

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra zdravotního a ekologického inženýrství



VODÁRENSTVÍ V ČESKÉ REPUBLICE
WATER SUPPLY IN THE CZECH REPUBLIC

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Adéla Průchová

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Filip Horký, Ph.D.

05/2021

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
 Fakulta stavební
 Thákurova 7, 166 29 Praha 6



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Průchová	Jméno: Adéla	Osobní číslo: 477736
Zadávající katedra: Katedra zdravotního a ekologického inženýrství		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Vodárenství v České republice	
Název bakalářské práce anglicky: Water supply in the Czech Republic	
Pokyny pro vypracování: Rešerše literatury k dané tématice. Příprava a analýza podkladů. Přehled oboru vodárenství v ČR. Přehled a porovnání vodárenských společností v ČR. Vyhodnocení, shrnutí výsledků a závěry. Seznam doporučené literatury: Grünwald A., a kol.: Vodárenství. ČKAIT, Praha, 1998, ISBN 80-902460-7-9, Tesařík I. a kol.: Vodárenství. SNTL, Praha 1987, Výroční zprávy sdružení SOVAK ČR, zákon č. 274/2001 Sb., vyhláška č. 482/2001 Sb., ČSN EN 805, Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Filip Horký, Ph.D. Datum zadání bakalářské práce: 16.02.2021 Termín odevzdání bakalářské práce: 16.05.2021 <small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small> <div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px; margin-top: 5px;"></div> Datum převzetí zadání	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px; margin-top: 5px;"></div> Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Vodárenství v České republice“, vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne: 15. 5. 2021

Adéla Průchová

Poděkování

Mé poděkování patří panu Ing. Filipu Horkému, Ph.D., který mě odborně vedl během vypracovávání této práce a věnoval mi svůj čas, trpělivost i ochotu pomoci.

Další poděkování patří pracovníkům Pražských vodovodů a kanalizací, a.s., a Pražské vodárenské společnosti, a.s., kteří mi poskytli potřebná data, bez nichž bych tuto práci nemohla zdárně dokončit, a zároveň mi pomohli lépe pochopit předmětnou problematiku. Jde o pracovníky pana Ing. Michala Skalického, Ph.D., paní Ing. Petru Nováčkovou a Barboru Krýslovou.

Abstrakt

Tato práce se zabývá obecnou problematikou vodárenského odvětví se zaměřením na Českou republiku. Teoretická část je o vývoji, legislativě a popisu vodárenského systému a jeho prvků. Jsou zde také popsány modely provozování vodárenské infrastruktury.

V prvním bloku praktické části jsou shrnuty tři největší vodárenské společnosti v ČR a jejich technická a ekonomická data. Vybrané parametry společností jsou na základě jejich vývoje vyhodnoceny, a poté vzájemně porovnány.

Poslední část práce se zabývá ukázkou vyhodnocení vodárenské sítě pomocí metody FMEA. Touto metodou je vyhodnoceno vybrané tlakové pásmo, provozované společností Pražské vodovody a kanalizace, a.s. Posouzeno je pět technických ukazatelů, na jejichž základě je stanoven celkový technický stav.

Klíčová slova

Vodárenství, vodárenská soustava, vyhodnocení vodárenské sítě, metoda FMEA

Abstract

This work deals with general issues of the water industry with focus on the Czech Republic. The theoretical part is about the development, legislation and description of the water system and its elements. Operation models of water infrastructure are also described here.

The first block of the practical part summarizes the three largest water-supply companies in the Czech Republic and their technical and economical data. Selected parameters of companies are evaluated based on their development, and then compared with each other.

The last part of the work deals with a demonstration of the evaluation of water supply network using FMEA method. With this method is evaluated a selected pressure zone operated by Pražské vodovody a kanalizace, a.s. Five technical indicators are assessed, on the basis of which the overall technical condition is determined.

Key words

Water supply, water supply system, water network evaluation, FMEA method

Obsah

1.	Úvod	8
2.	Historie vodárenství	9
2.1.	Starověk	9
2.2.	Středověk	9
2.3.	ČR	10
2.3.1.	Doba předrenesanční a renesanční	10
2.3.2.	Druhá polovina 19. st. do roku 1989	10
2.3.3.	Po roce 1989	11
3.	Legislativa a normy	12
3.1.	Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích a novela 275/2013	12
3.2.	Vyhláška č. 428/2001 Sb.	12
3.3.	ČSN EN 805, Vodárenství – Požadavky na vnější sítě a jejich součásti	13
3.4.	Směrnice 9/1973	13
3.5.	Vyhláška č. 252/2004 Sb.	13
4.	Vodárenská soustava	14
4.1.	Typy vodárenských soustav	14
4.1.1.	Dělení podle velikosti	14
4.1.2.	Výškové dělení	15
4.1.3.	Dělení podle schématu	15
4.2.	Prvky vodárenské soustavy	16
4.2.1.	Zdroje vody a jejich odběr	16
4.2.2.	Úpravna vody	17
4.2.3.	Vodojem	18
4.2.4.	Vodovodní potrubí	19
5.	Provozovatelské modely	20
5.1.	Oddílný model provozování	20
5.2.	Model samostatného provozování	20
5.3.	Vlastnický model provozování	20
5.4.	Smišený model provozování	21
6.	Hlavní provozovatelé a vlastníci v České republice	22
6.1.	Hl. m. Praha a Pražské vodovody a kanalizace, a.s.	23
6.2.	Severočeská vodárenská společnost, a.s. a Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.	27
6.3.	Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava, a.s.	31
6.4.	Srovnávací grafy společností	34

7.	Srovnávací metody	37
7.1.	Hodnotící parametry	37
7.2.	FMEA	38
7.3.	TEA Water	42
8.	Ukázka vyhodnocení metodou FMEA	43
8.1.	TU1 – Stáří trubního řadu.....	44
8.2.	TU2 – Poruchovost.....	45
8.3.	TU3 – Ztráty vody v síti	45
8.4.	TU4 – Tlakové poměry	46
8.5.	TU5 – Vliv na kvalitu vody.....	46
8.6.	CTS – Celkový technický stav	47
9.	Závěr.....	49
10.	Seznam použité literatury	50

1. Úvod

Hlavní témata, kterým se vodárenství věnuje, je zdroj, distribuce a úprava vody. Vodárenství je jedním z nejdůležitějších odvětví vodního hospodářství, a to zejména proto, že by bez něj společnost nemohla fungovat na takové úrovni jako nyní, a ať už mluvíme o zdraví a hygieně, bezpečnosti nebo prostém pohodlí. Neovlivňuje pouze lidskou společnost, ale také ostatní živočichy. Hlavně ve smyslu znečištění vody a zničení prostředí, které potřebují k životu. Vodárenství je také jedním z nejdůležitějších parametrů pro rozvoj měst a zemí, což je vidět u rozvojových států, kde jsou největší problémy způsobeny právě nerozvinutým vodárenským systémem.

Většině problémů se dá předejít kvalitně zpracovaným projektem, ve kterém se využívají kvalitní materiály, odborně provedená práce a špičkové technické vybavení.

Pro toto téma jsem se rozhodla právě kvůli jeho důležitosti. Teoretická část bakalářské práce je exkurzem do vodárenství v České republice. Prvním cílem praktické části je ukázka technických a ekonomických parametrů hlavních vodárenských subjektů v České republice a jejich srovnání. Druhým cílem praktické části je posouzení vodovodní sítě vybrané lokality pomocí jednotné metodiky FMEA.

2. Historie vodárenství

2.1. Starověk

Osídlení se od nepaměti zakládala podél vodních zdrojů, které společnosti zajistily přísun vody a potravy. Sídla mezi sebou o toto privilegium často válčila. První vodovody se začaly stavět již ve starověkých rozvinutých státech, když se města rozšiřovala a vodu bylo nutné začít distribuovat do okolí. První doložený vodohospodářský plán je z okolí Babylónu asi 3700 let př. n. l.. V plánu byly zahrnuty zavlažovací kanály, vodovody s rozvodnými řady a mnohé další technické stavby. Jejich stavba trvala 16 let. ^[6]

Další příklad vodovodní sítě je z města Ninive v Asyrské říši, které bylo zcela budováno podle plánů. Voda byla přivedena z hor a byla zde vybudována technologicky nadčasová síť akvaduktů, podzemních kanálů, přehrad a nádrží. Celá tato síť se budovala 15 let a její délka byla přibližně 150km. Tento projekt však zcela zanikl po dobytí města Babyloňany, kteří ho přestali udržovat.

Vodovody ve starověké Číně se na rozdíl od ostatních nestavěly z kamene a hlíny, ale za pomoci bambusů. ^[7]

Vrchol starověkého vodárenství nastal v Římské říši, kterou ve svém největším rozkvětu protínalo až 12 akvaduktů. Voda byla často přiváděna gravitačně i ze vzdálenějších zdrojů. Vodovody zásobovaly veřejné lázně, latríny, fontány, soukromé domy, doly, mlýny, farmy i zahrady. Stavby byly tak odolné a udržované, že jsou částečně stále v provozu. Prvním římským vodovodem je známý Aqua Appia s délkou 16,6 km. ^[8]

2.2. Středověk

Po zničení Římské říše a jejího vodárenského systému se situace zcela změnila a místo důmyslných vodohospodářských plánů si společnost vystačila se studnami, jímkami a vodou odebíranou přímo z toků. Voda byla často závadná, ale kvůli vlivu církevních dogmat se péče o tělo a zdraví přehlížela a požadavky na čistotu vody tudíž nebyly velké. Důsledkem této skutečnosti vypuklo mnoho epidemií a umíral nespočet obyvatel. Běžné bylo i rozvážení či dokonce roznášení vody.

Vodohospodářství naštěstí nezakrnělo úplně a tak se v této době začaly hojně budovat rybníky, jejich soustavy, plavební kanály a další. ^[6]

2.3. ČR

2.3.1. Doba předrenesanční a renesanční

Před renesancí se vodárenství v Čechách nijak zvláště nelišilo od zbytku Evropy. Velký rozkvět rybníkářství v tomto období můžeme pozorovat na mnoha místech dodnes. Jako příklad se dá uvést rybníkářská oblast Třeboňsko zhotovená hlavně díky znalostem Jakuba Krčina z Jelčan, Josefa Štěpána Netolického a dalších.

Od 12. století se i v Čechách setkáváme s přivaděči vody, které byly zhotovovány především prostřednictvím štol jímacích podzemní vodu. Přivaděče byly většinou tvořeny klenutými strouhami nebo otevřenými koryty.

Od poloviny 14. století se stále využívaly studny i přivaděče z menších pramenů a lze říci, že započalo i zásobování z veřejných vodovodů.

V době renesance vzrůstaly požadavky na hygienu, díky tomu se vodárenské techniky enormně zlepšovaly a vyhověly tak rychle se zvyšující spotřebě vody obyvatel. Většinou se využívalo gravitačních vodovodů, jejichž technika se stále zlepšovala. Kde nebyla možnost přivést vodu samospádem, tam se začaly stavět vodní věže a další formy nadzemních nádrží. Voda se distribuovala do veřejných kašen a také i do některých soukromých objektů.

Velký rozmach vodárenské technologie trval až do konce 17. století. Tyto technologie se nadále obnovovaly, ale jejich vývoj ustrnul až do druhé poloviny 19. století, kdy u nás začala moderní éra vodárenství. ^{[1][9]}

2.3.2. Druhá polovina 19. st. do roku 1989

Od roku 1836, kdy v Praze vstoupila v platnost instrukce pro kladení a těsnění liniových trub, kterou přebírala i ostatní města, se postupně přecházelo v konstrukci vodovodní sítě z dřevěného potrubí na litinové. [1] Od této doby nastal postupný rozvoj odvětví díky rozkvětu industrializace a potřebě vodu distribuovat i pro průmysl a zavlažování. Standardem se postupně stávalo i připojení domů na skupinové vodovodní sítě. Začala se více řešit hygiena a tedy i nutnost kvalitnější úpravy vody, což bylo dalším důvodem rozvoje.

S komunismem k nám přišla vlna urbanizace, díky které se vodovodní systémy měst musely rozšiřovat, takže zdroje podzemních vod již nebyly dostačující. Začalo se tedy stavět za účelem akumulace vody pro její zvyšující se potřebu a spotřebu. Za tímto účelem je vystaveno mnoho vodních nádrží, které svůj účel stále plní (Žermanice, Kořensko...).

Vodohospodářské stavby byly po roce 1948 znárodněny a byla zřízena Ústřední správa vodního hospodářství. Tento úřad byl zřízen z důvodu potřeby kontroly a centralizace odvětví. *Velké úkoly ukládané vodnímu hospodářství mohutným rozvojem našeho socialistického průmyslu, postupující socialisaci venkova a vzestupem životní úrovně všeho obyvatelstva vyžadují, aby vodní hospodářství bylo řízeno a plánováno z jednoho místa, a to jak vlastní hospodaření s vodou, tak i investiční příprava, výstavba, provoz a údržba k tomu potřebných vodních děl a zařízení.* ^{[1] [6] [36]}

2.3.3. Po roce 1989

Po roce 1989 u nás začalo vznikat tržní prostředí a vodárenské podniky byly ještě zcela vlastněny státem. Aby byly schopny se v tomto prostředí udržet, byly jím výrazně dotovány. Tento model byl bez transformace neudržitelný, a proto bylo rozhodnuto o jejich privatizaci.

Obce získaly bezúplatně větší procento akcií vodárenských podniků, které zahrnovaly provozní i infrastrukturní majetek. V některých případech byl provozní majetek privatizován dle zákona o velké privatizaci.

Velice brzy byl však provozní majetek prodáván zahraničním společnostem. Důvodem prodeje byla nutnost vysokých investic na opravu a údržbu sítí, na které obce neměly dostatečné prostředky. Často se stávalo, že již během kolaudace sítě bylo nutné tuto síť renovovat nebo bylo enormně velké procento ztrát - až kolem 60%.

Díky tomuto kroku měly obce v zahraničních firmách zkušené spojence pro vytvoření kvalitnější vodohospodářské infrastruktury. Konkurenční prostředí, které zde vzniklo, bylo účinným nástrojem pro efektivní vývoj odvětví, a české vodohospodářství se tak mohlo řadit mezi evropskou špičku v tomto oboru.

Vstup do Evropské unie nebyl pro veřejné podniky z hlediska dotací příliš výhodný. Dotace Evropské unie byly pro řadu měst a obcí velice těžko dostupné, někdy až nedostupné. ^{[1] [10]}

3. Legislativa a normy

Nejdůležitější legislativa pro obor vodárenství je obsažena v zákoně č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích a v její novele 275/2013, která je účinná od roku 2014. Vyhláškou č. 428/2001 Sb., se tento zákon provádí.

Nejdůležitější normou je ČSN EN 805. Dalším důležitým dokumentem je již neplatná směrnice č. 9/1973 pro výpočet potřeby vody.

Vyhláška č. 252/2004 Sb. stanovuje hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah jejích kontrol.

3.1. Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích a novela 275/2013

Tento zákon upravuje podmínky uplatňující se při výstavbě, provozu a rozvoji vodovodů a kanalizací, které se musí zřizovat a provozovat ve veřejném zájmu.

Zákon se nevztahuje na malé vodovody a kanalizace (trvale nevyužívány více než 50 osobami a mající menší průměrnou denní produkci pitné či odpadní vody než 10m³), na vodovody nedistribuuující pitnou vodu a oddílné kanalizace odvádějící srážkové povrchové vody.

Pokud vodoprávní úřad vyhodnotí důležitost zahrnutí vodovodu a kanalizace, na které se zákon nevztahuje, lze to učinit pouze při ochraně a zdraví veřejnosti, zvířat a životního prostředí při připojení alespoň 2 odběratelů. ^[11]

3.2. Vyhláška č. 428/2001 Sb.

Tato vyhláška je vydána Ministerstvem zemědělství a provádí se jí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích.

Je v ní především zakotveno zpracování, obsah a evidence projektů a forma jejich žádostí, způsoby výpočtů náhrady ztrát při neoprávněných odběrech, požadavky, podmínky a způsoby (technické, procedurální...) pro činnosti a zařízení ve vodárenském odvětví, způsoby výpočtů hodnot bez měření, ukazatele jakosti vody a další. ^[12]

3.3. ČSN EN 805, Vodárenství – Požadavky na vnější sítě a jejich součásti

Norma stanovuje požadavky pro vnější rozvodnou vodovodní síť a všechny její součásti bez úpraven a zdrojů vody. Upravuje také požadavky na provozování, zkoušky funkčnosti a uvádění do provozu.

Norma platí pro návrhy a výstavby nových částí rozvodné vodovodní sítě a významné rozšiřování a úpravy stávajících částí rozvodné vodovodní sítě. ^[13]

3.4. Směrnice 9/1973

Tato směrnice již není platná, ale vzhledem k absenci aktuálnější ucelené metodiky pro výpočet potřeby vody je v praxi stále částečně využívána.

Směrnice stanovuje metodiku výpočtu potřeby vody a posouzení vydatnosti vodních zdrojů, s ohledem na aktuální i předpokládaný budoucí stav okolí stavby vodovodního či kanalizačního zařízení. Obsahuje v sobě koeficienty nerovnoměrnosti, hodnoty specifické potřeby vody, orientační podklady pro posouzení rozsahu občanské a technické vybavenosti a další.

Pro pochopení této směrnice je nutné pochopit základní pojem potřeba vody a odlišovat ho od pojmu spotřeba vody. Potřeba vody je hodnota vypočtená z této metodiky, není tedy reálná ale pouze teoretická. Je však nutná pro návrh vodovodu, který je na tuto hodnotu dimenzován. Spotřeba vody je naopak hodnota reálná a značí objem reálně využitě vody za dané časové období. Potřeba vody je tedy teoretický výpočet spotřeby vody. ^[14]

3.5. Vyhláška č. 252/2004 Sb.

Touto vyhláškou se stanovují hygienické požadavky na vodu teplou a pitnou a četnost a rozsah jejich kontrol. Tuto vyhlášku stanovilo Ministerstvo zdravotnictví.

Ve vyhlášce jsou zpracovány příslušné předpisy Evropské unie. Také stanovuje hygienické limity pro ukazatele jakosti pitné a teplé vody a rozsah, četnost a metodiku jejich kontrol. ^[15]

4. Vodárenská soustava

Vodárenská soustava je název obsahující soubor vodovodů na sobě závislých (skupinové, oblastní...), které mají velkou kapacitu a distribuují pitnou vodu do rozsáhlého území. Zároveň pod název spadají všechny prvky zajišťující plynulost distribuce – zdroje vody, vodojemy, čerpací stanice, jímací objekty...^[16]

4.1. Typy vodárenských soustav

Vodárenské soustavy se mohou dělit podle mnoha kritérií. Vhodnost daného typu se musí vždy vybírat na základě prozkoumání oblasti a jejích možností. Důležité jsou zejména výškové poměry a zastavěnost oblasti, účel využití a nesmí se zapomenout ani na výhledové změny, například v územním plánu. Tyto typy se dají kombinovat a díky průzkumu můžeme určit nejlepší typ pro dané území.

4.1.1. Dělení podle velikosti

První dělení je podle velikosti zásobované oblasti a počtu spotřebišť. Dělí soustavy na 3 základní skupiny. Nejrozsáhlejší jsou oblastní vodovody, poté skupinové a nejméně rozsáhlé jsou místní vodovody.

Místní vodovody jsou nejjednodušším typem zásobujícím jednu obec. Vyhovující zdroj vody se nachází v blízkosti obce, a tak je distribuce jednoduchá a krátká. Spotřebišť lze zásobovat z více zdrojů. Dle tohoto parametru se dělí na místní vodovod s jedním zdrojem nebo na místní vodovod s více zdroji.

Skupinové vodovody nejčastěji vznikají spojením více místních vodovodů a mají více než jeden zdroj vody. Zásobují tedy větší množství spotřebišť z většího množství zdrojů. Dle počtu vodojemů se dělí na 2 podtypy.

Prvním podtypem je skupinový vodovod s jedním společným vodojemem pro celou skupinu. Jeho výhody spočívají v nižší investiční nákladnosti, vhodnějších provozních podmínkách při soustředění provozu a při nutnosti změny i lehčí přechod do druhého typu. Nevýhodami jsou naopak nutnost vyšších investic do zásobovacích potrubí (větší průměry kvůli dimenzování na maximální hodinovou potřebu) a obtížnější kontrola distribuce do celé skupiny. Nejlepší využití má tento podtyp na menších vzdálenostech spotřebišť v rovinném území (věžové vodojemy by zde byly příliš nákladné). Doporučuje se k hlavnímu vodojemu vystavět za spotřebišť další vodojem, který bude plnit pouze vyrovnávací funkci.

Druhým podtypem je skupinový vodovod s místními vodojemy u jednotlivých spotřebišť nebo u dílčích podskupin spotřebišť. Jeho výhody a nevýhody jsou opakem od předešlého podtypu. Výhodami jsou nižší náklady na potrubí (dimenzuje se na maximální denní potřebu) a lehčí kontrola zásobování. Nevýhody jsou naopak rozdělenost provozu na několik míst, závislost na poloze vodojemu, a cenová nepříznivost při zvětšení nároků na potřebu vody.

Posledním typem jsou oblastní vodovody. Oblastní vodovody jsou v zásadě skupinové vodovody s větším polem působnosti. Území, které tento vodovod zásobuje, se z geograficko-správního hlediska nazývá oblast či region. ^[2] ^[3]

4.1.2. Výškové dělení

Toto dělení je závislé na výškovém vztahu zdroje vody a vodojemu. Udává dva typy vodovodů – výtlačný a gravitační. Výběr typu je nutné dělat na základě převýšení mezi zdrojem a plánovaným vodojemem.

Gravitačním vodovodem se rozumí takový vodovod, u kterého je převýšení mezi zdrojem a vodojemem dostačující pro gravitační transport vody do vodojemu. Není zde tedy zapotřebí žádného čerpadla překlenujícího výškové rozdíly.

Vodojem může být umístěn před, v nebo za spotřebišťem, či při využití více vodojemů mohou být umístění kombinována dle charakteru území. Vždy však musí být dodržena podmínka gravitačního transportu.

U výtlačného vodovodu neumožňuje převýšení mezi zdrojem a vodojemem dopravu vody gravitačně. Je zde nutnost vodu ze zdroje do vodojemu čerpat.

Možnosti umístění vodojemů jsou analogické jako u gravitačního vodovodu, je zde pouze opačná podmínka pro převýšení mezi zdrojem a vodojemem.

Distribuce z vodojemu do spotřebišť je většinou zajištěna gravitací, a to z důvodu funkčnosti i při výpadku elektrického proudu. U menších, méně významných místních vodovodů lze místo nákladných věžových vodojemů přijmout riziko přerušování dodávky vody. V takovémto případě se voda do spotřebišť čerpá automatickou tlakovou stanicí.

[2]

4.1.3. Dělení podle schématu

Toto dělení je na základě půdorysného schématu vodovodu a jeho cykličnosti. Dělí se na 2 základní a 2 přechodné typy.

Prvním typem je větvná síť, kdy z vodojemu vede hlavní větev vodovodního řadu, od které se větví ostatní řady, jež se společně nijak nespojují. Výhodou je jednoduchost a nízká nákladnost. Velkou nevýhodou je přerušeni dodávky pro velkou část spotřebiště při poruše a nízký tlak v koncových bodech spotřebiště při špičkových odběrech.

Zdokonalením této sítě vzniká větvná propojená síť. Zdokonalení spočívá v propojení koncových řadů. Při poruše je tedy možnost přivedení vody, ale pouze v omezeném množství a tlaku.

Druhý základní typ je okružová síť, která je plně zacyklená a dodávka vody je zajištěna do každého místa minimálně dvěma směry. Při poruše je zajištěno adekvátní množství i tlak vody. ^[17]

Posledním typem je síť kombinovaná. Základem jejího schématu je okružová síť, která je v koncových úsecích rozšířena větvenou sítí. ^[18]

4.2. Prvky vodárenské soustavy

Vodárenská soustava se skládá z mnoha částí. Každá část plní svou funkci a má mnoho možností provedení, které se s vývojem vodárenství stále zefektivňují. Některé soustavy nemusí obsahovat všechny části, většinou se to stává u malých místních vodovodů, které nejsou nijak významné.

4.2.1. Zdroje vody a jejich odběr

Zdroj vody je první částí celého systému. Odběr je možný z povrchových nebo podzemních vod.

Pro jímání vody povrchové je nutné určit vydatnost toku. Pokud by nebyl při odběru zachován minimální průtok, nelze vodu z toku bez jeho úprav odebírat. Jedním z možných východisek je odběr vod z jiného povodí nebo vytvoření vodárenské nádrže, která bude mít kapacitu, umožňující odběr vody při zachování minimálního průtoku.

Největší nevýhodou povrchové vody je její kvalita a následná nákladnost úpravy na vodu pitnou. *Vodárenskou nádrž musíme chápat jako objekt podléhající přírodním zákonům. To znamená, že v objemu vody zachycené v nádrži probíhají fyzikální, chemické a biologické pochody.* [3] Kvalita se zhoršuje nejvíce z důvodu delšího času zdržení, kdy je větší časový prostor pro vliv vnějších procesů. Největšími přírodními vlivy na kvalitu je samotná kvalita vody přítoku, podnebí, srážky, teplotní podmínky... Na povrchovou vodu však působí ve velkém rozsahu i lidská činnost, která společně s přírodními vlivy způsobuje velké problémy nejen pro vodárenství. Jedním z možných důsledků lidské

činnosti, spojené s vyššími teplotami a srážkami, je eutrofizace, která je jedním z hlavních důvodů zhoršování kvality povrchové vody.

Jímací objekty povrchových vod jsou navrženy podle charakteru odebírané vody (voda stojatá nebo tekoucí). Pro odběr vody z nádrží se většinou používají věžové objekty. Je nutné zajistit odběr vody i při kolísání hladiny, proto mají tyto objekty více odebíracích otvorů, z nichž je možné každý samostatně uzavřít.

Při odběru tekoucí vody musíme počítat s možností nárazů od větších vznášejících se předmětů, před kterými se odběrné místo musí ochránit, a chodem splavenin. Z tohoto důvodu bývá jímací objekt chráněn jemnými i hrubými česly. Odběrové místo musí být navrženo správně i z hlediska možného zamrznutí toku, kdy nesmí být přerušen odběr. Pro stavbu odběrného objektu je nejlepší vybrat stabilní část toku nebo tok upravit.

Největší výhodou zdrojů podzemních vod je jejich kvalita. Velkým nedostatkem je však její omezené množství, které se snižuje, a náročnější odběr ve srovnání s vodou povrchovou. Tento problém byl citelně znát v současném období sucha, kdy obce čerpající lokální podzemní vodu nebyly schopny toto období sucha plně překlenout. Podobně je problém viditelný i u individuálních zdrojů – studen, které často vysychají, a neumožňují tak odběr.

Tyto zdroje lze využívat díky propustnosti povrchových vrstev země, jimiž voda proudí. Vysoká kvalita vody je způsobena právě průchodem zeminami, které tvoří filtrační vrstvy a dodávají jí minerální látky. Pro její kvalitu ji lidé často využívají jako vodu pitnou bez jakékoliv úpravy.

Jímací objekty podzemní vody se dělí na vertikální, horizontální a plošné. V kategorii vertikálních objektů je několik druhů studen, fungujících na principu akumulace vody ve vyhloubeném prostoru, ze kterého je voda čerpána do úpraven vody. Horizontální objekty jsou štoly, galerie a jímací zářezy, jež vodu jímají přes část nebo celý obvod a vodu odvádí do jímek. Plošným objektem jsou pramenní jímky, které akumulují vodu jímanou přímo z pramene. ^{[2] [3] [4] [19]}

4.2.2. Úpravna vody

Čistící částí vodárenského systému je úpravna vody. Upravuje se zde jakost vody na základě jejího následného využití (průmyslová, pitná...). Pro každý účel je požadavek na kvalitu vody odlišný. Důvodem nutnosti využití úpraven je prioritou zásobování obyvatel vodou zdravotně nezávadnou v jakémkoliv ohledu či délce používání.

Neupravená voda se dělí do 4 kategorií A-D (A je nejkvalitnější) dle jejich upravitelnosti. Dělení je možné na základě množství ukazatelů (sloučenin) v surové vodě. Po úpravě musí voda obsahovat množství těchto sloučenin v rozsahu daném vyhláškou pro daný účel využití vody.

Úpravou se zlepšuje fyzikálně-chemické a bakteriologické složení vody. Je možná mnoha způsoby, kdy se odbourávají či redukují určité nežádoucí složky. Druhy úpravy vody jsou například preoxidace, čiření, filtrace, dezinfekce, adsorpce, odkyselování, odmanganování a další.

Jakost vody musí být udržena po celou dobu její distribuce vodovodní sítí. [2] [3]

4.2.3. Vodojem

Vodojem má 3 základní funkce – akumulární, tlakovou a kontaktní. Podle využití se specifikuje jejich poloha, velikost a typ. Podle typu se navrhuje jednodukomorové nebo víceukomorové vodojemy. Objekt vodojemu je dělen do třech základních prostorů – akumulární, vstupní a armaturní.

Akumulace je základní funkcí vodojemu. Objem vodojemu musí být dostatečně velký pro vyrovnání nerovnoměrností mezi přítokem a odtokem, uchování stálého objemu požární vody a zachování distribuce vody do spotřebiště při poruše systému před vodojemem.

Tlaková funkce závisí na výškovém rozdílu mezi spotřebištěm a vodojemem. Pokud je distribuce gravitační, tak výškový rozdíl udává minimální a maximální tlak v síti. Nejvhodnější je volit polohu vodojemu přibližně 25 – 35 m nad spotřebištěm a nejlépe v jeho středu či co nejbliže.

Kontaktní funkce je dána časem zdržení vody ve vodojemem. Tento čas je nutný pro reakci vody s chemikálií, nutnou například pro stabilizaci jakosti vody.

Vodojemy se dělí na 2 typy – zemní a věžové. Liší se od sebe polohou vůči terénu.

Zemní vodojemy jsou vystavěny pod terénem, částečně pod terénem nebo na terénu. Při osazení pod terénem se využívá tepelně izolačních vlastností zeminy. Většina zemních vodojemů je vyrobena z železobetonu (monolitického i prefabrikovaného). Jejich objem je navrhován pro součet objemů akumulárního (voda pro překlenutí nerovnoměrnosti odtoku a přítoku), požárního (voda pro hašení) a poruchového (voda pro zachování distribuce při poruše). Zemní vodojemy jsou nejčastěji dvouukomorové.

Věžové vodojemy jsou vystavěny nad terénem v určité výšce, proto jsou dobře viditelné, a tak je nutné řešit i jejich architektonickou stránku. Z důvodu jejich

ekonomické nevýhodnosti je snaha o jejich omezení. Je nutné jejich objem navrhovat co nejmenší, a proto je v povinném objemu zahrnut pouze objem akumulací, objem požární a poruchový je nepovinný. Z těchto důvodů jsou věžové vodojemy vždy jednokomorové. Konstrukce je většinou ocelová nebo prefabrikovaná s použitím železobetonu. [3]

4.2.4. Vodovodní potrubí

Vodovodní potrubí slouží k zajištění dopravy vody do spotřebišť. Vnitřní průměr potrubí se dle jeho charakteru navrhuje na maximální denní či hodinovou potřebu vody. Materiál potrubí musí být hygienicky nezávadný a nesmí nijak ovlivňovat jakost vody, musí být také schopný odolat okolním vlivům a měnícímu se tlaku vody. Nejvyužívanějšími materiály jsou litina, plast (polyethylen, polyvinylchlorid, polypropylen) a sklolaminát. Každý z těchto materiálů má určité výhody a nevýhody, z toho důvodu jsou stále využívány všechny a nelze říci, který je obecně nejvhodnější.

Litina může být šedá nebo novější tvárná. Tvárná litina je již podle názvu lépe tvarovatelná, což je jejím hlavním rozdílem od litiny šedé. Největší výhodou je její pevnost v tlaku a ohybu, nevýhodou je naopak malá pevnost v tahu. Je to kovový materiál podléhající korozi proto je nutná vnější i vnitřní ochrana zinkováním, cementováním či dalšími způsoby. Při správné ochraně před korozi má vysokou životnost až 100let. Zároveň je tento materiál jedním z nejtěžších.

Plastová potrubí nyní často nahrazují starší materiály z důvodu jejich rychlého rozvoje. Výhodami jsou dlouhá životnost, malá hmotnost a lehká instalace, korozivzdornost a dobré hydraulické vlastnosti i cena. Největšími nevýhodami jsou křehkost při nízkých teplotách a nízká tepelná vodivost, ale tyto vlastnosti se postupem výzkumu zlepšují. Nejvyužívanějšími plastovými materiály jsou polyethylen, polyvinylchlorid a polypropylen, z nichž má každý lehce odlišné vlastnosti.

Sklolaminát je kombinovaný materiál ze skleněných vláken a polymeru. Tato kombinace v sobě obsahuje výhody obou materiálů. Je odolný proti korozi i chemikáliím, velice houževnatý a pevný v tahu, má vysokou životnost a příznivou cenu. [20] [21]

5. Provozovatelské modely

V současné době v Čechách existují 4 základní modely provozování vodohospodářské infrastruktury. Tyto modely vycházejí z metodiky Státního fondu životního prostředí ČR. Modely jsou členěny dle charakteru subjektů participovaných ve vlastnictví a provozu sítě. Zhruba 12% infrastruktury poté využívá kombinované varianty těchto modelů. ^[22]

5.1. Oddílný model provozování

Tento model je u nás nejrozšířenější. Jeho princip je založen na participaci dvou subjektů. První subjekt je veřejný a je vlastníkem infrastruktury. Provozovatelem je naopak subjekt soukromý. Jejich vztah je definován dlouhodobou smlouvou.

Další kategorizace modelu je dle toku financí, a to na koncesní a kvazikoncesní. Při koncesním způsobu je vodné a stočné vybíráno provozovatelem, který vlastníkovvi platí nájemné za provozování infrastruktury. Kvazikoncesní model je naopak založen na výběru vodného a stočného vlastníkem, který poté platí provozovatele za jeho služby.

Většina podniků přešla na oddílný model provozování v průběhu 90. let, kdy veřejné subjekty neměly finanční prostředky pro renovaci a udržování infrastruktury.

Koncesní způsob oddílného modelu provozování využívá například město Turnov, kde je provozovatelem infrastruktury společnost Severočeské vodovody a kanalizace, a.s., a vlastníkem je samotné město Turnov. ^{[23] [24]}

5.2. Model samostatného provozování

Principem modelu samostatného provozování je participace pouze veřejného subjektu, jenž je vlastníkem i provozovatelem zároveň. Soukromý subjekt zde může být účasten pouze v případě tzv. „servisní“ smlouvy. Předmětem smlouvy jsou určité činnosti, které nemůže vykonat veřejný subjekt sám, například odborný dohled a podobné. Odpovědnost za infrastrukturu a výběr vodného a stočného zůstává vždy pouze na vlastníkovvi.

Tento model využívají většinou pouze menší obce, například Obec Svratouch. ^[24]

5.3. Vlastnický model provozování

V rámci tohoto modelu není podstatné, zda jsou subjekty veřejné či soukromé. Podmínkou je však nadřazenost vlastnického subjektu nad provozním. Provozovatel musí být vždy plně vlastněn vlastníkem infrastruktury.

Vlastnických subjektů může být více, je však nutné dodržet podmínku plného vlastnění provozní společnosti. Vlastník či vlastníci jsou tedy vždy nadřizeni provozovateli.

Příkladem může být infrastruktura v obcích jižně od Prahy, které společně vlastní společnost Technické služby Dolnobřežanska s.r.o. Tato společnost je vlastněna obcemi Vestec (60,5%), Psáry (13,5%), Březová-Oleško (3,5%), Vrané nad Vltavou (9%) a Dolní Břežany (13,5%) a ve všech těchto obcích je provozovatelem jejich vodohospodářské infrastruktury. ^[24] ^[25]

5.4. Smíšený model provozování

Tento model je druhý nejvyužívanější. Od modelu samostatného provozování se liší charakterem vlastníka a provozovatele, kteří jsou jedním subjektem. Tento subjekt je soukromý, ale může být částečně vlastněn veřejným subjektem, a tak se jedná o smíšený model provozování s participací soukromého kapitálu.

Příkladem může být například společnost Vodovody a kanalizace Mladá Boleslav. ^[24]

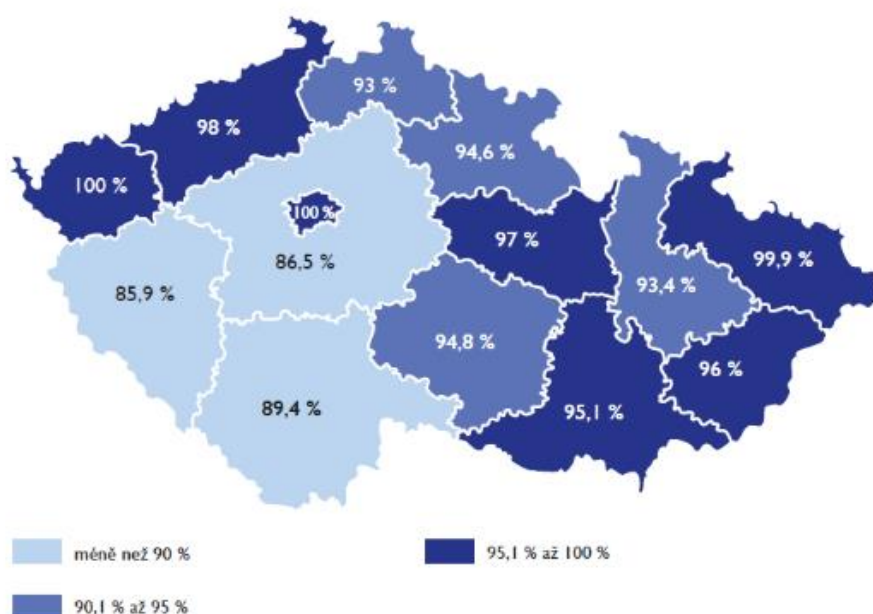
6. Hlavní provozovatelé a vlastníci v České republice

V Čechách máme širokou škálu provozovatelských i vlastnických subjektů. V roce 2019 bylo z dat VÚME (Vybrané údaje majetkové evidence) a VÚPE (Vybrané údaje provozní evidence) evidováno 7480 vlastníků VaK a 2992 provozovatelů VaK. Dle tabulky si lze všimnout nárůstu mezi lety 2018 a 2019, který je mnohem vyšší než nárůsty let předešlých. Tento skokový nárůst je zapříčiněn výstavbou nových vodohospodářských infrastruktur a zároveň i vyšší snahou Ministerstva zemědělství o zajištění evidence všech subjektů.

Tři největší vlastníci vodohospodářské infrastruktury roku 2019 jsou Severočeská vodárenská společnost, a.s., Hlavní město Praha a Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava, a.s.

Tři největší provozovatelé vodárenské infrastruktury na základě množství fakturované pitné vody roku 2019 jsou Pražské vodovody a kanalizace, a.s., Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. a Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava, a.s.

Z těchto dat je zřejmá korelace mezi největšími vlastníky a provozovateli, kteří vlastní/provozují 3 největší infrastruktury v ČR. Dle mapy obyvatel, zásobovaných pitnou vodou v procentech, je vidět, že v oblastech, kde působí největší subjekty, je i procento zásobovaných obyvatel vyšší (Severní Morava, Hl. m. Praha a Severní Čechy).^[4]



Obr. 1 – Procentuální množství obyvatel zásobovaných pitnou vodou 2019^[4]

6.1.Hl. m. Praha a Pražské vodovody a kanalizace, a.s.

Tyto 2 subjekty svou činnost provozují na území hl. města Prahy a části Středočeského kraje za pomoci oddílného modelu provozování. Hl. město Praha je vlastníkem a Pražské vodovody a kanalizace, a.s., jsou provozovatelem vodárenské infrastruktury. Dalším zainteresovaným účastníkem je Pražská vodohospodářská společnost, a.s., která je správcem a tedy i investorem obnovy této infrastruktury.

Akciová společnost Pražské vodovody a kanalizace, a.s., (PVK) vznikla 1. dubna 1998. PVK jsou právním nástupcem státních podniků Pražské vodárny a Pražská kanalizace a vodní toky. 51% akcií PVK vlastní VEOLIA CENTRAL & EASTERN EUROPE S.A. a 49% Pražská vodohospodářská společnost, a.s. (ta je zcela vlastněna hl. m. Prahou). PVK je také vlastníkem 30% akcií Institutu environmentálních služeb, a.s.

Voda distribuovaná těmito společnostmi pochází z vlastních úpraven vody Káraný a Podolí (pouze rezervní zdroj) a z úpraven vody Želivka a Sojovice, odkud vodu nakupuje.

Ztráty vody se od vzniku PVK výrazně snížily. V roce 1998 byly ztráty 41,34 % a v roce 2020 se snížily na 12,9%. Pro rok 2021 činí vodné 54,77 Kč a stočné 46,82 Kč.

Technická data pro rok 2020 převzatá z oficiálních stránek PVK:

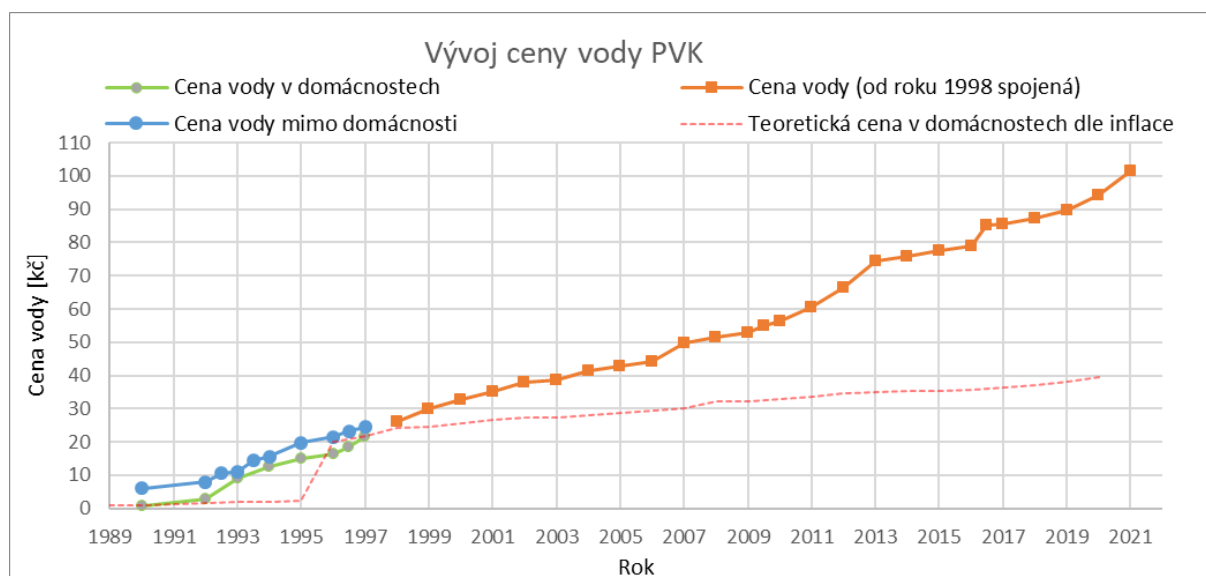
- Délka vodovodní sítě – 3.549 km
- Počet vodovodních přípojek – 116.542
- Počet čerpacích stanic – 51
- Počet vodojemů – 67
- Objem vodojemů – 753.000 m³
- Voda vyrobená PVK v úpravně vody Káraný – 18.281.352 m³
- Voda vyrobená PVK v úpravně vody Podolí – 0 m³
- Voda převzatá z úpraven vody Želivka a Sojovice – 88.025.077 m³
- Voda předaná – 15.799.141 m³
- Voda průmyslová – 731.487 m³

Ekonomická data pro rok 2020 převzatá z oficiálních stránek PVK

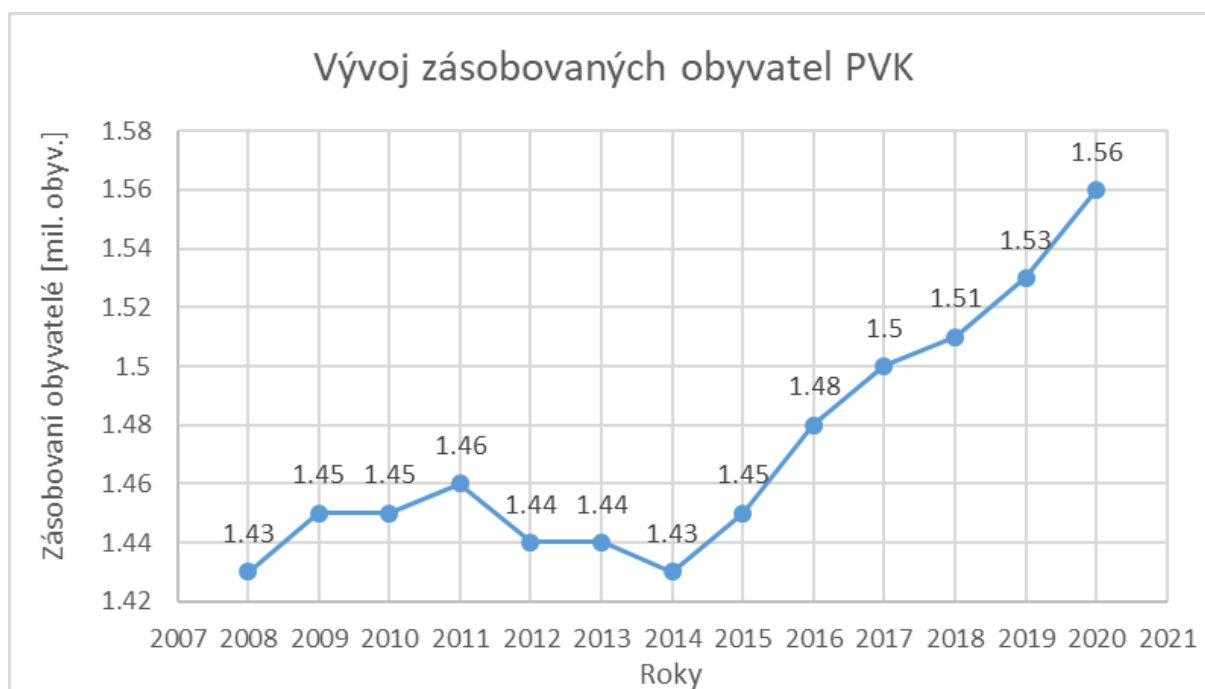
- Základní kapitál společnosti – 483.288 tis. Kč
- Obrat společnosti – 8,06 miliard Kč
- Počet zaměstnanců ke konci roku – 1.136



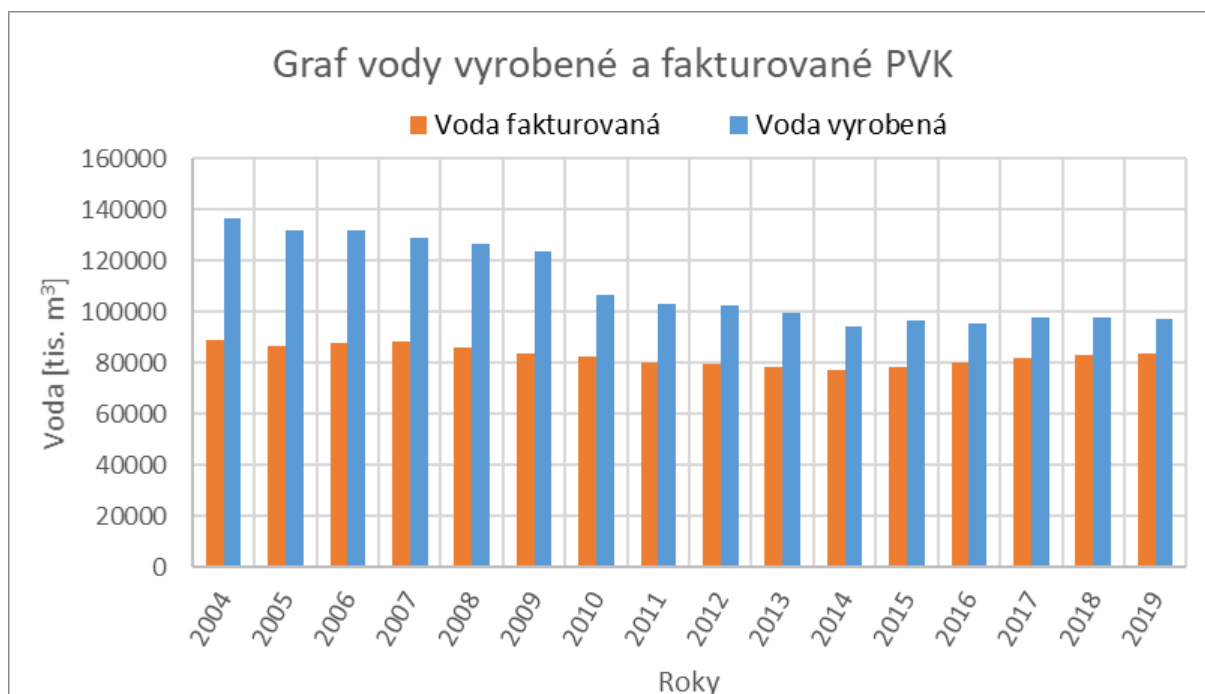
Obr. 2 – Mapa působnosti PVK [26]



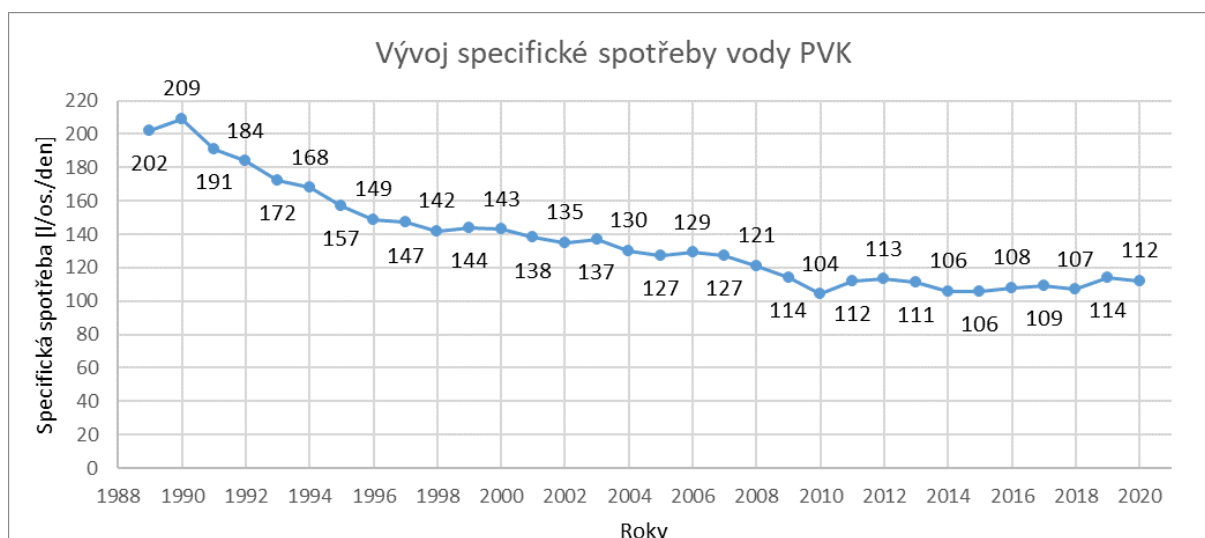
Obr. 3 – Vývoj ceny vody PVK (data PVK)



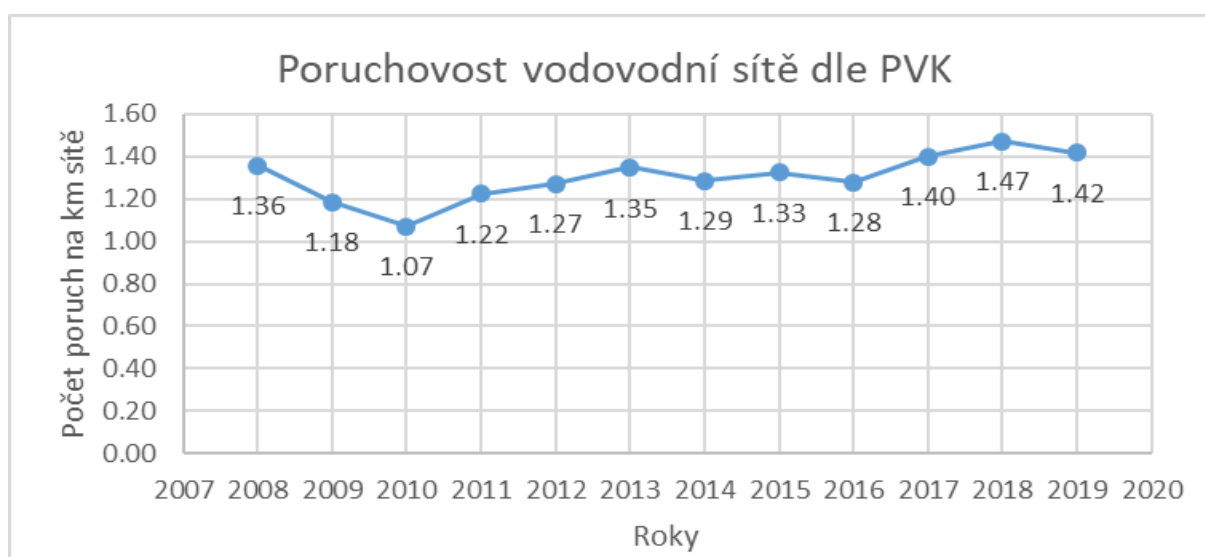
Obr. 4 – Vývoj zásobovaných obyvatel PVK (data PVK)



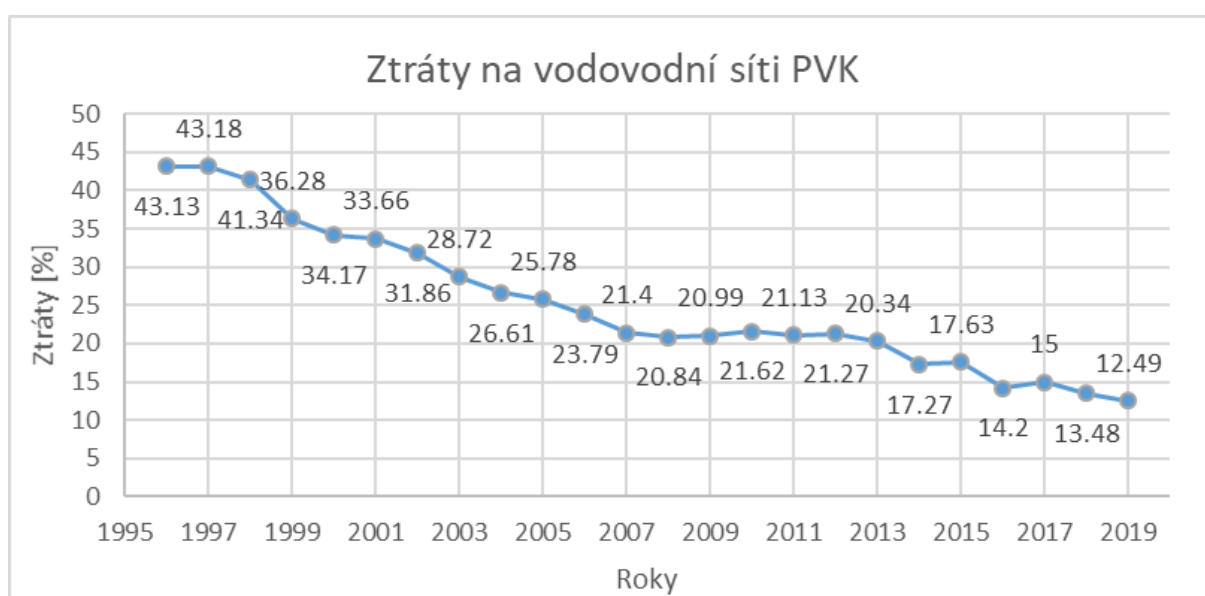
Obr. 5 – Graf vody vyrobené a fakturované PVK (data PVK)



Obr. 6 – Vývoj specifické spotřeby vody PVK (data PVK)



Obr. 7 – Poruchovost vodovodní sítě PVK (data PVK)



Obr. 8 – Ztráty na vodovodní síti PVK (data PVK)

6.2. Severočeská vodárenská společnost, a.s. a Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.

Severočeská vodárenská společnost, a.s., (SVS) vlastní vodárenskou infrastrukturu v Ústeckém kraji a velké části Libereckého kraje. Dohromady má tato oblast plochu 6,93 km² a žije v ní 1,172 mil. obyvatel. Všechnen vodohospodářský majetek je provozován společností Severočeské vodovody a kanalizace, a.s., (SČVK), která zároveň provozuje i vodohospodářský majetek VHS Turnov a města Roztoky.

Obě společnosti vznikly privatizací podniku Severočeské vodovody a kanalizace Teplice roku 1993. Veškeré akcie SVS jsou vlastněny 458 severočeskými městy a obcemi, zároveň SVS od roku 2019 vlastní 100% akcií SČVK. Nyní činí vodné 53,77 Kč a stočné 51,00 Kč.

Technická data pro rok 2020 převzatá z oficiálních stránek SČVK:

- Délka vodovodní sítě – 9.724 km
- Počet vodovodních přípojek – 217.692
- Počet čerpacích stanic – 296
- Počet vodojemů – 1056
- Počet úpraven vod – 85
- Počet zásobovaných obyvatel – 1.160.479
- Voda vyrobená – 70.500 m³
- Specifická spotřeba vody v domácnostech – 92 l/obyvatele/den

Ekonomická data pro rok 2020 převzatá z oficiálních stránek SČVK

- Základní kapitál společnosti – 584.271 tis. Kč
- Počet zaměstnanců ke konci roku – 445
- Obrat společnosti pro rok 2019 – 5,7 miliard

Technická data pro rok 2020 převzatá z oficiálních stránek SVS:

- Délka vodovodní sítě – 9.057 km
- Počet čerpacích stanic – 267
- Počet vodojemů – 974
- Objem vodojemů – 641.895 m³
- Počet úpraven vod – 62

- Počet zásobovaných obyvatel – 1,104 mil. obyvatel
- Voda vyrobená – 68.286 m³
- Specifická spotřeba vody v domácnostech – 92 l/obyvatele/den

Ekonomická data pro rok 2019 převzatá z oficiálních stránek SVS

- Základní kapitál společnosti – 7.605.482 tis. Kč
- Počet zaměstnanců ke konci roku – 55
- Obrat společnosti pro rok 2019 – 1,93 miliard Kč

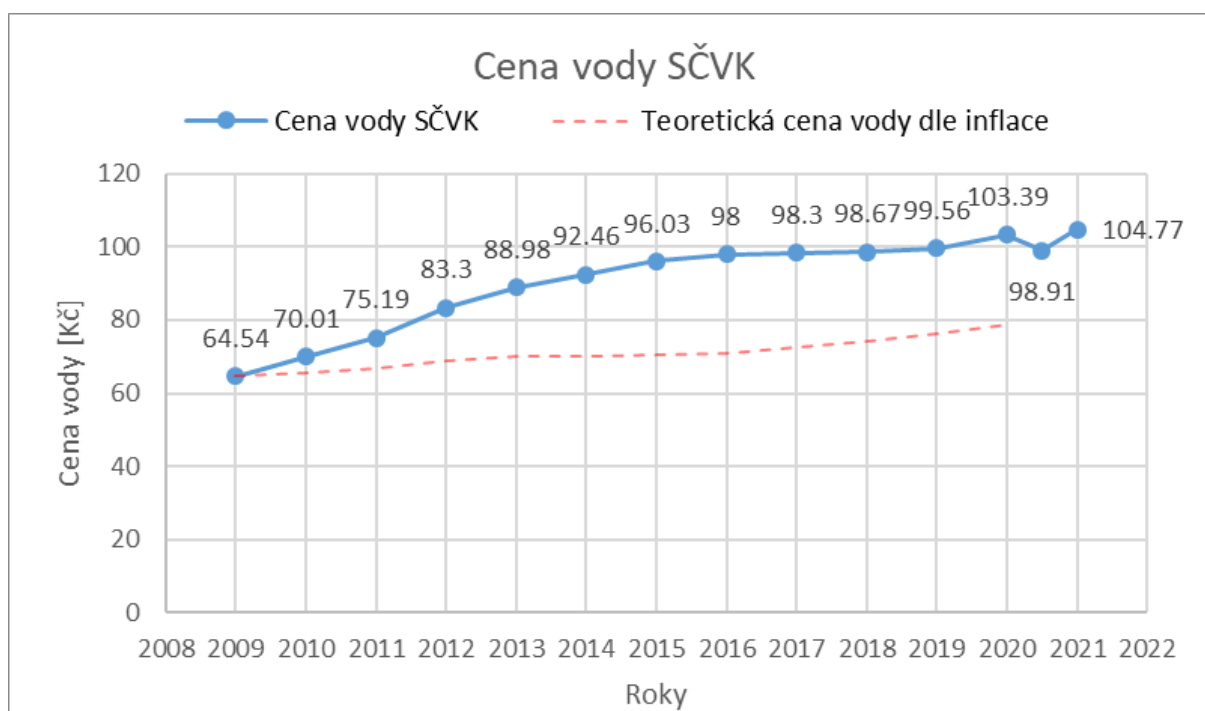
[27] [28] [29] [30]



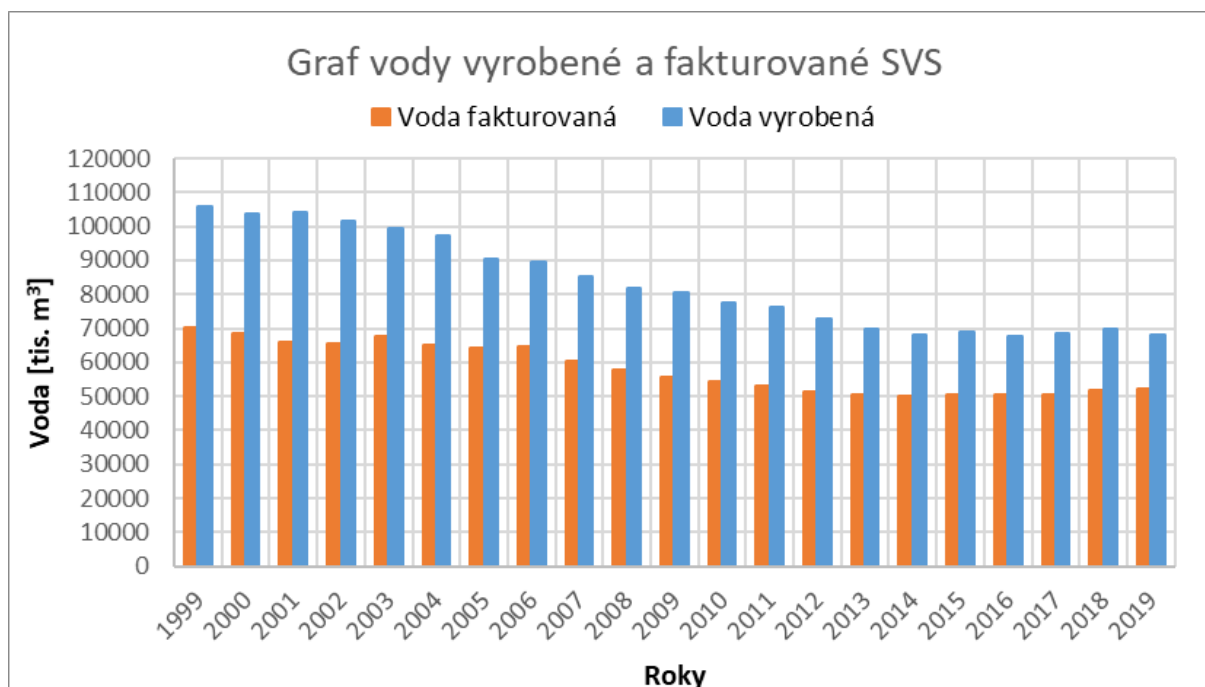
Obr. 9 – Mapa působnosti SČVK [29]



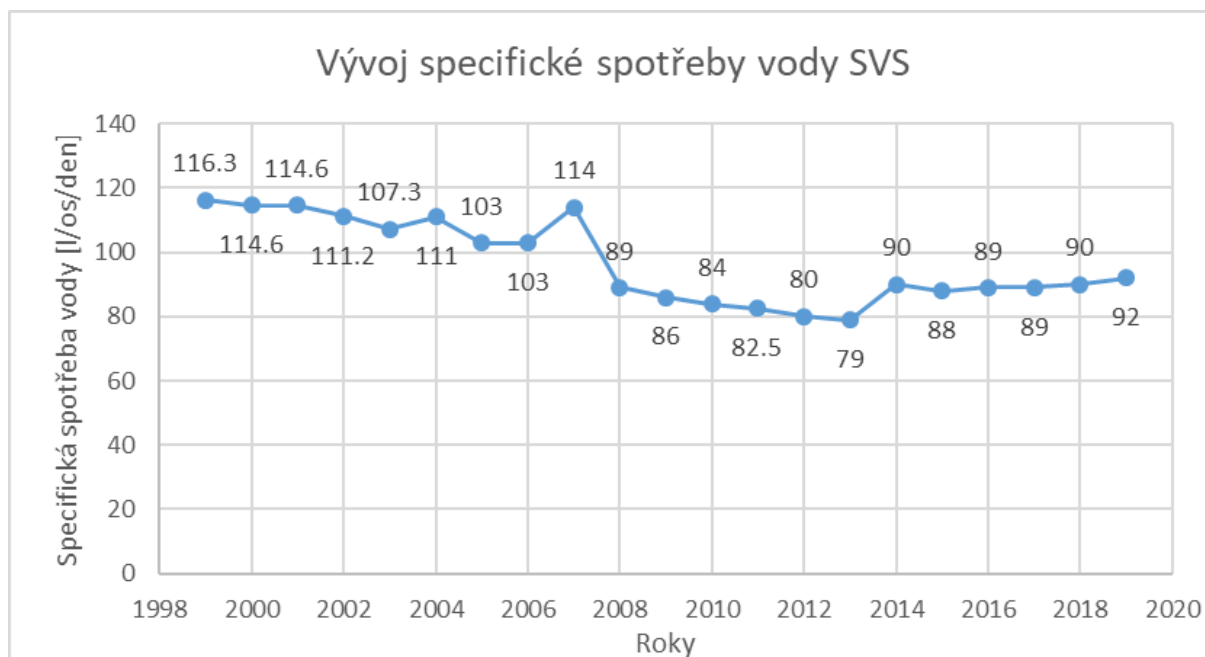
Obr. 10 – Mapa působnosti SVS [27]



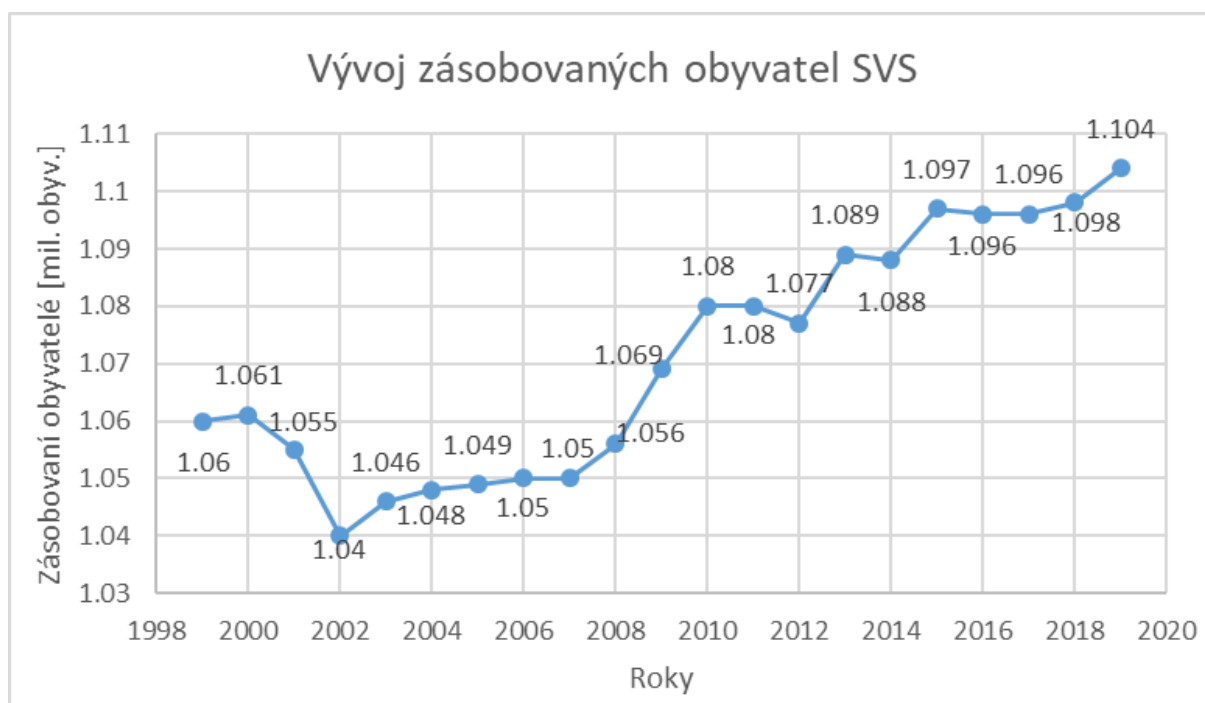
Obr. 11 – Vývoj ceny vody SČVK (data SČVK)



Obr. 12 – Graf vody vyrobené a fakturované SVS (data SVS)



Obr. 13 – Vývoj specifické spotřeby vody SVS (data SVS)



Obr.14 – Vývoj zásobovaných obyvatel SVS (data SVS)

6.3. Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava, a.s.

Společnost Severomoravské vodovody a kanalizace, a.s., (SmVaK) provozuje své vodárenské infrastruktury v Severomoravském kraji, především v okresech Frýdek-Místek, Karviná, Nový Jičín a Opava. Na základě dalších smluvních vztahů dodává pitnou vodu i do části Olomouckého kraje a příhraniční oblasti Polska.

Společnost vznikla roku 1992 a většinový podíl akcií byl vlastněn městy a obcemi. Nyní je jediným akcionářem firma AQUALIA CZECH S. L. Společnost je součástí koncernu, který je řízen subjektem FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Z CONTRATAS, S. A., a nevlastní žádný podíl v jiných společnostech.

Většina surové vody pochází z vodárenských nádrží Kružberk, Šance a Morávka. Pro rok 2021 činí vodné 47,87 Kč a stočné 42,53 Kč.

Technická data pro rok 2020 převzatá z oficiálních stránek SmVaK:

- Délka vodovodní sítě – 5.099 km
- Počet vodovodních přípojek – 138.000
- Počet čerpacích a přečerpávacích stanic – 221
- Počet vodojemů – 358
- Objem vodojemů – 389.424 m³
- Počet úpraven vod – 46
- Počet zásobovaných obyvatel – 721.469
- Voda vyrobená – 57.392 m³
- Specifická spotřeba vody v domácnostech – 89 l/obyvatele/den

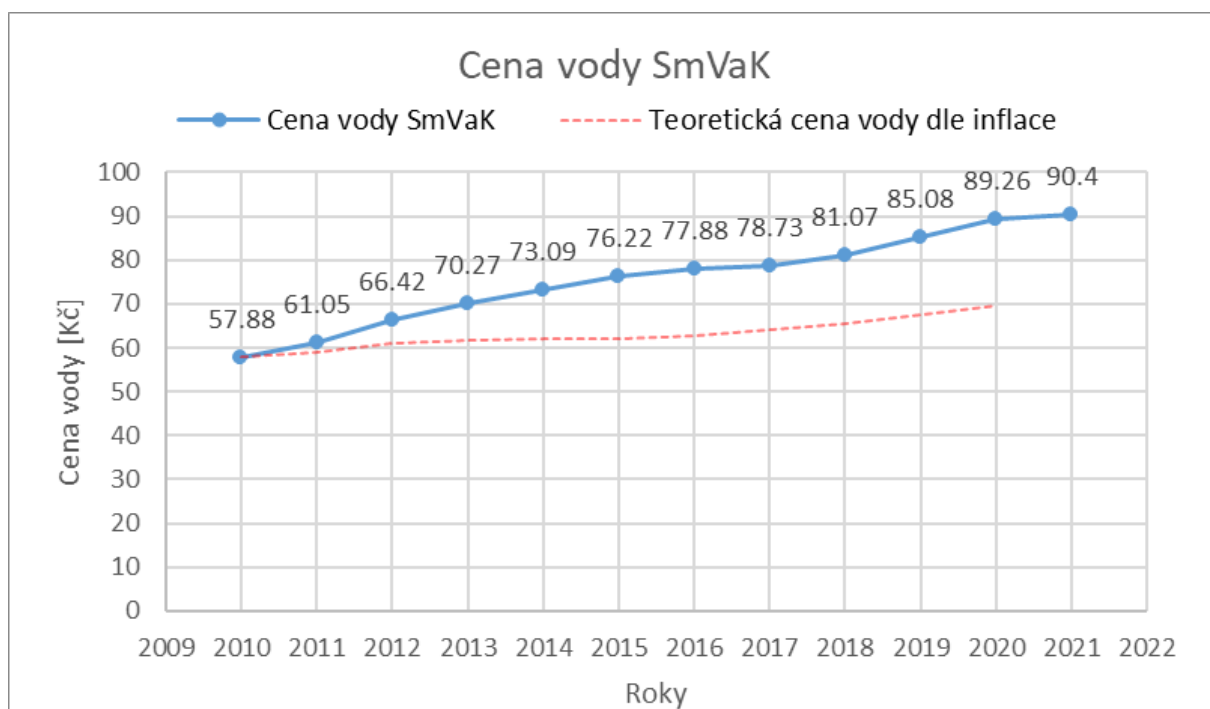
Ekonomická data pro rok 2020 převzatá z oficiálních stránek SmVaK:

- Základní kapitál společnosti – 1.296.909 tis. Kč
- Počet zaměstnanců ke konci roku – 855

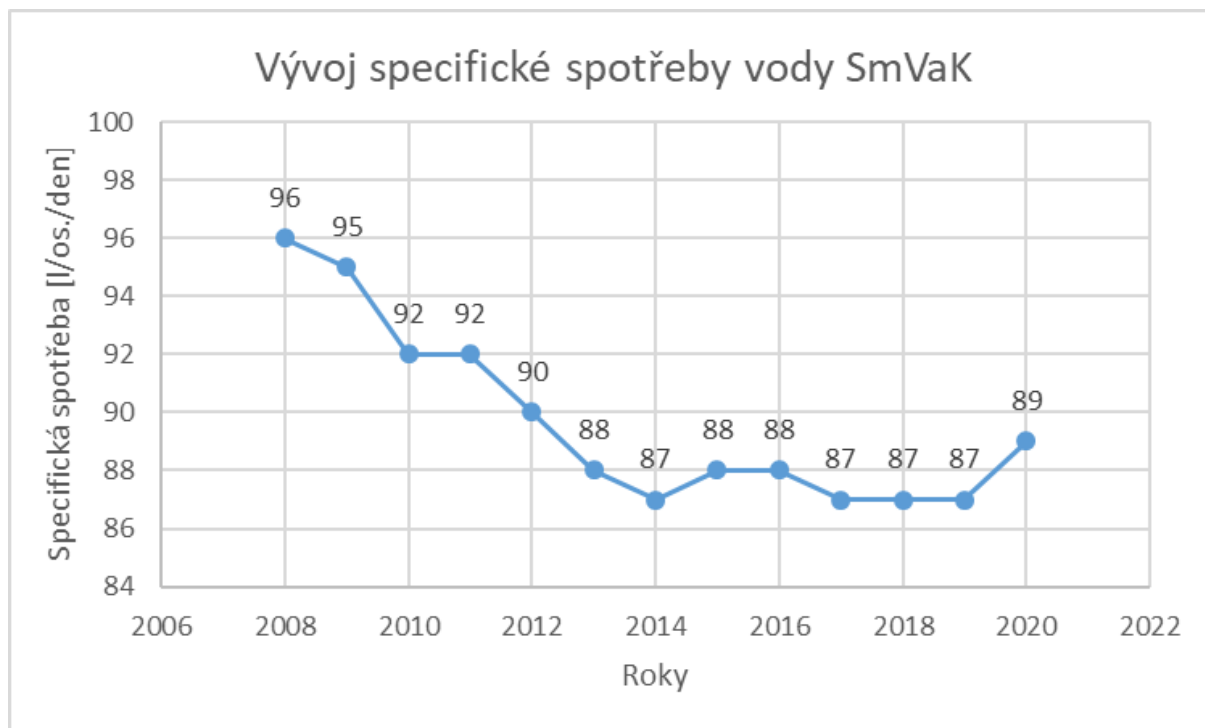
[31] [32]



Obr. 15 – Mapa působnosti SmVaK [31]



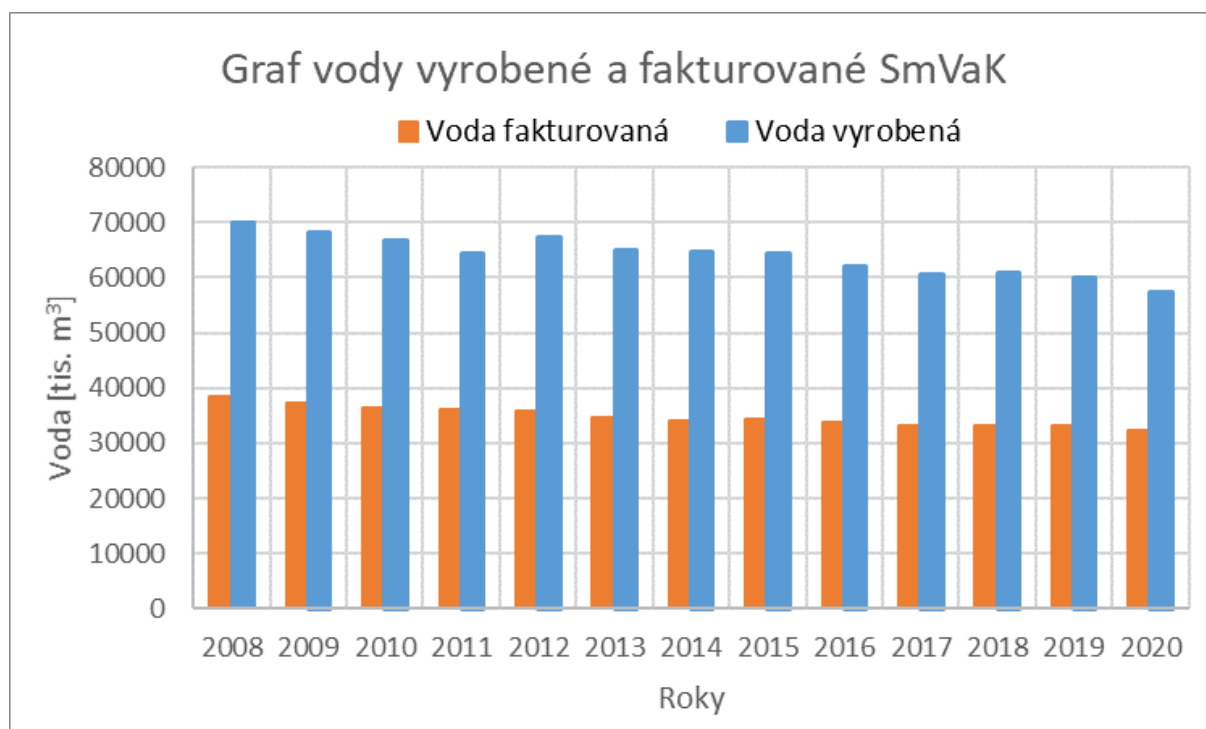
Obr. 16 – Cena vody SmVaK (data SmVaK)



Obr. 17 – Vývoj specifické spotřeby vody SmVaK (data SmVaK)



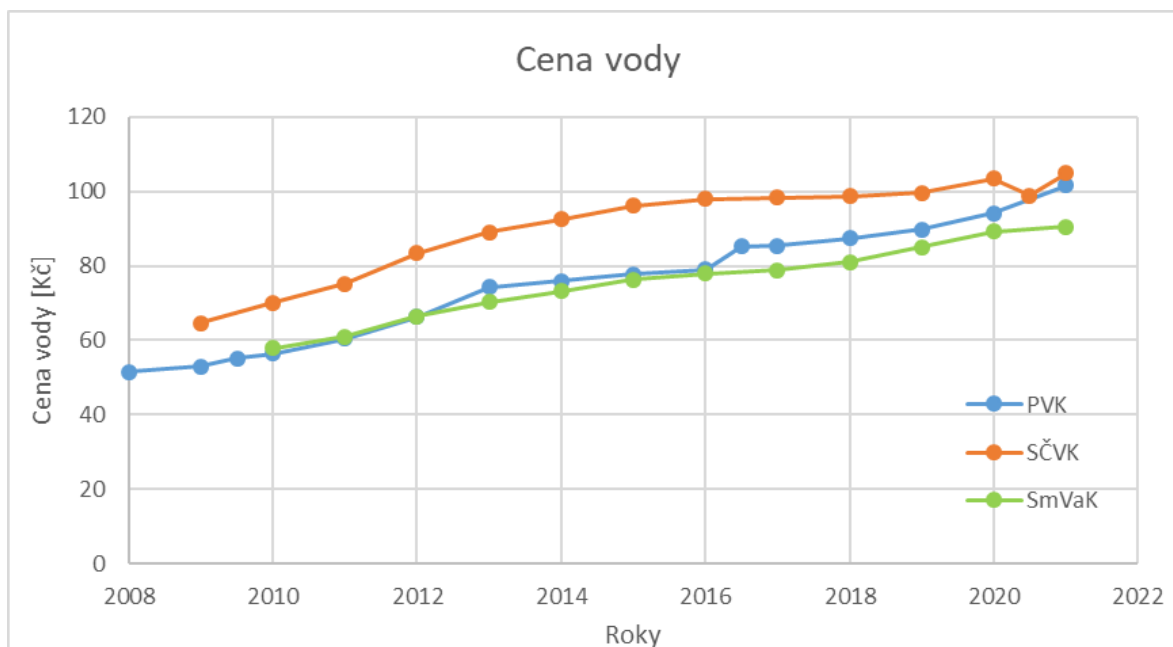
Obr. 18 – Vývoj zásobovaných obyvatel SmVaK (data SmVaK)



Obr. 19 – Graf vody vyrobené a fakturované SmVaK (data SmVaK)

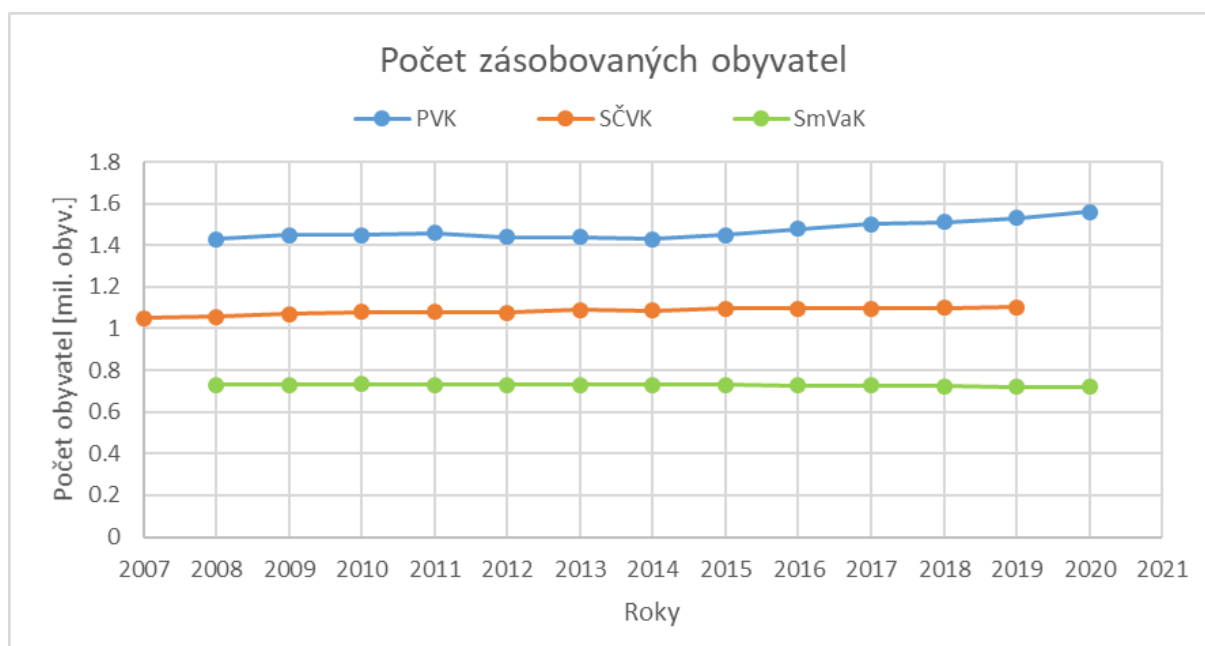
6.4. Srovnávací grafy společností

Jednotlivé parametry společností jsou porovnány následujících grafech.



Obr. 20 – Srovnání cen vody (data PVK, SČVK, SmVaK)

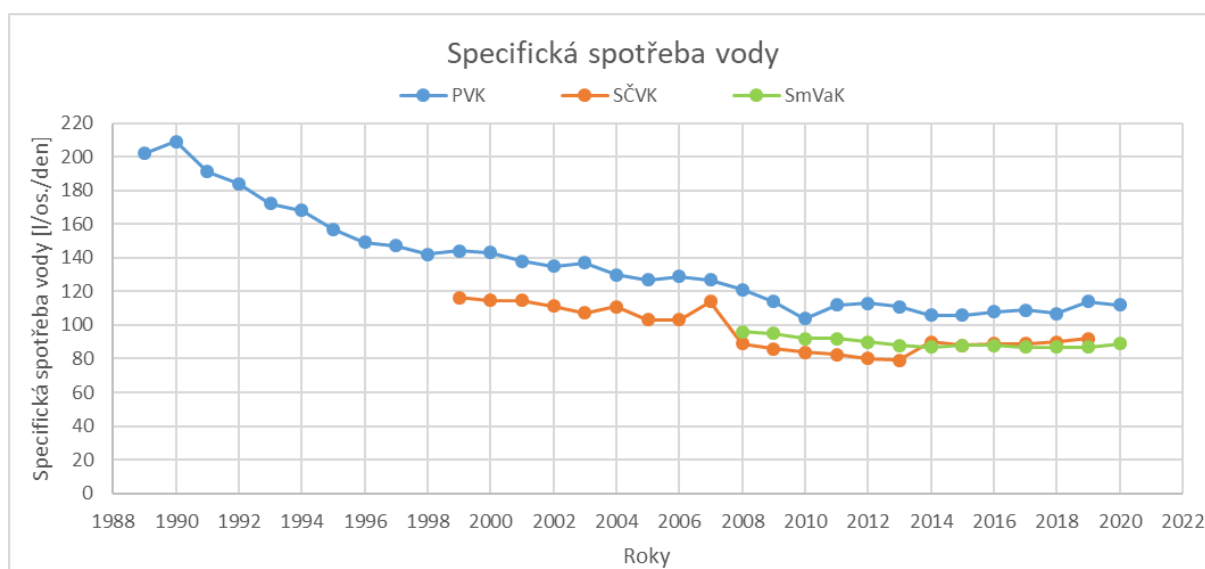
Dle grafu ceny je vidět, že nejvyšší ceny má společnost SČVK a po většinu vyobrazeného období má nejnižší cenu společnost SmVaK. Společnost PVK má ceny do roku 2016 pouze lehce vyšší nežli SmVaK, poté cena stoupá a v roce 2020 se přibližuje ceně SČVK.



Obr. 21 – Srovnání počtu zásobovaných obyvatel (data PVK, SČVK, SmVaK)

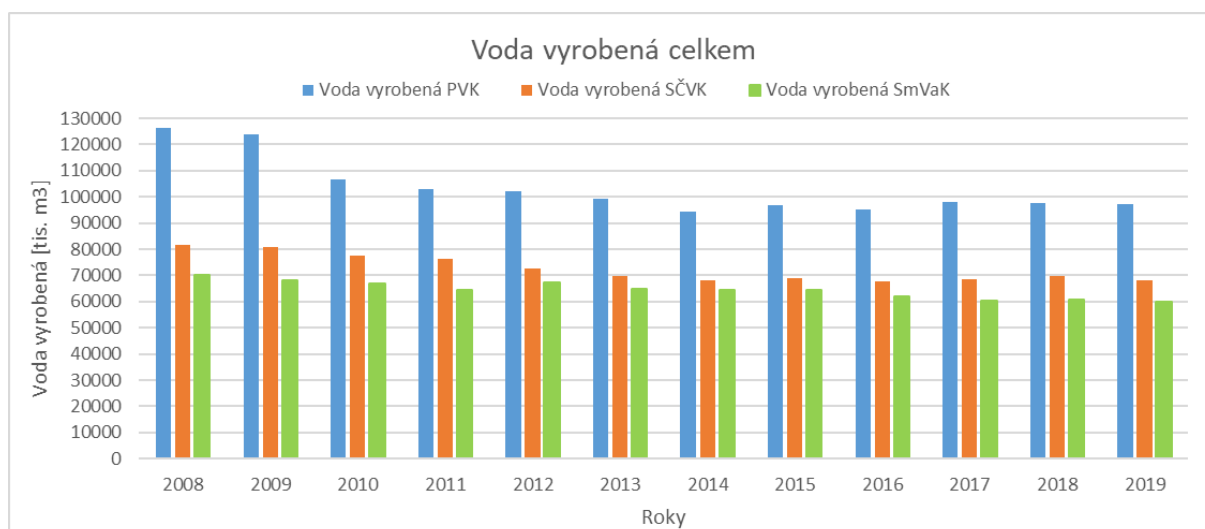
Nejvíce obyvatel zásobuje pitnou vodou společnost PVK, nejméně společnost SmVaK. Počet obyvatel zásobovaných společnostmi SČVK je v tomto porovnání průměrný.

Počet zásobovaných obyvatel se u společností výrazně nemění, pouze u PVK je vidět pozvolný nárůst od roku 2014.

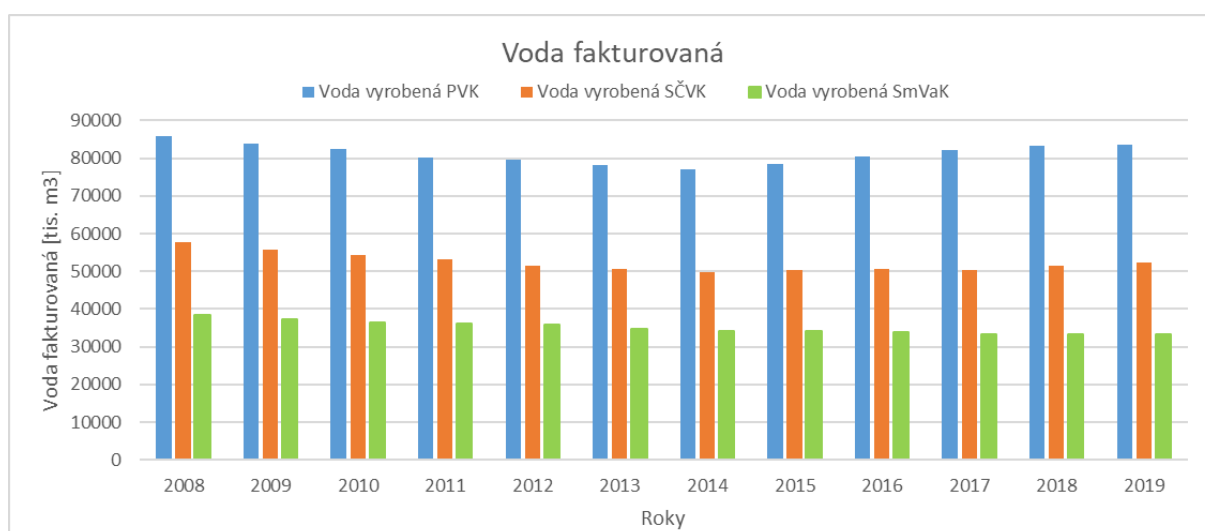


Obr. 22 – Srovnání specifické spotřeby vody (data PVK, SČVK, SmVaK)

Graf ukazuje, že největší spotřebu mají domácnosti zásobované vodou PVK. Domácnosti zásobované vodou SČVK a SmVaK mají spotřebu podobnou. Nižší spotřeba, kterou vykazují data PVK, může být ovlivněna nižší možností využívání vlastních zdrojů vody, které jsou v zásobované oblasti hůře dostupné a méně kvalitní.



Obr. 23 – Srovnání vody vyrobené (data PVK, SČVK, SmVaK)



Obr. 24 – Srovnání vody fakturované (data PVK, SČVK, SmVaK)

Z grafů vody vyrobené a fakturované (graf 23 a 24) je vidět korelace s grafem počtu zásobovaných obyvatel (graf 21). Společnost PVK vyrobí za rok největší objem vody a také nejvíce vody fakturované. Nejméně vody vyrobí a fakturuje společnost SmVaK, která má také nejméně zásobovaných obyvatel. Společnost SČVK se ve srovnání parametrů vody vyrobené i fakturované pohybuje mezi dalšími dvěma společnostmi.

7. Srovnávací metody

O stavu vodárenství v Čechách se nejlépe dozvíme z vyhodnocení efektivnosti jednotlivých infrastruktur. V současné době bohužel neexistuje žádná metodika, která by byla v ČR zachycena v legislativě. Každá společnost má tedy své vlastní vyhodnocení. Z tohoto důvodu nelze zcela objektivně porovnat infrastruktury mezi sebou a ani vyhodnotit celkový stav českých infrastruktur.

Pro vyhodnocení se dá využít metoda FMEA (Failure Mode and Effects Analysis). Tato metoda, sice není tvořena přímo pro vodárenství, ale je využívána pro identifikaci míst možného vzniku závad jakéhokoliv hodnoceného souboru.

Z této metodiky vychází ryze česká metodika TEA Water vyvíjená na VUT v Brně. Tato metoda je zpřesněním metody FMEA, zpracované přímo pro vodárenské účely. ^{[51] [33]}

7.1. Hodnotící parametry

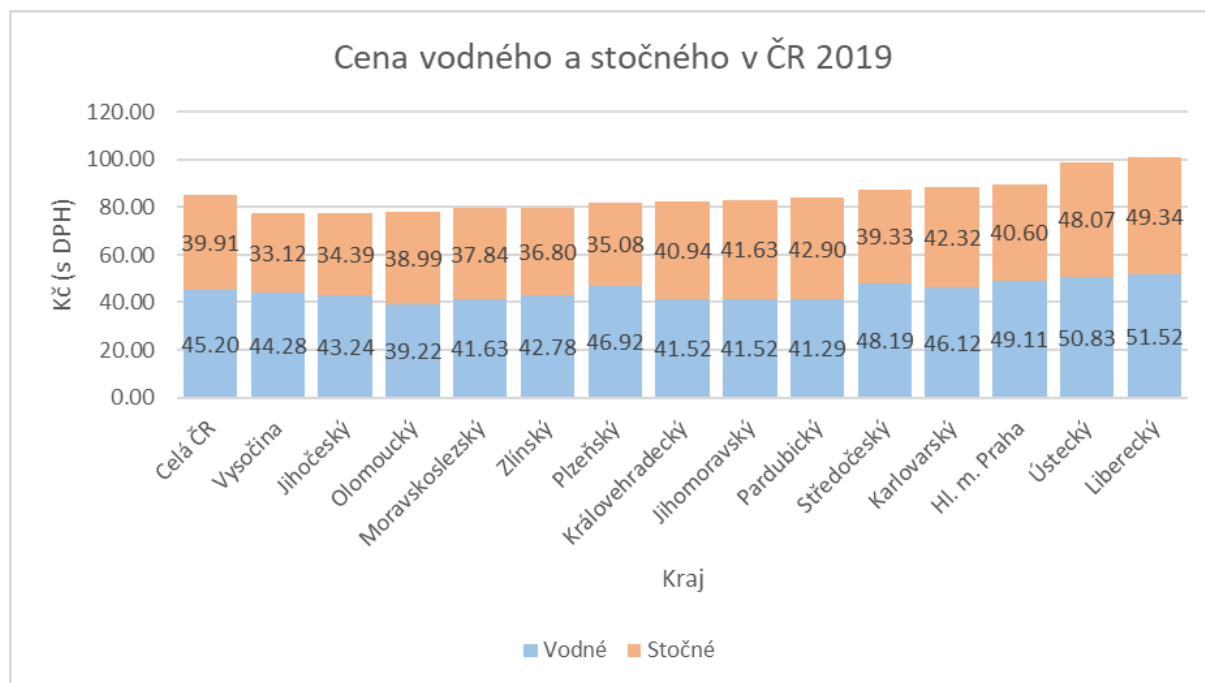
Parametrů, podle kterých můžeme srovnávat infrastruktury, vlastníky, provozovatele a další, je mnoho. Ty nejdůležitější pro srovnání stavu infrastruktury jsou začleněny do vyhodnocování podle metody FMEA i TEA Water, jsou to hlavně stáří a materiály infrastruktury, poruchovost, úniky (související s procentem vody nefakturované), kolísání tlaků a kvalita vody (podle kvality zdroje, stáří vody v síti a metody hygienického zabezpečení).

Pokud se u daného parametru musí průměrovat mezi více kategoriemi, je nutné mít průměr vážený. Váhou může být délka infrastruktury v dané kategorii nebo objem vody (podle délky a průřezů). Metodika FMEA je vážená dle délky.

Každý materiál má jinou životnost, a proto se většinou vyhodnocují společně se stářím, které je upraveno pro každý materiál odlišně. Poruchovost se může vyhodnotit v průměrné hodnotě poruch/km/rok. Úniky jsou vyjadřovány v procentech či jednotkově v m³/km/rok. Při jejich výpočtu si musíme dát pozor, abychom do nich nezahrnovali vodu určenou na proplachy nebo jiné akce, kdy voda sice odtéká, avšak důvodem není závada. Tlaky se mohou hodnotit hydrostatické či hydrodynamické, které potřebují podrobnější měření. Na kvalitu distribuované vody má vliv jakost zdroje, její stáří i způsob úpravy. Jakost zdroje se hodnotí podle typu - povrchový či podzemní (podzemní bývá kvalitnější).

Pro srovnání společností jsou mimo technický stav infrastruktury důležité také ekonomické a výrobní ukazatele. Počet zásobovaných obyvatel, délka a hustota sítě a objem vody vyrobené nám mohou zpřesnit důležitost společnosti v závislosti na území a obyvatele

na ni spoléhající. Ekonomické údaje jako roční obrat či cena vody (vodné a stočné) zase mohou uvést daný subjekt do žebříčku tržního prostředí. Některé z parametrů se často uvádějí podle katastrálních celků, například v souhrnných zprávách ministerstev. [4] [5]



Obr. 25 – Cena vodného a stočného v ČR 2019 [4]

7.2. FMEA

Tato analytická metoda se využívá pro předpověď místa potencionální závady. Pro využití této metody si musíme zprvu stanovit technické ukazatele a dané způsoby jejich stanovení, aby nedocházelo k nesrovnalostem. Nutné je také určit přesné hodnotící postupy pro každý ukazatel a váhu tohoto výstupu v ohledu celkového vyhodnocení.

Používané technické ukazatele v ČR (TU) s vyhodnocujícími tabulkami:

- TU1 – Stáří trubního řadu

Stáří trubního materiálu lze vyhodnotit dvěma způsoby. První způsob spočívá v zahrnutí odlišných životností materiálu a příslušná kategorie se pak vyhodnocuje na základě vážených průměrů, kdy je váhou příslušná délka úseku. Tabulka pro tento způsob je tab. 1 - Stáří trubního materiálu.

Druhý způsob je zjednodušený a neuplatňuje se zde trubní materiál. Stáří všech úseků sítě je zprůměrováno a následně zkatégorizováno dle tab. 2 - Průměrné stáří trubního materiálu.

Tab. 1 – Stáří trubního materiálu

Materiál potrubí	Stáří trubního materiálu [roky]				
	od - do	od - do	od - do	od - do	od - do
Ocel	0-20	20-30	30-40	40-50	50+
Litina tvárná	0-50	50-70	70-90	90-110	110+
Litina šedá	0-40	40-60	60-80	80-90	90+
PVC	0-20	20-40	40-50	50-60	60+
PE	0-30	30-50	50-60	60-70	70+
PEHD	0-50	50-70	70-90	90-100	100+
Ostatní	0-20	20-30	30-40	40-50	50+
Příslušná kategorie	K1	K2	K3	K4	K5

Tab. 2 – Průměrné stáří trubního materiálu

Příslušná kategorie	Průměrné stáří trubního materiálu [roky]
	Od - do
K1	0-30
K2	30-50
K3	50-60
K4	60-80
K5	80+

- TU2 – Poruchovost

Poruchovost se vyhodnocuje podle počtu poruch za rok na kilometr délky
trubní sítě a zařídí se dle tab. 3 - Poruchovost.

Tab. 3 – Poruchovost

Příslušná kategorie	Poruchovost [poruch/km/rok]
	Od - do
K1	0-0,2
K2	0,2-0,3
K3	0,3-0,5
K4	0,5-0,8
K5	0,8+

- TU3 – Ztráty vody v síti

Ztráty vody v síti se vyhodnocují z procentuálních hodnot (VNF) nebo jmenovitých úniků (JÚ), které jsou v m³/km/rok. Zatřídění probíhá dle tab. 4 - Ztráty vody v síti.

Tab. 4 – Ztráty vody v síti

Příslušná kategorie	VNF [%]	JÚ [m ³ /km/rok]
	Od - do	Od - do
K1	0-10	0-3000
K2	10-12	3000-4500
K3	12-16	4500-6000
K4	16-25	6000-8000
K5	25+	8000+

- TU4 – Tlakové poměry

Tlakové poměry se hodnotí dle hydrodynamických či hydrostatických tlaků. Údaj je důležitý hlavně pro jeho korelaci s hodnotou ztrát, a to zejména při netěsnosti, kdy se při větším tlaku se zvyšují i ztráty.

Pro vyhodnocení celé sítě je nutno brát jako rozhodující typické hodnoty tlaků pro většinu uzlů. Zatřídění se provádí dle tab. 5 - Tlakové poměry.

Tab. 5 – Tlakové poměry

Příslušná kategorie	Hydrostatický tlak [mH ₂ O]
	Od - do
K1	0-45
K2	45-50
K3	50-60
K4	60-70
K5	70+

- TU5 – Vliv na kvalitu vody

Vlivů na kvalitu vody je mnoho a jsou často těžko zpracovatelné. Problémem je také nutnost tyto hodnoty sledovat kontinuálně na více místech sítě. Hlavní vlivy, které se dle této metodiky vyhodnocují, jsou typ materiálu, doba zdržení vody v síti, zdroj vody a její hygienické zabezpečení.

Při vyhodnocení je nutné výsledné kategorie pro odlišné vlivy zprůměrovat, a dojít tak ke konečné kategorii pro celý technický ukazatel. Zatřídění se provádí v tab. 6 - Vliv na kvalitu vody.

Tab. 6 – Vliv na kvalitu vody

Příslušná kategorie	Materiál	Zdržení v síti	Zdroj vody	Hyg. zabezpečení
K1	Nekovové materiály	Do 24 hod.	Podzemní	Chlór, UV
K2	Tvárná litina, nekovové materiály	Do 24 hod.	Povrchová	UV, chloridoxid
K3	PE, PVC sklolaminát	Do 24 hod.	Podzemní	Chlór, UV, chloridoxid
K4	Šedá litina a ocel mladší než 50 let	Do 48 hod.	Povrchová	UV, plynný chlór
K5	Šedá litina a ocel starší než 50 let	Nad 48 hod.	Povrchová	Plynná chlór

Tyto ukazatele se poté řadí do klasifikační stupnice, která nám udává hodnotu každého TU, kde K1=1, K2=2 atd.

Kždému TU je poté přiřazena jeho váha. Bez odborného rozboru můžeme váhu rozdělit mezi TU rovnoměrně, tak aby dohromady dávaly 1 (procentuálně 100%). Platí tedy vztah:

$$1 = \sum_{i=1}^n W_i \quad (1)$$

Celkový technický stav (CTS) se poté spočte a podle jeho hodnoty se zařadí do odpovídajícího klasifikačního stupně, který nám již udává celkový stav infrastruktury.

Pro výpočet CTS platí vztah: ^{[5] [33]}

$$CTS = \sum_{i=1}^n TU_i * W_i \quad (2)$$

Tab. 7 – Celkový technický stav

Příslušná kategorie	CTS	Stav
	Od-do	
K1	1-1,5	Velmi dobrý
K2	1,5-2,5	Dobrý
K3	2,5-3,5	Vyhovující
K4	3,5-4,5	Kritický
K5	4,5+	Nevyhovující

7.3. TEA Water

Tato metoda je založena na principu metody předešlé. Její vývoj ve VUT v Brně byl konzultován i s vybranými vodárenskými společnostmi.

Hlavním zpřesňujícím rozdílem je připojení další vrstvy výpočtu – faktorů daných ukazatelů. Hodnoty faktorů jsou od 0, která představuje nehodnocený faktor (není dostatek vstupních dat), až do 3, kdy 1 je pro nejpříznivější a 3 nejméně příznivý stav. Každý faktor má přiřazen i svou váhu, tedy důležitost jeho vlivu na ukazatel. Faktory jsou jediná část, která je výsledkem vstupních hodnot.

Ukazatele jsou zároveň rozděleny do 2 kategorií – stavebně-technické (ST) a provozně-technologické (PT). Ukazatele jsou vypočteny z faktorů, ne ze vstupních hodnot, jak tomu je u metody FMEA.

Nejvyšší dělení je na 7 základních objektů vodárenského systému, do kterých jsou zařazeny ukazatele dle jejich návaznosti. Tyto objekty jsou počítány dle modulů:

- Modul TEAR – Vodní zdroje
- Modul TEAT – Úpravny vody
- Modul TEAM – Přiváděcí řady
- Modul TEAA – Vodojemy
- Modul TEAP – Čerpací stanice
- Modul TEAN – Vodovodní síť
- Modul TEAS – Vodovodní řady

Kategorií hodnocení objektů, jeho částí (ST a PT) a ukazatelů je 6. Kategorie N pro hodnocení s nedostatečnými vstupními hodnotami a kategorie A+/A/A- až E+/E/E- (hodnocení objektu), A až E (hodnocení ST a PT) a 1-5 (hodnocení ukazatele). [33] [34]

Objekt	Část	Ukazatel	Popis hodnocení
A+, A, A-	A	1	optimální stav, nevyžaduje žádná opatření vedoucí ke změnám hodnocení tohoto objektu (ukazatele)
B+, B, B-	B	2	velmi dobrý stav objektu (ukazatele), nevyžaduje žádná zásadní okamžitá opatření
C+, C, C-	C	3	jedná se o průměrné hodnocení, které nevyžaduje okamžitá řešení, výhledově je však vhodné objekt (ukazatel) sledovat
D+, D, D-	D	4	kritické hodnocení stavu, měla by být realizována případně neprodleně plánována opatření na řešení tohoto stavu
E+, E, E-	E	5	nežádoucí stav, který vyžaduje okamžitá řešení, které povede ke zlepšení stavu objektu, jeho části nebo příslušného ukazatele
N	N	N	pro hodnocení tohoto objektu nebo jeho části není dostatek vstupních informací

Obr. 26 – Kategorie hodnocení [33]

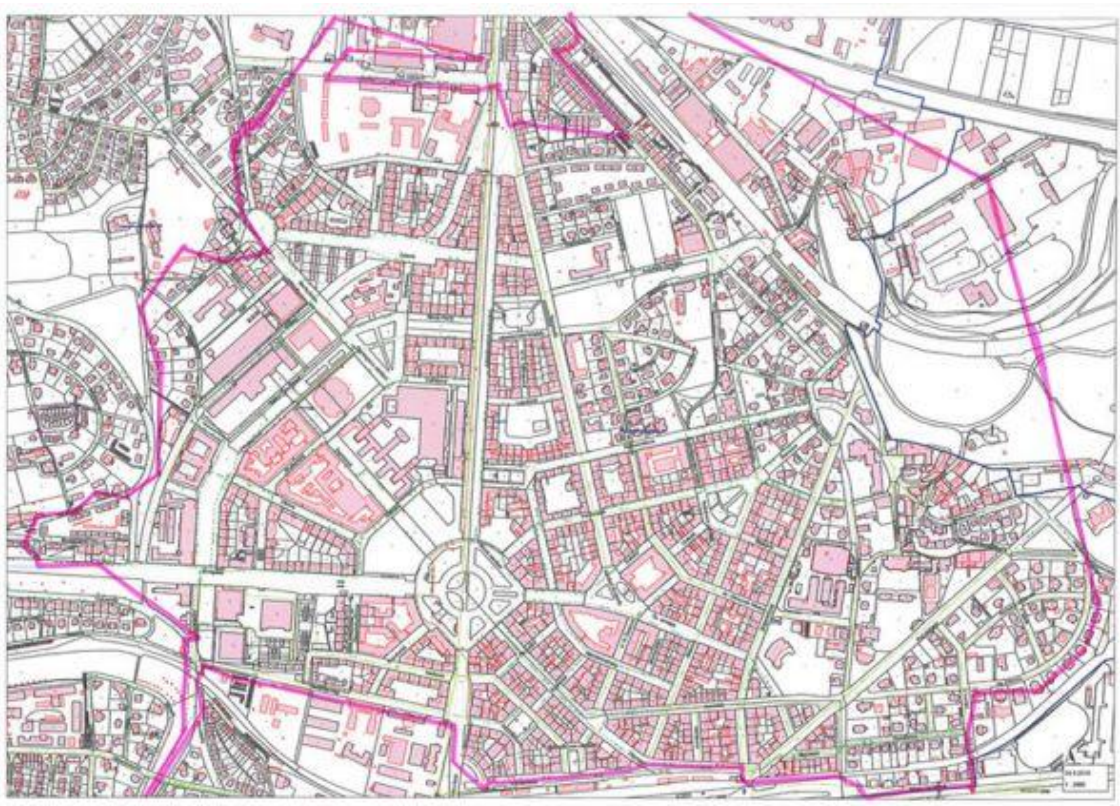
8. Ukázka vyhodnocení metodou FMEA

Objektivní vyhodnocení vodárenských sítí je zřejmě nejlepším parametrem ukazujícím stav vodárenství v Čechách. Z toho důvodu je v této práci ukázka vyhodnocení metodou FMEA.

Použitá metodika FMEA je oproti metodice TEA Water jednodušší, a proto pro mnohé společnosti i snadněji zpracovatelná.

Podklady k vyhodnocení byly poskytnuty společnostmi Pražská vodohospodářská společnost, a.s. a Pražské vodovody a kanalizace, a.s.

Pro hodnocení bylo vybráno celé tlakové pásmo 4280 - *GR ANDĚLKY pro Dejvice*, jeho situace je patrná z obrázku 7. Pásmo je zásobováno vodojemem Andělky, který se nachází ve Střešovicích. Území je z jihu ohraničeno železniční tratí Bubny-Veleslavín, ze severu ulicí Pod Juliskou, ze západu ulicemi Na Kotlářce a Na Vlčovce a z východu parkem Stromovka. V pásmu se tedy nachází i Dejvický kampus, kde jsou nejen budovy ČVUT, ale i VŠCHT nebo UK. Zbytek zástavby je tvořen převážně bytovými domy a vilami. Celkový průměrný odběr v pásmu je 59,7 l/s (Qd = 87 l/s). Celková délka sítě je necelých 43 km. V tomto pásmu došlo v roce 2015 k velké epidemii z důvodu průsaků z kanalizační šachty do vodovodu. Tato stará kanalizační šachta byla nesprávně vystavěna nad vodovodem.



Obr. 27 – Tlakové pásmo 4280 - GR ANDĚLKY pro Dejvice [35]

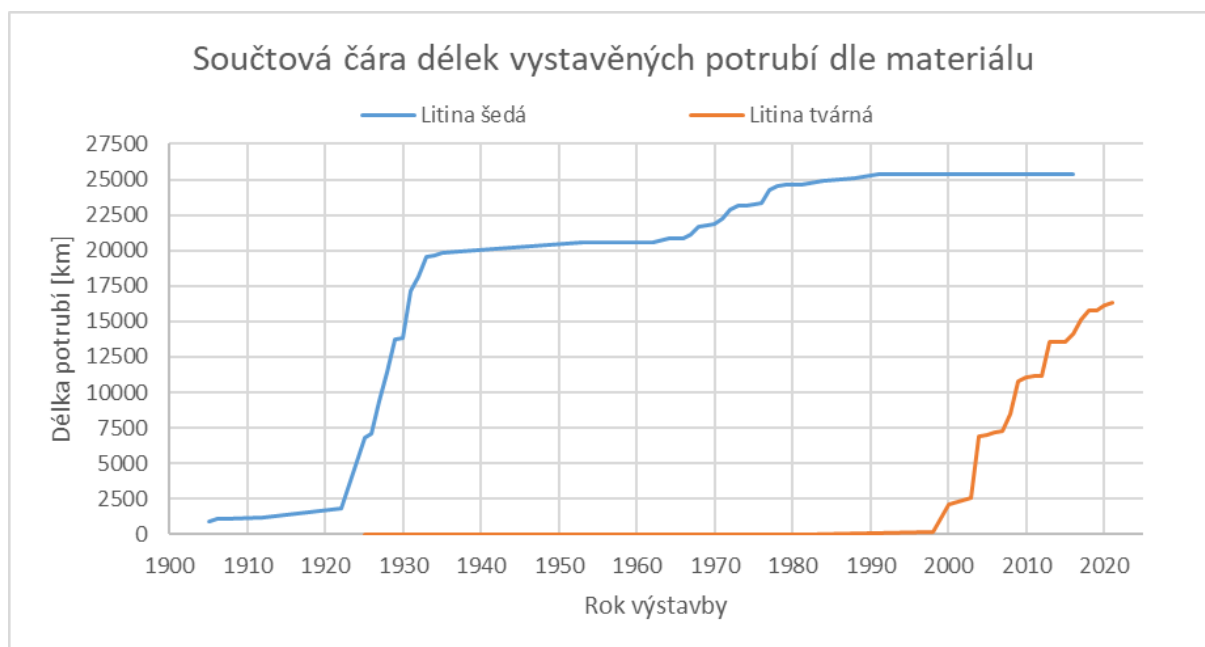
8.1.TU1 – Stáří trubního řadu

Pro vyhodnocení stáří se mohou využít dvě odlišné tabulky. V první tabulce je zahrnut vliv materiálů a jejich délka a ve druhé je vyhodnoceno pouze celkové stáří sítě. Druhá tabulka je tedy jednodušší a využívá se převážně pro vyhodnocení sítě s vysokým zastoupením jednoho z materiálů.

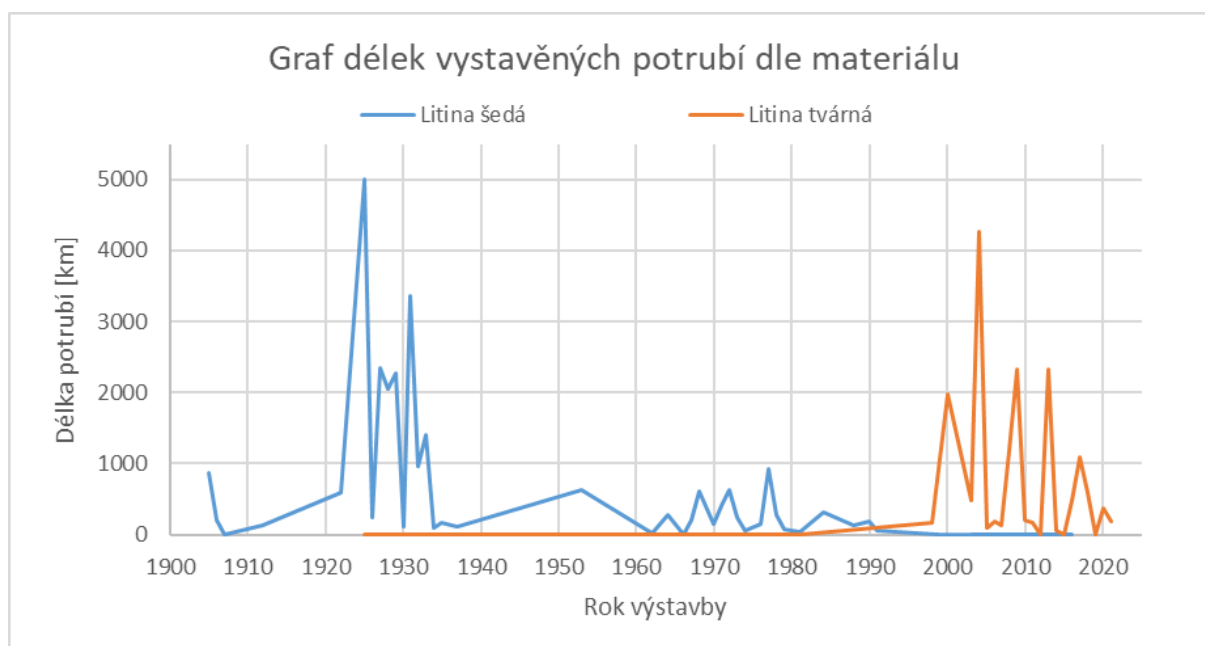
Hodnocená síť je tvořena převážně litinou – šedou i tvárnou. Šedá litina je zde velice stará, spadá do kategorie K4 (80-90 let) a má délku necelých 25,5 km. Je převážně na severozápadě a ve středu pásma, kde se již prolíná s novějšími vodovody z tvárné litiny. Vodovody z tvárné litiny spadají do kategorie K1 (0-50 let) a mají délku necelých 16,5 km. Jsou převážně ve východní a jihozápadní části pásma.

Ocelových a polyethylenových vodovodů je dohromady pouze necelý 1 km. Ocelové jsou starší (převážně z roku 1973) a polyethylenové jsou všechny z 21. století (převážně z roku 2017).

Vyhodnocení podle obou tabulek vyšlo do kategorie K3 – vyhovující stav. Potrubí jsou vyobrazena v grafech v závislosti na jejich délce a letech výstavby. Z důvodu zanedbatelné délky ocelových a polyethylenových potrubí jsou v grafu zahrnuty pouze dostupné údaje pro litinu šedou a tvárnou.



Obr. 28 – Součtová čára délek vystavěných potrubí dle materiálu (data PVK)



Obr. 29 – Graf délek vystavěných potrubí dle materiálu (data PVK)

8.2. TU2 – Poruchovost

Data pro hodnocení poruchovosti byla využita z let 2016-2020, poruchy jsou tedy brány až po epidemii roku 2015. Dohromady bylo za toto období zaznamenáno 279 poruch na předmětném území. Vyhodnocena byla průměrná poruchovost za posledních pět let. Po vydělení počtem let a délkou sítě vyšla hodnota 1,3 poruch/km/rok.

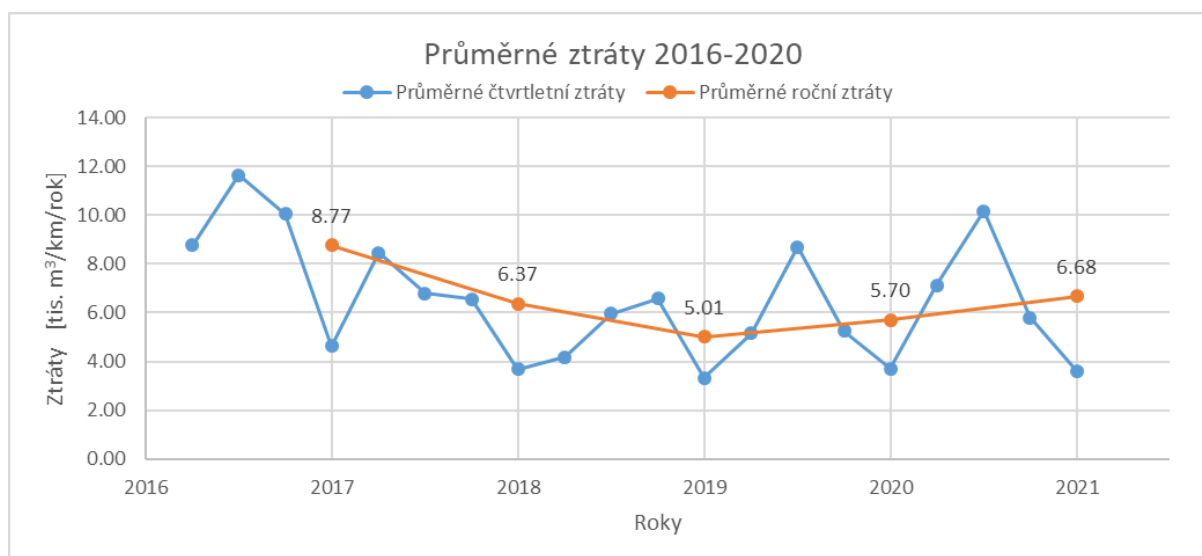
Vodovodní síť byla tedy zařazena do kategorie K5 – nevyhovující stav, která je zdola vymezena hodnotou 0,8 poruch/km/rok. Technický parametr poruchovosti má tedy v tomto pásmu velký potenciál pro zlepšení.

8.3. TU3 – Ztráty vody v síti

Data zpracovávaná pro technický ukazatel ztrát jsou ze stejného období jako pro ukazatel poruchovosti, tedy z let 2016-2020. Ztráty jsou sledovány v jednotkových únicích (JÚ) a jsou měřeny každé čtvrtletí. Poskytnuta byla data bez proplachů i s nimi. Pro vyhodnocení se využívaly pouze hodnoty bez proplachů.

Největší ztráty byly zaznamenány v roce 2016, poté se do roku 2018 snižovaly a v roce 2019 znovu narostly. Větší nárůst byl zaznamenán v roce 2020, kdy byly ztráty druhé nejvyšší. Příčinou je nejspíše změna využívání vody z důvodu absence studentů v kampusu kvůli pandemii koronaviru. Vzrostl tím tlak v síti, což je jednou z příčin větších ztrát.

Všechny hodnoty byly zprůměrovány a výsledné ztráty činí 6.510 m³/km/rok, spadají tedy do kategorie K4 – kritický stav.



Obr. 30 – Průměrné ztráty 2016-2020 (data PVK)

8.4. TU4 – Tlakové poměry

Ve špičce se tlakové poměry v síti pohybují v rozmezí od 24 do 71 m vodního sloupce a při průměrném odběru kolísají tlaky v průběhu dne od 38 do 96 m v. sl. Minimální tlak nad zástavbou je při špičkovém odběru -9 m v. sl.

Z důvodu velké rozkolísanosti je tento ukazatel vyhodnocen z poskytnuté mapy pro tlakové poměry v síti, výškových poměrů území a jeho zástavbě. Minimální kóta terénu je 185 m n. m., maximální je 230 m n. m. Maximální kóta zástavby je 262 m n. m. a vodojem leží mezi kótami 236 a 240 m n. m.

Po rozboru všech těchto aspektů je ukazateli tlakových poměrů přiřazena kategorie K2 – dobrý stav.

8.5. TU5 – Vliv na kvalitu vody

Hlavními materiály jsou tvárná a šedá litina, přičemž šedá litina je zastoupena hojněji. Ocelové a polyethylenové části sítě se vzhledem k jejich malému použití mohou zanedbat.

Stáří vody v tlakovém pásmu dosahuje maximálních hodnot 82-132 hodin. Ve většině pásma se stáří vody pohybuje do čtyř dnů, ve východní části spíše do pěti dnů.

Zdroj vody je povrchový a je hygienicky zabezpečen pomocí chlóru.

Celkově jsou jednotlivé parametry průměrovány a konečná kategorie pro technický ukazatel vlivu na kvalitu vody je K4 – kritický stav.

Tab. 8 – Vliv na kvalitu vody (data PVK)

Příslušná kategorie	Materiál	Zdržení v síti	Zdroj vody	Hyg. zabezpečení
K1	Nekovové materiály	Do 24 hod.	Podzemní	Chlór, UV
K2	Tvárná litina, nekovové materiály	Do 24 hod.	Povrchová	UV, chloridoxid
K3	PE, PVC sklolaminát	Do 24 hod.	Podzemní	Chlór, UV, chloridoxid
K4	Šedá litina a ocel mladší než 50 let	Do 48 hod.	Povrchová	UV, plynný chlór
K5	Šedá litina a ocel starší než 50 let	Nad 48 hod.	Povrchová	Plynná chlór

8.6.CTS – Celkový technický stav

Pro výpočet celkového technického stavu (CTS) mají všechny technické ukazatele stejnou váhu W_i a hodnoty technických ukazatelů se rovnají číslu kategorie.

Tab. 9 – Souhrnná tabulka hodnot technických ukazatelů

Technický ukazatel	Kategorie	TU _i	W _i
Stáří trubního řadu	K3	3	0.2
Poruchovost	K5	5	0.2
Ztráty vody v síti	K4	4	0.2
Tlakové poměry	K2	2	0.2
Vliv na kvalitu vody	K4	4	0.2

Poté je spočítán celkový technický stav CTS ze vzorce:

$$CTS = \sum_{i=1}^n TU_i * W_i = 3 * 0,2 + 5 * 0,2 + 4 * 0,2 + 2 * 0,2 + 4 * 0,2 = \mathbf{3,6} \quad (3)$$

Tato hodnota spadá do kategorie K4, ale je velice blízko mezní hodnotě s lepší kategorií K3. Kategorie K4 je vyhodnocena jako kritická a měla by být realizována či plánována oprava stavu sítě. Kategorie K3 je hodnocena jako vyhovující.

Tab. 10 – Celkový technický stav

Příslušná kategorie	CTS	Stav
	Od-do	
K1	1-1,5	Velmi dobrý
K2	1,5-2,5	Dobrý
K3	2,5-3,5	Vyhovující
K4	3,5-4,5	Kritický
K5	4,5+	Nevyhovující

Z poskytnutých dat ohledně stáří a materiálů potrubí je vidět zájem PVK o renovaci starých potrubí z šedé litiny, které jsou vystavěné za doby první republiky, za nová potrubí z tvárné litiny. Tento trend se, s ohledem na důležitost a stáří sítě, dá předpokládat i do budoucna.

Potenciál pro zlepšení poruch a ztrát je velký, a proto by bylo dobré se na ně zaměřit. Důkazem pro nutnost zlepšení je epidemie v roce 2015. Zároveň se dá předpokládat, že s postupnou renovací starých potrubí se i tato čísla budou snižovat. Další možný postup pro zlepšení je v hledání potencionálních míst vzniku těchto dějů a míst, ve kterých se již tyto děje vyskytují, a jejich následná oprava.

Tlakové poměry jsou hodnoceny nejlépe a nepředpokládá se u nich do budoucna výrazná změna.

Špatný výsledek hodnocení vlivu na kvalitu vody je nejvíce poznamenán stářím vody v síti a využitými materiály.

Nejvíce by tomuto tlakovému pásmu prospěla výměna starých vodovodů z šedé litiny za novější a z lepších materiálů. Tento počín by měl nejspíše vliv téměř na všechny ukazatele, nejvíce však na stáří trubního řadu. Vzhledem k tomu, že tato obnova již probíhá, lze do budoucna předpokládat zlepšení celého stavu předmětné vodovodní sítě. Negativní vliv by tento počín mohl mít například v případě nekvalitně zpracovaných nových rour či jejich špatného uložení. Kvalitně a správně provedená obnova by nejspíše měla větší pozitivní vliv i na parametry poruchovosti a ztrát vody v síti.

9. Závěr

Tato práce se zabývá obecnou problematikou vodárenského průmyslu se zaměřením na Českou republiku. Práce obsahuje teoretickou a praktickou část.

Teoretická část je o vývoji, legislativě a popisu vodárenského systému a jeho prvků, jejichž znalosti jsou nutné pro pochopení mnoha korelací a návazností v uvedeném odvětví. Zároveň jsou zde také popsány modely provozování vodárenské infrastruktury.

V prvním bloku praktické části jsou shrnuty největší vodárenské společnosti v ČR. Jedná se o Pražskou vodárenskou společnost, a.s., Severočeskou vodárenskou společnost, a.s., Severočeské vodovody a kanalizace, a.s., a Severomoravské vodovody a kanalizace a.s. Dostupná data těchto společností jsou vyhodnocena a poté vzájemně porovnána v přehledných grafech v kapitole 6.4. Srovnávací grafy společností. Porovnávané údaje obsahují vývoj ceny vody, vývoj počtu zásobovaných obyvatel, vývoj specifické spotřeby vody v domácnostech a objem vody vyrobené a fakturované.

Pro společnosti je důležitější především vyhodnocení technického stavu vlastní vodárenské sítě, nežli pouze srovnání efektivnosti mezi jednotlivými společnostmi. Z tohoto důvodu se poslední část této práce zabývá právě ukázkou vyhodnocení pomocí metody FMEA. Je zde také nastíněn postup vyhodnocení metodou TEAWater.

Vyhodnocované pásmo provozuje společnost Pražské vodovody a kanalizace, a.s., Vyhodnocováno je pět technických ukazatelů, ze kterých nejlépe vyšel ukazatel tlakových poměrů. Nejhůře naopak vyšla poruchovost a ztráty, které s ní úzce souvisí. Celkový technický stav byl vyhodnocen jako kritický. Všechny tyto ukazatele by nejspíše kladně ovlivnila kvalitně a správně provedená obnova starých vodovodních řadů z šedé litiny. Již nyní je vidět zájem PVK o zefektivnění této části sítě, a to právě u obnovy starých vodovodních řadů, které jsou měněny za nové z tvárné litiny.

Obecně lze říci, že pro bezproblémový provoz vodárenské infrastruktury by mělo být pravidelné vyhodnocování technického stavu jednotlivých prvků vodovodu nedílnou součástí práce, jež pomáhá v udržování dobrého stavu sítě a předpovídá její poruchy. Zároveň je nutné klást důraz na kvalitní provedení všech částí systému a prací.

Na základě získaných zkušeností při posuzování vybrané lokality pomocí metody FMEA mohou říci, že se jedná o efektivní a jednoduchý nástroj pro získání přehledu o stavu vodovodní sítě jako celku či v jednotlivých řešených parametrech, na které se lze dle potřeby následně více zaměřit. Vyhodnocení také slouží jako vhodný nástroj při všech procesech, kdy se rozhoduje o směřování investic do vodárenské infrastruktury a při je důležitým vodítkem pro její obnovu.

10. Seznam použité literatury

Odborná literatura

- [1] Jásek, J. a kolektiv (2000), *Vodárenství v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, Nakladatelství MILPO, Praha
- [2] Tesařík, I. a kolektiv (1987), *Vodárenství*, Nakladatelství SNTL, Praha
- [3] Grünwald, A., Macek, L., Šrytr, P. (1998), *Vodárenství*, Vydavatelství Český svaz stavebních inženýrů, Praha
- [4] Odbor vodovodů a kanalizací Ministerstva zemědělství ČR (2010), *Vodovody a kanalizace ČR 2009*, Ministerstvo zemědělství ČR, Praha
- [5] Teichmann, M., Kuda, F. (2018), *Hodnocení a obnova vodárenských sítí*, Nakladatelství Professional Publishing s.r.o., Praha

Internetové zdroje

- [6] *Z historie plánování ve vodním hospodářství*, (2004), [online], [cit. 2.3.2021], Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/historie-planovani/z-historie-planovani-ve-vodnim.html>
- [7] *Nineveh, Assyria's capital in the 7th century BC*, Radner K. (2017), [online], [cit. 4.3.2021], Knowledge and Power, Higher Education Academy, Dostupné z: <http://oracc.museum.upenn.edu/saao/knpp/essentials/nineveh/index.html>
- [8] *The Roman general and hydraulic engineer Frontinus later calculated its delivery at 1825 quinariae (75,537 cubic meters) in 24 hours*, Platner B.B., (1929), [online], [cit. 9.3.2021], Dostupné z: http://penelope.uchicago.edu/Thayer/E/Gazetteer/Places/Europe/Italy/Lazio/Roma/Rome/_Texts/PLATOP*/Aqua_Appia.html
- [9] *Historie vodárenského a kanalizačního oboru*, Drnek, K., (2020), [online], [cit. 9.3.2021], Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/21071-historie-vodarenskeho-a-kanalizacniho-oboru>
- [10] *Vývoj vodohospodářství v ČR po roce 1990*, Vlasák, O., (2019), [online], [cit. 9.3.2021], Dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/vyvoj-vodohospodarstvi-cr-po-roce-1990/>

- [11] *Sbírka zákonů - Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů*, Vláda ČR, (2001), [online], [cit. 25.3.2021], Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-2001-274-viceoblasti.html
- [12] *Sbírka zákonů – Vyhláška č. 428/2001 Sb.*, Ministerstvo zemědělství, (2001), [online], [cit. 25.3.2021], Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_vyhlaska-2001-428-voda.html
- [13] *ČSN EN 805, Vodárenství – Požadavky na vnější sítě a jejich součásti*, Beneš, V., Hošek, P., (2001), [online], [cit. 25.3.2021], Dostupné z: https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/html_nahledy/75/61408/61408_nahled.htm
- [14] *Směrnice 9/1973 Ú. v.*, Ministerstvo lesního a vodního hospodářství ČSR a Ministerstvo zdravotnictví ČSR, (1973), [online], [cit. 25.3.2021], Dostupné z: <https://www.epravo.cz/vyhledavani-aspi/?Id=32306&Section=1&IdPara=1&ParaC=2>
- [15] *Vyhláška 252/2004 Sb.*, Ministerstvo zdravotnictví, (2004), [online], [cit. 25.3.2021], Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-252>
- [16] *Slovník pojmů – vodárenské názvosloví*, VodaPitná.cz, [online], [cit. 15.3.2021], Dostupné z: <http://www.vodapitna.cz/index.php/slovník-pojmu>
- [17] *Učební text pro obor Instalatér, 3. ročník*, Lupták, L., Šmarda, L., (2015), [online], [cit. 15.3.2021], Dostupné z: <https://publi.cz/books/177/01.html>
- [18] *Udržitelné systémy veřejných vodovodů a veřejných kanalizací*, Kyncl, M., Heviánková, S. (2014), [online], [cit. 15.3.2021], Dostupné z: http://envimod.fzp.ujep.cz/sites/default/files/skripta/10e_final_tisk.pdf
- [19] *Vodohospodářské stavby, modul 02, Zdravotně technické stavby*, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, [online], [cit. 15.3.2021], Dostupné z: <http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/BS01-Vodohospodarske%20stavby/M02-Zdravotni%20inzenyrstvi.pdf>
- [20] *Učební text pro obor Instalatér, 1. ročník*, Lupták, L., Šmarda, L., (2015), [online], [cit. 15.3.2021], Dostupné z: <https://publi.cz/books/170/02.html>
- [21] *Vnitřní vodovody*, Technická univerzita Ostrava, (2004), [online], [cit. 15.3.2021], Dostupné z: http://fast10.vsb.cz/tzb_FBI/2.html
- [22] *Není možné říkat, že některý provozní model je lepší*, o vodárenství.cz, (2021), [online], [cit. 20.3.2021], Dostupné z: <http://www.ovodarenstvi.cz/clanky/neni-mozne-rikat-ze-nektery-provozni-model-je-lepsi>

- [23] *Provozní modely českého vodárenství*, o vodárenství.cz, (2009), [online], [cit. 20.3.2021], Dostupné z: <http://www.ovodarenstvi.cz/clanky/provozni-modely-ceskeho-vodarenstvi>
- [24] *DESATERO správného provozovatele či vlastníka vodohospodářské infrastruktury*, Vaculíková, M., (2019), [online], [cit. 20.3.2021], Dostupné z: <https://www.sovak.cz/sites/default/files/2019-05/Desatero%20spr%C3%A1vn%C3%A9ho%20provozovatele%20%C4%8Di%20vlastn%C3%ADka%20vodohospod%C3%A1%C5%99sk%C3%A9%20infrastruktury.pdf>
- [25] *O nás*, Technické služby DOLNOBŘEŽANSKA s.r.o., [online], [cit. 20.3.2021], Dostupné z: <http://www.tsdb.cz/uvod/>
- [26] *Základní informace*, Pražské vodovody a kanalizace a.s., [online], [cit. 25.3.2021], Dostupné z: <https://www.pvk.cz/o-spolecnosti/zakladni-informace/>
- [27] *Kdo jsme*, Severočeská vodárenská společnost a.s., [online], [cit. 30.4.2021], Dostupné z: <https://www.svs.cz/cz/spolecnost/kdo-jsme/>
- [28] *Výroční zpráva 2019*, Severočeská vodárenská společnost a.s., [online], [cit. 30.4.2021], Dostupné z: <https://www.svs.cz/files/vz/svszv2019.pdf>
- [29] *Společnost*, Severočeské vodovody a kanalizace a.s., [online], [cit. 30.4.2021], Dostupné z: <https://www.scvk.cz/o-spolecnosti/>
- [30] *Výroční zpráva 2019*, Severočeské vodovody a kanalizace a.s., [online], [cit. 30.4.2021], Dostupné z: <https://www.scvk.cz/res/archive/1770/228515.pdf?seek=1612187955>
- [31] *Výroční zpráva 2020 SmVaK*, Severomoravské vodovody a kanalizace a.s., [online], [cit. 30.4.2021], Dostupné z: <http://www.smvak.cz/documents/20182/26129/SmVaK%20Ostrava%20-%20V%C3%BDro%C4%8Dn%C3%AD%20zpr%C3%A1va%202020.pdf/2081c406-8095-457b-9e56-4daddb41a321>
- [32] *Rekordní investice pro rok 2021. Ceny vody zůstávají pod republikovým průměrem*, Severomoravské vodovody a kanalizace a.s., [online], [cit. 30.4.2021], Dostupné z: http://www.smvak.cz/web/guest/-/rekordni-investice-pro-rok-2021-ceny-vody-zustavaji-pod-republikovym-prumerem?redirect=http%3A%2F%2Fwww.smvak.cz%2Fweb%2Fguest%2Fhledani%3Fp_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dmaximized%26p_p_mode%3Dview%26_3_groupId%3D0%26_3_keywords%3Dsto%25C4%258Dn%25C3%25A9%26_3_struts_action%3D%252Fsearch%252Fsearch%26_3_redirect%3D%252Fweb%252Fguest%252Fhome&inheritRedirect=true

- [33] *Hodnocení technického stavu vodárenské infrastruktury jako základ tvorby plánů financování její obnovy*, Tuhovčák, L., Kučera, T., (2017), [online], [cit. 15.4.2021], Dostupné z: <https://www.vodovod.info/index.php/clanky/374-hodnoceni-technickeho-stavu-vodarenske-infrastruktury-jako-zaklad-tvorby-planu-financovani-jeji-obnovy#.YJvsZ4dxeUm>
- [34] *Hodnocení technického stavu vodárenské infrastruktury*, TEAWater, [online], [cit. 15.4.2021], Dostupné z: <http://www.teawater.cz/>
- [35] *Dejvice budou bez pitné vody nejméně do středy. Pražské kanalizace vyplatí nakaženým bolestné*, Plíhalová, M., [online], [cit. 1.5.2021], Dostupné z: <https://domaci.ihned.cz/c1-64062780-dejvice-budou-bez-pitne-vody-nejmene-do-stredy-prazske-kanalizace-vyplati-nakazenym-bolestne>
- [36] *Narizení vlády č. 92/1953 Sb.*, Vláda Československé republiky, (1953), [online], [cit. 25.3.2021], Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1953-92>