

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

**Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování**



Bakalářská práce

Vodovodní přívaděč a vodní zdroj pro obec Zichov

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

Bakalant: Jan Morysek

2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Morysek

Vodní hospodářství

Název práce

Vodovodní přivaděč a vodní zdroj pro obec Zíchov

Název anglicky

Drinking water distribution system for municipality Zíchov

Cíle práce

Předmětem práce je shromáždění informací o současném stavu zásobování malých obcí pitnou vodou v České republice.

Hlavním cílem práce je pak návrh zásobování pitnou vodou obce Zíchov. První variantou je realizace vodovodního přivaděče z centrálního vodojemu zásobujícího městy Koloveč. Druhá varianta pak počítá s návrhem vrtu v blízkosti obce Zíchov.

Metodika

- vypracování literární rešerše ke studované problematice
- charakteristika obou variant řešení
- vyhodnocení kvalitativních vlastností dodávané pitné vody obou variant řešení
- vyhodnocení finanční náročnosti obou variant řešení

Doporučený rozsah práce

40 stran

Klíčová slova

pitná voda, zásobování malých obcí

Doporučené zdroje informací

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

CHEREMISINOFF, N. P. 2002: Handbook of water and wastewater treatment technologies. Amsterdam: Elsevier, 636 s.

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

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

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Petra Sychová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2019

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 13. 3. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 11. 04. 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že bakalářskou práci "Vodovodní přivaděč a vodní zdroj pro obec Zichov" jsem vypracoval samostatně pod vedením Ing. Petry Sychové, Ph.D. a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce.

V Praze dne 18. 4. 2019

Jan Morysek

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí mé bakalářské práce Ing. Petře Sychové, Ph.D. za poskytnutí cenných informací, rad a podkladů, díky kterým jsem byl schopen tuto práci vyhotovit. Dále bych chtěl poděkovat RNDr. Vítu Holečkovi za poskytnuté informace o umístění vrtu a panu Pavlovi Jahnovi za poskytnutí podkladů o zásobení obce Zichov a Koloveč. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině za podporu po celou dobu mého bakalářského studia a všem, kteří se mnou tímto obdobím procházeli.

Vodovodní přivaděč a vodní zdroj pro obec Zichov

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá zásobováním pitnou vodou obyvatelů obce Zichov. V první části se práce zaměřuje na sumarizaci a zpracování dostupných zdrojů, informací a podkladů, které se týkají problematiky vodních zdrojů, úpravy vody, vodovodních přivaděčů a zásobení pitnou vodou. Z této teoretické části se následně vychází v části praktické.

Praktická část popisuje a srovnává 2 varianty zásobování vodou obce Zichov. První varianta je návrh vodovodního přivaděče ze stávajícího vodojemu o dostatečném objemu zásobování obou obcí Koloveč a Zichov. Varianta druhá navrhuje vybudování vodního zdroje a samostatného vodojemu pro obec Zichov. V závěru jsou obě alternativy zhodnoceny z pohledu ekonomického a efektivního hospodaření.

Klíčová slova: vodovodní přivaděč, vodní zdroj, zásobení pitnou vodou

Drinking water distribution system for municipality Zichov

Abstract

This bachelor thesis explores the supplying of drinking water to inhabitants of the village Zichov. In the first part, this thesis deals with summarizing and processing all trusted sources, information and materials related to water resources, water treatment, water feeder and drinking water supply. The theoretical part of this thesis is based upon that information, and the practical part further analyzes its application.

The practical part includes two sections. The first focuses on the design of the new water feeder conduit from the existing water reservoir, which currently supplies the town Koloveč and has the sufficient volume to supply both villages together (Koloveč and Zichov). The second option proposes to build a water source and separate reservoir for the village Zichov on its own. The practical part addresses and compares both options. In the end, two sides of these alternatives are evaluated: economic feasibility and efficient water management.

Keywords: water feeder, water resource, drinking water supply

Obsah

1. Úvod	9
2. Cíle práce	11
2.1 Metodika zpracování	11
3. Zdroje pitné vody.....	12
3.1 Vody povrchové	12
3.2 Vody podzemní	12
4. Objekty jímání podzemní vody	14
4.1 Jímací zářez.....	14
4.2 Šachtové studny	15
4.3 Vrtané studny	16
5. Vztah spotřebitele a provozovatele vodovodní sítě.....	17
6. Ochrana vodovodního potrubí	18
7. Ochrana vodních zdrojů.....	19
8. Požární bezpečnost	20
9. Fyzikální, chemické a biologické vlastnosti vody.....	21
9.1 Fyzikální vlastnosti	22
9.2 Chemické vlastnosti	22
9.3 Biologické vlastnosti.....	23
10. Vodojemy	24
10.1 Návrh vodojemu.....	24
10.2 Druhy vodojemů	25
11. Návrh vodovodního potrubí.....	27
12. Materiály potrubí	28
12.1 Kovové materiály	28
12.2 Nekovové materiály	29
13. Obec Zichov	31
14. Technické řešení návrhu	32
14.1 Vodní zdroj pro obec Zichov	32
14.2 Vodovodní přivaděč pro obec Zichov	32
14.3 Požární voda	33

15.	Výpočty	35
15.1	Výpočet objemu vodojemu.....	35
15.2	Investiční záměr	36
15.3	Výpočet orientační ceny	37
16.	Diskuze	38
17.	Závěr	40
18.	Přehled literatury a použitých zdrojů.....	41
19.	Seznam obrázků.....	44
20.	Seznam tabulek.....	44
21.	Příloha	45

1. Úvod

Voda je základní prvek na Zemi. Její využití můžeme vidět všude kolem nás. Z globálního hlediska vodu můžeme rozdělit na vodu slanou a sladkou. Slané vody se na Zemi nachází většina, avšak pro život člověka je nejdůležitější dostatek vody sladké, které není v atmosféře tolik. Dříve se témata, jako nakládání s vodou, vůbec neřešila a spotřeba vody na jednoho obyvatele byla vyšší. Dnes ale nastává problém neustálého nárůstu obyvatel a tím pádem také větší spotřeby pitné vody. Nyní je potřeba tyto otázky otevřít a začít je nějakým způsobem řešit. Způsoby, jak vytvořit z vody znečištěné či slané vodu čistou, jsou již dávno vymyšleny. Bohužel, vše je jen otázka finančních prostředků, které nejsou využívány na tyto technologie. V dnešní době už se přístup k této problematice mění a dochází k velkému nárůstu a akcentu na využívání dokonalejších a efektivnějších technologií. (Beránek a kol., 2005)

Nedostatek vody (nebo nedostatek kvalitní vody) je v dnešní době problémem jakékoli části Země, kde žijí lidé. V důsledku globálního oteplování dochází k posouvání klimatických pásů a například v Evropě se nyní začínají řešit témata, jak tento proces zpomalit a jak ho řešit. Můžeme se podívat na dnešní Českou republiku. Česká republika se nachází na vrcholu Evropy a na jejím území se nachází hned 3 hlavní evropská povodí – povodí Labe, povodí Dunaje a povodí Odry. Ne nadarmo se Česká republika nazývá střechou Evropy, neboť terén je zde vysoko položený a nachází se téměř ve středu evropských zemí. Veškerá voda, která u nás naprší, odtéká pryč. Proto by měl být kladen velký důraz na její zachycení a udržení v krajině. Pro udržení vody v republice byly budovány kaskády rybníků, velké vodní nádrže, retenční nádrže atd. V současné době se hovoří rovněž o dalších způsobech a možnostech zadržení vody v krajině formou podpory infiltrace vody do půdního profilu, zpomalení dešťového odtoku apod. (Dzuráková a kol., 2017)

Je potřeba se zaměřit na obhospodařování půdy zemědělstvím, neboť způsobem obhospodařování je ovlivněno velké množství vody. V zemědělství jsou ve velkých koncentracích využívána průmyslová hnojiva, která jsou škodlivá a nemají dobrý vliv na organismy, které jsou jimi zasaženy. První pokusy s používáním chemických hnojiv v zemědělství začaly už během 2. světové války. K nejlepšímu transportu těchto látek dochází vodou. Čímž se dostáváme k problému, neboť voda nasycená těmito škodlivinami se vsakuje

do půdy a následně ovlivňuje vodní zdroje, které jsou ve velké míře používány k zásobení pitnou vodou obyvatel. Za předpokladu, že se tyto vody využívají k zásobení, musí se voda takto znečištěná v mnohých případech relativně nákladně upravovat např. odkyselením. V neposlední řadě je v zemědělství potřeba pro produkci potravin čistá sladká voda. Až třetina vody v Evropě je využita v tomto odvětví. Toto množství je následně znečištěno pesticidy a průmyslovými hnojivy, čímž se z čisté sladké vody stává voda znečištěná, tedy nepoužitelná pro zásobení obyvatel.

Ve velkých městech a větších obcích jsou budovány propracované systémy pro zásobení jejich obyvatel. Ovšem menších obcí, které nemají tak velký rozpočet pro vybudování zdrojů, přivaděčů a vodovodních sítí po obci, zůstává velké procento. Ve většině těchto obcí jsou tedy řešeny soukromé či obecní zdroje, ze kterých je zásobován jeden či více objektů. (Kožíšek a kol., 2013)

Může být uveden názorný příklad. Obec vybuduje jednotlivé zdroje, ze kterých jsou napájeny objekty v obci. Nad těmito vodními zdroji se nacházejí rozsáhlé pozemky, které jsou využívány efektivní formou zemědělství. Jak bylo uvedeno výše v textu, tyto vodní zdroje budou ovlivněny znečištěnou vodou vsakující se na zemědělských pozemcích a transportované látky se dostanou do zdrojů. Tímto se tedy stává pitná voda znehodnocenou pro využití k zásobování obyvatel. Obec tedy musí přistoupit na méně ekonomicky výhodnou alternativu zásobování.

V teoretické části této práce jsou k této problematice shromážděny všechny dostupné informace a v praktické části je řešena problematika na dvou určitých alternativách, které tento problém řeší.

2. Cíle práce

Tato bakalářská práce si klade za cíl sumarizovat teoretické informace a na tomto základu navrhnout dvě alternativy zásobování malé obce pitnou vodou. Jednou z alternativ bude vybudování vodního zdroje, ze kterého se bude voda dodávat do vodojemu a z něj následně gravitačně vodovodní sítí ke spotřebiteli. Druhá alternativa řeší čerpaní vody vodovodním přivaděčem ze stávajícího vodojemu obce Koloveč rovnou ke spotřebiteli. Cílem práce je porovnání obou variant a vyhodnocení jejich ekonomického i provozně efektivního řešení.

2.1 Metodika zpracování

Základem řešení dané problematiky bylo shromáždění relevantních informací z odborné literatury, příslušných norem, zákonů a internetových zdrojů zabývajících se danou problematikou. Poznatky z literární rešerše byly následně využity na modelovém příkladu řešení zásobování malé obce Zichov. Tato obec byla vybrána, protože zde řeší nedostatek nezávadné pitné vody.

Při zpracování praktické části, která se zabývá návrhem vodovodního přivaděče a vodním zdrojem pro obec Zichov, byly využity podklady firmy CHVaK a.s. Domažlice a konzultace s vedoucím jejich projekční kanceláře panem Pavlem Jahnem. V práci byla využita konzultace s panem RNDr. Vítem Holečkem, který je ředitelem plzeňské divize firmy Aquatest a.s. Využilo se zde geodetické zaměření od firmy Geodézie Jihozápad s.r.o., mapové podklady uložených inženýrských sítí, které se nacházejí v zájmovém území, a mapové podklady od Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního.

Vzhledem k tomu, že jedna z alternativ by měla být v budoucnu realizována, proběhly konzultace i s investorem, kterým je obec Koloveč, část Zichov.

3. Zdroje pitné vody

3.1 Vody povrchové

Vody, které se přirozeně vyskytují na povrchu Země, se nazývají povrchové vody. Můžeme je rozdělit do dvou skupin na vody tekoucí a vody stojaté. Za vody tekoucí se považují řeky, potoky, bystřiny, říčky, ve kterých je voda nepřetržitě v pohybu. Za vody stojaté se považují rybníky, nádrže, jezera i některé potoky a kanály. I vody stojaté jsou nepřetržitě v pohybu. U vod tekoucích dochází k vymílání břehů, vymílání dna, přenosu organismů a částic obsažených v tekoucí vodě. U vod stojatých spíše dochází k zarůstání rostlinami, zabahnění a dochází zde k biologickým procesům, které proměňují jezera na bažiny a mělčiny. Voda povrchová může protékat pod povrchem například jeskyní či skalními dutinami, ale její charakter povrchové vody se nemění. (Shammas, Wang, 2016; Whitehead, 2009)

3.2 Vody podzemní

Zdrojem podzemních vod jsou spadané srážky. Jak se mění úhrn srážek za rok, tak se mění i průtoky vody na povrchu i pod zemí. Tyto změny mají velký vliv na rozdíly hladin podzemních vod. Dalším faktorem, který má vliv na hladinu a výskyt podzemních vod, je petrografické složení hornin. Velice záleží na uložení vrstev různých druhů půd, neboť voda do podzemí musí projít přes propustnou vrstvu půdy a následně se zastavit o vrstvu nepropustnou. U nás se největší zásoby podzemních vod nacházejí v oblasti Českého masívu, který se skládá z křídových vrstev a je tedy nejlepší pro jímání podzemních vod. (Hasenöhrl, 1989)

Podzemní vody můžeme rozdělit:

Dle místa vzniku

- Vadózní vody – vznik z atmosférických srážek
- Juvenilní vody – vznik z vodních par unikajících z magmatu

Dle propustnosti horninových celků

- Průlinová – vznik v nevyplněných průlinách nezpevněných sedimentů
- Puklinová – vznik v naplněných puklinách
- Krasová – vznik v krasových oblastech

Dle propustnosti půdy

- Propustné – tyto půdy mají velikou pórovitost
- Nepropustné – pórovitost je tak malá, že voda není schopna projít touto půdou

Dle hladiny

- Volná hladina – ovlivněna hladinou povrchových vod
- Napjatá hladina – hladina vody vystoupí výše, než byla naražena

Zachycení podzemní či povrchové vody je ve vodárenství prvotní a asi ten nejdůležitější úkon, který musí provozovatel učinit. Po vyhodnocení správného místa musí ještě zvolit správný způsob zachycování vody, která bude následně použita v dalších procesech, než bude možno ji dopravit ke spotřebiteli. (Barry, 2007)

Hasenöhrl (1987) rozděluje zachycování podzemních vod takto:

- Vertikálním způsobem
- Horizontálním způsobem
- Kombinovaným způsobem

4. Objekty jímání podzemní vody

Podzemní vody jsou definovány jako prostředí, kde se nachází s dostatečnou propustností horninová vrstva či souvrství hornin, které jsou schopny soustředit dostatečnou akumulaci podzemních vod nebo jejich proudění v tomto prostředí. (ČSN 75 5115, 2010)

Objekty určené pro jímání podzemní vody lze rozdělit různými způsoby. Zde jsou popsány tři objekty nejčastěji používané provozovateli, pro které není povinností tyto objekty vybudovat, ale následně mají povinnost objekty udržet v dobrém stavu, nepřetěžovat jejich vydatnosti a snažit se zachovat kvalitu jímané vody. (Grigg, 2016)

4.1 Jímací zářez

Zakrytý jímací zářez se kope většinou do hloubky větší než 3 m. Hlubí se v prostředí slabě zvodnělých vrstev, na soutoku nesoustředěných pramenů, které v důsledku velké pórovitosti dovolují, aby se voda dostala k vrstvě, o kterou se zastaví. Jímací zářez se hloubí k nepropustné vrstvě, která se vyrovná na potřebný sklon. Na tuto vrstvu se položí kameninová trouba, která je, kromě dotykové strany s nepropustnou vrstvou, obložena kameny. Následně se tyto kameny obsypou štěrkem. Na štěrkovou vrstvu je ve výšce cca 20 cm položena vrstva písku a ta je následně překryta vytěženým výkopkem až po hranici terénu. Za předpokladu, že hloubka jímacího zářezu je tak velká, že by mohlo dojít po uložení výkopku k narušení kameninového potrubí, položí se na vrstvu písku betonové desky pro rozložení hmotnosti na větší plochu. Z jímacího zářezu jsou vyvedeny trouby do pramenní jímky, kde dochází k akumulaci většího množství vody. V pramenní jínce je osazený měrný přeliv, kterým je sledována vydatnost zdroje. (Novák a kol., 2003)

Pro jímání podzemní vody jsou doporučeny takové prameny, které mají poměr minimální k maximální vydatnosti 1:10. Pokud toto není dodrženo, je velká pravděpodobnost, že dojde k velkým odchylkám teploty, chemických vlastností jímané vody a tato voda se zpravidla více kalí. Než přijde tento zdroj vody do provozování, musí být proveden hydrogeologický průzkum, který zajistí přesné informace o tomto zdroji jako např. místo vývěru pramene, rozkolísanost vydatností. Za předpokladu, že by byl jímací zářez vyhlouben na vzestupných pramenech, pramenní jímka se osadí přímo nad vývěrem. (ČSN 75 5115, 2010)

4.2 Šachtové studny

Šachtové studny jsou rozděleny na kopané studny a spouštěné studny. Tyto studny se liší způsobem výstavby. U obou studen je vnitřní průměr 1 až 5 m a určuje se potřebnou akumulací podzemní vody. Akumulační prostor se určí podle rozdílu dvou hodnot: potřeby vody a vydatností zdroje. Za předpokladu, že spotřeba vody čerpané ze zdroje bude vysoká, musí se zvětšit i akumulací prostor. Minimální výška hladiny ode dna studny musí být 2 m. Hloubka studny závisí na vydatnosti zvodnělé vrstvy v určité hloubce. Šachta po vyhloubení musí být vyzděna, buď kamenným zdivem, nebo cihlovým zdivem, nebo může být vytvořen betonový plášť. Studňový plášť chrání vyhloubenou studnu před zavalením.

Za předpokladu, že by studna byla moc hluboká, udává se více než 5 m, může být studna neúplná s propustným dnem. Toto se stane, když se při hloubení studny nenarazí na nepropustnou vrstvu a hloubka je již moc velká. Šachtové studny jsou kopány do hloubek až 20 m. Tato hranice by neměla být porušena. (Velhartický a kol., 1963)

Kopané studny

Tyto studny se využívají pro zásobování jednotlivých objektů, případně menších obytných celků. Mají vnitřní průměr okolo 2 až 3 m a jejich hloubení probíhá za pomoci předem vyhloubené pažené stavební jámy. Hloubení probíhá až do potřebné hloubky a následně se vybuduje základ studny. Studna vychází asi 50 cm nad terén nebo je její výška upravena dle maximální hladiny stoupající vnější vody. Kolem vrchního prstence se udělá násyp kuželovitého tvaru z nepropustné půdy a následně se vydláždí, aby spadaná dešťová voda v místě studně, co nejrychleji odtékala pryč. (Hasenöhrl, 1987; Bai, 1991)

Spouštěné studny

Tyto studny se využívají při potřebě větších hloubek a v nesoudržných horninách. Maximální hranice hloubky studny je stanovena na 25 m. Z ekonomického hlediska se pažení již nepoužívá, tak jak je tomu u kopaných studen. Varianta s pažením je velice nákladná. Po vykopání stavební jámy do 3 až 4 m se na urovnané dno osadí železobetonový věnec. Pod železobetonový věnec jsou vloženy dřevěné podložky. Plášť studny je cca ve 2 centimetrové vrstvě omítnut a následně jsou přeseknuty či vyjmuty dřevěné podložky a plášť studny klesá svojí vlastní vahou do větší hloubky. Důležité je plášť při tomto úkonu stále přizdívat. Z důvodu nepropustnosti 2 centimetrové tloušťky pláště se do něj vkládají

drenážní trouby o průměru asi 5 cm, které sbírají podzemní vodu a zajišťují její dopravu do studny. Výhodou těchto drenážních trub je jejich snadná údržba a vyčištění při zanešení. (Velhartický a kol., 1963)

4.3 Vrtané studny

Vrtané studny se používají pro jímání podzemních vod, které vyžadují jímání z větších hloubek než u jímacích zářezů a šachtových studen. Tyto zdroje jsou schopny s ohledem na rozdíl vydatností zásobit celé obce. Pro dosažení požadované vydatnosti zdroje je hloubka studen stanovena hydrogeologickým průzkumem. Postup je, že je nejdříve vybudován průzkumný vrt a následně se provede hydrogeologická zkouška. Při této zkoušce se zkoumá vydatnost a kvalita zdroje. Samotné vrtání může být provedeno různými způsoby.

Nejpoužívanější způsoby jsou vrtání nárazová a otáčivá. Na vrtací soupravu se přidávají pažnice, které jsou většinou v délkách cca 2,0 m a soubor těchto pažnic naskládaných za sebou se nazývá tah. Vystrojení studně je provedeno většinou v průměru 0,2 až 0,5 m. Ve zvodnělých vrstvách jsou vloženy zátrubnice perforované a ve zbytku vrtu jsou zátrubnice plné. Zátrubnice slouží jako ochrana před zanesením vrtu pískem či jinými malými částicemi, které by mohly narušit jímání podzemní vody. K vystrojení vrtu se užívají zátrubnice ocelové, plastové nebo keramické. Zvolení druhu zátrubnic je dáno druhem horniny, kvalitou vody a požadované vydatnosti. Usazením betonové desky nebo betonové konstrukce se zajistí ochrana zhlaví vrtu. Tato konstrukce má mít přesah cca 0,5 m nad terénem nebo po hranici maximální hladiny okolní vody. Konstrukce má dva vstupy. Jeden je přímo nad vyústěním pažnice nad terén pro možnou manipulaci s potrubím a čerpadlem ve vrtu a druhý slouží jako vstupní otvor osazený 0,2 m od stěny, na které je žebřík. Okolo je udělaný násyp z nepropustné zeminy kuželovitého tvaru a na něm jsou vystavěny schody. Provozovatelské společnosti si do zhlaví vrtu osazují vodoměrné soustavy s přenosem pro kontrolu odebraného množství. (Shammas, Wang, 2016)

5. Vztah spotřebitele a provozovatele vodovodní sítě

Vztah mezi spotřebitelem a provozovatelem vodovodní sítě, na kterou je spotřebitel napojen, je smluvně podložený. Oba účastníci podepsaní pod touto smlouvou jsou povinni podmínky této smlouvy ctít a držet se pravidel, která jsou ve smlouvě stanovena. Provozovatel je povinen napojit spotřebitele. Není dáno za jakých podmínek, což se v praxi nemálo využívá, ovšem povinnost napojení na řad je dána. Po napojení přípojky je dodávka pitné vody splněna nátokem do vodovodní přípojky. Napojení vodovodní přípojky a osazení vodoměru dělá vždy provozovatel. Zbytek prací může dělat jiná osoba oprávněná k této činnosti.

Za předpokladu, že provozovatel má nedostatek vody a není tedy schopen zajistit přívod pitné vody v plném množství, může vodoprávní úřad po konzultaci s obcí, vlastníkem a provozovatelem omezit dodávané množství vody a to po dobu až 3 měsíců. Delší doba není povolena. (D'Ercolea a kol., 2016)

Měření dodávané vody se měří vodoměrem, který je osazen ve vodoměrné šachtě 1 m za hranicí pozemku nebo je osazen ve sklepě či technické místnosti. Změřené množství je podkladem k fakturaci spotřeby vody spotřebitelem. Provozovatel je povinen ohlásit výměnu vodoměru minimálně 15 dní předem a spotřebitel je povinen tuto výměnu provozovateli umožnit bez jeho účasti, pokud se obě strany nedomluví, že to bude jinak. Zásah, narušení nebo manipulace s vodoměrem jinou osobou než oprávněnou provozovatelem není přípustný. Vodoměr, který se přetočí či ukazuje nesmyslné hodnoty, je demontován z vodoměrné soustavy a odeslán na přezkoušení. Toto přezkoušení dělá firma oprávněná k této činnosti. Pokud se přezkoušením vodoměru zjistí, že nesplňuje dané požadavky a jeho činnost bez narušení jinou osobou byla nefunkční, hradí náklady za toto přezkoušení provozovatel. Pokud údaje vodoměru splňují dané požadavky pro zacházení s vodoměrem, hradí přezkoušení spotřebitel. Za předpokladu, že spotřebitel nebo provozovatel zjistí, že vodoměr bez známky narušení přestal měřit množství spotřebované vody, je dané množství určeno dle množství dodaného předešlý rok. (Zákon č. 274/2001 Sb.; Houben, Treskatis, 2007)

6. Ochrana vodovodního potrubí

Ochranná pásma vodovodních řadů se vymezují prostorem v bezprostřední blízkosti vodovodu. Tento prostor má zajišťovat schopnost provozu, údržby a ochrany vodovodních sítí. Výjimku z ochranného pásma sítě je schopen udělit v odůvodněných případech příslušný vodoprávní úřad, který přihledne na skutečnosti ovlivňující nemožnost vymezit ochranné pásmo. Vždy platí, že v ochranném pásmu je dovoleno učinit takové postupy, které neomezí či neohrozí provoz vodovodní sítě. Není zde možno vytvářet skládky jakéhokoliv odpadu. Pokud oprávněná osoba potřebuje zasáhnout do ochranného pásma sítě, je potřeba tento zásah projednat s vodoprávním úřadem a provozovatelem či vlastníkem dané sítě.

Dle Zákona č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu lze ochranná pásma stanovit takto:

- U vodovodních řadů do a včetně průměru 500 mm v délce 1,5 m od vnějšího líce potrubí.
- U vodovodních řadů nad průměr 500 mm v délce 2,5 m od vnějšího líce potrubí.
- U vodovodních řadů o průměru nad 200 mm uložených v hloubce přesahující 2,5 m pod terénem se vzdálenosti stanovené v předchozích bodech zvětšují o 1,0 m od vnějšího líce potrubí.

7. Ochrana vodních zdrojů

Ochrana vodních zdrojů je nedílnou součástí jejich návrhu, výstavby a následné údržby. Ochranná pásma se zřizují, neboť v zájmovém území vodního zdroje nesmí být ohrožena distribuce odebírané vody. Za předpokladu, že by ochranná pásma nebyla zřízena, byl by ohrožen zdroj i samotná voda, která by byla ovlivněna okolím z bezprostřední blízkosti. Nejlepší by bylo, aby k tomuto ovlivnění nedocházelo vůbec. Ochranná pásma vodoprávní úřady zřizují pro jasnou regulaci hospodaření, dopravy a nakládání s prostředím okolo daného vodního zdroje.

Ochranná pásma jsou zájmová území v okolí daného zdroje zřízená z důvodu ochrany vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávadnosti vody. Pásma se zřizují pro vody povrchové a podzemní, které mohou být využity nebo jsou využity k zásobování pitnou vodou. Tato voda musí být nezávadná. Pásma mohou být omezena nebo zrušena vodoprávním úřadem jen ze závažných důvodů, které musí být úřadu předloženy a jsou vyhodnoceny jako neřešitelné jiným způsobem.

Ochranná pásma se dělí na ochranné pásmo I. stupně a ochranné pásmo II. stupně. (Grünwald a kol., 1998)

Ochranné pásmo I. stupně se stanovuje v bezprostřední blízkosti zdroje a Zákon č. 254/2001 Sb. je rozděluje takto:

- Vodárenské nádrže pro zásobování pitnou vodou mají pásmo zřízeno minimálně po celé ploše zdroje při maximální kótě hladiny.
- Vodárenské nádrže s jiným využitím mají vymezené ochranné pásmo v okolí 100 m od odběrného místa.
- U vodních toků s jezovým vzduťm se zřizuje pásmo 200 proti proudu, 100 m po proudu nebo k hraně jezové konstrukce, v šíři 15 m od odběrného místa.
- U vodních toků bez jezového vzduťm je zřízeno ochranné pásmo 200 m proti proudu, 50 m po proudu, v šíři 15 m od odběrného místa.
- U vodního zdroje, který jímá podzemní vody je vymezeno ochranné pásmo minimálně 10 m.

Dále jsou vodoprávním úřadem zřizována ochranná pásma II. stupně, která jsou zřízena od vnější hrany pásma I. stupně. Za předpokladu, že stavebník, investor nebo osoba, která má právo odebírat vodu z vodního zdroje, nepředloží vodoprávnímu úřadu návrh II. stupně ochranného pásma, může úřad tento návrh nařídit. Návrh a výstavbu ochranných pásem vždy hradí investor nebo osoba, která má právo k odebírání vody ze zdroje, vodoprávní úřad nehradí žádnou částku. Návrh na ochranné pásmo II. stupně probíhá tak, že vodoprávní orgán vymezí územní jednotky individuálně dle potřeby. Vlastníkovi pozemku, na kterém bylo zřízeno ochranné pásmo I. a II. stupně, bude nahrazena škoda a náhrada ve výši rozlohy a druhu daného pozemku. (Zákon č. 254/2001 Sb.)

8. Požární bezpečnost

Vodovodní potrubí se navrhuje tak, aby bylo možné při požáru dosáhnout dostatečného odběru požární vody k uhašení požáru. Za předpokladu, že jsou v zájmovém území zřízena odběrná místa, která toto množství jsou schopna zajistit, může být vodovodní potrubí navrženo jen pro distribuci. Množství odběru požární vody je náhodná veličina, neboť nikdy nelze odhadnout, jak rozsáhlý požár zájmové území zasáhne. (Votruba, Heřman, 1993)

9. Fyzikální, chemické a biologické vlastnosti vody

Pro zjištění fyzikálních, chemických a biologických vlastností je potřeba odebrat vzorky, z nichž budou dělány rozборы. Pro odebírání vzorků platí dané způsoby odběru. Stejně je tomu při uskladnění a manipulaci s odebranými vzorky. Množství odebrané vody vzorku závisí na jednotlivém druhu rozboru. Pro fyzikální a chemické rozборы je potřeba 1 až 3 litry vody. Odebíraná voda se nabírá do lahví o určitém objemu. Tato láhev se před odběrem 2x až 3x vypláchne odebíranou vodou.

Pro odběr z vrtu a studně se odbírá vzorek po 20 až 30 minutách čerpání. Za předpokladu, že tato zkouška probíhá delší dobu, třeba 3 týdny nebo 1 měsíc, vzorek se odebírá při začátku čerpání a těsně před jeho ukončením. U studní, ze kterých je odebírané množství vody, se vzorek odebere po delším čase čerpání, aby se voda ve studni obměnila znovu nateklou podzemní vodou. Z rybníků, nádrží a toků se vzorek odebírá v hloubce 0,5 m pod hladinou a zároveň 0,5 m ode dna. Z rybníků a nádrží se odebírá vzorek v největší hloubce vodního díla. Toto platí pro fyzikální a chemický rozbor. Pro rozbor biologický je potřeba odebírat vodu z různých hloubek a z různých míst. U tekoucích vod se vzorky odebírají z proudnice vodního toku.

Z důvodu, že se složení a kvalita vody mění během roku vlivem klimatických a jiných podmínek, odebírají se vzorky vícekrát ročně, aby byla kontrola nad změnou vody. Tyto vzorky se u více využívaných zdrojů odebírají 2x ročně. Většinou se odebírají na jaře a na podzim v době, kdy dochází k nejmenšímu odběru pro distribuci pitné vody. Provozovatelé odebírají vzorky častěji, aby měli přesnější přehled o kvalitě vody dodávané spotřebiteli.

Vzorky se zkoumají a rozборы se provádějí v laboratořích určených pro tuto činnost. Na základě těchto rozborů budou probíhat dané úpravy vody. (Sukovitý, Višňovský, 1971)

9.1 Fyzikální vlastnosti

Fyzikální vlastnosti jsou nedílnou součástí každé věci a každého organismu na Zemi. Fyzikální vlastnosti vody jsou ovlivňovány tím, jak voda působí v krajině a jak krajina působí na vodu a jaké je její chování v tomto prostředí. (Sukovitý, Višňovský, 1971)

Sukovitý a Višňovský (1971) charakterizují fyzikální vlastnosti vody takto:

- Hustota
- Viskozita
- Elektrická vodivost
- Suspenze
- Vzhled
- Barva
- Zákal
- Chuť
- Pach
- Radioaktivita

9.2 Chemické vlastnosti

Chemické rozborů se dělají, aby se zjistilo množství organických a anorganických látek ve vodě. Z rozborů se zjišťují vlastnosti vody, množství aniontů, kationtů, neelektrolytů a plynů rozpuštěných ve vodě. Rozborů mohou například ukázat, jaký je obsah určitých druhů léků ve vodě nebo jaké množství a jaký druh drog se ve vodě nachází. (Mičaník a kol., 2001)

Základními vlastnostmi vody jsou reakce, koncentrace vodíkových plynů, okysličenost atd. Z aniontů se zjišťují chloridy, jodidy, fluoridy, fosforečnany aj. Za nejvýznamnější neelektrolyty se považují kyselina křemičitá, hydroxid titaničitý a látky huminové. Dále z rozpuštěných plynů jsou nejvýznamnější kyslík, kysličník uhličitý a sirovodík.

Tyto vlastnosti se zkoumají kvůli následné chemické úpravě vody. Občas je tato úprava velice nákladná a mnohé obce mají problém tuto úpravu vody zainvestovat. (Sukovitý, Višňovský, 1971)

9.3 Biologické vlastnosti

Při biologickém rozboru se zkoumají nečistoty obsažené ve vodě, jejich množství a znečištění odpadními vodami. Je důležité, že při těchto rozbořech jsou nalezeny mikro a makroskopické organismy, které udávají vlastnosti vody. Vždy záleží na množství těchto organismů v určitém objemu vody.

Bakteriologické rozboř fungují na stejném principu, ale jsou při nich zkoumány psychrofilní a mezofilní zárodky. Tyto zárodky se vyvíjejí při relativně vysokých teplotách. Pro vývoj psychrofilních zárodků se udává teplota 20 °C a u mezofilních zárodků až 37 °C. Stejně jako u biologických rozbořů záleží na množství těchto zárodků v určitém objemu odebírané vody. Přípustné množství organismů a zárodků ve vodě je dáno směrnici. (Sukovitý, Višňovský, 1971)

10. Vodojemy

Vodojemy jsou objekty, které jsou určeny k akumulaci vody. Vojem slouží k vyrovnání rozdílu mezi nastaveným rovnoměrným doplňováním vodojemu ze zdroje a nerovnoměrným odtokem do spotřebiště. Dříve se také vodojemy využívaly k možnosti čerpání vody v příznivém časovém horizontu. Bylo to možné díky rozdělení na nízký a vysoký tarif. Nyní jsou tyto tarify zrušeny. Do vodojemu je zakázán přístup všem osobám, kromě majitele objektu a jím pověřeným osobám. Vodojemy se rozdělují podle určitých podmínek, viz kap. 10.2. (Hasenöhrl, 1989)

10.1 Návrh vodojemu

Návrh vodojemu je ovlivněn mnoha faktory. Nejdůležitější faktor je jeho umístění. Umístěním vodojemu je ovlivněno umístění a rozložení čerpadel, délka potrubí přiváděcího a zásobního řadu. Za předpokladu, že je vodojem umístěn na správném místě, je v zásobovacím řadu správný tlak potrubí. Minimální tlak by neměl klesnout pod 0,15 MPa a maximální hranice tlaku by měla být do 0,6 MPa.

Dříve se využíval akumulací prostor jako ekonomický nástroj, neboť byly rozděleny tarify na nízký a vysoký. V nízkém tarifu docházelo k plnému načerpání akumulacích nádrží za nižší náklady. Nyní tomu už není, protože rozdělení tarifů bylo zrušeno.

Při návrhu využitelného objemu akumulace je potřeba přihlídnout ke třem faktorům, které toto ovlivňují. Nejdříve se stanoví objem vody rozdílem přítoku ze zdroje a odběrem spotřebiště. Aby byl tento objem co nejmenší a vodojem byl ekonomický výhodný, čerpání se navrhuje v době největšího odběru ze spotřebiště, neboť dochází k vyrovnání rozdílu mezi přítokem a odtokem. Dále se navrhuje objem podle potřeby požární vody. Tento faktor je do celkového objemu akumulace započítán za předpokladu, že je zásobní řad navržen jako požární a v místě spotřebiště, ve kterém by potenciálně mohlo dojít k požáru, nejsou jiná zásobovací místa požární vodou. Ovlivňujícím faktorem je také zajištění zásoby vody ve spotřebišti v době poruchy. Ve městech se doba poruchy navrhuje menší z důvodu větší technické vybavenosti, kdy se k poruše technici určení pro její opravu dostanou dříve než v malé obci. Průměrná doba potenciální poruchy se udává 6 až 8 hodin. (ČSN 75 5355, 2011)

10.2 Druhy vodojemů

Obecně jsou vodojemy děleny na dvě skupiny. První jsou podzemní vodojemy vystavěné pod terénem a nad nimi je zásyp. Druhými jsou nadzemní vodojemy, jejichž nádrž se nachází nad terénem a pod ní je nosná konstrukce. Podzemní vodojemy jsou méně nákladné a využívají se více. Za předpokladu, že není možné podzemním vodojemem dosáhnout požadovaného tlaku v gravitačním potrubí spotřebiště z důvodu malého výškového profilu reliéfu nebo špatných místních podmínek, jsou navrhovány vodojemy nadzemní. Podzemní vodojemy se skládají ze dvou částí. První část je akumulární nádrž a druhou je k ní přiléhající armaturní komora. U nadzemních vodojemů se staví tři části. První je akumulární nádrž nad terénem, druhou částí tvoří nosná konstrukce a třetí je základ nosné konstrukce, který rozkládá celou váhu vodojemu na základovou půdu.

Sukovitý a Višňovský (1971) rozdělují podzemní a nadzemní vodojemy takto:

Podzemní vodojemy

- S nádržemi čočkovitého tvaru
- S nádržemi válcovitého tvaru
 - a. Válcové nádrže monolitické železobetonové
 - b. Válcové nádrže monolitické předpjaté
 - c. Válcové nádrže montované
 - d. Válcové nádrže zděné z betonových tvárnic
- S nádržemi pravoúhlého tvaru
 - a. Monolitické železobetonové pravoúhlé nádrže
 - b. Monolitické předpjaté pravoúhlé nádrže
 - c. Montované železobetonové pravoúhlé nádrže
- S rourovými nádržemi

Nadzemní vodojemy

- Věžové vodojemy s ocelovými nádržemi
 - a. Věžové vodojemy s válcovou nebo kuželovou ocelovou nádrží na zděné či železobetonové nosné konstrukci
 - b. Věžové vodojemy s kulovou ocelovou nádrží nebo s nádrží ve tvaru elipsoidu na ocelové nosné konstrukci
- Věžové vodojemy s železobetonovými nádržemi
- Věžové vodojemy s monolitickými předpjatými betonovými nádržemi
- Montované železobetonové věžové vodojemy
 - a. Železobetonové vodojemy se zvedanými nádržemi
- Komínové vodojemy
- Nadzemní rourové vodojemy

11. Návrh vodovodního potrubí

Pro návrh vodovodního potrubí je důležité nejdříve zmapovat území. K prvotnímu zmapování lze použít mapový podklad. Následně dojde ke zjištění geomorfologických vlastností území. Stanovení výškového a směrového vedení vodovodního potrubí se nejlépe provádí určením všech napojovaných objektů. Ve většině obcí a měst mají zpracovaný územní plán, kde by měly být tyto informace obsaženy. V územním plánu by měly být navrženy výhledy na dobu budoucí a návrh potrubí by tomu měl být přizpůsoben. Následně dojde k vizuální prohlídce zájmového území a vyhodnocení předešlého návrhu trasy. (VOS, 2016)

K návrhu trasy vodovodního potrubí se přistupuje tak, že uložení potrubí by prvotně mělo být na veřejných pozemcích. Většinou se jedná o pozemky obecní. Pokud situace neumožňuje uložit potrubí na tyto pozemky, potrubí se uloží na pozemek soukromníka. Tento návrh musí být podložený souhlasem majitele pozemku a věcným břemenem mezi vlastníkem potrubí a majitelem pozemku. Prostorové uspořádání sítí je stanoveno ČSN 73 6005 (1994). Při návrhu potrubí musí být přetlak dimenzován na méně než 6 at, jen v mimořádných případech se dá zvýšit na 7 at. Nejmenší možný přetlak na potrubí může být 0,2 MPa = 2 at. Pokud tento přetlak není možné dodržet v nejvyšším či nejvzdálenějším místě, musí být zřízeno zařízení pro jeho zvýšení. K tomuto zvýšení mohou sloužit čerpadla. (ČSN 75 5401, 2007)

Pokud není zřízena jiná dodávka požární vody, musí být potrubí navrženo také na dostatečné množství dodávky požární vody k hašení požáru. Pro tento odběr musí být navržen i zdroj, ze kterého bude voda distribuována. Centrální potrubí nesmí být propojeno s žádným jiným potrubím vedoucím z jiného vodního zdroje. Pokud by mělo dojít k výměně napojení z potrubí na jiný vodní zdroj na vnitřní instalaci, musí být vodovodní potrubí mechanicky odpojeno. (Kožíšek a kol., 2013)

12. Materiály potrubí

Vodovodní potrubí se skládá z trub, tvarovek, armatur a dalšího příslušenství. Při návrhu potrubí se hodnotí více aspektů, podle kterých se druh potrubí osadí. Každý materiál má svá specifika a hodí se do jiných podmínek. Při návrhu nejvhodnějšího materiálu potrubí se klade nárok na přetlak, odolnost proti venkovnímu zatížení, odolnost proti korozi venkovního prostředí, kvalitu dopravované vody, životnost trubního materiálu a způsoby, jak se s materiálem pracuje. Je dokázáno, že kovové materiály mají větší životnost než nekovové materiály o řád deseti let. (ČSN EN 805, 2001)

Podle Nováka a kol. (2003) jsou trubní materiály pro výstavbu vodovodního potrubí děleny na kovové a nekovové materiály.

12.1 Kovové materiály

Litinové trouby ze šedé litiny

Jedná se o materiál dnes už méně využívaný k výstavbě, ale s největším podílem zastoupení v provozování. Materiál má větší odolnost proti korozi než ocelové trouby, ovšem není tak odolný proti vnějším vlivům a roztažnostem. Materiál je křehčí a málo pružný. Spoje jsou řešeny tzv. LKD, což znamená, že na troubu ve spoji je osazen těsnící pryžový kroužek s ucpávkovým spojem.

Litinové trouby z tvárné litiny

Trouby z tohoto materiálu se vyznačují pružností a odolností proti korozi. Potrubí je pocínované a díky tomu nekoroduje. Za předpokladu, že stavebník požaduje ještě větší ochranu před korozi, je výrobce schopen zhotovit speciální úpravu, která spočívá v obalení potrubí vně plastovou ochranou a uvnitř cementovou vrstvou. Samozřejmě oproti troubě ze šedé litiny se jedná o dražší materiál, což může být kompenzováno absencí šterkopískového obsypu. Potrubí se může obsypávat rovnou vytěženým výkopkem. Tvarovky jsou též z pružného materiálu, což má za důsledek dokonalou těsnost a snadnou montáž.

Ocelové trouby

Dříve byly ocelové trouby hodně používány, ale v současné době dochází k poklesu. Většinou se osazují při výstavbě potrubí velkého profilu nad DN 800 a při stavbě, kde je velký výskyt zpětných rázů a vnitřního přetlaku. Také snášejí lépe vlivy vnějšího prostředí a je možné pokládat delší trouby za sebou. Proto stavba není tak náročná na čas. Většinou se provádějí svařené spoje potrubí, ale existuje mnoho dalších způsobů, např. spoj závitový. U těchto trub je kladen velký důraz na ochranu proti korozi, neboť neochráněné potrubí vydrží maximálně 4 až 5 let v nepříznivém prostředí.

12.2 Nekovové materiály

Polyetylenové potrubí

Tento typ potrubí je vyráběn z lineárního polyetylenu (dále PE). Trouby jsou používány v menších profilech pro vodovodní přípojky a vnitřní instalaci s označením rPE 1', rPE 2'. Dále jsou používány větší profily pro zásobovací a příváděcí řady, které jsou označovány LPE a HDPE. Potrubí má dobré hydraulické vlastnosti. Hlavní výhodou PE materiálu je, že se při stavbě spoje svařují a dochází k dosažení plně homogenních sítí. Dále je to způsob manipulace s potrubím při výstavbě. Z důvodu, že se spoje svařují, nemusí se osazovat těsnící kroužky. Výstavba je velice rychlá.

PVC potrubí

Toto potrubí je vyrobeno z polyvinylchloridu (dále PVC). Potrubí se skládá z PVC trub a plastových či litinových tvarovek. Ve spojích se používají těsnící kroužky. Pokud je montáž ve spojích správně provedena, výsledkem je dokonale těsné potrubí. Materiál PVC a PE lze použít pro dopravu vody maximálně do 20 °C. U tohoto potrubí dochází k velkým roztažnostem 10x až 15x oproti kovovým materiálům. PVC trouby hoří, pokud je dodáván zdroj plamene. Z důvodu nízké hmotnosti a nižších pořizovacích nákladů je materiál PVC nejvyužívanější a nejlepší pro montáž. Největší výhodou oproti kovovým materiálům je, že nekovové materiály nemohou být narušeny korozi.

Sklolaminátové potrubí

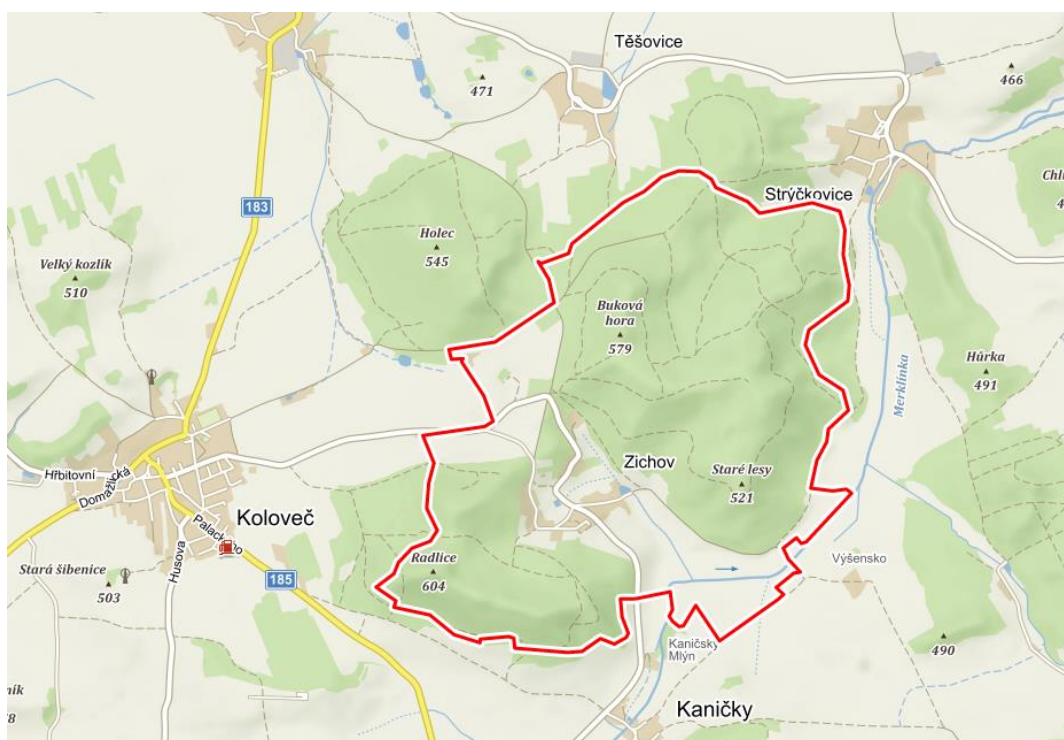
Používání sklolaminátového potrubí není v dnešní době moc často využíváno. Toto potrubí disponuje větší hladkostí stěn, takže při proudění vody dochází k menšímu tření a odporu. Dále má větší odolnost proti přetlaku a vnějšímu zatížení.

Azbestocementové potrubí

Toto potrubí se v dnešní době již nepoužívá. Je prokázáno, že dopravovaná voda, která prochází tímto potrubím, je zdravotně závadná.

13. Obec Zichov

Obec Zichov se nachází na jihozápadě České republiky v okrese Domažlice nedaleko městyse Koloveč a cca 21 km od českoněmeckých hranic. Obec Zichov spadá pod katastrální území Zichov. V Zichově je 38 trvale žijících obyvatel a 36 objektů. Mezi těchto 36 objektů je zahrnuta i občanská stavba obecního úřadu Zichov. V zájmovém území se nenacházejí žádné průmyslové objekty ani velké bytové jednotky. Je zde velká farma, která má ale vlastní zdroje. Obec tvoří zástavba rodinných domů s přilehlými zahradami. V okolí jsou rozlehlé lesní plochy. Na návsi se nachází požární nádrž obdélníkového tvaru a na východním okraji obce se nachází rybník. Počet obyvatel obce se bude výhledově měnit v souvislosti s plánovanou výstavbou nových obytných zón, což bylo zohledněno ve výpočtech spotřeby vody (83 EO).



Obrázek 1 – Zájmové území obce Zichov (Mapy.cz, 2019)

14. Technické řešení návrhu

V zájmovém území jsou navrhovány dvě varianty řešení zásobování pitnou vodou obce Zichov (viz Příloha). Navrhovaný vodovod nebude dimenzován pro zásobování požární vodou.

14.1 Vodní zdroj pro obec Zichov

V této variantě jako zdroj pitné vody bude vyvrtán vrt HV 01. Okolo vodního zdroje bude postaveno oplocení v okruhu I. ochranného pásma v délce 10 m okolo zdroje. Z něj budou vyvedeny kabely CYKY 6x6 a výtlačný řad rPE 1', který bude pokračovat od VB002 0,0103 až VB003 0,0600 v souběhu vedle místní komunikace a dále po polní cestě až k navrženému vodojemu VB005 0,1363. Navržený výtlačný řad zabezpečí dodávku vody potřebnou pro akumulaci ve vodojemu. Navržený prefabrikovaný vodojem VDJ 010 Prefa Brno bude jednokomorový o objemu 10 m³. Tento objem je dostatečný pro potřebný akumulací objem k zásobování pitné vody obce Zichov. Z vodojemu bude vyveden příváděcí řad PE 100 DN 90 VB01 0,0000, který bude uložen v souběhu s výtlačným řadem k VB03 0,0761, odkud bude pokračovat ve stejné trase jako navržený příváděcí řad z vodojemu městyse Koloveč v souběhu se zásobním řadem ze zdroje k vodojemu k VB04 0,1247. Dále bude uložen v souběhu s místní komunikací a ukončen ve VB05 0,2127 na stejném místě jako příváděcí řad z vodojemu městyse Koloveč.

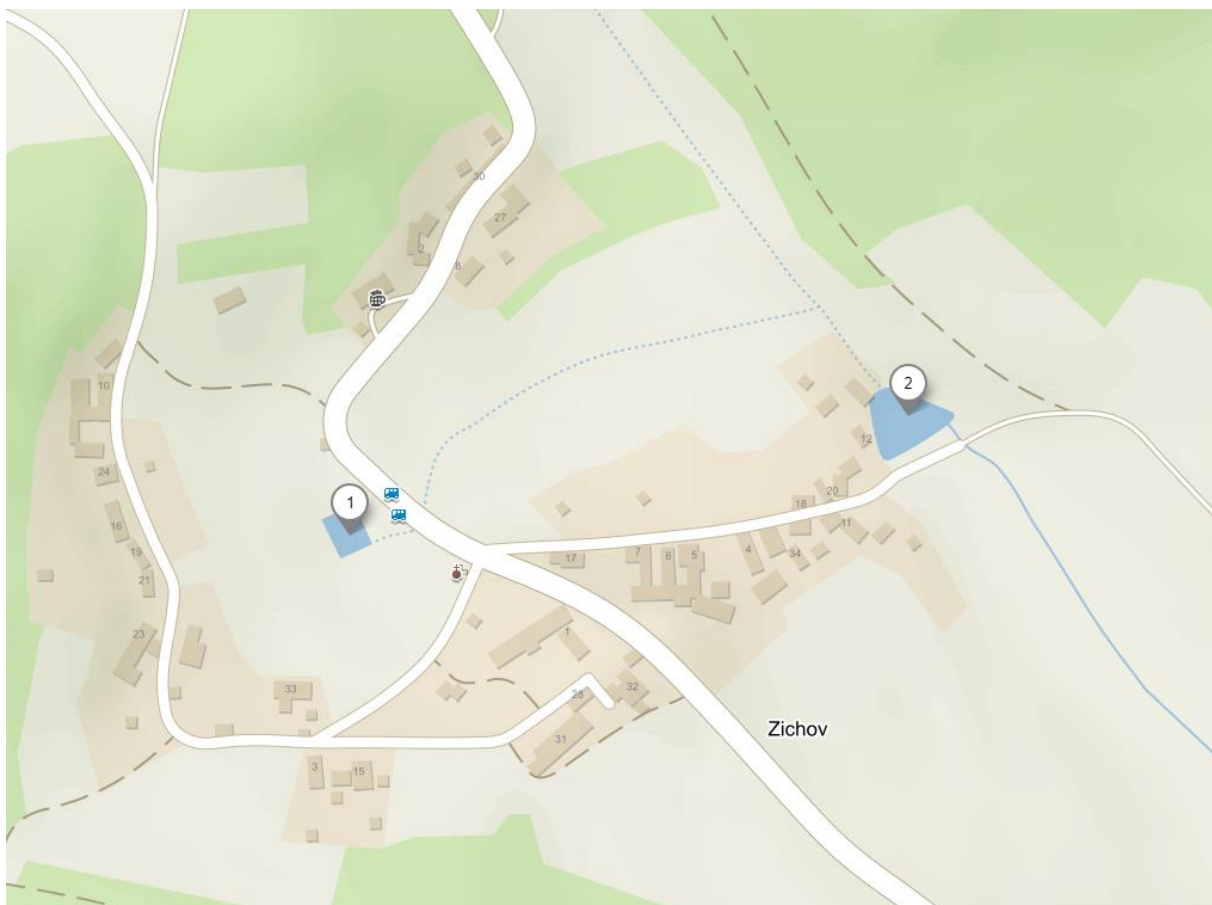
14.2 Vodovodní přivaděč pro obec Zichov

U varianty vodovodního přivaděče bude napojen v armaturní komoře na stávající vodojem, který v současné době zásobuje vodou Koloveč. Vodojem se skládá ze dvou nádrží o objemu 250 m³ pitné vody, z čehož jedna nádrž je využívána a druhá se v současnosti nevyužívá. Tato nádrž bude tedy využita pro zásobování obce Zichov. Vodovodní přivaděč PE 100 DN 90 bude napojen VB1 0,0000 km a bude pokračovat východně k obci Zichov. Řad následně vychází z okolí vodojemu po příjezdové silnici a ve staničení 0,2244 km až 0,2446 km bude uložena ocelová chránička 219x6,3 mm dl. 20,2 m z důvodu křížení silnice III. třídy č. 1858. Dále bude pokračovat po pozemku č. 1736 a u VB16 0,4171 km bude položen v souběhu vedle místní komunikace až do obce Zichov, kde bude zakončen VB25 0,7094. Dále bude pokračovat rozvodná síť obce, která zabezpečí dodávku pitné vody pro každý objekt. Rozvodná síť bude vedena jako zásobní nikoli jako požární (viz kap. 15.3).

Stávající vodojem se nachází ve výšce cca 504 m n. m. a vodovodní přivaděč bude veden až do výšky cca 519 m n. m. Z tohoto důvodu bude v této variantě osazeno čerpadlo Grundfos CM5-2 A-R-A-E-AQGE, které bude dostatečné pro překonání výškového profilu terénu a udržení dostatečného tlaku ve vodovodním přivaděči. Vzhledem k výškovému profilu obce bude dodržen požadovaný tlak ve vodovodní síti od 0,2 MPa do 0,6 MPa.

14.3 Požární voda

V obci Zichov jsou navrženy dva zdroje pro odběr požární vody pro případ vzniklého požáru (viz Obrázek 2). Oba zdroje byly vybudovány uměle. Větší zdroj o odběrné kapacitě 900 m³ se nachází na východním konci obce Zichov. Tento rybník je určený jako odběrné místo od komunikace s hloubkou vody cca 1 m a je napájen vodotečí z lesa a z druhého zdroje určeného pro odběr požární vody. Menší zdroj se nachází ve středu obce nad autobusovou zastávkou. U tohoto odběrného místa je od komunikace zřízeno stanoviště pro odběr požární vody o odběrné kapacitě cca 300 m³. Tento zdroj je plněn jedním z jímacích zářezů v obci a přepadem z obecní studny. Třetí záložní zdroj požární vody s potřebou dopravy vody je zřízen ve středové části městyse Koloveč o kapacitě odběru cca 1000 m³. V obci nebude zřízen požární vodovod. (Obecně závazná vyhláška městyse Koloveč č.1/2018)



Obrázek 2 – Místa pro odběr požární vody (Mapy.cz, 2019)

1 – Zdroj požární vody na návsi. 2 – Zdroj na okraji obce.

15. Výpočty

15.1 Výpočet objemu vodojemu

Hodina		Odběr		Přítok		O-P	Součtová čára
od - do		%	m ³ /h		m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h
0	1	1,0	0,19			0,19	0,19
1	2	0,7	0,13			0,13	0,32
2	3	0,7	0,13			0,13	0,45
3	4	0,7	0,13			0,13	0,59
4	5	2,0	0,38			0,38	0,96
5	6	3,0	0,57			0,57	1,53
6	7	5,0	0,95		2,70	-1,76	-0,22
7	8	6,4	1,21		2,70	-1,49	-1,71
8	9	4,5	0,85			0,85	-0,86
9	10	5,5	1,04			1,04	0,18
10	11	5,5	1,04		2,70	-1,66	-1,49
11	12	5,5	1,04		2,70	-1,66	-3,15
12	13	5,0	0,95			0,95	-2,20
13	14	5,0	0,95			0,95	-1,26
14	15	4,0	0,76			0,76	-0,50
15	16	5,0	0,95			0,95	0,45
16	17	5,0	0,95			0,95	1,39
17	18	6,0	1,13		2,70	-1,57	-0,18
18	19	6,5	1,23		2,70	-1,47	-1,65
19	20	7,5	1,42		2,70	-1,28	-2,93
20	21	5,0	0,95			0,95	-1,98
21	22	5,0	0,95			0,95	-1,04
22	23	4,0	0,76			0,76	-0,28
23	24	1,5	0,28			0,28	0,00
Σ		100,0	18,90		18,90		

Tabulka 1 – Výpočet celkového objemu vodojemu

$$A_n = 4,6764 \quad \text{m}^3$$

Požární objem zanedbáváme. V obci Zichov jsou rozmístěna 2 odběrná místa v době požáru.

$$A_{por} = 4,725 \quad \text{m}^3$$

$$Q_o = 0,7875 \quad \text{m}^3/\text{h}$$

$$T = 6 \quad \text{hod}$$

$$A_{celk} = 9,4014 \quad \text{m}^3$$

15.2 Investiční záměr

Počet obyvatel:	38 stálých obyvatel
	15 osob s časově omezeným pobytem
	83 výhledový stav

Výpočet potřeby vody pro bytový fond

$$Q_B = PO \cdot q_b$$

PO...počet obyvatel

qB...specifická potřeba vody (126 l/os/den - stálí obyvatelé)

Průměrná potřeba vody

Průměrná roční potřeba vody - současnost: $Q_r = 2438 \text{ m}^3\text{rok}^{-1}$

Průměrná roční potřeba vody - výhled: $Q_r = 3818 \text{ m}^3\text{rok}^{-1}$

Zahrnutí ztrát na síti - 20 %

Průměrná denní potřeba vody - současnost: $Q_D = 8,04 \text{ m}^3\text{den}^{-1}$

Průměrná denní potřeba vody - výhled: $Q_D = 12,6 \text{ m}^3\text{den}^{-1}$

Maximální denní potřeba vody:

$$Q_{\max d} = Q_D \cdot k_D$$

k_d ...součinitel denní nerovnoměrnosti ($k_d = 1,5$)

Maximální denní potřeba vody - současnost: $Q_{D\max} = 12,06 \text{ m}^3\text{den}^{-1}$

Maximální denní potřeba vody - výhled: $Q_{D\max} = 18,9 \text{ m}^3\text{den}^{-1}$

Maximální hodinová potřeba vody:

$$Q_{\max h} = Q_{\max D} \cdot k_h$$

k_h ...součinitel hodinové nerovnoměrnosti ($k_h = 2,3$)

Maximální hodinová potřeba vody - současnost: $Q_{h\max} = 1,16 \text{ m}^3\text{hod}^{-1}$

Maximální hodinová potřeba vody - výhled: $Q_{h\max} = 1,81 \text{ m}^3\text{hod}^{-1}$

Skutečná spotřeba vody v domácnostech bude pravděpodobně nižší, protože obyvatelstvo pro krytí své potřeby použije kombinované zdroje. Pro pití a vaření využije veřejný vodovod, pro užitkové účely svojí méně kvalitní vodu.

15.3 Výpočet orientační ceny

Výpočet orientační ceny je pro variantu I. vodní zdroj (viz kap. 14.1) a variantu II. vodovodního přivaděče (viz kap. 14.2). V obou variantách návrhu technického řešení bude investorem obec Koloveč. S největší pravděpodobností bude zažádáno o evropskou dotaci, neboť obec nemá dostatečný rozpočet pro zainvestování ani jedné varianty.

I. Vodní zdroj a vodojem pro obec Zichov

Vrt hl. 50 m	440 000 Kč
Potrubí rPE 1‘	276 847 Kč
Potrubí PE 100 DN 90	512 490 Kč
Vodojem 1x10 m ³	274 470 Kč
Čerpadlo Grundfos CM105	18 890 Kč
Celkem	1 522 697 Kč

II. Vodovodní přivaděč z vodojemu městyse Koloveč

Potrubí PE 100 DN 90	2 238 227 Kč
Čerpadlo Grundfos CM 5-2	21 200 Kč
Celkem	2 259 427 Kč

Ceny čerpadel a vodojemu byly určeny dle firemních ceníků dodavatelů. Materiál potrubí a vrtu byl vypočten dle Metodického pokynu pro orientační ukazatele výpočtu pořizovací (aktualizované) ceny objektů do Vybraných údajů majetkové evidence vodovodů a kanalizací, pro Plány rozvoje vodovodů a kanalizací a pro Plány financování obnovy vodovodů a kanalizací (2010).

16. Diskuze

Problémy se zásobováním malých obcí zdravotně nezávadnou pitnou vodou jsou nesporné a v mnoha případech je nemožné se přes ně přenést. Malým zdrojem či malým vodovodem se nazývají takové sítě, které zásobují méně než 5 000 obyvatel. Za předpokladu, že se obci, která splňuje tuto podmínku, podaří zdroj vody zhotovit a zasíťovat spotřebiště, je velice těžké dodržet všechny potřebné úkony, aby malý zdroj mohl dále fungovat bez jakéhokoliv problému.

Ochranná pásma zdrojů se uplatňují u zdroje, který produkuje více než 10 000 m³ za rok. I když se podaří u zdroje tuto podmínku splnit, ochranná pásma jsou mnohdy narušena a vodní zdroje jsou ovlivněny mnoha riziky. Stačí se zaměřit na obecní či soukromé studny, které jsou ovlivňovány zemědělskou činností v okolí obcí. Zemědělci využívají chemická a karcinogenní hnojiva a legislativa je nezakazuje. Z tohoto pohledu je legislativa nedůsledná. Pokud se tato rizika naplní a vodní zdroj je znehodnocen, je velice těžké efektivně právně dohledat zdroj znečištění či ovlivnění.

Dále je veliký problém s udržováním četnosti rozborů vody, neboť právní systém ČR je v tomto ohledu nastavený velice stroze. S ohledem na veřejné zásobování by velké časové intervaly mezi rozborů mohly znamenat, že detekování znečištění by se rovnalo téměř nule. Firmy, které provozují vodovodní sítě a zdroje provádějí rozborů vod v menších časových intervalech, čímž roste možnost detekování možného znečištění. Hlavním nedostatkem je nízká údržba samotného systému zásobení vodou, čímž může klesat i kvalita vody.

Velkým nedostatkem z pohledu údržby a ochrany vodních zdrojů a sítí jsou samozřejmě finance. Financování výstavby sítě by se mohlo zdát náročné, ovšem ve většině případů se největším problémem stává financování následných oprav, údržby a ochrany vodních zdrojů a vodovodních sítí, které zásobují spotřebitele. (Kožíšek, 2013)

„Zásobování kvalitní pitnou vodou patří k současnému standardu evropské civilizace. Česká republika dlouhodobě přispívá k vysoké úrovni ochrany zdraví obyvatelstva dodávkami zdravotně nezávadné pitné vody. Jakost pitné vody dodávané v malých obcích s vlastními vodními zdroji je ale dlouhodobě méně vyhovující než ve velkých distribučních sítích

a v nejdůležitějších ukazatelích nejvyšších mezních hodnot se v posledních letech celkově dále zhoršuje.“ (Datel, Hrabánková, 2016)

Tato práce se nezabývá jen výstavbou vodního zdroje nebo vodovodního přivaděče, ale je zaměřena i na jejich ekonomické zhodnocení. Tlak na zlepšení vodohospodářské infrastruktury, zvýšení efektivity provozování a následné snížení nákladů a snížení vodného a stočného stále stoupá. Není tomu už jen ve velkých městech, ale i v městysech a malých obcích. Toto téma bude otevřené stále a stále stejně důležité, protože zefektivnit všechny tyto parametry nebude jednoduché. (Beránek a kol., 2005; Marlow a kol., 2013)

K návrhu vodního zdroje se vyjádřil pan RNDr. Vít Holeček (květen 2018, in litt):

„Optimální umístění možného vodního zdroje pro obec Zichov by bylo na pozemcích 1764 nebo 1748. Vzhledem ke skutečnosti, že na okraji pozemku 1764 již průzkum prováděla společnost Vodní zdroje a.s. v roce 1997, jednalo se o průzkumný vrt Z 1, hluboký 40 m, vrtaný v amfibolitu, informace o vydatnosti nemáme. Nový zdroj by tento stávající vrt (pokud ještě existuje) ovlivnil. Proto bych doporučil průzkumný vrt realizovat na pozemku 1748, hloubka cca 50 m, předpoklad zastížení rohovců, amfibolitů či granodioritů (je to akorát na rozhraní geologických celků), předpokládaná vydatnost cca 0,5 l/s by byla pro zásobení obce bohatě dostačující.“

Cílem této práce byl návrh a srovnání co nejjednoduššího zásobení pitnou vodou malé obce Zichov a srovnání varianty samostatného vodního zdroje s navrženým vodojemem a následného gravitačního řadu v obci Zichov nebo varianty vodovodního přivaděče, který by byl tažen ze stávajícího vodojemu městyse Koloveč.

17. Závěr

V rešeršní části byly sumarizovány všechny potřebné zdroje a potřebné informace o návrhu a ochraně vodních zdrojů, o materiálech vodovodního potrubí, vodojemech, o vztahu mezi spotřebitelem a provozovatelem vodovodní sítě, vlastnostech vody. Ze všech těchto zdrojů čerpá část praktická.

Praktické část se práce popisuje zájmové území, uvádí výpočty potřebné k technickému řešení obou variant, které jsou podloženy celkovým situačním výkresem. Technické řešení návrhu je zaměřeno na popis obou variant, kde se podrobně rozebírá varianta vodovodního přivaděče PE 100 DN 90 v délce 709,4 m, který by byl napojen na stávající vodojem 2x250 m³ vody městyse Koloveč, nebo varianta, kde je podrobně popsáno vybudování vodního zdroje o hloubce cca 50 m, uložení výtlačného řadu rPE 1' v délce 136,3 m od vrtu k navrženému vodojemu 1x10 m³ a uložení přivaděcího řadu PE 100 DN 90 v délce 212,7 m ke spotřebišti.

Základem veškerého úspěchu je zlepšování ochrany vodních zdrojů, zdokonalování technologií úpravy vody, zkvalitňování materiálu vodovodního potrubí a zefektivňování provozování vodovodních sítí, neboť bez tohoto celkového zkvalitnění by nedošlo utlumení neustálého tlaku na vodní hospodářství. Ale ani obor vodního hospodářství není jediný, který může tyto všechny parametry ovlivnit. Mezi nejhlavnější činitele patří zemědělství a lesnictví, které mohou spolu s vodním hospodářstvím ovlivnit většinu povrchu naší Země a tedy i ovlivnit aspekty jmenované výše v závěru.

Srovnáním obou variant došlo k téměř jasnému výsledku. Dle prozkoumaného návrhu by mělo dojít k osamostatnění obce v zásobování se ze samostatného zdroje s čerpáním vody do vodojemu a následné dopravě ke spotřebiteli. Navzdory tomu, že touto prací bylo doloženo, že jednostranně lepší je varianta vodního zdroje a vodojemu pro obec Zichov, s největší pravděpodobností dojde v budoucnu k výstavbě nákladnějšího vodovodního přivaděče z vodojemu městyse Koloveč. Tento závěr vzešel z rozhovoru s hlavními představiteli městyse Koloveč.

18. Přehled literatury a použitých zdrojů

BAI W., 1991: Geophysical Well Logging in Water Resource Investigation. Geotechnical Laboratory, Denmark.

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.

BERÁNEK J. a kol., 2005: Inženýrské sítě. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Brno.

ČSN 73 6005, 1994: Prostorové uspořádání sítí technického vybavení. Český normalizační institut, Praha.

ČSN 75 5025, 1994: Orientační tabulky rozvodné vodovodní sítě. Český normalizační institut, Praha.

ČSN 75 5115, 2010: Jímání podzemní vody. Úřad pro technickou normalizaci, Praha.

ČSN 75 5355, 2011: Vodojemy. Úřad pro technickou normalizaci, Praha.

ČSN 75 5401, 2007: Navrhování vodovodního potrubí. Český normalizační institut, Praha.

ČSN 75 5411, 1994: Vodárenství – vodovodní přípojky. Český normalizační institut, Praha.

ČSN 75 5911, 2007: Tlakové zkoušky vodovodního a závlahového potrubí. Český normalizační institut, Praha.

ČSN EN 805, 2001: Vodárenství – Požadavky na vnější sítě a jejich součásti. Český normalizační institut, Praha.

ČUZK.cz, 2019.

DATEL J. V. et HRABÁNKOVÁ A., 2016: Specifika místních vodních zdrojů při zásobování obyvatelstva pitnou vodou. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha.

D'ERCOLEA, M., RIGHETTIA, M., UGARELLIB, R. M., BEARDIC, L., BERTOLAD, P., 2016: An integrated modeling approach to optimize the management of a water distribution system: improving the sustainability while dealing with water loss, energy consumption and environmental impacts. *Procedia Engineering* 162: 433-440.

DRBOHLAV J. et JANKOVSKÝ J., 2017: Vývoj potřeby vody v Praze. Hydroprojekt, Praha.

DZURÁKOVÁ M. a kol., 2017: Potenciál aplikace přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině a zlepšení ekologického stavu vodních útvarů. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha.

GRIGG N. S., 2016: Integrated water resource management. Macmillan Publishers, London. ISBN 978-1-137-57614-9.

GRISHIN M. M. (ed.), 1982: Hydraulic structures. Mir Publishers, Moscow.

GRÜNWARD A. a kol., 1998: Vodárenství. ČKAIT, Praha, ISBN 80-902460-7-9.

HASENÖHRL J., 1987: Vodohospodářské stavby. Vydavatelstvo technickej a ekonomickej literatúry, Bratislava.

HASENÖHRL J., 1989: Zdravotně vodohospodářské stavby. Nakladatelství technické literatury, Praha. ISBN 80-03-00072-6.

HOUBEN G. et TRESKATIS CH., 2007: Water well rehabilitation and reconstruction. McGraw – Hill, New York. ISBN 978-0-07-148651-4.

JÍLEK A., GREŇČÍK L., NOVÁK V., 1976: Betonové konstrukce I. Nakladatelství technické literatury, Praha.

KAZDA I., 1983: Proudění podzemní vody. Nakladatelství technické literatury, Praha.

KOŽÍŠEK F., KOS J., PUMANN P., 2007: Hygienické minimum pro pracovníky ve vodárenství. Státní zdravotní ústav, Krajská hygienická stanice Středočeského kraje, Praha.

KOŽÍŠEK F., PAUL J., DATEL J. V., 2013: Zajištění kvality pitné vody při zásobení obyvatelstva malými vodárenskými systémy. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha.

Mapy.cz, 2019.

MARLOW D. R., MOOGLIA, M., COOK, S., BEALE, D. J., 2013: Towards sustainable urban water management: A critical reassessment. Water Research 47: 7150-7161.

Metodické pokyny pro orientační ukazatele výpočtu pořizovací (aktualizované) ceny objekt do Vybraných údajů majetkové evidence vodovodů a kanalizací, pro Plány rozvoje vodovodů a kanalizací a pro Plány financování obnovy vodovodů a kanalizací, 2010. Ministerstvo zemědělství, Praha.

MIČANÍK T., VYSKOČ, P., RICHTER, P., FILIPPLI, R., 2001: První vyhodnocení jakosti povrchových vod z hlediska plnění norem environmentální kvality pro prioritní látky a některé další znečišťující látky podle novelizovaného nařízení vlády č. 61/2003 Sb. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha.

NOVÁK J a kol., 2003: Příručka provozovatele vodovodní sítě. Medin, Líbeznice u Prahy. ISBN 80-238-9946-5.

Obecně závazná vyhláška městyse Koloveč č. 1/2018 o požární ochraně

PECH P., 2010: Speciální případy hydrauliky podzemních vod. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

SHAMMAS, L. K. et WANG L. K., 2016: Water Engineering: Hydraulics, Distribution and Treatment. Wiley, Hoboken.

SUKOVITÝ A. et VIŠŇOVSKÝ P., 1971: Vodárenství II. SNTL, Praha.

ŠRÉDL L., 2000: Náhrada zdrojů Meclov. Hydroprojekt, Praha.

VELHARTICKÝ J. a kol., 1963: Vodárenská příručka. SNTL, Praha.

Vodohospodářské stavby, 2016. ČKAIT, Praha. ISNB 978-80-87438-75-6.

VOS, 2016: Standardy pro vodovodní síť, 2016. VOS, Jičín.

VOTRUBA L., HEŘMAN, J., 1993: Spolehlivost vodohospodářských děl. Česká matice technická v ZN Brázda, Praha. ISNB 80-209-0251-1.

WHITEHEAD P. G. A kol., 2009: A review of the potential impacts of climate change on surface water quality. University College London, Environmental Change Research Centre, London.

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

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

19. Seznam obrázků

Obrázek 1 – Zájmové území obce Zichov (Mapy.cz, 2019).....	30
Obrázek 2 – Místa pro odběr požární vody (Mapy.cz, 2019).....	32

20. Seznam tabulek

Tabulka 1 – Výpočet celkového objemu vodojemu.....	33
----------------------------------------------------	----

21. Příloha

C 1 – Přehledová situace