

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

A

ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ



OBLASTNÍ VODOVOD KUTNÁ HORA – ČÁSLAV – SÁZAVA  
REGIONAL WATER MAIN KUTNÁ HORA – ČÁSLAV – SÁZAVA

## **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Vedoucí práce: Ing. Petra Sychová, Ph.D.

Bakalant: Petr Černík

2020

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Petr Černík

Krajinářství  
Územní technická a správní služba

Název práce

**Oblastní vodovod Kutná Hora – Čáslav – Sázava**

Název anglicky

**Regional Water Main Kutná Hora – Čáslav – Sázava**

---

### Cíle práce

Předmětem práce je charakteristika systému zásobování pitnou vodou. Teoretický popis vodárenského systému je pak využit pro charakteristiku distribučního systému pitné vody v rámci většího územně správního celku. Cílem práce je vyhodnocení provozu vodárenské soustavy nejen z pohledu dodržování kvality dodávané vody, ale rovněž zajištění dostatečného zdroje vody. Dílčím cílem je posouzení dostupnosti pitné vody v malé obci, která řeší problém ztráty vydatnosti původního zdroje.

### Metodika

- shromáždění relevantních literárních podkladů
- charakteristika systému distribuce pitné vody
- výběr vhodné modelové obce
- zmapování oblastního vodovodu Kutná Hora – Čáslav – Sázava
- obecné zhodnocení zjištěných informací

**Doporučený rozsah práce**

40 stran

**Klíčová slova**

pitná voda, distribuce pitné vody, oblastní vodovod, vodárenství

---

**Doporučené zdroje informací**

GRÜNWARD, A. 1998: Vodárenství. Praha: Český svaz stavebních inženýrů, 189 s.

NOVÁK, J. a kol. 2003: Příručka provozovatele vodovodní sítě. Líbeznice u Prahy: Medim, 151 s.

SHARMA, S.K., SANGHI, R. 2012: Advances in water treatment and pollution prevention. Dordrecht: Springer, 457 p.

TESAŘÍK, I. 1987: Vodárenství. Praha: Nakladatelství technické literatury, 436 s.



---

**Předběžný termín obhajoby**

2019/20 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Petra Sychová, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

---

Elektronicky schváleno dne 2. 3. 2020

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

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2020

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 23. 03. 2020

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Oblastní vodovod Kutná Hora – Čáslav – Sázava vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou, a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Kutné Hoře dne: 29.6.2020

-----  
Petr Černík

**Poděkování:**

Tímto bych chtěl poděkovat všem, kteří mi s prací pomohli, zejména bych chtěl poděkovat za spolupráci vedoucí mé bakalářské práce Ing. Petře Sychové Ph.D. za její cenné a odborné rady, ochotu, trpělivost a za strávený čas při pomoci během psaní mé práce. Dále bych chtěl poděkovat vedoucí oddělení technickoprovozní činnosti Vodohospodářské společnosti Vrchlice – Maleč a.s. Ing. Kateřině Kvapilové za poskytnuté materiály a informace, díky kterým jsem mohl práci zpracovat.

**Abstrakt:**

Tato bakalářská práce pod názvem „Oblastní vodovod Kutná Hora – Čáslav – Sázava“ pojednává o zásobování obyvatelstva pitnou vodou na území České republiky. Práce popisuje zdroje vody, jímání surové vody, úpravu vody a distribuci pitné vody odběratelům. V práci je řešena problematika kvality vody a ztráty vody.

Hlavním tématem práce je charakteristika vodovodního systému v rámci většího správního území od zdroje surové vody až ke konečnému odběrateli, konkrétně se jedná o oblastní vodovod Kutná Hora – Čáslav – Sázava. V práci je popsáno řešení ztráty malého vodního zdroje v obci Chlístovice napojením na oblastní vodovod.

Klíčová slova: pitná voda, distribuce pitné vody, oblastní vodovod, vodárenství

**Abstract:**

This bachelor thesis called "Regional water main Kutná Hora - Čáslav - Sázava" deals with drinking water supply in the Czech Republic. The thesis describes water sources, raw water collection, water treatment and distribution of drinking water to consumers. The work deals with the issue of water quality and water loss.

The main topic of the thesis is the characterization of the water supply system within a larger administrative area from the source of raw water to the final consumer, specifically, the Kutná Hora - Čáslav - Sázava water supply system. The work describes the solution of the loss of a small water source in the village Chlístovice connection to the regional water supply.

Key words: drinking water, drinking water distribution, regional water main, water supply

## OBSAH

1. ÚVOD.....	1
2. CÍLE PRÁCE .....	2
3. METODIKA.....	3
4. CHARAKTERISTIKA DISTRIBUCE VODY.....	4
4.1. ZDROJE VODY .....	4
4.2. JÍMÁNÍ SUROVÉ VODY.....	5
4.2.1. JÍMÁNÍ PODZEMNÍ VODY.....	5
4.2.2. JÍMÁNÍ POVRCHOVÉ VODY.....	6
4.3. ÚPRAVA VODY .....	7
4.4. AKUMULACE VODY.....	8
4.4.1. FUNKCE AKUMULACE VODY .....	9
4.4.2. TYPY VODOJEMŮ .....	9
4.5. TYPY VODOVODNÍCH SÍTÍ.....	9
4.6. ROZDĚLENÍ VODOVODŮ.....	10
4.6.1. ROZDĚLENÍ VODOVODŮ PODLE ÚZEMNÍ PŮSOBNOSTI .....	10
4.6.2. ROZDĚLENÍ VODOVODŮ PODLE VÝŠKOVÉHO USPOŘÁDÁNÍ.....	13
4.7. MATERIÁLY VODOVODNÍCH SÍTÍ.....	13
4.7.1. KOVOVÉ MATERIÁLY .....	13
4.7.2. NEKOVOVÉ MATERIÁLY .....	14
4.8. ARMATURY NA VODOVODNÍCH SÍTÍCH.....	15
4.8.1. UZAVÍRACÍ ARMATURY .....	15
4.8.2. ODBĚRNÉ ARMATURY.....	16
4.8.3. OSTATNÍ ARMATURY .....	16
4.9. ÚLOHA VEŘEJNÝCH VODOVODŮ.....	17
4.10. KVALITA VODY .....	17
4.11. RIZIKA ZNEČIŠTĚNÍ VODY.....	19
4.12. POTŘEBA VODY .....	20
4.12.1. VÝPOČET PRŮMĚRNÉ POTŘEBY VODY.....	22
4.12.2. VÝPOČET MAXIMÁLNÍ DENNÍ POTŘEBY VODY .....	22
4.12.3. MAXIMÁLNÍ HODINOVÁ POTŘEBA VODY .....	23
4.13. ZTRÁTY VODY .....	23
5 OBLASTNÍ VODOVOD KUTNÁ HORA – ČÁSLAV - SÁZAVA.....	26
5.1. CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ – KUTNOHORSKO .....	26
5.2. ZDROJ VODY VD VRCHLICE .....	26

5.3. ÚPRAVNA VODY SVATÁ TROJICE.....	27
5.4. OBLASTNÍ VODOVOD.....	27
5.5. HYGIENICKÉ ZABEZPEČENÍ VODY VE VODOVODU .....	32
6. HISTORIE VODOVODU NA KUTNOHORSKU .....	34
7. ZÁSOBOVÁNÍ OBCE CHLÍŠTOVICE .....	36
7.1. CHARAKTERISTIKA OBCE .....	36
7.2. VODÁRENSTVÍ V CHLÍŠTOVICÍCH.....	36
7.2.1. PŮVODNÍ VODOVOD .....	36
7.2.2. NAPOJENÍ VODOVODU OBCE NA OBLASTNÍ VODOVOD .....	37
8. DISKUZE.....	39
9. ZÁVĚR.....	42
10. PŘEHLED POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	43
11. SEZNAM OBRÁZKŮ.....	46
12. SEZNAM TABULEK .....	47
13. SEZNAM PŘÍLOH.....	47
14. PŘÍLOHY.....	48



## 1. ÚVOD

Na Zemi je zhruba 1,4 bilionu litrů vody, z nichž 3 % tvoří sladká voda, kterou má lidstvo k dispozici. Přibližně 60-70 % sladké vody je využíváno v zemědělství a zbytek je využíván lidmi v průmyslu a domácnostech. V každém regionu jsou kvalita a množství vody rozdílné. Jak uvádí Světová zdravotnická organizace (WHO) přístup k čisté vodě nemá 1,2 miliardy lidí z 6,2 miliard lidí na Zemi. Velké množství lidí se potýká s množstvím nemocí způsobených špatnou kvalitou vody (Trösch, 2009).

Zlepšení přístupu k nezávadné vodě by mohl snížit počet onemocnění způsobených nekvalitní vodou v celosvětovém měřítku. Poskytování bezpečné pitné vody v dostatečném množství představuje výzvy pro provozovatele vodovodů. Zejména provozovatelé malých vodovodních systémů, kterými jsou často samotné obce nebo malé správní celky, si uvědomují, jak jsou malé vodní zdroje zranitelné. Mnohdy se jedná o venkovská sídla, kde jsou volně žijící zvířata, a špatné nakládání s hnojem a nedostačující hygienické postupy vedou ke znečištění pitné vody např. zvýšené hladině dusičnanů nebo používaná voda k pitným účelům bývá nedostatečně dezinfikována nebo dezinfekce mnohdy zcela chybí. Množství zásob vody malých vodních zdrojů bývá méně odolné vůči možným dopadům klimatických změn.

Téměř jedna třetina obyvatelstva evropského regionu žije ve venkovských oblastech, ve kterých převažují právě malé vodní zdroje. Současná tendence je taková, že stále více roste počet kombinovaných dodavatelských sítí, zatímco počet malých dodavatelů s jedním zdrojem sloužících často jedné obci klesá (WHO, 2011).

Provoz a údržba vodárenských systémů a čištění odpadních vod vyžadují neustálou péči, která je mnohdy technicky složitá a finančně nákladná. Realizace nebo obnova jak vodárenských objektů, tak infrastruktury může mít dominový efekt v příjmu jiných investic do ostatních sektorů. Mohli bychom tedy dobrou úroveň vodárenských systémů považovat za jeden z hlavních ukazatelů vyspělé ekonomiky (Barry, 2007).

## **2. CÍLE PRÁCE**

Cílem mé bakalářské práce je seznámení s problematikou distribuce vody. V části literární rešerše za pomoci odborné literatury budu popisovat distribuci pitné vody, jaké je rozdělení vodovodů a jak probíhá samotná distribuce vody až ke konečnému odběrateli. V práci se dále budu zabývat problematikou zásobování malých obcí.

Mým dílčím cílem je popis stávajícího stavu vodárenského systému v rámci většího správního celku, konkrétně oblastního vodovodu Kutná Hora – Čáslav – Sázava.

Zdroje informací, které budu používat pro zpracování mé práce, budou z literárních a internetových zdrojů, z veřejně dostupných databází a informací poskytnutých od provozovatele vodovodní sítě Vodohospodářská společnost Vrchlice – Maleč a.s.

### **3. METODIKA**

Během psaní bakalářské práce jsem využil několik metod. Nejprve jsem se seznámil se zkoumanou problematikou nastudováním odborné literatury. Tímto způsobem jsem v přípravné fázi získal informace o systému distribuce pitné vody pro odběratele pitnou vodou z literárních a internetových zdrojů. V další fázi jsem prostudoval danou problematiku z legislativního pohledu prostudováním zákonů vztahujících se k distribuci vody. Pro ověření již získaných poznatků jsem využil konzultací s pracovníky Vodohospodářské společnosti Vrchlice – Maleč a.s., kteří mi poskytli informace o systému distribuce vody oblastního vodovodu Kutná Hora – Čáslav – Sázava. V průběhu psaní práce jsem pořídil fotografie některých objektů na vodovodní síti. Pro demonstraci zjištěných informací o stavu zásobování pitnou vodou v malých obcích byla vytipována obec Chlístovice, k čemuž mi byly poskytnuty mimo jiné také hydrogeologické posudky z dané lokality nebo starý provozní řád vodovodu Chlístovice.

## 4. CHARAKTERISTIKA DISTRIBUCE VODY

### 4.1. ZDROJE VODY

Pro úpravu vody se využívají zdroje podzemních a povrchových vod. Propustnost povrchových vrstev země dává možnost využívat podzemní vody. Povrchové vody jsou vody z nádrží a toků, množství povrchových vod závisí na vydatnosti toků, stejně tak i kvalita vody je značně závislá na kvalitě přítoku (Grünwald, 1998).

Vodní zdroje, ze kterých je odebrané množství vody větší než 10 000 m<sup>3</sup> za rok, jsou chráněny ochrannými pásmy, která stanovují vodoprávní úřady. Podzemní i povrchové zdroje jsou zařazeny do ochranných pásem I. stupně nebo II. stupně. Ochranná pásma nádrží I. stupně jsou stanovena pro území v blízkosti jímacího zařízení, minimálně však pro celou plochu hladiny nádrže při maximálním vzduť. U ochranných pásem vodních toků I. stupně jsou stanoveny minimální délky od odběrného zařízení proti proudu, po proudu a v šířce toku. U podzemních vodních zdrojů je stanovena šířka minimálně 10 metrů od jímacího zařízení. Ochranná pásma II. stupně jsou vymezena vně ochranných pásem I. stupně jedním souvislým nebo více oddělenými územími. Do ochranného pásma I. stupně je zákaz vstupu a vjezdu, v obou ochranných pásmech je zakázáno provádět činnosti, které by mohli vodní zdroj ohrozit (Zákon č.254/2001 Sb.).

Ochrana vodních zdrojů a vody určené pro spotřebu obyvatel a ochrana vodních ekosystémů je jedním ze základních pilířů ochrany životního prostředí ve členských státech Evropské unie. Množství vodních zdrojů je v každém členském státě různé, pohybuje se mezi 1000 m<sup>3</sup> a 10 000 m<sup>3</sup> na obyvatele za rok, ve státech bohatých na vodní zdroje ve Skandinávii je to až 20 000 m<sup>3</sup> na obyvatele za rok, v Norsku je množství vodních zdrojů na obyvatele za rok až 70 000 m<sup>3</sup>. Země, ve kterých se množství vodních zdrojů pohybuje pod úroveň 1 700 m<sup>3</sup> na obyvatele za rok, zažívají tzv. „vodní stres“, mezi tyto státy se podle „Světové zprávy OSN o rozvoji vod“ (United Nations World Water Development Report) řadilo např. Polsko nebo Česká republika (Eurostat, 2017).

Požadavky na kvalitu surové vody v České republice jsou dány zákonem č.274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích platné od roku 2002. Surová voda je rozdělena do tří kategorií podle limitních hodnot dané tímto zákonem, který určuje nejen tyto požadavky, ale také povinnosti na minimální četnost odběru vzorků a rozsah jejich analýz. Zdroje jsou zařazeny do jednotlivých kategorií podle obtížnosti odstranění znečišťujících látek obsažených ve vodě při její úpravě.

Zdroj, jehož surová voda se musí upravit fyzikálním odstraněním znečišťujících látek a chemickým či mechanickým odkyselováním s následnou dezinfekcí, náleží do kategorie A1. Pokud úprava vody vyžaduje fyzikální a chemickou technologii s následnou dezinfekcí, koagulační filtraci a jednostupňové nebo dvoustupňové odstranění železa a manganu, její zdroj je označen kategorií A2. Poslední kategorie surové vody vyžadující intenzivní fyzikální a chemickou úpravu a kombinaci fyzikální, chemické a mikrobiologické úpravy je přiřazován do kategorie A3.

Provozovatelé vodohospodářských společností jsou povinni zpracovat plán kontroly odběru vzorků, který musí obsahovat vyznačení místa odběru v úpravně vody či čerpací stanice, rozsah, četnost a metody rozborů a způsob zpracování výsledků. Četnost odběrů vody je dána objemem vyrobené vody v m<sup>3</sup>/den a počtem odběratelů od 1 do 365 odběrů a rozborů za rok (Kročová, 2009).

## **4.2. JÍMÁNÍ SUROVÉ VODY**

Pro vodárenské účely je potřeba zajistit odběr vody z podzemních a povrchových vod, k čemuž slouží jímací objekty, které takové odběry umožňují. Před samotným vybudováním jímacího objektu se provedou hydrogeologické průzkumy. Jímací objekty mají za úkol optimálně využívat zásoby, zabezpečovat ochranu a umožnit odběr vody ze zdroje. Všechny použité materiály k vybudování jímacích objektů musí být zdravotně nezávadné.

### **4.2.1. JÍMÁNÍ PODZEMNÍ VODY**

Jímací objekty určené k jímání podzemní vody jsou jímací objekty plošné, vertikální a horizontální.

Nejčastěji se budují vertikální jímací objekty, jsou to hloubené hydrogeologické vrty. Dříve se používalo nárazového hloubení, dnes se ve větší míře využívá rotačního hloubení použitím vrtných nástrojů (šapa, talířový vrták, šnekový vrták). Vyhloubený vrt tvoří zárubnice a obsyp v aktivní části vrtu, plné pažnice v neaktivní části vrtu, zhlaví vrtu s uzávěrem a kalník. Aktivní část vrtu má zabezpečovat stabilitu vrtu, přítok vody do vrtu s nejmenšími tlakovými ztrátami a zamezovat vniku jemných částic hornin do vrtu. Průměr vrtu musí mít takové rozměry, aby bylo možné osazení čerpadla a musí se stanovit předpoklad jakou bude mít vrt vydatnost.

Dnes již méně používané šachtové studny potřebují velký retenční prostor, tedy i velký průměr jímacího objektu. Spouštěné studny mají betonový věnec s rozšířeným

břitem, jsou postupně s hloubením vyzdívány nebo provizorně paženy do osazení definitivní výstroje.

Pokud zachycení vody není možné vertikálními způsoby odběru vody, tak se vybudují horizontální jímací objekty, kterými jsou zářezy, štolý a horizontální vrty. Zářezy se uplatňují zejména u slabě propustných mělkých zvodnělých vrstev. Hloubí se až na nepropustné podloží, na které se položí trouby, které ústí do jímky, ze které se voda přečerpává.

Štolý jsou objekty ražené hornickým způsobem. Ražení štol může být dvěma způsoby. Ražení povrchně, poté voda vytéká gravitačně a jímka se vybuduje u ústí štolý, nebo ražení úpadně, poté se vybuduje sběrná jímka v nejnižším místě štolý.

Horizontální vrty mohou dosáhnout až hloubky 100 m a studnami s horizontálními jímáči lze dosáhnout větší účinnosti jímání než vrty vertikální. Ve zvodnělé vrstvě jsou hloubeny paprscitě vodorovné vrty.

Plošné jímací objekty zajišťují zachycování pramenů a plošných vývěřů vody ze skalních hornin, jímání musí zachytit vývěř vody ve skalním podloží. Dnes se budují ojediněle.

#### **4.2.2. JÍMÁNÍ POVRCHOVÉ VODY**

Pro účely odběru povrchové vody se budují jímací objekty ve vodárenských nádržích nebo v tekoucích vodách.

V nádržích jsou umístěná samostatná věžová jímadla spojená s hrází nebo přímo začleněná do tělesa hráze. Mívají tři vtokové otvory pro odběr vody, které lze v případě potřeby uzavřít a jsou chráněné česly proti vniku plovoucích látek. Jímací věže jsou vybudované nad maximální hladinu nádrže.

Z nádrží lze jímat vodu nad dnem nádrže, voda v takové nádrži musí být čistá a nesmí vykazovat známky sedimentů. Jímací objekt je umístěn 1 m nad dnem nádrže.

Do širších toků s nestabilními břehy lze umístit jímací objekt, který bude provádět odběry vody nad dnem řečiště. Tento objekt je nutné umístit mimo místa ukládání nánosů a zabezpečit před účinky ledu a chránit před většími plovoucími předměty. Vtok musí být chráněn česlemi. Odběrné potrubí, které svádí vodu do jímky na břehu, je položeno pod dnem toku.

U vodních toků se stabilním dnem a břehy do míst mimo dosah zanášení se umísťují břehová jímadla, která jsou v našich podmínkách nejčastější. Objekt jímání je třeba

zabezpečit před účinky vymílání a před účinky ledu. Odběrné potrubí je umístěno pod minimální hladinu toku, tak aby bylo možné provádět odběry za nepříznivých stavů hladiny vodního toku. Voda je přiváděna do čerpací stanice, která je s jímacím objektem spojena do jednoho celku. Mezi vtokovou částí a odběrným potrubím bývá umístěna uklidňovací komora s jemnými česlemi.

Jímání vody ve dně koryta lze provádět u bystřinných toků. Jímacími objekty jsou v tomto případě příčné jímací žlaby chráněné shora česlemi a jímací drény o průměru 100 mm pod dnem toku se zásypem z hrubého filtračního štěrku. Odběrné potrubí je svedeno do jímky (Tesařík, 1987).

### **4.3. ÚPRAVA VODY**

Úpravou vody se zlepšuje kvalita jímané vody. Do úpraven vod vstupuje voda surová, pitnou se stává po úpravě fyzikálně-chemickými či chemickými metodami v procesu úpravy (Grünwald, 1998).

Úpravny vody, které upravují velké množství vody z velkých vodárenských zdrojů pro velký počet odběratelů, jsou velké a složitější objekty, které jsou vybaveny komplikovanějšími technologiemi a zařízením s poměrně velkým provozem mnohdy vyžadujícím četnější obsluhu (Hrdoušek, 2006).

Procesu úpravy vody nejprve předchází tzv. předčištění surové vody, která v této fázi obsahuje hrubé nečistoty, odstraňují se hrubými česlemi, ty mají světlost mezi česlicemi zhruba 100 mm. Jemnými česlicemi se světlostí do 5 mm se odstraňují další nečistoty. Drobnější nečistoty přecházejí a zachycují se do sít, jejichž nerezová oka jsou v rozmezí 20 až 50 mm.

Čiřením se označují procesy, které mají odstranit organické a anorganické látky. To se provádí koagulací, což je shlukování koloidních částic, které se musí z vody odstranit buď filtrací nebo usazováním. Přidávají se koagulóty, zvyšuje se teplota, používá se UV záření nebo ultrazvuk (Grünwald, 1998).

Látky, které v procesu úpravy ještě nebyly odstraněny se musí odstranit filtrací. Rozlišují se dva druhy filtrací za použití křemitého písku, antracitu, aktivního uhlí nebo jiných pomocných látek, pomalá filtrace v betonové nádrži a otevřená nebo tlaková rychlofiltrace. Otevřená rychlofiltrace odstraňuje suspenze z vody během jednostupňové nebo dvoustupňové koagulaci. Písková filtrační náplň je umístěna v železobetonové nebo ocelové nádrži a její praní se provádí vodou a vzduchem. Tlakové filtry jsou v uzavřené nádrži s větším tlakem a filtrační náplní tvořenou

většinou z aktivního uhlí, ale v zásadě se tento způsob podobá filtraci otevřené (Hrdoušek, 2006).

Důležitou částí úpravy vody je její dezinfekce, jejímž cílem je odstranění virů a bakterií. Dezinfekce se dělí na primární, která je aplikována přímo v procesu úpravy vody a sekundární, která se aplikuje v samotné distribuci pitné vody. K dezinfekci může být použito několik prvků, jako jsou chlor, ozon, chlornan sodný, mono chloramin, oxid chloričitý, stříbro a jeho soli nebo UV záření.

Dalšími technologickými procesy úpravy vody jsou např. preoxidace, adsorpce, odkyselování, odželezování nebo odmanganování, které mají svůj zásadní vliv na kvalitu pitné vody.

Preoxidací vzdušným kyslíkem se docílí k obsahu rozpuštěného kyslíku ve vodě a k snížení např. zápachu nebo zákalu. Chemická preoxidace chlorem zlepší flokulaci, zvýší usazovací rychlost vytvořeného kalu apod. Tento proces se provádí také oxidem uhličitým, ozonem nebo manganistanem draselným.

K odstranění nechtěného zápachu, zbarvení, organických látek aj. se docílí tzv. adsorbci, což je odstranění či zachycení plynů, par a rozpuštěných látek na povrchu pevných částic.

Odkyselování vody se provádí pro odstranění nežádoucího oxidu uhličitého. Odželezování vody se provádí proto, aby nedocházelo k nežádoucí chuti, barvě či zákalu ve vodě. Obsah železa ve vodě způsobuje i zanášení potrubí, je tedy třeba železo odstranit srážením, provzdušňováním, oxidačními činidly, iontovou výměnou, koagulací či biologickou cestou. Podobnými způsoby jako u odstraňování železa se provádí i odmanganování (Grünwald, 1998).

#### **4.4. AKUMULACE VODY**

Vodu, která se zadržuje ve vodních nádržích, je ve vodních tocích či je zásobou podzemní vody, můžeme považovat za dlouhodobou akumulaci vody. Oproti tomu voda zadržovaná ve vodojemech je akumulace vody krátkodobá (Grünwald, 1998).

V každém vodovodu by měl být realizován alespoň jeden vodojem, který zvyšuje operační možnosti při vzniklých mimořádných událostech či zvyšuje požární bezpečnost. Je možné provozovat vodovodní síť bez využití vodojemu, ale snižuje se tak bezpečnost a plynulost dodávky vody a takto řešený vodovod snižuje požární zabezpečení měst a obcí.



Vodojemy bývají navrhovány tak aby esteticky zapadaly do krajinného rázu či do městských zástaveb a stávají se tak architektonickými součástmi měst a obcí. Bývají velmi často využívány také telekomunikačními společnostmi k umístování přenosových zařízení (Kročová, 2017).

#### **4.4.1. FUNKCE AKUMULACE VODY**

Akumulace vody má zásobní funkci, která zajišťuje dodávku vody v případě nerovnoměrnosti mezi přítokem a odběrem. Zásobní funkce musí zajišťovat stálou zásobu vody pro účely hašení požárů či v době odstraňování poruchy na vodovodní síti. Pro zásobování vody odběratelům musí být zajištěn tlak v síti, ke kterému dopomáhá poloha umístění vodojemu v případě gravitačního zásobování. Požadovaný tlak musí být 0,25 MPa – 0,6 MPa (max. 0,7 MPa). Objem vody ve vodojemu musí být zajištěn tak, aby doba zdržení vody ve vodojemu byla dostatečná pro dobu reakce vody s chemikáliemi (Grünwald, 1998).

#### **4.4.2. TYPY VODOJEMŮ**

Dno zemního vodojemu je umístováno pod terénem nebo pod plánovanou kótou terénu. Zemní vodojemy jsou využívány v realizaci vodovodní sítě nejčastěji. Nejběžnějšími materiály pro stavbu nádrží je železobeton, monolitické nebo montované, výjimečně je využívána ocel nebo laminát.

Umístované vodojemy nad terénem na nosné konstrukci jsou vodojemy věžové. Funkcí takového vodojemu je vyrovnání nerovnoměrnosti mezi přítokem a odtokem. Požární voda se v nich akumulovat nemusí. Jsou navrhovány jednokomorové věžové vodojemy. Skládají se ze základové desky a středního nosního dřívku, který je využíván pro umístění potřebných potrubí přítoku, odtoku či odpadního potrubí a schodiště pro provozní potřeby. Pro věžové vodojemy se využívá železobetonu nebo oceli (Grünwald, 1998).

#### **4.5. TYPY VODOVODNÍCH SÍTÍ**

Větvená vodovodní síť má tvar větveného stromu a není zokruhovaná. Pořizovací náklady těchto sítí jsou nízké a navrhování jednoduché stejně jako jejich provozování, kontrola tlaku a průtoku. V koncových úsecích větvené sítě může docházet ke snižování tlaku a plynulosti dodávky vody v důsledku vyšších spotřeb vody. Nejvíce je používán tento typ v menších obcích, kde je malé spotřebiště.

Ve větších městech a obcích se ve větší míře využívá vybudování okružních sítí. Voda v této síti cirkuluje v uzavřených okruzích, které se stýkají ve styčných úsecích

a uzlech. Budování okruhových sítí je technicky a ekonomicky výhodné. Voda do spotřebišť je přiváděna ze dvou stran, tím je zajištěna plynulejší dodávka vody a vyrovnanější tlak ve vodovodní síti. Navrhování okruhových sítí je složitější a pořizovací náklady vyšší.

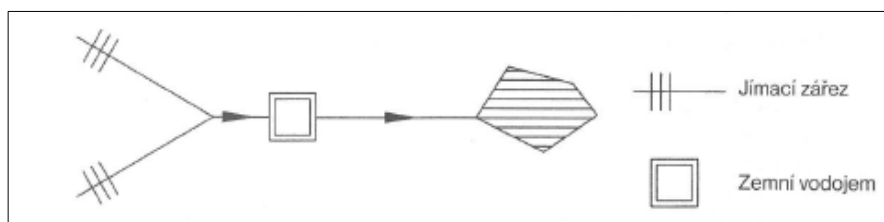
Vodovodní síť lze vybudovat kombinovaně, kombinovaná síť je kombinací větvené a okruhové sítě. Okruhová síť je v krajních oblastech doplněna o větvenou síť (Chejnovský, 2010).

#### 4.6. ROZDĚLENÍ VODOVODŮ

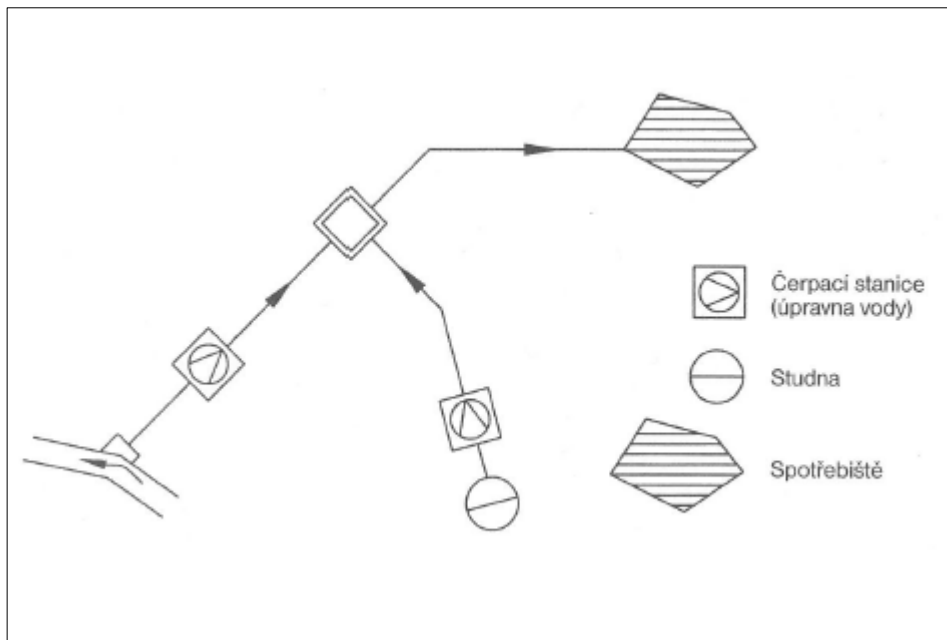
Vodovody se dělí podle dvou kritérií, podle územní působnosti a podle výškového uspořádání.

##### 4.6.1. ROZDĚLENÍ VODOVODŮ PODLE ÚZEMNÍ PŮSOBNOSTI

Místní vodovod je jedním z nejstarších. Tato zařízení jsou technicky nenáročná, mívají většinou jeden zdroj a byly vybudovávány k zásobování menšího území např. obce.

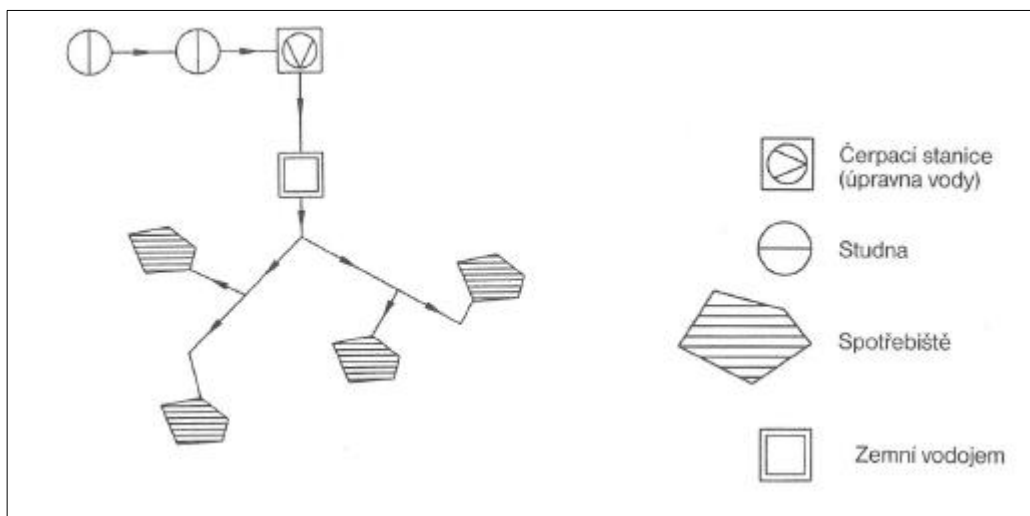


Obrázek 1: Místní vodovod s jedním vodním zdrojem (Chejnovský, 2010)

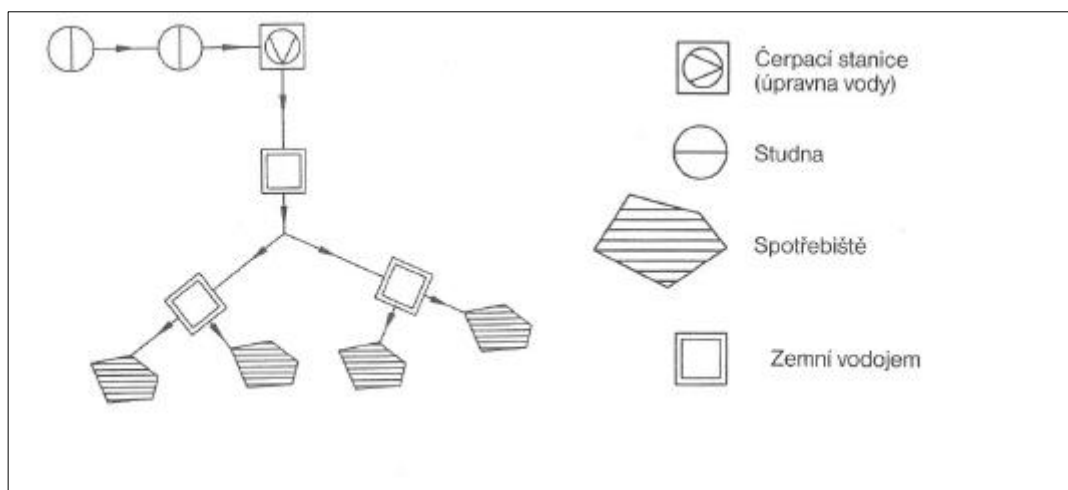


Obrázek 2: Místní vodovod se dvěma vodními zdroji (Chejnovský, 2010)

S rozvojem spotřebišť a se zvyšováním spotřeb vody se začaly ve 20. letech minulého století budovat skupinové vodovody, které zásobují na rozdíl od místních vodovodů více spotřebišť. Skupinový vodovod má jeden zdroj vody a více místních vodojemů pro akumulaci, odkud je pitná voda dále distribuována, buď gravitačně nebo čerpáním. Bývají i varianty s jedním místním vodojemem, který je nákladný na vybudování dlouhých řadů a objevuje se i tlaková nestabilita, která může způsobovat krátkodobé výpadky dodávky pitné vody v koncových řadech. Méně nákladné na investice bývají vodovody s více vodojemy, při vybudování těchto vodovodů se klade důraz na to, aby zásobní řady byly co nejkratší a dodávka vody tedy co nejefektivnější.

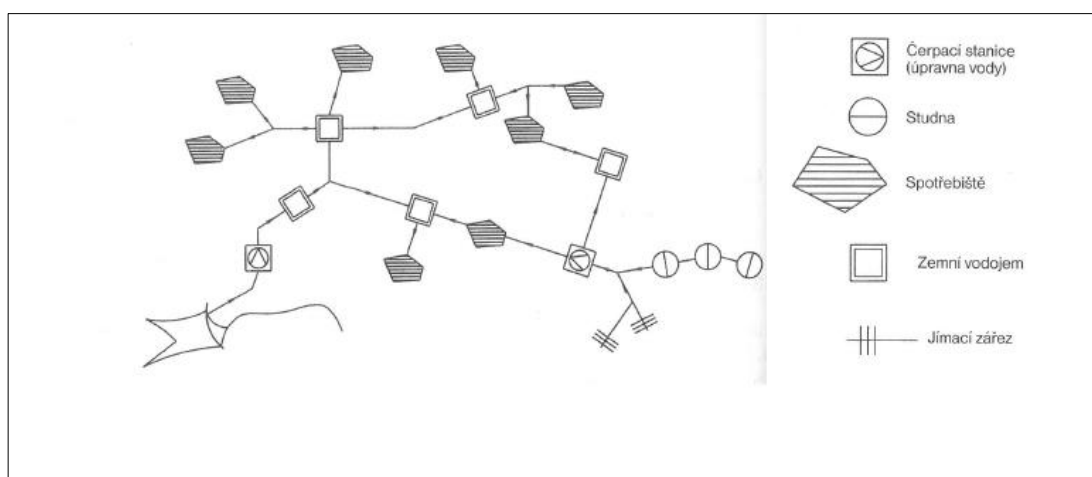


Obrázek 3: Skupinový vodovod s jedním vodojemem (Chejnovský, 2010)



Obrázek 4: Skupinový vodovod se dvěma vodojemy (Chejnovský, 2010)

Po 2. světové válce bylo se vzrůstajícím hospodářstvím zapotřebí zásobovat pitnou vodou větší území a v této době začaly vznikat rozsáhlejší vodárenské soustavy. Oblastní vodovod obsahuje velké množství vodárenských objektů, více zdrojů vody, dlouhé distribuční sítě a velký počet odběrných míst a zasahuje do více okresů, někdy i krajů. Stejně jako předchozí typy vodovodů má i tento typ své klady a zápory. Velkou výhodou je menší riziko výpadků dodávek vody, jeden vodárenský objekt může nahradit druhý apod. Nevýhodou oblastního vodovodu pro provozovatele této soustavy jsou vyšší ztráty vody nebo větší náklady na údržbu. Mezi nejvýznamnější oblastní vodovody patří Vodárenská soustava Střední Čechy, která zásobuje Prahu, podstatnou část středních Čech, zasahuje do jižních i východních Čech a jejími zdroji jsou Želivka, Káraný – Sojovice, Praha – Podolí (Chejnovský, 2010).



Obrázek 5: Oblastní vodovod s několika zdroji (Chejnovský, 2010)

#### **4.6.2. ROZDĚLENÍ VODOVODŮ PODLE VÝŠKOVÉHO USPOŘÁDÁNÍ**

Typ gravitačního vodovodu je vybudován tam, kde je dostatečný výškový rozdíl mezi zdrojem a spotřebištěm, tedy tak aby tlak v síti dosahoval hodnoty 0,25 MPa, aniž by bylo potřeba čerpat. Voda ze spotřebiště je gravitačně přiváděna do akumulace a poté gravitačně zásobním řadem ke spotřebiteli. Průtok vody v síti je celodenní, což je z hlediska provozních nákladů výhodné.

Tam kde není možné spotřebiště zásobovat gravitačně, spotřebiště je výše nebo na stejné úrovni jako vodní zdroj, vybuduje se výtlačný vodovod, ve kterém se do vodojemu či spotřebiště musí čerpat, aby se zajistil dostatečný tlak. (Chejnovský, 2010).

#### **4.7. MATERIÁLY VODOVODNÍCH SÍTÍ**

Materiály vodovodních potrubí je třeba volit podle několika kritérií. Je nutno brát v úvahu volbu trasy, přetlak v potrubí, zdravotní nezávadnost zvoleného materiálu, nebezpečí výskytu bludných proudů a vzniku hydraulických nárazů, druh dopravované vody a její kvalita, drsnost potrubí a náchylnost k usazování inkrustů, životnost potrubí, nároky na montáž a uložení potrubí, dostupnost či cena uvažovaného trubního materiálu. Zvolený materiál nesmí v žádném případě snižovat kvalitu dopravované vody (Tesařík, 1987).

##### **4.7.1. KOVOVÉ MATERIÁLY**

Již od středověku se používá litinového potrubí, v té době jeho stavební délka byla kolem 1 metru a tloušťka stěn nebyla jednotná, osvědčila se však jeho životnost. Technologie se zpočátku vyvíjela pomalu. V zámeckém parku ve Versailles bylo použito v 17. století přírubové litinové potrubí DN 500, potrubní síť měla délku 40 km a v provozu je dodnes. S rozvojem průmyslu na přelomu 19. a 20. století se začalo rozvíjet slévárenství, zejména také proto, že započaly plošné výstavby vodovodů. S odstupem několika let se začalo používání litinových trub zlepšovat a přibýlo i spousta novinek v technice spojů např. šroubové a ucpávkové hrdlové spoje nebo novinky v úpravách povrchu jako dodnes používané pozinkování nebo použití vystýlky z cementové malty (Duktus, 2016).

Slitinou železa a uhlíku je šedá litina, obsah uhlíku je mezi 3 až 6 %, uhlík je v tomto materiálu ve formě mikroskopických lupínků. Vyznačuje se velkou pevností, odolností proti mechanickému poškození a oproti oceli větší odolností proti korozi. Nevýhodou

šedé litiny je však její křehkost, minimální únosnost v tahu a ohybu, velká hmotnost, drsnost a je náchylná na usazování inkrustů (Chejnovský, 2010).

Slitina železa a uhlíku, který se vyskytuje ve formě kuliček, což způsobuje úprava tekutého železa hořčíkem, kdy uhlík krystalizuje do tvaru kuliček se nazývá tvárná litina. Tento materiál je pevný a odolný vůči vnitřním tlakům nebo dopravní vytíženosti. Pro ochranu trub se využívá vystýlky z cementové malty, je to velmi účinná ochrana zejména vůči korozi. Vyznačuje se vysokou životností např. firma Duktus zabývající se výrobou litinových trub uvádí životnost až 140 let (Duktus, 2016).

Materiály z ocele se volí zejména pro výtlačné, příváděcí a zásobovací řady v lokalitách, kde je nebezpečí vodních rázů nebo tam, kde jsou nepříznivé geologické podmínky pro ukládání potrubí či pod vytížené komunikace. Používají se ocelové chráničky a ocel se dále volí jako materiál rozvodů na vodohospodářských objektech. Ocelové trouby jsou pružné, pevné, mají menší drsnost a hmotnost a můžou se volit delší stavební délky. Nevýhodou ocelových materiálů je náchylnost ke korozi, je proto nutné volit důkladnou protikorozi ochranu pozinkováním nebo výstelkou z cementové malty. V provozních objektech jako jsou vodojemy nebo čerpací stanice se používá nerezová ocel (Chejnovský, 2010).

#### **4.7.2. NEKOVOVÉ MATERIÁLY**

Vhodným materiálem jak pro zásobní řady, tak pro nejrůznější shybky je polyetylén, který je poddajný a dnes je často využíván. Při ukládání tohoto potrubí je nutné použít kvalitní pískový obsyp. Preferuje se zejména vysokohustotní polyetylenové potrubí, které svařují a u přechodu na armatury nebo litinové tvarovky se používají přírubové spoje. Není třeba vnější povrchové úpravy. Minimální životnost tohoto materiálu je 50 let. Jeho nevýhodnou vlastností je však jeho hořlavost.

Prvním používaným plastovým materiálem bylo PVC. Je vhodné k použití na hlavní i rozváděcí řady menších profilů. Tvarovky pro PVC se používají litinové nebo z PVC. Minimální životnost je 50 let.

Výjimečně využívaný sklolaminát je volen jen v odůvodněných případech např. na mostech apod. Tvarovky pro sklolaminátové potrubí se používají litinové nebo z nerezové oceli. Pro použití je vyžadovaná polyesterová pryskyřice. Minimální přípustná dimenze je vyžadována DN150. Minimální životnost je 50 let.

Dříve se používalo potrubí z azbestocementu, což bylo zakázáno využívat a dnes je snaha toto potrubí co nejvíce nahrazovat jiným materiálem. Byly prokázány zdravotní rizika azbestových vláken obsažených v azbestocementu (VHOS, 2013).

Tabulka 1: Shrnutí životnosti trubních materiálů

<b>materiál</b>	<b>odhadovaná životnost</b>
Litina	60–90 let
Ocel	25–40 let
Polyetylén	minimálně 50 let
PVC	minimálně 50 let
sklolaminát	minimálně 50 let
azbestocement	50-75 let

#### **4.8. ARMATURY NA VODOVODNÍCH SÍTÍCH**

Armatury jsou zařízení, které jsou nezbytné pro správný, plynulý a bezporuchový provoz vodovodní sítě. Tato zařízení slouží k ovládní a řízení provozu. Rozlišují se tyto druhy armatur: uzavírací, odběrné a ostatní.

##### **4.8.1. UZAVÍRACÍ ARMATURY**

Šoupátka jsou uzavírací armatury, které umožňují regulovat průtok vody v potrubí nebo průtok zcela uzavřít, což se využívá zejména během odstraňování poruchy. Šoupátka se osazují zejména v místech, kde je síť rozvětvená kvůli možnosti uzavření jednotlivých úseků v případě poruchy. Šoupátka se také osazují na dlouhých řadech jako jsou např. přivaděče po 500 m jako tzv. sekční šoupátka. Osazují se také na okružových sítích před a za místem odbočení přípojky, které se nemohou uzavřít např. nemocnice apod. Dalšími místy osazení jsou na odbočkách k hydrantům, k vodovodním přípojkám jako uliční uzávěry a v dalších montážních sestavách např. před vodoměry apod. Šoupátka se vyrábí ze šedé nebo tvárné litiny, oceli, nerezové oceli nebo plastů, jsou oválná, plochá nebo válcová. Šoupátka jsou ovládaná ručně nebo elektropohonem.

Klapky jsou jednoduché uzavírací armatury, které slouží k zabránění zpětného toku vody. Využívají se zejména na výtlačném potrubí čerpadel nebo ve vodoměrných sestavách, ale také v domácích spotřebičích k zabránění nechtěného úniku vody. Na konci odkalovacího potrubí nebo na odpadním potrubí z akumulací jsou osazeny tzv. koncové klapky, které zabraňují ke zpětnému vnikání znečištěné vody (Chejnovský, 2010).

#### **4.8.2. ODBĚRNÉ ARMATURY**

Hydranty jsou rozděleny do dvou typů: nadzemní hydranty, které mají uzavírací ventil umístěn nad úrovní terénu a podzemní hydranty s uzavíracím ventilem pod úrovní terénu a je chráněn proti poškození poklopem. Hydranty bývají umístěny v blízkosti obrubníku nebo ve vozovce, tak aby byly snadno dostupné. Hydranty plní funkci požární, ale také mohou plnit funkci odkalovací nebo odvzdušňovací. V našich zeměpisných šířkách se na vodovodních sítích umísťují zejména podzemní hydranty (Greenberg, 1936).

Při výskytu vzduchu ve výše položených místech potrubí se pro jeho odstranění využívá vzdušníků. Vzdušníky jsou ruční a automatické. Ruční vzdušníky se skládají z výfukové trubice s poklopem a s otvory a vyžaduje stálou obsluhu a údržbu, proto je lepší využívat automatických vzdušníků, které jsou na síti častější. Mají těleso DN50 nebo DN80, plovák s jehlovým ventilem, clonou a ucpávkou. Pokud je v síti vzduch, voda a plovák klesne, jehla otevře odvzdušňovací prostor a část vzduchu se vypustí a následně stoupne hladina vody a jehla opět uzavře otvor.

Kalosvody jsou osazeny v nejnižších místech vodovodu a slouží k odvádění usazených kalů a k vyprazdňování potrubí při poruchách nebo opravách vodovodů. V prostorách měst plní funkci kalosvodů hydranty. Skládají se z přírubové odbočky, šoupátka se zemní soupravou, odpadní trubky zakončené koncovou klapkou.

#### **4.8.3. OSTATNÍ ARMATURY**

Zařízení sloužící k regulaci tlaku vody v potrubí se nazývají regulační ventily. Je složen z ventilu, což je talířovitý škrťící orgán, z regulačního pístu a pružiny, která nastavuje požadovaný tlak. Když se zvětší tlaková výška, tlak vody stlačuje pružinu a přitlačuje škrťící ventil k sedlu, čímž se průtok vody sníží nebo uzavře. Při poklesu tlaku škrťící ventil se uvolní. Redukční ventily se používají u přiváděcích řadů nebo v úsecích, která rozdělují tlaková pásma.

K litinovým a ocelovým potrubím s tuhými spoji se připojují kompenzátory, které chrání litinové armatury a tvarovky před tahovým a tlakovým namáháním vlivem rozdílu teplot, které mohou nastat kolísáním teploty nebo v místech, kde potrubí není dostatečně izolované. Kompenzátory se dělí na vlnové a pryžové. Vlnové kompenzátory mají tvar vlnovky s vodící trubicí, která snižuje hydraulický odpor. Pryžový kompenzátor je tvořen jednou vlnou z pryže s kordovými vložkami a vlna je omezena ocelovými plášti zapuštěnými v přírubách. Pryžové kompenzátory slouží zejména k podélnému vyrovnávání tepelné roztažitelnosti potrubí, vyrovnávání



menších potrubních lomů a ke tlumení chvění potrubí vlivem čerpadel (Tesařík, 1987).

#### **4.9. ÚLOHA VEŘEJNÝCH VODOVODŮ**

V dnešní době si jen těžko dokážeme představit chod potravinářských závodů, činnost nemocnic, chod domácností apod. bez plynulé dodávky vody. Již krátkodobý výpadek distribuce pitné vody či její výroby dokáže způsobit značné problémy, proto funkce veřejných vodovodů ve vyspělých zemích patří mezi nejdůležitější infrastruktury a je na ně kladen značný důraz. V České republice se projektanti a provozovatelé vodovodů musí řídit legislativou Evropské unie, což je Směrnice Rady 98/83/ES z 3.11.1998, jejímž cílem je především ochrana lidského zdraví před znečištěním vody a zajištění zdravotní nezávadnosti vody určené k lidské potřebě a zaručuje spotřebitelům ochranu před pitnou vodou nesplňující požadavky jakosti pitné vody. V České republice lze upravovat a distribuovat pitnou vodu jen za určitých hygienických podmínek, na které se přísně dohlíží, tyto podmínky jsou zákony přísně střežené. Nesmíme zapomínat, že pokud mluvíme o vodě, jedná se o poživatinu, která může ohrozit zdraví lidí. V roce 2001 zemřelo jen v Evropě na 13,5 tisíce dětí do 14 let věku v souvislosti se špatnou kvalitou pitné vody či špatně čištěnou odpadní vodou. Ve světovém měřítku jsou tato čísla mnohem vyšší (Kročová, 2009).

#### **4.10. KVALITA VODY**

Jednou z nejdůležitějších složek ve vodním hospodářství, na kterou je kladen velký důraz a je na ni s velkou důležitostí dohlíženo, je kvalita vody. Na kvalitu vody je přísně dohlíženo, jak z perspektivy Evropské unie, tak státních složek na ochranu lidského zdraví nebo životního prostředí. Obzvláště proto společnosti provozující vodovodní sítě intenzivně pracují na zkvalitňování technologií upravujících vodu a do těchto technologií investují a zavádějí do úpravy vody nové stupně (Barák, 2016).

Ze všech systémů na ochranu vodního hospodářství na světě má Evropská unie jeden z nejlepších. Evropská unie klade velký důraz na ochranu vod v rámci její legislativy. Vydané legislativní dokumenty chrání široké spektrum od moří, šelfů, fauny či flory až po ochranu vod, které jsou určeny pro lidskou spotřebu. Za vodu určenou k lidské spotřebě se považuje voda, která je v původním stavu nebo je upravená, je pro účely pití, vaření a použití v domácnosti, vodu používanou v potravinářství a tam, kde se potraviny zpracovávají (Kročová, 2009).

*„Pitnou vodou je veškerá voda v původním stavu nebo po úpravě, která je určena k pití, vaření, přípravě jídel a nápojů, voda používaná v potravinářství, voda, která je*

určena 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. Hygienické požadavky na zdravotní nezávadnost a čistotu pitné vody (dále jen „jakost pitné vody“) se stanoví hygienickými limity mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů, které jsou upraveny prováděcím právním předpisem, nebo jsou povoleny nebo určeny podle tohoto zákona příslušným orgánem ochrany veřejného zdraví. Hygienické limity se stanoví jako nejvyšší mezní hodnoty, mezní hodnoty a doporučené hodnoty. Doporučené hodnoty jsou nezávazné hodnoty ukazatelů jakosti pitné vody, které stanoví minimální žádoucí nebo přijatelnou koncentraci dané látky, nebo optimální rozmezí koncentrace dané látky. Za pitnou vodu se nepovažuje přírodní léčivý zdroj a přírodní minerální voda, o níž bylo vydáno osvědčení podle zvláštního předpisu.“ Zní v odstavci č.1 §3 o hygienických požadavcích na vodu v zákoně 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 vymezuje ukazatele jakosti pitné a teplé vody a jejich hygienické limity. Tato vyhláška definuje pitnou vodu ve znění: „*Pitná voda musí mít takové fyzikálně-chemické vlastnosti, které nepředstavují ohrožení veřejného zdraví. Pitná a teplá voda nesmí obsahovat mikroorganismy, parazity a látky jakéhokoliv druhu v počtu nebo koncentraci, které by mohly ohrozit veřejné zdraví. Ukazatele jakosti pitné vody a jejich hygienické limity jsou uvedeny v příloze č.1. U surových nebo pitných vod, u kterých je při úpravě uměle snižován obsah vápníku nebo hořčíku, nesmí být po úpravě obsah hořčíku nižší než 10 mg/l a obsah vápníku nižší než 30 mg/l. Radiologické ukazatele pitné vody a jejich limity stanoví zvláštní právní předpis.*“ V příloze 1 a příloze 2 jsou uvedeny ukazatele pitné vody a jejich hygienické limity podle tohoto zákona.

Kvalita pitné vody v České republice je jedna z nejlepších v celé Evropské unii. Požadované limity ukazatele jakosti pitné vody v České republice nepřesahují 99-100 % požadovaných hodnot. I přesto vodohospodářské společnosti pracují na zdokonalování v úpravě pitné vody. Průzkumy, které provedla Evropská komise, prokázaly, že kvalitu pitné vody nesplňuje méně než 40 % malých vodovodů zásobujících 50-5000 odběratelů a méně než 5 % větších vodovodů. K Překročení limitů u zdravotně závadných ukazatelů došlo u 0,02 % u větších vodohospodářských společností a u 1 % malých společností (Barák, 2016).

#### 4.11. RIZIKA ZNEČIŠTĚNÍ VODY

Během distribuce vody od zdroje až po odběr k odběrateli může dojít ke znečištění vody vlivem různých faktorů. Znečištěním vody se rozumí obohacení vody o nebezpečné látky, které by mohly lidem způsobit závažné zdravotní problémy.

Ke znečištění podzemních vod dusičnany je nejčastějším způsobem znečištění zdroje ze zemědělství. Dalšími nežádoucími látkami ve zdroji mohou být arzen, beryllium, antimon či fluoridy, které se ve vodě objevují vlivem geologického podloží. V povrchových vodách se mohou objevovat fenoly, kyanidy, těžké kovy či různé průmyslové látky, k takovému znečištění však dochází v České republice velmi zřídka. Největším rizikem znečištění je ze zemědělství či v menší míře z lesnictví a dále z nedostatečně čištěných odpadních vod, kdy se ve vodě mohou objevovat zbytky léků, fosfor, který zvyšuje riziko eutrofizace, či další chemikálie používané v domácnostech.

Během úpravy vody může dojít k havárii zapříčiněné selháním čerpadla nebo bylo obsluhou dávkováno špatné množství chemikálií. Daleko pravděpodobnější je však znečištění vedlejšími produkty dezinfekce, kterými mohou být bromičnany vzniklé během ozonizace vody obsahující bromidy, chloroform vznikající během reakce chloru s organickými látkami přírodního původu či výskyt hliníku z použitého koagulantu, který byl nedostatečně vyvločkován a vyfiltrován. Celkem bylo zaznamenáno několik set nežádoucích látek vzniklých během dezinfekce vody.

Vlivem poklesu tlaku v porušeném potrubí může dojít k nasátí odpadních vod či kontaminované podzemní vody z jiných zdrojů (mikrobiální kontaminace). Použití nevhodných materiálů, ze kterých jsou vyrobeny různé komponenty či potrubí, může způsobit znečištění uvolněním vinylchloridu či olova obsažených ve starších typech PVC. Staré typy olověných přípojek mohou zapříčinit uvolnění olova do vody. Hliník se může vyskytnout v nově zacementovaném potrubí, znečištění vody mědí se může projevit, tam kde bylo pro domácí rozvody použito měděné potrubí. Koroze ocelového potrubí způsobuje uvolňování železa do vody, které způsobuje zakalení, které je však na první pohled zřejmé. Provozovatelé musí vhodně vybírat nátěrové materiály dveří, zábradlí a dalších stavebních prvků na vodárenských objektech, které přijdou do styku s distribuovanou vodou, tak aby nemohlo dojít ke kontaminaci vody. V distribuované vodě se mohou vyskytnout bakterie, pokud mají vhodné podmínky, takovými vhodnými podmínkami může být delší stagnace vody v potrubí či domovních rozvodech, vyšší teplota vody nebo nevhodně použité materiály, které mohou

uvolňovat organické látky, které by mohly být potravou pro bakterie (Kožíšek a kol., 2006).

#### 4.12. POTŘEBA VODY

Pro další rozvoj vodovodů a kanalizací je potřeba určit výpočet potřeby vody, a to co nejpřesněji s dlouhodobějším výhledem na několik let. V České republice se používala metodika výpočtu vody vycházející ze směrnice 9/1973, dnes se používají směrná čísla roční potřeby vody dle vyhlášky č.120/2011 Sb., kterou se novelizovala vyhláška č.428/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, souhrn směrných čísel roční potřeby vody dle této platné vyhlášky je uveden v příloze 3. Potřeba vody se výrazně snížila na začátku 90. let – průměr specifické spotřeby vody v roce 1989 činil 171 l/os/den a v roce 2006 již jen 97,35 l/os/den. Byla především převzata bilanční metodika hodnocení ztrát vody, která byla doporučena mezinárodní organizací IWA (International Water Association), avšak žádná metodika není v současné době právně závazná (Vycítal, Havlík, 2008).

Potřeba vody kolísá, na což má vliv několik faktorů, zda je den či noc, jaké je roční období a jaké jsou klimatické podmínky, zda je pracovní den či je den pracovního klidu, jaké jsou poměry nebo ekonomická situace spotřebitele.

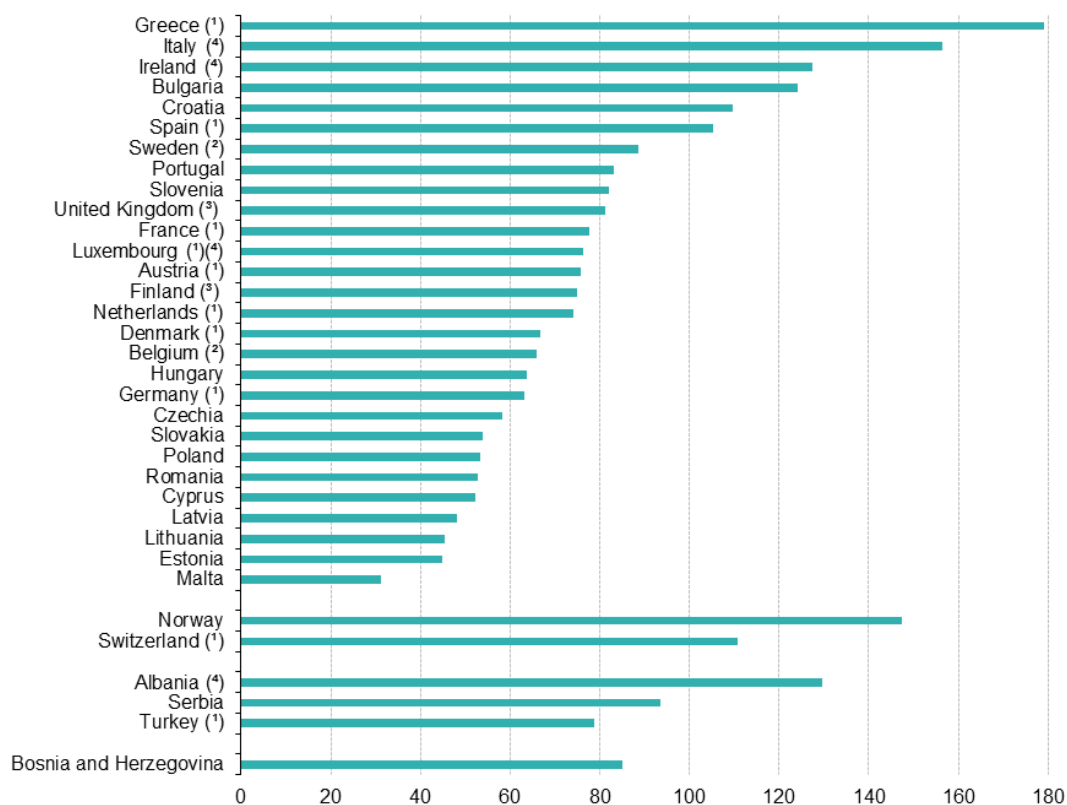
Množství vody, které se vyrobí a spotřebuje, lze rozdělit do těchto skupin:

- *Odběr vody pro veřejné zásobování* (skupina zahrnující spotřebu vody bytového fondu a občanské a technické vybavenosti v obci).
- *odběr vody pro zemědělství* (odběry vody v živočišné a rostlinné výrobě).
- *odběry vody v průmyslu, administrativě a službách* (odběry vody zahrnující jak vodu ve výrobním procesu, tak vodu pro zaměstnance, ale také vodu např. ve zdravotnictví nebo školství).

Předpověď potřeby vody se provádí před každou realizací výstavby vodovodní sítě či její renovací. Potřebu vody ovlivňuje spousta faktorů např. cena vodného a stočného, ekonomická situace odběratele nebo možnost alternativního zdroje napojení. Potřeba vody se stanovuje na dobu 30 let, což by měla být orientační doba, ve které je zohledněné stáří vodovodní sítě a vodárenských objektů. Pro výpočet potřeby vody je důležité vědět veličiny jako počet obyvatel a procento napojení obyvatel a specifická potřeba vody, což je potřeba vody, která připadá na spotřební jednotku, což je osoba nebo lůžko [l/jednotka/den], ve které se počítá se ztrátami v síti (20 %) (Synáčková, 2014).

Na území Evropské unie je v jednotlivých členských státech rozdílné množství vody ve vodních zdrojích a také množství spotřebované vody na obyvatele za rok. Rozdíly v odběrech vody odrážejí dostupnost vodních zdrojů, klima, průmyslovou a zemědělskou strukturu zemí, ale také úroveň povědomí o nákladech nebo hodnotě vody a dopady na životní prostředí, což se v průběhu posledních let výrazně zlepšilo. V následujícím grafu zveřejněným statistickým úřadem Evropské unie jsou uvedeny odběry vody v jednotlivých členských státech EU v roce 2017. Česká republika je z 28 členských států EU na 20. místě v množství odběru vody z veřejného vodovodu s téměř 60 miliony m<sup>3</sup> (Eurostat, 2017).

**Total freshwater abstraction by public water supply, 2017**  
(m<sup>3</sup> per inhabitant)



(1) Data for 2016 instead of 2017.

(2) Data for 2015 instead of 2017.

(3) Data for 2014 instead of 2017.

(4) Estimated.

Source: Eurostat (online datacode: env\_wat\_abs)

Obrázek 6: Srovnání celkového odběru vody z veřejného vodovodu (Eurostat, 2017)

#### 4.12.1. VÝPOČET PRŮMĚRNÉ POTŘEBY VODY

Pro výpočet průměrné denní potřeby vody ( $Q_p$ ) pro bytový fond se použije vztah

$$Q_p = O \cdot q_s [l/den]$$

ve kterém  $O$  je počet zásobených obyvatel a  $q_s$  je specifickou hodnotou potřeby vody v litrech na obyvatele za den (l/ob./den).

Pro výpočet průměrné denní potřeby vody ( $Q_p$ ) pro občanskou vybavenost se použije vztah

$$Q_p = P_j \cdot q_s [l/den]$$

ve kterém  $P_j$  je počet jednotek v příslušné kategorii např. počet zaměstnanců, lůžek, žáků apod. a  $q_s$  je specifická potřeba vody v litrech na jednotku za den (l/J/den).

Pro výpočet denní potřeby vody ( $Q_p$ ) pro hospodářská zvířata a drůbež se použije vztah

$$Q_p = Z \cdot q_s [l/den]$$

ve kterém  $Z$  je počet hospodářských zvířat nebo drůbeže a  $q_s$  je specifickou potřebou vody v litrech na kus za den (l/kus/den).

Hodnoty specifické potřeby vody ( $q_s$ ) vycházejí ze směrných čísel roční potřeby vody a jsou uvedeny ve vyhlášce č.120/2011 Sb., kterou se provádí zákon č.274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu.

#### 4.12.2. VÝPOČET MAXIMÁLNÍ DENNÍ POTŘEBY VODY

Pro výpočet maximální denní potřeby vody ( $Q_m$ ) se použije vztah

$$Q_m = Q_p \cdot K_d [l/den]$$

ve kterém  $Q_p$  je průměrná denní potřeba vody a  $K_d$  je součinitel denní nerovnoměrnosti.

Součinitel denní nerovnoměrnosti je hodnota závislá na velikosti spotřebiště podle počtu odebírajících obyvatel.

Tabulka 2: součinitel denní nerovnoměrnosti (Synáčková, 2014)

velikost obce (počet obyvatel)	součinitel denní nerovnoměrnosti ( $K_d$ )
Do 500 obyvatel	1,5
500 – 5 000 obyvatel	1,4
5000 – 20 000 obyvatel	1,35
20 000 – 100 000 obyvatel	1,25
Nad 100 000 obyvatel	1,2

#### 4.12.3. MAXIMÁLNÍ HODINOVÁ POTŘEBA VODY

Pro výpočet maximální hodinové potřeby vody ( $Q_h$ ) se použije vztah

$$Q_h = Q_m \cdot K_h \text{ [l/h]}$$

ve kterém  $Q_m$  je maximální denní potřeba vody v litrech za hodinu (l/h) a  $K_h$  je součinitel hodinové nerovnoměrnosti uvažovaný hodnotami 1,8 až 2,3 u sídlištních spotřebišť (Chejnovský, 2010).

#### 4.13. ZTRÁTY VODY

Ztráty vody představují pro provozovatele vodárenských společností jeden z nejzásadnějších problémů. Pro vyhodnocení ztrát vody se využívají dva typy vyhodnocení, a to procentuální a jednotkového úniku. Voda nefakturovaná, což je vyjádřením rozdílu mezi vodou vyrobenou, určenou k realizaci a vodou fakturovanou, představuje nejen reálný únik z vodovodního potrubí, ale také vodu dodanou bez úhrady např. pro účely hašení požárů, odkalování sítě, proplachy po opravě poruch nebo nepřesnosti v měření (Grünwald, 1998).

Procentuální vyjádření ztrát vody je poměrem vody nefakturované (VNF) a vody vyrobené k realizaci (VVR). Tímto způsobem vyjádření vodárenské společnosti mohou porovnávat oblasti, kde se předpokládá stejná skladba sítě nebo jsou oblasti rozlohou rozsáhlejší a předpokládaný vývoj vody nefakturované a vody vyrobené k realizaci je rovnoměrný.

$$VNF = \frac{VNF}{VVR} \times 100 \text{ [%]}$$

Jednotkovým únikem (JÚ) se rozumí poměr vody nefakturované (VNF) a přepočtené délky vodovodní sítě ( $L_{přep}$ ). Tento způsob vyjádření ztrát vody se považuje za přesnější a provozovatelé vodovodů se snaží mít o skladbě provozované sítě informace, aby mohli toto kritérium využívat, zároveň toto kritérium vyjadřuje reálnější stav sítě.

$$JÚ = \frac{VNF}{L_{přep}} \left[ \frac{m^3}{km \times den} \right]$$

Problematika řešení ztrát vody je rozsáhlá a k jejímu vyhodnocování je potřeba dlouhodobému shromažďování údajů o síti, fakturaci, údržbě a průzkumu sítě včetně metrologických údajů (Čiháková, 2004).

Vodohospodářské společnosti mají za cíl co nejefektivněji a dlouhodobě snížit ztráty vody ve vodovodní síti, a proto musí pravidelně investovat do vodohospodářské infrastruktury a využívat nejmodernějších technologií a postupů. Ke snížení ztrát vody lze docílit využitím hned několika postupů, mezi něž lze řadit i snižování tlaku v síti, což navíc dopomůže k menšímu namáhání potrubí a prodloužení jeho životnosti. Stále častěji se využívá kamerových průzkumů stokových sítí, při nichž se zjistí průsaky do stok z vodovodního potrubí. Pokud se vodovodní sítě člení na více pásem, nenadálé úniky se tak dohledají rychleji. Modernizace technologií přenosu pro stálý dohled dispečinků umožňuje sledovat průtoky v síti a odhalit tak únik vody okamžitě. Zvyšování přesnosti měření odebrané vody umožní odhalit a snížit neoprávněné odběry a počítat také se snižováním rezerv ve fakturaci odebrané vody (Naše voda, 2016).

Úniky vody z vodovodní sítě lze dělit na dva typy, a to na únik zjevný a únik skrytý. Zjevný únik se projevuje na povrchu, je větší, trvá kratší dobu, minuty maximálně hodiny a do objemu vody zahrnuje desítky až stovky kubických metrů. Skryté úniky jsou co do průtoku za sekundu menší, ale do objemu unikající vody větší, a to někdy tisíce až desetitisíce kubických metrů. Tyto úniky nejsou vidět, voda velmi často vtéká do stokových sítí pod povrchem, a trvají delší dobu, dny až týdny. Pro vodárenské společnosti je hledání skrytých úniků klíčové. V hledání skrytých úniků provozovatelům dopomáhá efektivní rozdělení sítí na pásma, která jsou sledována dispečinkem. Když takový únik zaznamenají, specializovaní pracovníci dohledají místo úniku díky diagnostice, typickému akustickému projevu unikající vody, po využití speciálních přístrojů určených k přesné lokalizaci místa úniku může dojít k samotnému odstranění úniku (Kobr a kol., 2018).



Vodárenské společnosti využívají pro lokalizaci skrytého úniku vody naslouchací zařízení jako jsou aquafony a naslouchací pruty, které detekují zvuk vyvolaný únikem vody. Tato zařízení jsou v přímém kontaktu s potrubím nebo se zařízením na potrubí např. hydranty nebo regulačními ventily. Dalšími zařízeními, které detekují únik vody na základě zvuku jsou zemní mikrofony, které se umísťují na povrchu nad vodovodním potrubím. Nejmodernější používaná zařízení pro hledání skrytých úniků vody jsou počítačové korelátory úniku hluku (Hunaidi, 1999).

Řízení ztrát má pro provozovatele velký význam v procesu rozhodování, provozovatelům přináší konkurenceschopnost a zajišťuje udržitelnost rozvoje. Investování do kontroly a snižování ztrát přináší i další výhody v podobě snížení provozních nákladů a zvýšení výnosů v krátkém časovém horizontu, modernizaci zařízení, energetické úspory a snížení dopadů vodní krize. Provozovatelé tedy musí vybudovat systém identifikace, měření a plánování (Kusterko, 2018).

Pro udržitelnost vodních zdrojů v dalších obdobích bude řízení ztrát vody hrát důležitou roli osazování tzv. inteligentních vodoměrů. Správci sítí tak mají možnost sledovat spotřebu vody v reálném čase a vyhodnocovat stav sítě. Technologie inteligentních vodoměrů se i nadále vyvíjejí, navzdory tomu jsou výsledky snižování ztrát vody na dobré úrovni (Bragalli, 2019).

Posledních několik let klesá poptávka po vodě z průmyslu či domácností, což způsobuje zejména růst nákladů, ale také zlepšování technologií domácích spotřebičů, které spotřebu vody snižují (Trösch, 2009).

Od roku 1994, kdy ztráty vody na území České republiky činily 28,9 %, se ztráty snížily na 16,8 % v roce 2015. Tento údaj napovídá, že za téměř 20 let došlo k ozdravení vodovodní sítě, čemuž dopomohla obnova vodohospodářské infrastruktury. Provozním společností se tak snížily provozní náklady na opravy sítí, a mohou tyto náklady využít k efektivní obnově vodovodů. Snižování ztrát vody má také pozitivní dopad na stav podzemních a povrchových vod využívaných pro úpravu na vodu pitné zejména v dnešní době, kdy na území ČR čelíme nežádoucím dopadům sucha (Naše voda, 2016).

## 5 OBLASTNÍ VODOVOD KUTNÁ HORA – ČÁSLAV - SÁZAVA

### 5.1. CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ – KUTNOHORSKO

Kutnohorsko je region ve Středočeském kraji zaujímající rozlohu 917 km<sup>2</sup>, zasahuje do Českomoravské vrchoviny, Čáslavské kotliny a Labské nížiny. Na území se nenachází žádná větší dominující řeka, převažují zde menší toky, mezi nimiž jsou největšími Vrchlice a Klejnárka náležící do povodí Labe. Většina území je téměř bezlesá, rozléhá se zde zejména zemědělská půda s úrodnou černozemí a hnědozemí.

Na Kutnohorsku se v současné době nachází 88 obcí a 4 obce se statutem město a 7 obcí se statutem městys. Na území žije 75,4 tisíc obyvatel (ČSÚ, 2018).

### 5.2. ZDROJ VODY VD VRCHLICE

Zdrojem pitné vody pro oblastní vodovod je přehradní nádrž Vrchlice vybudovaná v letech 1970 až 1974 na stejnojmenné říčce pramenící v Hornosázavské pahorkatině u obce Štipoklasy v nadmořské výšce 488 m n. m.

Zásobní objem nádrže je 7,890 mil.m<sup>3</sup> a zatopená plocha nádrže zaujímá 93,5 ha. Přehradní hráz je jedinou betonovou klenbovou hrází v České republice. Pod hrází jsou umístěny dvě výpusti, které mají vybudovanou malou vodní elektrárnu.

Vodní dílo je vybaveno bezpečnostním přelivem s pěti poli uprostřed hráze pro případné povodňové průtoky. V tělese hráze je umístěn vodárenský objekt pro účely odběru vody ve třech výškových úrovních. Surová voda z nádrže je vedena litinovým potrubím o průměru 530 mm do úpravy vody u Sv.Trojice.

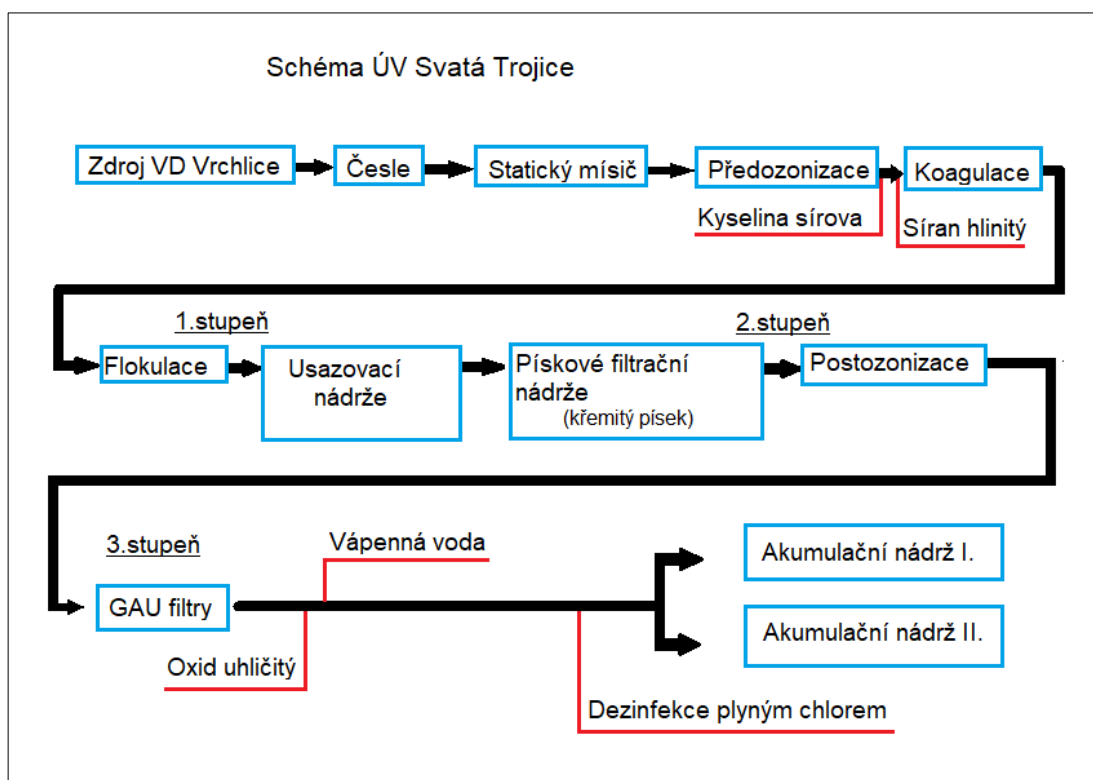


Obrázek 7: Hráz vodní nádrže Vrchlice (autor)

### 5.3. ÚPRAVNA VODY SVATÁ TROJICE

Úprava vody z vodní nádrže Vrchlice probíhá v úpravně vody u Sv.Trojice, která prošla v letech 2014–2015 rozsáhlou modernizací.

Maximální výkon úpravy je 220 l/s a průměrný výkon je 65 l/s. Současná technologie úpravy vody je třístupeňová. Surová voda přechází přes česle do statického mísiče, kam je v případě provozních potřeb přidáván ozón, po němž je přidávána kyselina sírová pro snížení kyselosti a síran hlinitý, následuje flokulace a usazovací nádrže. Ve druhé fázi úpravy vody probíhá odmanganování v pískových filtračních nádržích, jejichž náplní je křemičitý písek o průměru zrna 1-2 mm a následuje postozonizace, po níž je na řadě třetí stupeň úpravy. V poslední fázi prochází voda přes GAU filtry, jejichž náplní je granulované aktivní uhlí. Poté, co voda prošla GAU filtry, je dávkován oxid uhličitý a vápenná voda pro snížení pH a obsahu vápníku, proběhne dezinfekce vody plynným chlorem pro hygienické zabezpečení vody a voda putuje do dvou akumulčních nádrží o celkovém objemu 3000 m<sup>3</sup>.



Obrázek 8: Schéma technologie úpravy vody Svatá Trojice (autor)

### 5.4. OBLASTNÍ VODOVOD

Na Úpravně vody jsou umístěny dvě automatické čerpací stanice, jejichž chod je odvozen od výšky hladiny vodojemů, do nichž je voda čerpána. První čerpací stanice

čerpá vodu do vodojemu Pták příváděcím litinovým řadem DN 350, druhá čerpací stanice čerpá vodu do vodojemu Polánka ocelovým potrubím s cementovou vystýlkou DN 150. Další odběr vody z akumulace úpravy vody je gravitačním způsobem do vodojemu Střed ocelovým potrubím DN 500 a ocelolitinovým potrubím DN 400 do průmyslové zóny Na Rovinách.

Oblastní vodovod Kutná Hora – Čáslav – Sázava sestává ze soustavy vodojemů, čerpacích stanic a přívodních řadů a jiných vodohospodářských zařízení o třech hlavních větvích:

- Kolín – Kutná Hora – Čáslav
- Malešov – Křesetice
- Uhlířské Janovice – Sázava

Počet zásobovaných obyvatel je 44 984 a průměrné množství odebrané vody je 6879,5 m<sup>3</sup>/den.

#### *Vodojem Střed*

Gravitační přítok na vodojem je z úpravy vody Svatá Trojice příváděcím řadem, který je regulován dálkově z dispečinku v závislosti na hladině vodojemu nebo místně šoupětem na přívodním potrubí. Z vodojemu je zajištěno čerpání do VDJ Sukov a gravitační zásobování dolního tlakového pásma spotřebiště Kutná Hora.



Obrázek 9: Vodojem Střed (autor)

#### *Vodojem Pták*

Přítok do vodojemu výtlačným potrubím z čerpací stanice ve strojovně úpravy vody Svatá Trojice je řízen z dispečinku dle hladiny na vodojemu. Na vodojemu je umístěna čerpací stanice zajišťující zásobování vodovodu Uhlířské Janovice – Sázava. Z vodojemu je gravitačně zásobováno spotřebiště horního tlakového pásma ve městě Kutná Hora, obec Hořany a areál vojenského útvaru.

### *Vodajem Sukov*

Vodajem je plněn výtlačným litinovým potrubím DN 300 z vodojemu Střed a zásobuje přivaděčem DN 300 město Čáslav. Na trase přivaděče jsou další odbočky zásobující přilehlé obce.

- Šachta Neškaredice zásobující příměstskou část Kutné Hory.
- Šachta Církvice do vodovodu Církvice – Jakub a Nové Dvory
- Odbočení pro vodovod Svatý Mikuláš – Bernardov s vodojmem Bernardov
- Šachta pro obec Lochy
- Šachta pro vodojemy Třebešice, Močovice, Krchleby

Před Čáslaví je umístěna zrychlovací čerpací stanice Žacká, která zvyšuje tlak v síti, voda dále pokračuje přes vodovodní síť Čáslav do vodojemu Bambousek za Čáslaví.



Obrázek 10: Vodajem Sukov (autor)



Obrázek 11: Čerpací stanice Žacká (autor)

Ve vodojmu Sukov je umístěna armaturní komora, která je předávacím profilem pro zásobování vodojmu Letiště, který je ve správě jiného provozovatele, odtok je gravitační.

Z vodojemu je dále zásobováno litinovým potrubím DN 400 sídliště „Na studních“ v Kutné Hoře a nová zástavba „Pod Sukovem“ a čerpáním vodojem Kaňk.

### *Vodajem Kaňk*

Přítok do vodojemu ocelovým potrubím DN 250 je zajištěn v závislosti na hladině vodojemu řízené z dispečinku. Vodajem zásobuje 4 samostatné sítě.

- Obec Kaňk
- Areál ČKD u Kutné Hory
- Obec Hlízov
- Lokalitu „Na Skalce“

### *Vodojem Bambousek*

Vodojem je za spotřebišťem sítě Čáslav plněn v závislosti na tlaku v urychlovací čerpací stanici Žacká. Na vodojemu je umístěna čerpací stanice pro zásobování vodojemu Zálesí. Do vodojemu je možno pro vyrovnávání spotřeby přivádět vodu z vodního zdroje Maleč, který je pod správou společnosti Vodovody a kanalizace Havlíčkův Brod a.s., předávací místo je v šachtě na homoli u obce Kněžice.

### *Skupina vodovodů Potěhy – Zbýšov - Štrampouch*

Skupina vodojemů je napojena ve vodojemu Bambousek výtlačným i zásobním řadem zásobující vodovod Potěhy – Vikaneč – Zbýšov – Štrampouch.

- Vodojem Zálesí (po naplnění gravitačně zásobuje obec Potěhy, Horky, Tupadly, Adamov a Bratčice)
- ATS s akumulací Kocanda
- Vodojem Vikaneč
- ATS s akumulací Damírov
- Vodojem Březí

Hladiny akumulací jsou řízeny z dispečinku podle aktuální spotřeby ve vodovodu.



Obrázek 12: Vodojem Zálesí (autor)



Obrázek 13: ATS s akumulací Kocanda (autor)



Obrázek 14: Vodojem Vlkanec (autor)



Obrázek 15: Vodojem Březí (autor)

### *Přivaděč Kutná Hora – Sázava*

Samostatný přivaděcí řad zásobující město Sázava a přilehlé obce je zásobován z vodojemu Pták čerpáním a sestává ze skupiny vodojemů a čerpacích stanic na trase Kutná Hora – Sázava.

- Vodojem Vysoká (Zajišťuje gravitační zásobování obce Miskovice).
- Čerpací stanice Červený Hrádek (Zrychlovací čerpací stanice do vodojemu Dubina).
- Vodojem Dubina (Na přivaděcím řadu do vodojemu Dubina napojeny zásobovací řady Suchdol, Bečváry a Červený Hrádek).
- Čerpací stanice a vodojem Uhlířské Janovice (vodojem za spotřebišťem, přítok zajišťuje čerpací stanice).
- Vodojem Radvanice (na přívodním řadu napojeny obce Chmeliště, Skvrňov a Nechyba, zásobuje město Sázava gravitačně přes redukční šachtu).

### *Skupina vodovodů Malešov – Křesetice*

Původní skupinový vodovod Malešov – Křesetice je zásobován z vodojemu Polánka plněným z akumulace úpravny vody Svatá Trojice a byl doplněn o vodovod v přilehlých obcích.

- Vodojem Polánka (zásobuje městys Malešov a je zde umístěn výtlač do vodovodu Chlístovice)
- Vodojem Bykáň (gravitačně zásobuje obec Křesetice a čerpáním zajišťuje plnění vodojemu Lomec)

- Vodojem Lomec (vyrovnává nerovnoměrnosti spotřeby v obcích Úmonín a Krupá)
- Vodojem Červené Janovice (přívodní výtlačný řad z vodojemu Lomec a vyrovnává nerovnoměrnosti spotřeby obcí Korotice a Lomeček).



Obrázek 16: Vodojem Polánka (autor)



Obrázek 17: Vodojem a ČS Bykáň (autor)



Obrázek 18: Vodojem Červené Janovice (autor)

V příloze 4 je uveden souhrn vodojemů vybudovaných pro oblastní vodovod, v seznamu jsou vypsány parametry dotyčných vodojemů včetně minimální četnosti provozních rozborů za rok.

Příložená mapa v příloze 6 je mapou znázorňující situaci oblastního vodovodu před napojením vodovodu Chlístovice. V mapě v měřítku 1:111000 jsou červeným popisem vyobrazeny objekty (VDJ a ČS) napojené na oblastní vodovod, ostatní nepopsané objekty v mapě jsou objekty samostatných vodovodů ve správě Vodohospodářské společnosti Vrchlice-Maleč a.s.

## 5.5. HYGIENICKÉ ZABEZPEČENÍ VODY VE VODOVODU

K zabezpečení jakosti vody se provozovatel řídí dle zákona 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu. Kontrolu provádí akreditovaná



laboratoř Vodohospodářské společnosti Vrchlice-Maleč a.s. Je vypracován harmonogram odběru vzorků, kde je určena četnost a rozsah prováděných rozborů. Úplné rozборы se provádí minimálně třikrát během roku a krácené rozборы v počtu dvacet pět za rok. Vzorky vody se provádí také mimo plánované rozборы v těchto případech:

- Uvedení do provozu nové části vodovodu
- Pokud byla přerušena dodávka vody a zároveň vypuštěno potrubí na dobu delší než 24 hodin.
- Před zahájením sezónního užívání vody
- Pokud došlo k havárii, která mohla ovlivnit jakost dodávané vody

Provozní rozборы se provádí v každé obci v minimálním rozsahu tři za rok podle stanoveného harmonogramu, stejně jako rozборы vody v jednotlivých vodojemech (viz příloha 4). Provozním rozbořem se vyhodnocuje teplota, zákal, barva, vodivost, volný chlor, železo, mangan,  $\text{CHSK}_{\text{Mn}}$ , chloridy, sírany, dusičnany, dusitany, amonné ionty,  $\text{CO}_2$ , koliformní bakterie, enterokoky, psychofilní bakterie.

Voda je hygienicky zabezpečena na úpravně vody Svatá Trojice před akumulací plynným chlořem, během distribuce se dle provozních potřeb provádí dezinfekce dávkováním chlornanu sodného (dávkovač ProMinent) na vodojemech.

Čtyřikrát do roka se provádí mytí vodojemů podle harmonogramu, který provozovatel zpracovává, rozestup od jednotlivých mytí stanovuje tak, aby nedošlo k výpadkům v dodávkách pitné vody. Provádí se kontroly stavu vodojemů v počtu 26 kontrol během roku, nátěry potrubí a kovových částí jednou za rok.

Vodojemy a všechny objekty jsou chráněné systémem zámků a dálkovým dohledem z dispečinku proti vniknutí nepovolaných osob. Přístup k akumulaci je samostatně zabezpečen a oddělen od technologické části vodojemu, tak aby nemohlo dojít ke znehodnocení akumulované vody.

## 6. HISTORIE VODOVODU NA KUTNOHORSKU

Kutnohorský vodovod se od doby jeho vzniku ve 13. století několikrát proměnil. Na proměny vodovodu mělo vliv nejen rozšiřování města nebo napojování okolních obcí na vodovod, ale také změny vodních zdrojů, jejich vydatnost a kvalita vody. Poddolovaná Kutná Hora vlivem těžby stříbra přišla o vodní zdroje na svém území, a tak byla do města v 1. polovině 15. století svedena voda dvoukilometrovým přivaděčem z prameniště svatý Vojtěch, jehož kapacita v 19. století nedostačovala a prameniště bylo posíleno o vodu z říčky Bylanky. V dalších letech se město potýkalo s různými výkyvy v dodávkách vody, zejména v letních měsících docházelo k výkyvům tlaku nebo nedostatku vody. Vodovodní síť také nevyhovovala, horní část města měla problémy s nízkým tlakem a dolní část města měla opačný problém, odtok vody do dolního města byl třikrát denně uzavírán, aby i obyvatelé horní části měli dostatek vody, síť byla proto rozdělena na dvě tlaková pásma.



Obrázek 19: Pramen svatý Vojtěch (Kutnohorské listy)

Ztráta vydatnosti vodního zdroje se na krátkou dobu vyřešila nalezením nového vodního zdroje ze zaplavovaného dolu Havírna, pro nějž byla vystavena jednoduchá úprava vody, avšak po čase výrazně klesla vydatnost vodního zdroje a bylo nutné zamezit plýtvání vodou a urychleně hledat nový zdroj, kterým měla být voda z Labe u Starého Kolína, kterou bylo nutné snížit o obsah železa a manganu. Labská voda byla upravována v úpravně vody Havírna. Tento způsob zásobování byl však provizorní i s ohledem na zhoršující se kvalitu vody v Labi. Kutná Hora se začala rozrůstat, svůj provoz zde zahájilo v roce 1967 ČKD a spotřeba vody s rozvojem města prudce stoupala. V roce 1973 byla do provozu zařazena vodní nádrž Vrchlice včetně úpravny vody u Svaté Trojice s výkonem 80 l/s, úprava vody byla již dvoustupňová s aerací.

Dosavadní zdroje vody prameniště svatý Vojtěch, úpravna vody Havírna a Starý Kolín byly odpojeny z provozu. Nově vybudovaný vodojem Střed zajišťoval zásobu vody pro dolní tlakové pásmo, odtud byla voda dopravována do vodojemu Pták, který zásoboval a zásobuje dodnes horní tlakové pásmo, a do vodojemu Kaňk, odkud byla zajištěna dodávka vody pro obec Kaňk i ČKD.

I nedaleké město Čáslav se potýkalo s nedostatkem vody. Bylo zamýšleno s vybudováním nové nádrže Březí na Jánském potoce s úpravnou vody Dubina, která měla být dopravována do Čáslavi, Kutné Hory a následně do Kolína. Byl zbudován vodojem Sukov u Kutné Hory, který měl vyrovnávat deficit vody v Čáslavi a dopravovat vodu do nového vodojemu Pták. V roce 1982 byl vybudován přivaděč z Kutné Hory do Čáslavi. K vybudování nové nádrže sešlo a dodnes nebylo realizováno, k čemuž nahrávala klesající spotřeba vody v regionu v 90. letech, množství vody pro provoz úpravny vody Svaté Trojice pro region dostačovalo.

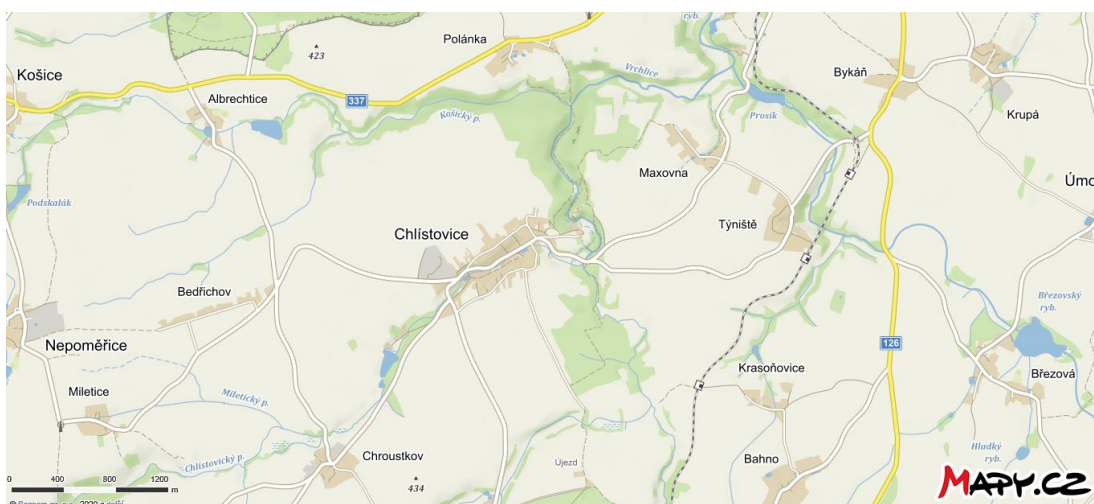
Ve městě Sázava byla dodávka vody zajišťována z řeky Sázavy přes úpravnu vody vybudované v 60. letech sklárnami v Sázavě. Kvalita vody se v řece Sázavě zhoršovala až došlo ke kritické situaci na začátku 90. let, že voda ze Sázavy byla neupravitelná a zásobování vody muselo být zajištěno náhradními cisternami. V roce 1990 došlo k rekonstrukci úpravny vody, kdy byla do úpravy zařazena náplavná filtrace, ale ani to nepomohlo, protože kvalita vody byla i nadále nedostačující. Bylo tedy nutné najít nový zdroj pro Sázavu, realizovalo se vybudování přivaděče z kutnohorské úpravny vody u Svaté Trojice, na který bylo napojeno i město Uhlířské Janovice a postupně další obce v okolí.

Provozující Vodohospodářská společnost Vrchlice – Maleč a.s. postupně vybuodovala v letech 1994–2012 z úpravny vody Svatá Trojice i samostatný přivaděč Malešov – Křesetice – Červené Janovice, na který se napojili obce v okolí Malešova, přivaděč je zásobován z vodojemu Polánka. Obce v okolí Malešova se potýkají s nedostatkem vody ve svých dosavadních zdrojích. V roce 2017 byl tento přivaděč rozšířen o vodovod obce Chlístovice, kde dlouhodobě zápolili se ztrátou vydatnosti a kvalitou vody ve zdroji, v roce 2016 vydatnost zdroje výrazně poklesla a následujícího roku byl přivaděč vybudován. Do budoucna se počítá i s dalším napojením menších obcí v okolí Chlístovic (Kvapilová, 2012).

## 7. ZÁSOBOVÁNÍ OBCE CHLÍSTOVICE

### 7.1. CHARAKTERISTIKA OBCE

Obec Chlístovice leží v kutnohorském okrese přibližně 10 km jižně od Kutné Hory. Společně s jeho částmi zaujímá rozlohu 2950 ha, kde převažuje zejména zemědělská a lesní půda. Obcí protéká Chlístovický potok, který se vlévá na levé straně od obce do toku Vrchlice. První zmínka o obci je z roku 1359. V Chlístovicích působí kromě obchodu, hostince a kadeřnictví také ZEVA Chlístovice, která se zabývá rostlinnou výrobou, zejména pěstováním obilnin a olejnin, a živočišnou výrobou – chovem skotu bez produkce mléka. Obec je zasíťována vodovodem a splaškovou kanalizací s ČOV, i přesto je však kvalita povrchových vod v obci ve špatném stavu, jelikož dochází k vypouštění splaškových vod ve spádových obcích, kde je výstavba splaškové kanalizace plánována na rok 2020. Počet obyvatel v obci je 403 a trendem posledních let je mírný vzestup počtu obyvatel.



Obrázek 20: Mapa území okolí obce Chlístovice (mapy.cz)

### 7.2. VODÁRENSTVÍ V CHLÍSTOVICÍCH

#### 7.2.1. PŮVODNÍ VODOVOD

V obci byl vybudován ve 30. letech vodovod s vlastním zdrojem, jímacími zářezy v hloubce 4,5 m pod terénem o vydatnosti 0,37 l/s. Jímací potrubí bylo z poloděrovaných kameninových rour ústících do jímací jímky o hloubce 3,6 m a ploše 2,8 m<sup>2</sup>, odkud byla voda přiváděna do vodojemu litinovým potrubím DN 80 v délce 1 km. Vodojem o objemu 50 m<sup>3</sup> s kruhovým půdorysem o průměru 5 m byl vybudován ve stejných letech jako vodovod. Dno vodojemu je zapuštěno 3,5 m pod terénem a je krytý betonovým klenbovým stropem.



Obrázek 21: Vodojem Chlístovice (autor)

V 70. letech došlo k vymezení ochranného pásma hygienické ochrany I. stupně v rozsahu 50 x 50 m a vyznačením výstražnými tabulemi. Ke stanovení pásma II. stupně hygienické ochrany došlo až v následujících letech, kdy se kvalita jímané vody s postupem let výrazně zhoršovala. Docházelo k zaplavování pozemku ochranného pásma a následnému vyřazení jímacího objektu z provozu i na několik dní. Pozemky v okolí zdroje jsou zemědělského charakteru a zemědělská výroba v tehdejší době výrazně ohrožovala jakost surové vody. Bylo stanoveno pásmo II. stupně pro ochranu vodního zdroje o celkové výměře 1,66 ha.

Na začátku 90. let se v obci začal řešit problém s nedostatkem vody v síti. Vydatnost dosavadních zdrojů nestačila pokrýt potřeby obyvatel obce. Maximální denní potřeba vody činila 0,66 l/s a s vydatností stávajícího zdroje 0,37 l/s se nedostávalo 0,29 l/s, bylo tedy potřeba nalézt alespoň jeden další zdroj s vydatností 0,3 l/s. Podmínkou dostatečnosti zdroje 0,3 l/s však bylo plné využívání stávajícího vodojemu a bezchybný provoz vodovodního systému.

Byly vytypované 3 lokality nedaleko obce tak, aby bylo možné zásobovat vodojem a provedeny hydrogeologické průzkumy, které ukázaly nedostatečnost podzemních vod v dvou lokalitách a využitelnost 0,7 l/s ve 3. lokalitě. Pro obec se vybudoval druhý zdroj, vrtaná studna o hloubce 40 m. Nový zdroj měl vydatnost 1,63 l/s. Čerpadlo ve vrtu bylo závislé na hladině vody ve vrtu a hladině vody ve vodojemu. Kvalita vody z nového vrtu byla až na vyšší obsah manganu dostačující. Objevil se ve zdroji také obsah radonu, k odstranění radonu byla na vodojemu vybudována odradonovací kolona.

### **7.2.2. NAPOJENÍ VODOVODU OBCE NA OBLASTNÍ VODOVOD**

Chlístovice se začali opět potýkat s již známým problémem, jakým je nedostatek vody. Obec se začala rozrůstat a spotřeby se zvýšily (srovnání potřeb vody 1990 a

2016 v tabulce 3). Zejména s příchodem jarního období docházelo k pravidelným nedostatkům vody. Vodní zdroje nestačili doplňovat vodu ve vodojemu. Vodohospodářská společnost Vrchlice-Maleč a.s. začala dovážet vodu do vodojemu cisternami. Vyšší spotřeby a menší vydatnost vodních zdrojů přiměli vodoprávní úřad vydávat každý rok veřejnou vyhlášku o omezení užívání pitné vody z vodovodu, omezení se týkalo zákazu plnění bazénů, zalévání pozemků, mytí vozů nebo doplňování vlastních studní vodou. Začalo docházet k výpadkům v dodávkách pitné vody i mimo kritická roční období, zejména ve špičkách. Se zvyšujícím se věkem vodovodního potrubí docházelo k občasným poruchám, při nichž byl výpadek dodávky vody téměř okamžitý. S příchodem nejsuššího letního období v roce 2016 s absencí deště se vydatnost vodních zdrojů zmenšila na absolutní minimum. Jímací zářezy téměř vyschly a vrt, jehož vydatnost se také snížila, byl pro pokrytí potřeb celé obce nedostačující.

Tabulka 3: Srovnání potřeb vody v obci Chlístovice (autor)

	<b>1991</b>	<b>2016</b>
Počet zásobovaných obyvatel	280	403
Průměrná potřeba vody ( $Q_p$ )	0,44 l/s	0,7 l/s
Maximální denní potřeba vody ( $Q_{max}$ )	0,66 l/s	1,05 l/s
Maximální hodinová potřeba vody ( $Q_h$ )	0,8 l/s	1,89 l/s

Vzhledem k tomu, že bylo zapotřebí jednat rychle a ke zkušenostem s hledáním nového zdroje z předešlých let, kdy byly prozkoumány 3 lokality se obec a Vodohospodářská společnost Vrchlice-Maleč a.s. dohodly na řešení o napojení chlístovického vodovodu na oblastní vodovod.

V roce 2017 došlo k vybudování přivaděče z vodojemu Polánka do vodovodu Chlístovice. Materiál přivaděče polyetylenový přivaděč DN 110 o délce 2,4 km byl sveden z vodojemu k osadě Polánka u Malešova a potom přes zemědělské pozemky k Chlístovicím. Přehledná situace přivaděče z vodojemu Polánka do obce je znázorněna v příloze 5. Ve vodojemu Polánka byla umístěna ATS s dvěma čerpadly s maximem průtoku do 7,2 l/s.

Vodojem v Chlístovicích byl odpojen z provozu, je však s ním do budoucna počítáno jako s čerpací stanicí pro plánované napojení spádových obcí Žandov a Pivnisko na vodovod, tyto obce vodovod vybudovaný nemají. Projekt přivaděče z VDJ Polánka do Chlístovic počítal i s napojením přidružených obcí.

## 8. DISKUZE

Dle směrnice Rady 98/83/ES o jakosti vody určené pro lidskou spotřebu můžeme zásobování malých obcí definovat, tak že se jedná o malé vodovody či malé zdroje, které zásobují pitnou vodou od 50 do 5000 obyvatel.

Podle Českého statistického úřadu disponuje vodovodem více než 5000 obcí, z nichž 87 % jsou obce do 2000 obyvatel. Zdrojem malých vodovodů jsou zejména podzemní vody. Provozovatelé vodovodů s odběry podzemních vod překračujícími 6000 m<sup>3</sup> za kalendářní rok či 500 m<sup>3</sup> za měsíc mají povinnost tyto odběry evidovat a údaje o odběrech předávat příslušným správcům povodí, což jim ukládá vyhláška Ministerstva zemědělství 431/2001 Sb. o obsahu vodní bilance, způsobu jejího sestavení a o údajích pro vodní bilanci. Z hlediska množství odebrané vody z podzemních zdrojů jsou tyto odběry rozděleny do 4 kategorií od 0,5 l/s do 2 l/s. Počet obcí s nejmenšími odběry (0,5 l/s) je největší (Datel, Hrabáková, 2016).

V posledních letech stoupá počet obcí, které jsou ohroženy nedostatkem vody. Tento nedostatek způsobuje ztráta vody v podzemních zdrojích či pokles jejich vydatnosti způsobená suchem, což je následkem deficitu srážek, který je příčinou poklesu množství vody v různých částech hydrologického cyklu. Nejohroženější jsou kopané studny, které na deficit srážek reagují nejrychleji (Marval a kol., 2019).

Rok 2016 byl podle údajů NASA a NOAA nejteplejším rokem v historii, navíc sedmnáct z osmnácti nejteplejších let nastalo po roce 2000. Globální teploty podle těchto údajů vzrostly o 0,99 °C než je průměr teplot 20. století. Dopadům změn klimatu čelí téměř 11 % celosvětové populace, těmito dopady jsou sucha, povodně, vlny veder nebo zvyšování hladiny moře. Dodávky sladké vody jsou v žebříčku deseti globálních rizik na 3. místě z hlediska dopadu na lidstvo. S klimatickými změnami souvisí také snížená kvalita sladké vody. Je málo známek, které by nasvědčovali tomu, že se tento trend v blízké budoucnosti sám zlepší (Conservation international, 2020).

Obce, které těmto problémům čelí, musí často přistoupit k individuálnímu řešení dovozu pitné vody cisternami nebo přistupují k opatřením, která dočasně omezují užívání pitné vody pro veřejnou spotřebu, zákazy pro používání vody k napouštění nebo dopouštění bazénů, zalévání nebo mytí automobilů. Tato opatření však řeší následek sucha nikoli jeho příčinu (Marval a kol., 2019).

Abychom se vyrovnali s následky sucha a mohli tak předcházet negativním vlivům sucha na stav podzemních vod, je potřeba přistoupit k efektivním opatřením, která na

sebe budou působit a budou se vzájemně podporovat. Jde zejména o podporu vsakování vody do zemědělské půdy, omezení odtoku vody do stružek, zpomalení odtoku, zamezení odnášení zeminy z půdy a prodloužení doby retence vody v povodí, což nejlépe podpoří vytvoření zasakovacích příkopů, průlehů a mezi doplněné o travnaté pásy s doprovodnou zelení. Zadržování vody v krajině by mohlo podpořit vybudování malých vodních nádrží určených k akumulaci vody. Malé vodní nádrže zadržují poměrně velké množství vody a mohou mít pozitivní vliv na vodní toky zejména v období sucha. Opatření podporující zadržování vody v lesních ekosystémech, které mají zásadní vliv na vodní režim, by se měl stát součástí lesnických činností. Jde o činnosti, které podpoří využívání veškeré srážkové vody v lesních povodích zamezením rychlého odtoku vody mimo lesní porosty, udrží les v dobrém ekologickém stavu a zajistí infiltraci vody do hlubších vrstev zvodní (Dzuráková, 2017).

Nejen péče o vodu v krajině, ale také samotná péče o vodní zdroj a o vodovod má zásadní vliv na fungování zásobování malých obcí. Vedení obce by mělo zajistit shromažďování informací o svém vodním zdroji, o jímacím objektu, o provedených průzkumech a provedených technických pracích, mělo by zajistit zákresy svých objektů v mapách a monitorovat údaje o množství a jakosti odebrané surové vodě. Za pomoci odborníků zhodnotit celkový stav, ochranu a zranitelnost vodního zdroje a jímacích objektů, stupeň zabezpečení jakosti a množství jímané vody a technický stav celého vodovodního systému a identifikovat všechny nedostatky zásobování obyvatelstva pitnou vodou.

Obce s malými vodními zdroji jsou však ve značné nevýhodě oproti velkým distribučním sítím provozovaným velkými vodárenskými společnostmi. Úroveň ochrany malých zdrojů je nízká, protože ochranná pásma se podle zákona o vodách č.254/2001 Sb. stanovují jen pro zdroje s odběrem více než 10 000 m<sup>3</sup>. Jsou zaznamenané i nedostatky v evidenci malých odběrů, nedostatečná četnost rozborů surové vody. Legislativa neukládá malým odběratelům požadavky na pravidelné kontroly stavu vodárenského systému, která zůstává na provozovateli. Malé vodní zdroje mají jednoduchou technologii úpravy vody nebo pouze její dezinfekci, která je často špatně obsluhována, protože obsluha těchto zařízení nemá dostatečné odborné znalosti ani vzdělání.

Pokud se obce nedokáží vyrovnat se ztrátou svých vodních zdrojů, ať už ztrátou kvality surové vody nebo stav podzemní vody ve vodním zdroji nedokáže pokrýt potřeby obyvatel, je na řadě úvaha o nalezení nového zdroje na základě



hydrogeologického průzkumu. Pokud ani nalezení nového zdroje není možné, je pro obec rozumné řešení napojení na oblastní vodovod, pokud se takové řešení nabízí (Datel, Hrabánková, 2016).

Pro malé obce je provozování jejich vodních zdrojů i finančně nákladné (platby za odběry podzemní nebo povrchové vody, platby za elektrické energie, odpisy, režijní náklady aj.). Stav vodních zdrojů, kvalita surové vody a celkový technický stav se odrážejí ve výši nákladů, čím je stav a kvalita horší, tím je provoz a údržba nákladnější. Obce většinou nesplňují předpoklad toho, že by vodohospodářské služby měly být samofinancovatelné, chybí jim zisk, kterým by mohli financovat jak samotný provoz vodovodu, tak i nákladnou obnovu infrastruktury. Pro takové obce je výhodné vložit svůj vodovod do správy větších vodohospodářských společností, které hospodaří s větším finančním rozpočtem, zaručí odborný provoz a bezpečnost (Kožíšek a kol., 2013).

## 9. ZÁVĚR

Tato práce je rozdělena na dvě části. První částí je literární rešerše, která charakterizuje distribuci pitné vody, která byla posléze aplikována na druhé části této práce. Druhá část práce se zabývala konkrétním modelovým oblastním vodovodem, který byl rozšířen o menší vodovod, který se v předchozích letech potýkal s nedostatkem vody.

Vybraným oblastním vodovodem byl vodovod Kutná Hora – Čáslav – Sázava, pro který je vodním zdrojem vodní nádrž Vrchlice disponující dostatečným množstvím vody pro oblast Kutnohorska. Vodohospodářská společnost Vrchlice – Maleč a.s. provozuje třístupňovou úpravu vody v úpravně vody Svatá Trojice a svou odborností a provozními kontrolami zajišťuje kvalitní a bezpečnou dodávku pitné vody. Součástí tohoto systému je propojená vodárenská soustava zahrnující dostatečný počet čerpacích stanic a vodojemů, které pokryjí dodávky pitné vody i v případě nečekaných mimořádných událostí či jiných provozních potřeb.

Modelová situace rozšíření oblastního vodovodu o malý vodovod v Chlístovicích, který se potýkal s nedostatkem vody ve svém podzemním zdroji, může posloužit jako názorná ukázka obcím, které řeší ztrátu vody ve svém zdroji a napojení na větší vodárenský systém by pro ně mohlo být nejvhodnější alternativou, tak jak tomu bylo v případě vodovodu Chlístovice.

## 10. PŘEHLED POUŽITÝCH ZDROJŮ

Barák F., 2016: Kvalita pitné vody v ČR je jedna z nejvyšších v Evropě (online) [cit. 2019-11-13], dostupné z < <https://www.vtei.cz/2016/08/kvalita-pitne-vody-v-cr-je-jedna-z-nejvyssich-v-evrope/> >.

Barry J. A., 2007: Energy and Water Efficiency in Municipal Water Supply and Wastewater Treatment: Cost-effective Savings of Water Energy. Alliance to Save Energy, Washington, D.C

Bragalli, C., Neri M., Toth E., 2019: Effectiveness of smart meter-based urban water loss assessment in a real network with synchronous and incomplete readings (online) [cit. 2020-03-09], dostupné z <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364815218305498?via%3Dihub>>.

Conservation international, 2020 (online) [cit. 2020-03-10], dostupné z <<https://www.conservation.org/>>.

Čiháková, I., 2004: Vykazování ztrát vody - srovnávání provozovatelů, organizací, společenství. SOVAK 13 (4). 1-3.

ČSÚ, 2020: Charakteristika okresu Kutná Hora (online) [cit. 2020-03-10], dostupné z < [https://www.czso.cz/csu/xs/charakteristika\\_okresu\\_kutna\\_hora](https://www.czso.cz/csu/xs/charakteristika_okresu_kutna_hora) >.

Datel, J., Hrabánková, A., 2016: Specifika místních vodních zdrojů při zásobování obyvatelstva pitnou vodou (online) [cit. 2020-03-08], dostupné z <<https://www.vtei.cz/2016/06/specifika-mistnich-vodnich-zdroju-pri-zasobovani-obyvatelstva-pitnou-vodou/>>.

Duktus litinové systémy s.r.o., 2016: Přednosti potrubních systémů z tvárné litiny (online) [cit. 2020-03-08], dostupné z <[http://www.duktus.cz/katalog\\_voda/01\\_Duktus\\_PitnaVoda\\_Prednosti.pdf](http://www.duktus.cz/katalog_voda/01_Duktus_PitnaVoda_Prednosti.pdf)>.

Dzuráková, M., Osičková, K., Uhrová, J., Rozkošný, M., Smelík, L., Němejcová, D., Zahrádková, S., Štěpánková, P., Macků, J., 2017: Potenciál aplikace přírodně blízkých opatření pro zadržení vody v krajině a zlepšení ekologického stavu vodních útvarů (online) [cit. 2020-03-08], dostupné z <<https://www.vtei.cz/2017/08/potencial-aplikace-prirode-blizkych-opatreni-pro-zadrzeni-vody-v-krajine-a-zlepseni-ekologickeho-stavu-vodnich-utvaru/>>.

Eurostat, 2017: Water statistics (online) [cit. 2020-01-05], dostupné z <[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Water\\_statistics#Water\\_abstraction](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Water_statistics#Water_abstraction)>.

Greenberg, S., 1936: Check valve for fire hydrants (online) [cit. 2019-12-27], dostupné z <https://patentimages.storage.googleapis.com/a7/66/b9/239f15c400f7ef/US2054561.pdf>>.

Grünwald, A., 1998: Vodárenství. Česká svaz stavebních inženýrů, Praha, 189 s. ISBN 80-902460-7-9.

Hrdoušek, V., 2006: Inženýrské stavby pro SPŠ stavební. Informatorium, Praha, 216 s. ISBN 80-733-3048-2.

Hunaidi, O. Wing T., Chu, 1999: Acoustical characteristics of leak signals in plastic water distribution pipes. Applied acoustics (online) [cit. 2020-06-06], dostupné z < <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003682X99000134>>.

Chejnovský, P., 2010: Zdravotní vodohospodářské stavby pro 3 ročník SOŠ stavebních. Sobotáles, Praha, 172 s. ISBN 978-80-86817-40-8.

Kobr, J., Koller, M., Louda, J., 2018: Nikdy nekončící boj se ztrátami vody. SOVAK 27 (5). 1-3.

Kožíšek, F., Kos, J., Pumann, P., 2007: Hygienické minimum pro pracovníky ve vodárenství. Státní zdravotní ústav, Praha, 74 s.

Kožíšek, F., Paul, J., Datel, J., 2013: Zajištění kvality pitné vody při zásobování obyvatelstva malými vodárenskými systémy. VÚV T.G.Masaryka, Praha, 112s. ISBN 978-80-87402-26-9.

Kročová, Š., 2009: Strategie dodávek pitné vody. Spektrum, Ostrava, 158 s. ISBN 978-80-7385-072-2.

Kročová, Š., 2017: Bezpečnost provozu technické infrastruktury. Spektrum, Ostrava, 122 s. ISBN 978-80-7385-185-9.

Kusterko, S., Ensslin S., Ensslin, L., Chaves L., 2018: Water loss management (online) [cit. 2020-03-09], dostupné z <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522018000300615&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522018000300615&lng=pt&tlng=pt)>.

Kutnohorské listy, 2013: Úpravnu vody U svaté Trojice čeká stamilionová modernizace (online) [cit. 2019-10-09], dostupné z < <https://kutnohorskelisty.cz/zpravy/upravnu-vody-u-svate-trojice-ceka-stamilionova-modernizace/>>

Kvapilová, K., 2013: Kutnohorský vodovod. SOVAK 22 (2). 1-4.

Marval Š., Hejduková P., Roub, R., 2019: Dostupnost pitné vody v malých obcích. Geografické rozhledy, 29 (2), 8-11.

Naše voda, 2016: Ztráty vody v potrubí se za 20 let snížily téměř o 200 kubíků (online) [cit. 2019-11-12], dostupné z < <https://www.nase-voda.cz/ztraty-vody-potrubi-se-za-20-snizily-temer-200-milionu-kubiku/>>

Synáčková M., 2014: Vodárenství a stokování. Česká zemědělská univerzita, Praha.

Tesařík, I., 1987: Vodárenství. SNTL- Nakladatelství technické literatury, Praha, 436 s.

Trösch, W., 2009: Water treatment (online) [cit. 2019-12-12] dostupné z < [https://doi.org/10.1007/978-3-540-88546-7\\_73](https://doi.org/10.1007/978-3-540-88546-7_73)>.

WHO, 2011: Small-scale water supplies in the pan-European region (online) [cit. 2020-03-08], dostupné z < [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0018/140355/e94968.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0018/140355/e94968.pdf)>.

VHOS a.s., 2013: Technické standardy pro vodovody a vodovodní přípojky (online) [cit. 2019-20-12], dostupné z < <https://www.vhos.cz/file/edee/2017/01/2013-technicke-standardy-vodovodu.pdf>>.

Vyčítal J., Havlík, V., 2004: Možnosti snižování ztrát vody ve vodovodních sítích. SOVAK 13 (4). 8-10.

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

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

Zákon č.274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), v úplném znění

Vyhláška č.120/2011 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č.428/2011 Sb., kterou se provádí zákon č.274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

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

## 11. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Místní vodovod s jedním vodním zdrojem (Chejnovský, 2010)

Obrázek 2: Místní vodovod se dvěma vodními zdroji (Chejnovský, 2010)

Obrázek 3: Skupinový vodovod s jedním vodojemem (Chejnovský, 2010)

Obrázek 4: Skupinový vodovod se dvěma vodojemy (Chejnovský, 2010)

Obrázek 5: Oblastní vodovod s několika vodními zdroji (Chejnovský, 2010)

Obrázek 6: Srovnání celkového odběru vody z veřejného vodovodu (Eurostat [online] 2017)

Obrázek 7: Hráz vodní nádrže Vrchlice

Obrázek 8: Schéma technologie úpravy vody Svatá Trojice

Obrázek 9: Vodojem Střed

Obrázek 10: Vodojem Sukov

Obrázek 11: Čerpací stanice Žacká

Obrázek 12: Vodojem Zálesí

Obrázek 13: ATS s akumulací Kocanda

Obrázek 14: Vodojem Vlkaneč

Obrázek 15: Vodojem Březí

Obrázek 16: Vodojem Polánka

Obrázek 17: Vodojem a ČS Bykáň

Obrázek 18: Vodojem Červené Janovice

Obrázek 19: Pramen Sv.Vojtěch (Kutnohorské listy [online] 2013)

Obrázek 20: Mapa území okolí obce Chlístovice (mapy.cz [online] 2020)

Obrázek 21: Vodojem Chlístovice

## **12. SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Shrnutí životnosti trubních materiálů

Tabulka 2: Součinitel denní nerovnoměrnosti (Synáčková, 2014)

Tabulka 3: Srovnání potřeby vody v obci Chlístovice

## **13. SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1: Mikrobiologické a biologické, fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele pitné vody a jejich hygienické limity podle vyhlášky č.252/2004 Sb.

Příloha 2: Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele pitné vody a jejich hygienické limity podle vyhlášky č.252/2004 Sb.

Příloha 3: Směrná čísla roční spotřeby vody podle vyhlášky č.120/2011 Sb.

Příloha 4: Seznam vodojemů znázorňující jejich parametry a četnost provozních rozborů

Příloha 5: Přehledná situace přivaděče Polánka – Chlístovice

Příloha 6: Mapa oblastního vodovodu Kutná Hora – Čáslav – Sáz

## 14. PŘÍLOHY

Příloha 1: Mikrobiologické a biologické, fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele pitné vody a jejich hygienické limity podle vyhlášky č.252/2004 Sb.

Mikrobiologické a biologické ukazatele				
č.	ukazatel	jednotka	limit	Typ limitu
1.	<i>Clostridium perfringens</i>	KTJ/100 ml	0	MH
2.	Intestinální enterokoky	KTJ/100 ml	0	NMH
		KTJ/100 ml	0	NMH
3.	<i>Escherichia coli</i>	KTJ (MPN)/100ml	0	NMH
		KTJ (MPN)/100ml	0	NMH
4.	Koliformní bakterie	KTJ (MPN)/100ml	0	NMH
		KTJ (MPN)/100ml	0	NMH
5.	Mikroskopický obraz - <i>abioseston</i>	%	5	MH
6.	Mikroskopický obraz – počet organismů	Jedinci/ml	50	MH
7.	Mikroskopický obraz – živé organismy	Jedinci/ml	0	MH
8.	Počty kolonií při 22 °C	KTJ/ml	Bez abnormálních změn	MH
		KTJ/ml	200	DH
		KTJ/ml	100	NMH
9.	Počty kolonií při 36 °C	KTJ/ml	Bez abnormálních změn	MH
		KTJ/ml	40	DH
		KTJ/ml	20	NMH
10.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	KTJ/250ml	0	NMH



Příloha 2: Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele pitné vody a jejich hygienické limity podle vyhlášky č.252/2004 Sb.

Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele					
č.	ukazatel		jednotka	limit	Typ limitu
11.	1,2-dichlorethan		µg/l	3,0	NMH
12.	akrylamid		µg/l	0,1	NMH
13.	Amonné ionty	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Mg/l	0,50	MH
14.	antimon	Sb	µg/l	5,0	NMH
15.	arsen	As	µg/l	10	NMH
16.	barva		Mg/l Pt	20	MH
17.	benzen		µg/l	1,0	NMH
18.	Benzo(a)pyren	BaP	µg/l	0,01	NMH
19.	beryllium	Be	µg/l	2,0	NMH
20.	bor	B	Mg/l	1,0	NMH
21.	bromičnany	BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	µg/l	10	NMH
22.	Celkový organický uhlík	TOC	Mg/l	5,0	MH
23.	dusičnany	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Mg/l	50	NMH
24.	dusitany	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Mg/l	0,50	NMH
25.	epichlorhydrin		µg/l	0,10	NMH
26.	fluoridy	F <sup>-</sup>	Mg/l	1,5	NMH
27.	hliník	Al	Mg/l	0,20	MH
28.	hořčík	Mg	Mg/l	10	MH
				20-30	DH
29.	Chemická spotřeba kyslíku (manganistanem)	CHSK - Mn	Mg/l	3,0	MH
30.	Chlor volný	Cl <sub>2</sub>	Mg/l	0,3	MH
31.	chlorečnany	ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	µg/l	200	NMH
32.	Chlorethen (vinylchlorid)		µg/l	0,50	NMH
33.	chloridy	Cl <sup>-</sup>	Mg/l	100	MH
34.	chloritany	ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	µg/l	200	NMH
35.	chrom	Cr	µg/l	50	NMH
36.	chuť			Přijatelná pro odběratele	MH
37.	kadmium	Cd	µg/l	5,0	NMH
38.	konduktivita	k	mS/m	125	MH
39.	Kyanidy celkové	CN <sup>-</sup>	Mg/l	0,050	NMH
40.	mangan	Mn	Mg/l	0,050	MH
41.	měď	Cu	µg/l	1000	NMH
42.	Microcystin-LR		µg/l	1	NMH
43.	nikl	Ni	µg/l	20	NMH
44.	olovo	Pb	µg/l	10	NMH

45.	ozon	O <sub>3</sub>	µg/l	50	NMH
46.	pach			Přijatelný pro odběratele	MH
47.	Pesticidní látky	PL	µg/l	0,10	NMH
48.	Pesticidní látky celkem	PLC	µg/l	0,50	NMH
49.	pH	pH		6,5-9,5	MH
50.	Polycyklické aromatické uhlovodíky	PAU	µg/l	0,10	NMH
51.	rtuť	Hg	µg/l	1,0	NMH
52.	selen	Se	Hg/l	10	NMH
53.	sírany	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Mg/l	250	MH
54.	sodík	Na	Mg/l	200	MH
55.	stříbro	Ag	µg/l	25	NMH
56.	teplota		°C	8-12	DH
57.	tetrachlorethen	PCE	µg/l	10	NMH
58.	trihalomethany	THM	µg/l	100	NMH
59.	trichlorethen	TCE	µg/l	10	NMH
60.	Trichlormethan (chloroform)		µg/l	30	NMH
61.	uran	U	µg/l	15	NMH
62.	vápník	Ca	Mg/l	30	MH
				40-80	DH
63.	Vápník a hořčík	Ca + Mg	mmol/l	2-3,5	DH
64.	zákal		ZF (n)	5	MH
65.	železo	Fe	Mg/l	0,20	MH

Příloha 3: Směrná čísla roční spotřeby vody podle vyhlášky č.120/2011 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č.428/2011 Sb., kterou se provádí zákon č.274/2011 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

I. BYTOVÝ FOND		
byty		
1.	na jednoho obyvatele bytu s tekoucí studenou vodou mimo byt za rok	15 m <sup>3</sup>
2.	na jednoho obyvatele bytu bez tekoucí teplé vody za rok	25 m <sup>3</sup>
3.	na jednoho obyvatele bytu s tekoucí teplou vodou za rok	35 m <sup>3</sup>
II. VEŘEJNÉ BUDOVY, ŠKOLY		
kancelářské budovy (bez stravování), na jednu osobu při průměru 250 pracovních dnů za rok		
4.	WC, umyvadla	8 m <sup>3</sup>
5.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda	14 m <sup>3</sup>
6.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda s možností sprchování	18 m <sup>3</sup>
školy (bez stravování), na jednu osobu (žáka, učitele, pracovníka) při průměru 200 pracovních dnů za rok		
7.	WC, umyvadla	3 m <sup>3</sup>
8.	WC a tekoucí teplá voda	5 m <sup>3</sup>
mateřské školy a jesle s celodenním provozem (bez stravování), na jednu osobu (učitele, pracovníka, dítě) při průměru 200 pracovních dnů za rok		
9.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda	8 m <sup>3</sup>
10.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda s možností sprchování	16 m <sup>3</sup>
III. HOTELY, UBYTOVNY, INTERNÁTY		
hotely a penziony		
11.	většina pokojů má WC a koupelnu s tekoucí teplou vodou	45 m <sup>3</sup>
12.	většina pokojů je bez koupelny (sprch), WC na chodbě	23 m <sup>3</sup>
13.	restaurace v hotelu, penzionu podle položek č. 18, 19, 20	
14.	pro doplňující vybavení hotelů se přičítá:	
	denní připouštění bazénu	10 m <sup>3</sup>
	sauna, wellness	10 m <sup>3</sup>
internáty, učňovské domovy, studentské koleje, ubytovny		
15.	většina pokojů má WC a koupelnu s tekoucí teplou vodou	25 m <sup>3</sup>
16.	většina pokojů je bez koupelny (sprch), WC na chodbě	15 m <sup>3</sup>
17.	stravování podle položek č. 18, 19, 20	
stravování – kuchyně, jídelna (bezobslužné), na 1 strážníka a 1 pracovníka na jednu směnu za rok		
18.	dovoz jídla, mytí nádobí, vybavení WC, umyvadla	3 m <sup>3</sup>
19.	vaření jídla, mytí nádobí, vybavení WC, umyvadla	8 m <sup>3</sup>
20.	bufet, občerstvení	1 m <sup>3</sup>
IV. ZDRAVOTNICKÁ A SOCIÁLNÍ ZAŘÍZENÍ		
Vybavení: WC, umyvadla a tekoucí teplá voda na 1 pracovníka v denním průměru za rok		
zdravotnická střediska, ambulatoria, ordinace		
21.	na jednoho pracovníka	18 m <sup>3</sup>
lékárny, hygienicko-epidemiologické stanice		
22.	na jednoho pracovníka	18 m <sup>3</sup>
zubní střediska s celoročním provozem, ordinace		
23.	na jednoho pracovníka	20 m <sup>3</sup>
ošetřovaná osoba		

24.	na 1 vyšetřovanou osobu v denním průměru za rok rehabilitace, rehabilitační bazén, sauna	2 m <sup>3</sup>
25.	na jednotlivá rehabilitační zařízení se určí potřeba množství podle příslušné normy pro provoz využívaného zařízení	
26.	na jednoho pracovníka nemocnice (včetně stravování, kuchyně, bez léčebných zařízení)	18 m <sup>3</sup>
27.	na jedno lůžko léčebny dlouhodobě nemocných, domovy důchodců (včetně stravování, kuchyně, bez léčebných zařízení)	50 m <sup>3</sup>
28.	na jedno lůžko	45 m <sup>3</sup>
<b>V. KULTURNÍ A OSVĚTOVÉ PODNIKY, SPORTOVNÍ ZAŘÍZENÍ</b>		
multikina, samostatná kina a divadla s celoročním provozem (vybavení WC, umyvadla), při plné obsazenosti za rok		
29.	na jedno sedadlo a jedno představení denně přednáškové sítě, knihovny, čítárny, studovny a muzea (vybavení WC, umyvadla)	1 m <sup>3</sup>
30.	na jednoho návštěvníka v denním průměru za rok	14 m <sup>3</sup>
31.	na jednoho návštěvníka tělocvična, sportoviště, fitness centrum (vybavení WC, umyvadla, možnost sprchování s teplou vodou)	2 m <sup>3</sup>
32.	na jednoho návštěvníka na 1 hřiště za rok	20 m <sup>3</sup>
33.	kropení antukových hřišť krytých	230 m <sup>3</sup>
34.	kropení antukových hřišť nekrytých	460 m <sup>3</sup>
na 100 m <sup>2</sup> za provozní den		
35.	kropení travnatých hřišť	20 m <sup>3</sup> /rok
36.	golfové hřiště 18 ti jamkové se zavlažováním greenu, odpališť a ferveje	22 500 m <sup>3</sup>
na 1 návštěvníka sportovní akce v denním průměru (365 dnů) za rok		
37.	WC, umyvadla zimní stadion	1 m <sup>3</sup>
38.	pro jednotlivá zařízení se určí potřeba množství vody podle příslušné normy nebo technického návodu pro provoz (tvorba a úprava ledové plochy, relaxační zařízení apod.)	
<b>VI. RESTAURACE, VINÁRNÍ (vybavení WC, umyvadla, tekoucí teplá voda)</b>		
restaurace, vinárny, kavárny, na jednoho pracovníka v jedné směně (365 dnů) za rok (zahrnuje i zákazníky bez mytí skla)		
39.	pouze výčep	50 m <sup>3</sup>
40.	výčep, podávání studených jídel	60 m <sup>3</sup>
41.	výčep, podávání studených jídel a teplých jídel	80 m <sup>3</sup>
vybavení na mytí skla (přičítá se k položkám č.39, 40 a 41)		
42.	výčepní stolice s trvalým průtokem 3 l/min. za jednu směnu	450 m <sup>3</sup>
43.	mytí skla bez trvalého průtoku nebo myčka skla za jednu směnu	60 m <sup>3</sup>
<b>VII. PROVOZOVNY (na jednoho pracovníka v jedné směně za rok)</b>		
provozovny místního významu, kde se vody neužívá k výrobě		
44.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda	18 m <sup>3</sup>
45.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda s možností sprchování	26 m <sup>3</sup>
46.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda s možností sprchování v provozovnách s nečistým provozem nebo potřebou vyšší hygieny	30 m <sup>3</sup>

holičství a kadeřnictví, na jednoho pracovníka v jedné směně v průměru za rok (zahrnuje i zákazníky)		
47.	v pánské a dámské provozovně WC, umyvadla s teplou vodou	50 m <sup>3</sup>
samostatné prádelny (zakázkové)		
48.	na 1 q vypraného prádla (tzv. technická voda)	1 m <sup>3</sup>
49.	na jednoho zaměstnance v jedné směně podle položek č.44, 45 a 46	
VIII. PRODEJNY		
prodejn s čistým provozem, včetně obchodních domů, supermarketů, na jednoho pracovníka v jedné směně v průměru za rok		
50.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda	18 m <sup>3</sup>
prodejna ryb, drůbeže a zvířiny, na jednoho pracovníka v jedné směně v průměru za rok		
51.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda	20 m <sup>3</sup>
52.	na 100 kg prodaných živých ryb (připočítává se k pol. č.51)	34 m <sup>3</sup>
na 100 kg živých ryb		
53.	prodej ryb v sádce na volném prostranství na 100 kg prodaných živých ryb	6 m <sup>3</sup>
potravinařské výroby místního významu (např. řeznictví, výroba uzenin, salátů, pečiva aspo. (WC, umyvadla), na jednoho pracovníka v jedné směně v průměru za rok		
54.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda s možností sprchování	26 m <sup>3</sup>
IX. HOSPODÁŘSKÁ ZVÍŘATA A DRŮBEŽ		
hospodářská zvířata, na jeden kus v průměru za rok		
55.	dojnice včetně ošetřování mléka a oplachů	36 m <sup>3</sup>
56.	býk	18 m <sup>3</sup>
57.	tele, ovce, koza, vepř	6 m <sup>3</sup>
58.	prasnice	8 m <sup>3</sup>
59.	kůň	14 m <sup>3</sup>
60.	pes – chovná stanice (pouze nad 2 kusy)	1 m <sup>3</sup>
drůbež, na 100 kusů v průměru za rok		
61.	slepice, perličky	11 m <sup>3</sup>
62.	husy, kachny, krůty	36 m <sup>3</sup>
X. ZAHRADY		
63.	venkovní zahrady okrasné (trávníky, květiny) nebo osázené zeleninou na 100 m <sup>2</sup>	16 m <sup>3</sup>
64.	sady osázené ovoc. stromy nebo jinak využívané na 100 m <sup>2</sup>	3 m <sup>3</sup>
65.	pro automatizované zalévání zahrad s pěstováním květin, zeleniny, podle čidel na určení vlhkosti	12 m <sup>3</sup>
66.	průmyslové a skleníkové pěstování zeleniny, květin – pro jednotlivá zařízení (automatizované kropení) se určí potřeba množství podle příslušného technického návodu pro provoz využívaného objektu	
XI. MYTÍ AUTOMOBILŮ		
67.	osobní automobil užívaný pro domácnost (stříkání a umývání) – předpokládá se mytí 10 x ročně	1 m <sup>3</sup>

Příloha 4: Seznam vodojemů znázorňující jejich parametry a četnost provozních rozborů

Vodojem	Objem akumulace (m <sup>3</sup> )	Výška akumulace (m)	Minimální hladina (m n.m.)	Maximální hladina (m n.m.)	Provozní rozbor (min. rok)
Střed	6000	5,0	281,3	286,3	12
Pták	2000	5,5	331,6	337,1	12
Sukov	4000	5,0	305	310	12
Kaňk	1200	4,0	323	327	12
Bernardov	150	3,1	251,3	254,4	3
Krchleby	30	3,1	273,3	276,4	3
Močovice	60	2,4	273	275,4	3
Třebešice	60	2,4	284,9	287,3	3
Bambousek	1600	4,1	299,6	303,7	6
Zálesí	500	4	347	351	3
Kocanda	50	2,5	411	413,5	3
Vlkaneč	80	3,0	450	453	3
Damírov	37	2,8	410,6	413,4	3
Březí	80	3,0	394	397	3
Vysoká	800	3,0	422	425	4
Dubina	300	3,0	438	441	4
Jindice	55	3,0	438	441	3
Uhlířské Janovice	1000	3,3	476,7	480	4
Radvanice	800	2,5	373,5	376	4
Polánka	500	3	383,4	386,4	4
Bykáň	50	2,5	350	352,5	3
Lomec	50	1,5	392	393,5	3
Červené Janovice	200	1,5	495	496,5	3

Příloha 5: Přehledná situace přivaděče Polánka – Chlístovice

