnocení jednotlivých parametrů, kde se zjistilo, že vyšší hodnoty byly naměřeny u povrchové vody než u podzemní vody, až na výjimku obsahu amoniaku. K ověření došlo také z vlastní zkušenosti při návštěvě obou úpraven vody. Úpravna vody U svaté Trojice je úpravna, kde probíhá každý den několik procesů, které vedou k úpravě, kdežto úpravna vody na Vinici je o poznání menší budova, která u surové vody odstraňuje pouze organické látky, bor a v neposlední řadě pouze dezinfikuje vodu chloraminem a chlorem. Možno tedy tvrdit, že úprava podzemní vody je opravdu méně náročná.

Veškerá pitná voda v jednotlivých obcích a městech pro rok 2020 splňovala požadavky na kvalitu pitné vody dle vyhlášky č. 252/2004 Sb., vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, což je velice úlevné z pohledu ochrany veřejného zdraví.

Určit přesnou kvalitu pitné vody není z triviálních rozborů úplně možné, protože porovnávaných parametrů je opravdu málo. Nicméně z výsledných hodnot v tabulce lze určit, že nejvíce kvalitní voda v roce 2020 byla v obci Vrdy, jelikož u většiny negativních parametrů vychází hodnota nižší než u ostatních spotřebišť.

Posledním cílem byla vlastní úvaha nad problematikou a budoucností, která se týká úpravy vody a zlepšení kvality pitné vody. Nejprve je třeba si říct, že hlavně musí být co upravovat, jestliže se budou opakovat suché roky, jako tomu bylo v posledních letech, nečeká nás nic hezkého. Hlavním problémem je tedy teplota. Dochází k oteplování, stoupá průměrná teplota, je nedostatek srážek jak v létě, tak v zimě, a to všechno působí na kvalitu vody v přehradách. Zemědělská činnost také může za kvalitu vody, hlavně díky mělké orbě, nestřídání plodin, jak tomu bylo dřív. V současnosti je na polích vidět pouze kukuřice, řepka, obilí, někdy také řepa a kvůli tomuto také dochází

k vodní erozi, kdy není půda schopna zadržet vodu. Největším problémem spjatým se zemědělstvím je chemické hnojení, bez kterého se v dnešní době žádný zemědělec nedokáže obejít. Toto chování má za následky zhoršení kvality podzemních vod, ve kterých se už v dnešní době dá naměřit vysoká hodnota pesticidů.

Chtělo by se zamyslet, co s tím dělat. V první řadě by bylo dobré se začít k naší planetě chovat zodpovědně v závislosti na ochraně životního prostředí. Dále by bylo potřeba začít řešit zadržování maximálního množství vody v krajině. Když se objeví nějaké srážky, je potřeba je zadržet a mohly by k tomu sloužit rybníky a mokřady. V neposlední řadě je potřeba řešit zemědělství, např. podporovat zemědělce, kteří by používali přírodní hnojiva, starali se o půdu, prováděli hlubokou orbu, jako tomu bylo dřív.

Dalším cílem byla problematika úpravy vody. Největším problémem je složitost úpravy pitné vody, za kterou hlavně může znečistění, kterým je voda ovlivněna nejvíce, díky čemuž je potom náročnější úprava. Řešení tohoto problému není vůbec jednoduché, nicméně by se dalo uvažovat o zakládání vodních děl v přírodních rezervacích nebo celkově v přírodě, která není nijak ovlivněna lidským faktorem, zemědělstvím a průmyslem, který má značný dopad na znečištění. Popřípadě hledání podzemních zdrojů. Zde si ovšem osobně myslím, že není možné najít tak velký podzemní pramen, který by dokázal zásobovat v tak velké míře, jako je tomu u povrchových zdrojů. Pouze v případě, že by každá obec či město mělo vlastní vrty, jako je tomu v případě obce Vrdy.

Skvělým příkladem pro budoucnost úpravy vody je skoro až dokonalá úpravna vody Rečkov, která takřka bez chemické úpravy, dokonce i bez úpravy vody chlorem zásobuje vodovody v Mladé Boleslavi. Zde se totiž jedná o velice kvalitní podzemní vodu. Toto by mohla být cesta, jelikož co nejméně chemicky upravená voda je ta nejvíce kvalitní a přínosná pro zdraví člověka.

5. Závěr

Hlavním cílem této práce bylo vytvoření přehledu kvality pitné vody, která je dodávána do jednotlivých obcí a měst.

Z výsledných hodnot parametrů, které byly porovnávány, se zjistilo, že veškerá pitná voda, která je dodávána do jednotlivých obcí a měst je v souladu s vyhláškou č. 252/2004 Sb., Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Podle parametrů pitná voda dodávána do obce Vrdy je nejvíce kvalitní. Pravděpodobně za to může fakt, že se jedná o zdroj podzemní vody, nicméně celková kvalita pitné vody ve všech obcích a městech je relativně stejná, jedná se spíše o chuť, jejíž zhodnocení je velmi subjektivní. Osobně jsem měl možnost ochutnat pitnou vodu v Kutné Hoře a ve Vrdech. A mohu konstatovat, že chuť pitné vody z úpravny vody U svaté Trojice vnímám jako nejlepší.

Za přínos bakalářské práce je považován přehled o kvalitě pitné vody ve městech Kutná Hora, Uhlířské Janovice a obcích Nové Dvory, Žleby a Vrdy. V rozšiřujícím obsahu práce by mohlo jít o vytvoření přehledu kvality pitné vody pro další města a obce v okrese Kutná Hora. Možná by bylo v závěru zjištěno, že jsou jiná místa, kde je pitná voda kvalitnější, než je tomu v obci Vrdy.

6. Přehled literatury a použitých zdrojů

6.1. Literární zdroje

PAVEL PITTER., 2009: Hydrochemie. 4. aktualizované vydání. VŠCHT Praha. ISBN 978-80-7080-701-9.

SOVAK ČR, 2005: Příručka provozovatele úpravny pitné vody. Medim, spol. s. r. o. Líbeznice. ISBN 80-239-4565-3.

LADISLAV ŽÁČEK., 1999: Chemické a technologické procesy úpravy vod. NOEL 2000 s.r.o. ISBN 80-86020-22-2.

MYSLIBOR CHALUPA., 1984: Provozování úpraven vody. Vydalo Ministerstvo lesního a vodního hospodářství ČSR ve Státním zemědělském nakladatelství v Praze.

M. HORÁKOVÁ, P. LISCHKE, A GRÜNWALD., 1986: Chemické a fyzikální metody analýzy vod. SNTL Alfa Praha.

ANTONÍN CHLUM a kol., 1975: Vodní dílo Vrchlice. Vydalo Ministerstvo lesního a vodního hospodářství ČSR ve Státním zemědělském nakladatelství v Praze

PAVEL NOVÁK., 2001: Paměť krajiny Novodvorsko – Žehušicko. Nakladatelství a vydavatelství Martin Bartoš, Kutná Hora. ISBN 80-8606-13-X.

Z. LIPSKÝ, M. ŠANTRŮČKOVÁ, M. WEBER a kolektiv., 2011: Vývoj krajiny Novodvorska a Žehušicka ve středních Čechách. Karolinum 2011. ISBN 978-80-246-1905-7.

VHS Kutná Hora a. s., 2006: Pohled do historie vodovodu kutnohorského. Vydala Vodohospodářská společnost Vrchlice-Maleč, a.s.

VHS Kutná hora a.s., 2011: Historie zásobování Čáslavě pitnou vodou. Vydala Vodohospodářská společnost Vrchlice-Maleč, a.s.

MILAN SKŘIVÁNEK., 2002: Rybníky v okolí Čáslavi. Nakladatelství a vydavatelství Martin Bartoš, Kutná Hora. ISBN 80-86406-26-1.

ALOIS DOBÍHAL., 1969: Uhlířské Janovice v historii. Vlastivědný odbor muzejní a historický, osvětová beseda Uhlířské Janovice.

PAVEL CHEJNOVSKÝ., 2007: Osoba oprávněná k provozování vodovodů a kanalizací, Vodárenství – vodovodní sítě. Medim, spol. s. r. o. Líbeznice. ISBN 978-80-87140-04-8. (4)

LADISLAV TUHOVČÁK, PAVEL ADLER, TOMÁŠ KUČERA, JAROSLAV RACLAVSKÝ., 2006: Vodárenství a úprava vody. Brno 2006

J. MORAVEC, F. KŘÍŽ, J. CICHÝ., 2007: Vrdy 1307–2007. Tisk Lepor studio, Kutná Hora.

Interní zdroje obce Vrdy – Závěrečná zpráva hydrogeologického průzkumu Vrdy – Dolní Bučice, Vrtaná studna na pozemnku č. 722/2, k. ú. Dolní Bučice, Provozní řád vodovodu, Skupinový vodovod Vrdy – Zbyslav – Horní Bučice – Dolní Bučice – Vinaře – Vinice.

Interní zdroje Vodohospodářská společnost Vrchlice – Maleč a.s

6.2. Legislativní zdroje

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

6.3. Internetové zdroje

Veškeré statistické údaje o jednotlivých obcích dostupné na https://www.czso.cz/csu/czso/home

6.4. Seznam obrázků

Obr. č. 1 Znázornění koloběhu vody (https://euroclean.cz/clanky/kolobeh-vody-na-zemi/)

Obr. č. 2 Vodní nádrž Švihov (https://kalendar.blanicti-rytiri.cz/ostatni/komentovana-prohlidka-hraze-vodni-nadrze-svihov)

Obr. č. 3 Vodní nádrž Vrchlice (https://www.kudyznudy.cz/aktivity/prehrada-vrchlice-u-kutne-hory)

Obr. č. 4 Pohled na vrt. VK2

Obr. č. 5 Pohled na vrt VK6

Obr. č. 6 Letecký pohled na úpravnu vody U svaté Trojice (VHS)

Obr. č. 7 Schéma procesu v úpravně vody U svaté Trojice (VHS)

Obr. č. 8 Usazovací nádrže v úpravně vody U svaté Trojice

Obr. č. 9 Úpravna vody Vinice

Obr. č. 10 Schéma procesu v úpravně vody Vinice

Obr. č. 11 Pohled na Jezuitskou kolej a Chrám svaté Barbory (https://destinace.kutnahora.cz/d/jezuitska-kolej-gask)

Obr. č. 12 Kamenná kašna sloužící jako zdroj pitné vody pro obyvatelé v dřívějších letech (https://www.kudyznudy.cz/aktivity/kamenna-kasna-v-kutne-hore)

Obr. č. 13 pohled na zámek v obci Nové Dvory (http://www.stredoceske-zamky.cz/zameknovedvory.html)

Obr. č. 14 Pohled na obec Žleby

Obr. č. 15 Pohled na město Uhlířské Janovice (https://cs.wikipedia.org/wiki/Kostel_svat%C3%A9ho_Aloise_Gonzagy_(Uhl%C3%AD%C5%99sk%C3%A9_Janovice))

Obr. č. 16 Pohled na obec Vrdy (https://www.edpp.cz/povodnovy-plan/vrdy/)

6.5. Seznam tabulek

Tabulka č. 1 představující hodnoty minerální vody

Tabulka č. 2 počet obyvatel zásobovaných pitnou vodou z vodovodního řadů

Tabulka č. 3 výsledky rozborů surové vody Kutná Hora

Tabulka č. 4 výsledky rozborů surové vody Vinice

Tabulka č. 5 výsledky rozborů upravené vody ve městě Kutná Hora v roce 2020

Tabulka č. 6 výsledky rozborů upravené vody ve městě Kutná Hora v roce 2015

Tabulka č. 7 výsledky rozborů upravené vody v obci Nové Dvory v roce 2020

Tabulka č. 8 výsledky rozborů upravené vody v obci Nové Dvory v roce 2015

Tabulka č. 9 výsledky rozborů upravené vody v obci Žleby v roce 2020

Tabulka č. 10 výsledky rozborů upravené vody v obci Žleby v roce 2015

Tabulka č. 11 výsledky rozborů upravené vody ve městě Uhlířské Janovice v roce 2020

Tabulka č. 12 výsledky rozborů upravené vody ve městě Uhlířské Janovice v roce 2015

Tabulka č. 13 výsledky rozborů upravené vody v obci Vrdy v roce 2020

Tabulka č. 14 výsledky rozborů upravené vody v obci Vrdy v roce 2015

6.6. Seznam grafů

Graf č. 1 porovnání hodnot pH

Graf č. 2 porovnání hodnot chloridů

Graf č. 3: porovnání hodnot CHSK Mn

Graf č. 4 porovnání hodnot železa

Graf č. 5 porovnání hodnot manganu

Graf č. 6 porovnání hodnot amoniaku

Graf č. 7 porovnání hodnot dusitanů

Graf č. 8 porovnání hodnot dusičnanů

Graf č. 9 porovnání hodnot počtů kolonií při 36 °C

Graf č. 10 porovnání hodnot počtů kolonií při 22 °C

Graf č. 11 porovnání hodnot koliformních bakterií a escherichia coli