



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

ANALÝZA STÍŽNOSTÍ ODBĚRATELŮ PITNÉ VODY

DRINKING WATER CUSTOMER COMPLAINTS ANALYSIS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Eva Trněná

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN RUČKA, Ph.D.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství obcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Eva Trněná
Název	Analýza stížností odběratelů pitné vody
Vedoucí práce	Ing. Jan Ručka, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2018
Datum odevzdání	11. 1. 2019

V Brně dne 31. 3. 2018

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- [1] Kožíšek, F. a kol., 2006. Hygienické minimum pro pracovníky ve vodárenství, Státní zdravotní ústav, Praha.
- [2] Vyhláška 252/2004 Sb., kterou se stanoví požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody
- [3] CLARK, M. R. Modeling Water Quality in Distribution Systems, Second Edition. AWWA, 2012, ISBN 978-1-58321-816-7
- [4] SAVIC, D., KAPELAN, Z. Quo vadis water distribution model calibration?. In Urban Water Journal, 3/2009, DOI: 10.1080/15730620802613380

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V rámci práce bude provedena rešerše literatury se zaměřením na způsob provedení a dosažené výsledky dřívějších analýz stížností odběratelů pitné vody z veřejných vodovodů v ČR i zahraničí. V rámci praktické části bude provedena analýza stížností odběratelů pitné vody za posledních 5 let, které jsou evidovány provozovatelem veřejného vodovodu ve městě Vsetíně. Jednotlivé případy budou interpretovány v souvislosti s podmínkami v daném místě vodovodní sítě – stáří vody, materiál potrubí, koncentrace volného chloru, atd. Tyto informace budou získávány z existujícího simulačního modelu vodovodu.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Jan Ručka, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá analýzou stížností odběratelů pitné vody. Věnuje se především stížnostem na kvalitu vody. V rámci teoretické části předkládá jak pohled odběratele pitné vody, tak pohled provozovatele vodovodního systému. Dále prezentuje možné způsoby využití stížností odběratelů pitné vody obecně jako ukazatele kvality zákaznických služeb. Zaměřuje se také na spokojenost odběratelů a jejich důvěru v provozovatele vodovodních systémů. V rámci případové studie v praktické části této práce byla provedena analýza stížností odběratelů pitné vody na kvalitu vody, které obdržel provozovatel za posledních pět let. Jednotlivé případy jsou interpretovány v souvislosti s podmínkami v daném místě vodovodní sítě.

KLÍČOVÁ SLOVA

stížnosti odběratelů pitné vody, vnímání kvality pitné vody, organoleptické vlastnosti, srovnávání vodárenských společností

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the analysis of complaints from drinking water customers, particularly about water quality. Within the theoretical part, it presents both the view of the customer of the drinking water and the view of the operator of the water supply system. It also presents possible ways to use drinking water customers complaints as indicators of water system service quality. Further, the thesis focuses on the satisfaction of customers and their trust in the operators of water supply systems. An analysis of complaints of drinking water users on the quality of water that has been received by the operator during the last five years has been performed as part of the case study in the practical part of the thesis. The cases are interpreted in context of the conditions at the given site of the water supply network.

KEY WORDS

drinking water customers complaints, perception of drinking water quality, organoleptic properties, comparison of water companies

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

TRNĚNÁ, Eva. *Analýza stížností odběratelů pitné vody*. Brno, 2018. 75 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Jan Ručka, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Analýza stížností odběratelů pitné vody* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 3. 1. 2019

Bc. Eva Trněná

autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Analýza stížností odběratelů pitné vody* zpracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 3. 1. 2019

Bc. Eva Trněná

autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu této diplomové práce panu Ing. Janu Ručkovi, Ph.D. za poskytnuté podklady ke zpracování diplomové práce, za veškeré rady a věcné připomínky a za ochotu a milý přístup. Poděkovat chci také mým rodičům a manželovi za podporu a trpělivost při zpracovávání této diplomové práce.

OBSAH

1	ÚVOD.....	9
1.1	CÍL PRÁCE.....	10
2	LEGISLATIVNÍ PŘEDPISY	11
2.1	JAKOST VODY VE VODOVODNÍ SÍTÍ	11
2.1.1	Organoleptické ukazatele pitné vody	12
2.1.2	Další vybrané fyzikální a chemické ukazatele	13
2.1.3	Mikrobiologické a biologické ukazatele	13
2.1.4	Rozsah a četnost kontroly dodržení jakosti pitné vody.....	14
2.2	TECHNICKÉ PARAMETRY VODOVODU.....	16
2.2.1	Tlakové poměry	16
2.3	KONTROLA A REGULACE VE VODÁRENSTVÍ.....	17
3	KVALITA PITNÉ VODY JAKO PŘÍČINA STÍŽNOSTÍ.....	18
3.1	VNÍMANÁ KVALITA VODY – POHLED ODBĚRATELE	18
3.1.1	Organoleptické vlastnosti	19
3.1.2	Vnímání rizik	19
3.1.3	Postoje k vodárenským chemikáliím	20
3.1.4	Podněty související s vodovodním systémem.....	20
3.1.5	Předěšlé zkušenosti odběratelů spojené s kvalitou pitné vody.....	21
3.1.6	Způsob získávání informací o kvalitě pitné vody	21
3.1.7	Důvěra v provozovatele vodovodu	21
3.2	REÁLNÁ KVALITA VODY – POHLED PROVOZOVATELE	22
3.2.1	Zákal	23
3.2.2	Barva.....	24
3.2.3	Pach a chuť	25
3.2.4	Tvrdost vody	26
3.2.5	Teplota.....	28
3.2.6	Železo	28
3.2.7	Mikrobiologické a biologické znečištění	31
4	SROVNÁVÁNÍ VODÁRENSKÝCH SPOLEČNOSTÍ, STÍŽNOSTI ODBĚRATELŮ PITNÉ VODY NA PROVOZOVATELE VODOVODŮ	34
4.1	SROVNÁVÁNÍ VODÁRENSKÝCH SPOLEČNOSTÍ NA MEZINÁRODNÍ ÚROVNI A BENCHMARKING	34
4.2	PŘÍKLAD SROVNÁVÁNÍ VODÁRENSKÝCH SPOLEČNOSTÍ NA ZÁKLADĚ STÍŽNOSTÍ ODBĚRATELŮ NA NÁRODNÍ ÚROVNI.....	36
4.2.1	Způsob normalizace počtu stížností a srovnávání vodárenských společností	36
4.2.2	Motivace vodárenských společností	38
4.3	SPOKOJENOST ODBĚRATELŮ A DŮVĚRA V PROVOZOVATELE	39
4.4	STÍŽNOSTI ODBĚRATELŮ JAKO SMLUVNÍ VÝKONOVÉ UKAZATELE V OBORU VODOVODŮ A KANALIZACÍ V ČR.....	40

5	PŘÍPADOVÁ STUDIE – VODOVOD OKRESNÍHO MĚSTA	42
5.1	POPIS VODOVODU	42
5.2	PROBÍHAJÍCÍ VÝZKUM.....	46
5.3	STÍŽNOSTI NA KVALITU PITNÉ VODY 2012–2017	46
5.4	ANALÝZA STÍŽNOSTÍ V SOUVISLOSTI SE SIMULAČNÍM MODELEM	50
5.4.1	Simulační model vodovodu řešené oblasti.....	50
5.4.2	Charakteristika problémových lokalit.....	50
5.5	PŘÍPADOVÁ STUDIE – DISKUZE A SHRUTÍ.....	61
6	ZÁVĚR.....	63
7	POUŽITÁ LITERATURA.....	64
	SEZNAM TABULEK	72
	SEZNAM OBRÁZKŮ	73
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	74
	SUMMARY	75

1 ÚVOD

Služby v sektoru zásobování pitnou vodou mají ze své podstaty silně monopolní charakter. V tomto odvětví výrazně chybí tlak konkurence, který by přispěl ke zkvalitnění vodárenských služeb. Odběratel, pokud je nespokojen s poskytovanými vodárenskými službami, nemá možnost využít služby jiného poskytovatele. Z tohoto důvodu je obor vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu (VaK) kontrolován a regulován a vztahy mezi vlastníkem vodohospodářské infrastruktury jejím provozovatelem a odběratelem musí být právně ošetřeny tak, aby odběratelé dostávali co nejkvalitnější služby za dostupnou cenu. [1]

Nespokojenost odběratelů se může projevit v mnoha oblastech. Může jít například o nevyhovující kvalitu pitné vody, nedostatečný tlak nebo přerušení dodávky vody, nesouhlas s fakturací nebo lhůt pro vyřízení jejich žádostí. Když je odběratel nespokojen může podat stížnost na provozovatele, který poskytuje odběrateli vodárenské služby. Tyto stížnosti odběratelů poukazují na oblasti znepokojení v kvalitě poskytovaných vodárenských služeb, a tak mohou provozovateli odhalit místa, kde je třeba se zlepšit. Proto jsou stížnosti odběratelů při porovnávání vodárenských společností a benchmarkingu jedním z hlavních ukazatelů kvality zákaznických služeb.

Tato práce se zaměřuje především na stížnosti na kvalitu dodávané pitné vody. Kvalita vody je dána složením a vlastnostmi vody. O kvalitě vody vypovídá jakost pitné vody, která se posuzuje pomocí hygienických ukazatelů. Práce zdůrazňuje důležitost vnímání kvality vody, protože to, jak veřejnost vnímá kvalitu vody, je třeba považovat za nedílnou součást kvality samotné. Provozovatelé vodovodů nemohou považovat za vyhovující stav situaci, kdy pitná voda sice vyhovuje všem hygienickým požadavkům (splňuje jakost pitné vody), ale je pro odběratele spotřebitelsky nepřijatelná. [2]. Odběratelé musí mít v pitnou vodu důvěru [3]. Při posuzování kvality pitné vody se spoléhají hlavně na své smysly. Mikrobiologické, chemické a fyzikální složky vody mohou ovlivnit vlastnosti vody, které mohou odběratelé vnímat, jde především o vzhled, zápach nebo chuť. Prostřednictvím těchto kritérií mohou odběratelé vyhodnotit kvalitu vody za nepřijatelnou a považovat vodu za nebezpečnou, ačkoliv složky způsobující tento stav nemusí mít žádné přímé účinky na zdraví. V extrémních případech se odběratelé mohou vyhýbat senzorycky nepřijatelnému, ale jinak bezpečnému zdroji pitné vody a začít využívat senzorycky přijatelnější, ale potenciálně nebezpečnější zdroje. [4,5] Proto je důležité, aby provozovatel měl přehled o tom, co se v síti děje, jak jsou vlastnosti vody během distribuce ovlivňovány a zejména proč. Analýza stížností na kvalitu pitné vody může významně přispět při hledání příčin ovlivnění jakosti pitné vody. K analýze stížností je vhodné použít simulační model vodovodního systému, který podává informace o hydraulice daného systému jako jsou tlakové a průtokové poměry ve vodovodní síti nebo maximální dosahované rychlosti v jednotlivých trubních úsecích vodovodní sítě aj., ale také o kvalitě vody, s čímž souvisí např. stáří vody v potrubí nebo koncentrace volného chlóru v síti atp. [6]

Analýza stížností odběratelů pitné vody odhaluje nedostatky v kvalitě zákaznických služeb vodárenských společností a může pomoci při hledání příčin těchto nedostatků.

1.1 CÍL PRÁCE

Cílem práce je představit problematiku stížností odběratelů pitné vody na provozovatele veřejných vodovodů, a to především v oblasti jakosti pitné vody. Ukázat způsoby využití stížností odběratelů jako ukazatele kvality zákaznických služeb. V rámci případové studie bude provedena analýza stížností na kvalitu pitné vody v zadaném městě, které obdržel provozovatel vodovodu za posledních pět let. Jednotlivé případy budou interpretovány v souvislosti s podmínkami v daném místě vodovodní sítě.

2 LEGISLATIVNÍ PŘEDPISY

Podle zákona o vodovodech a kanalizacích č. 274/2001 Sb. v aktuálním znění musí být vodovody pro veřejnou potřebu zásobování pitnou vodou navrženy a provedeny tak, aby bylo zabezpečeno dostatečné množství zdravotně nezávadné pitné vody pro veřejnou potřebu ve vymezeném území a byla zabezpečena nepřetržitá dodávka pitné vody pro odběratele. [7]

2.1 JAKOST VODY VE VODOVODNÍ SÍTÍ

Provozovatel vodovodu pro veřejnou potřebu je povinen zajistit, aby dodávaná pitná voda měla jakost pitné vody. Jakost pitné vody se stanoví prostřednictvím hygienických limitů, které jsou upraveny vyhláškou Ministerstva zdravotnictví č. 252/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů, nebo jsou povoleny nebo určeny podle zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů, příslušným orgánem ochrany veřejného zdraví. [8]

Vyhláška č. 252/2004 Sb. zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje mimo jiné hygienické limity mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů jakosti pitné vody, vymezuje rozsah a četnost kontroly dodržení jakosti pitné vody a požadavky na metody kontroly jakosti pitné vody. Pitná voda musí mít takové fyzikálně-chemické vlastnosti, které nepředstavují ohrožení veřejného zdraví a nesmí obsahovat mikroorganismy, parazity a látky jakéhokoliv druhu v počtu nebo koncentraci, které by mohly ohrozit veřejné zdraví. [9]

V příloze č. 1 k vyhlášce č. 252/2004 Sb. je uvedeno 65 ukazatelů jakosti pitné vody a jejich hygienické limity. Používají se tři typy limitů: mezní hodnota (MH), nejvyšší mezní hodnota (NMH) a doporučená hodnota (DH). Mezní hodnotou je hodnota ukazatele jakosti pitné vody, jejíž překročení obvykle nepředstavuje akutní zdravotní riziko. Není-li u ukazatele uvedeno jinak, jedná se o horní hranici rozmezí přípustných hodnot. Nejvyšší mezní hodnotou se rozumí hodnota zdravotně závažného ukazatele jakosti pitné vody. Při jejím překročení je vyloučeno použití vody jako pitné, neurčí-li orgán ochrany veřejného zdraví na základě zákona jinak (zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů) [9]. Doporučená hodnota je nezávazná hodnota ukazatele jakosti pitné vody, která stanoví minimální žádoucí nebo přijatelnou koncentraci dané látky nebo optimální rozmezí koncentrace dané látky [8]. Hygienické limity ukazatelů jakosti pitné vody musí být dodrženy u pitné vody, která je dodávána z rozvodné sítě, v místě uvnitř budovy nebo pozemku, kde pitná voda vytéká z výtokových armatur (vodovodních baterií, kohoutků apod.) určených k odběru pro lidskou spotřebu [9].

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích, uvádí doporučenou a minimální četnost odběrů vzorků a analýz surové vody, tj. vody odebrané z povrchových nebo podzemních vodních zdrojů pro účely úpravy na vodu pitnou (tabulka č. 4 a tabulka č. 5 v části 4 této vyhlášky). Mezi jednotlivými technologickými stupni úpravy vody se provádí provozní rozbor, jejichž četnost určuje provozovatel podle složitosti úpravy, složení technologické linky úpravy vody a výsledků posouzení rizik zpracovaného podle vyhlášky 252/2004 Sb. [10] Pro kontrolu dodržení jakosti vyrobené pitné vody uvádí minimální četnost odběrů pitné vody vyhláška č. 252/2004 Sb. Stanovuje minimální počet vzorků pro krácený a pro úplný rozbor. Tyto informace jsou uvedeny v příloze č. 4 k této vyhlášce. Minimální rozsah kráceného a úplného rozboru uvádí vyhláška v příloze č. 5. [9].

Údaje o jakosti vyrobené vody a údaje o jakosti vody v rozvodné vodovodní síti jsou součástí provozní evidence. Uvádí se počet všech odebraných vzorků, počet vzorků, u kterých byl minimálně u jednoho ukazatele překročen limit (MH, NMH), procento vzorků s překročenými limity (MH, NMH) z počtu odebraných vzorků a procento vzorků s překročenými limity (NMH) z počtu odebraných vzorků. U rozvodné vodovodní sítě se uvádí celkový počet kontrolních míst a u sledování jakosti vyrobené vody počet dnů, kdy byl alespoň u jednoho ukazatele překročen limit (MH, NMH) a počet dnů sledovaného období. [10]

Podle zákona o vodovodech a kanalizacích č. 274/2001 Sb. musí být vodovody chráněny proti vnikání škodlivých mikroorganismů, chemických a jiných látek, které by zhoršily kvalitu vody [7]. Požadavky na materiály, používané chemikálie a výrobky přicházející do přímého styku s pitnou vodou jsou stanoveny vyhláškou č. 409/2005 Sb. o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody v aktuálním znění. [10]

2.1.1 Organoleptické ukazatele pitné vody

Z hlediska stížností odběratelů vody jsou významné především organoleptické (senzorické) ukazatele vody, které jsou vnímatelné smysly člověka. Je možné mezi ně zařadit tyto vlastnosti: zákal, barva, pach a chuť. Pokud voda z vodovodu je nevzhledná tedy je zakalená nebo zabarvená, pokud zapáchá nebo má zvláštní příchut', může odběratel vody ztratit důvěru k provozovateli a mít obavy ze zhoršené kvality vody.

2.1.1.1 Zákal

Ve vyhlášce č. 252/2004 Sb. je zákal uveden ve formazínových nefelometrických jednotkách (ZF_n) (viz kapitola 3.1.2 Reálná kvalita vody – pohled provozovatele) a mezní hodnotou pro pitnou vodu ve vodovodní síti je 5 ZF_n . Vyhláška také uvádí limit pro případ úpravy povrchové vody. Voda vycházející z úpravní vody by neměla překročit hodnotu 1,0 ZF_n . Pro stanovení hodnot zákalu je dle této vyhlášky možné použít jakékoliv metody, které musí být minimálně schopny stanovit koncentrace s uvedenou mezí stanovitelnosti a na úrovni limitní hodnoty daného ukazatele se stanovenou nejistotou měření. Mez stanovitelnosti pro zákal je dle vyhlášky maximálně 30 % limitní hodnoty a nejistota měření musí být maximálně 30 % limitní hodnoty a vztahuje se k úrovni zákalu 1,0 ZF_n . Referenční metodou je ČSN EN ISO 7027 Jakost vod – Stanovení zákalu. [9]

2.1.1.2 Barva

Pro barvu je mezní hodnota dána vyhláškou 20 mg/l Pt. Vyhláška udává mez stanovitelnosti barvy maximálně 25 % limitní hodnoty a nejistota měření musí být maximálně 30 % limitní hodnoty. [9]

2.1.1.3 Pach a chuť

Vyhláška č. 252/2001 Sb. stanovuje limit pachu i limit chuti jako mezní hodnotu přijatelnou pro spotřebitele. V případě pochybností při senzoričtém hodnocení se za přijatelné považují prahová čísla 1 a 2 při stanovení podle ČSN EN 1622 Jakost vod. Stanovení prahového čísla pachu (TON) a prahového čísla chuti (TFN). [9]

2.1.2 Další vybrané fyzikální a chemické ukazatele

2.1.2.1 Teplota

Doporučená teplota pitné vody je dle vyhlášky 8–12 °C. [9]

2.1.2.2 Hodnota pH

Dle vyhlášky se může hodnota pH pohybovat v rozmezí 6,5–9,5 [9]. Hodnota pH patří k ukazatelům charakterizující agresivitu vody. [11]

2.1.2.3 Vápník a hořčík

Suma vápníku a hořčíku v mmol/l nazývaná jako tvrdost vody je další z vlastností vody, které jsou pro odběratele vody patrné, a to především tvorbou vodního kamene. Z hygienického hlediska jsou však vápník a hořčík ve vodě žádoucí. Vyhláška uvádí jejich minimální obsah v případě, že je jejich obsah uměle snižován, pro vápník je to 30 mg/l a pro hořčík 10 mg/l (MH) [9]. Cílem je dosažení doporučené hodnoty koncentrace těchto prvků. Doporučená hodnota koncentrace vápníku je 40–80 mg/l a hořčíku 20–30 mg/l [9]. Žádný horní limit těchto prvků vyhláška nestanovuje. Doporučená hodnota sumy vápníku a hořčíku (tvrdosti vody) je dle vyhlášky 2–3,5 mmol/l [9]. Hodnoty obsahu vápníku a hořčíku musí být podle zákona o vodovodech a kanalizacích č. 274/2001 Sb. obsaženy ve smlouvě o dodávce pitné vody odběrateli jakožto ukazatele jakosti vody [7].

2.1.2.4 Železo

Železo je další z ukazatelů jakosti pitné vody, jehož zvýšený obsah může odběratel upozorovat. Zvýšený obsah železa může totiž být příčinou rezavého zákalu vody a může být také vnímán v chuťových vlastnostech vody. Vyhláška stanovuje maximální obsah železa v pitné vodě jako mezní hodnotu 0,2 mg/l [9]. V případech, kdy vyšší hodnoty železa pocházejí ze zdroje surové vody a jsou způsobeny geologickým podložím, považuje se obsah železa až do 0,5 mg/l za vyhovující požadavkům vyhlášky za předpokladu, že nedochází k nežádoucímu ovlivnění organoleptických vlastností vody [9].

2.1.2.5 Volný chlor

Volný chlor působí v pitné vodě jako dezinfekční činidlo prevence při druhotné kontaminaci. Existuje ale riziko vzniku nežádoucích vedlejších produktů. Při zvýšené koncentraci dochází k ovlivnění pachu a chuti vody, u citlivých osob k dráždění pokožky [11]. Dle vyhlášky je mezní hodnota volného chloru 0,3 mg/l [9].

2.1.3 Mikrobiologické a biologické ukazatele

Vyhláška č. 252/2004 Sb. vymezuje 10 mikrobiologických a biologických ukazatelů a jejich limity. Některé z těchto ukazatelů jsou platné pouze pro balenou vodu, která má často i u ostatních ukazatelů přísnější limity. V tabulce 2.1 jsou uvedeny ukazatele a jejich platné hygienické limity pro pitnou vodu z veřejných vodovodů. [9]

Tab. 2.1 Mikrobiologické a biologické ukazatele a jejich hygienické limity [9]

č.	ukazatel	jednotka	limit	typ limitu
1	Clostridium perfringens	KTJ/100 ml	0	MH
2	intestinální enterokoky	KTJ/100 ml	0	NMH
3	Escherichia coli	KTJ (MPN)/100 ml	0	NMH
4	koliformní bakterie	KTJ (MPN)/100 ml	0	MH
5	mikroskopický obraz – abioseston	%	5	MH
6	mikroskopický obraz – počet organismů	jedinci/ml	50	MH
7	mikroskopický obraz – živé organismy	jedinci/ml	0	MH
8	počty kolonií při 22 °C	KTJ/ml	Bez abnormálních změn	MH
		KTJ/ml	200	DH
9	počty kolonií při 36 °C	KTJ/ml	Bez abnormálních změn	MH
		KTJ/ml	40	DH

Nedílnou součástí výsledků mikroskopického rozboru jsou i další získané informace, které mohou přispět k interpretaci výsledků. Tyto informace se uvádějí ve formě slovního popisu. Jedná se především o složení přítomného abiosestonu, bližší zařazení přítomných organismů a jejich možný původ, příslušnost k obtížně odstranitelným skupinám atp. Živé organismy se stanovují pouze pro vody zabezpečené dezinfekcí, vždy je nutné uvést o jaké organismy se jednalo. U podzemních vod se zaznamenává především přítomnost organismů vázaných na povrchovou vodu a organismů indikujících zhoršenou jakost vody. [9]

Počty kolonií jsou ukazatele, kde je mezní hodnota stanovena jako bez abnormálních změn, pokud nelze pro malý počet vzorků určit, zda se jedná o abnormální změnu, platí jako mezní hodnota druhý limit uvedený v tabulce 2.1 jako doporučená hodnota. [9]

2.1.4 Rozsah a četnost kontroly dodržení jakosti pitné vody

Minimální četnost odběrů vzorků pitné vody pro kontrolu dodržení jakosti pitné vody je dána tabulkou v příloze č. 4 k vyhlášce č. 252/2004 Sb. Řídí se počtem obyvatel zásobované oblasti při denní spotřebě 200 l na osobu a objemem vody rozváděné či produkované v zásobované oblasti v m³/den. [9] Pokud objem produkované vody v zásobované oblasti neodpovídá počtu obyvatel (dle hodnot uvedených v tabulce v příloze 4 k vyhlášce), považuje se za rozhodující počet zásobovaných obyvatel. Pokud počet zásobovaných obyvatel, zejména vzhledem k sezónní rekreaci, výrazně kolísá a nelze jej jednoznačně určit, stanovuje se četnost odběru vzorků na základě průměrného objemu vyrobené vody za roční období (m³/den). [9] V tabulce 2.2 jsou uvedeny počty vzorků pro krácený a úplný rozbor typových vodovodů.

Mimo četnost uvedenou v příloze č. 4 k vyhlášce č. 252/2004 Sb. se dle této vyhlášky provádějí odběry a rozborů vzorků pitné vody také z nové části vodovodu, která má být uvedena do provozu, v případě přerušování zásobování pitnou vodou na více než 24 hodin, před

zahájením sezónního využívání části vodovodu nebo individuálního zdroje pitné vody a po opravě vodovodu, která by mohla ovlivnit jakost vody ve vodovodu. [9]

Tab. 2.2 Minimální četnost odběrů vzorků pro typové vodovody

Počet obyvatel zásobované oblasti při denní spotřebě 200 l na osobu	Roční počet vzorků pro krácený rozbor	Roční počet vzorků pro úplný rozbor
100 (malá obec)	2	1
1 000 (velká obec)	4	2
25 000 (středně velké město – město v případové studii)	4 + 3 na každých 1 000 m ³ /den (včetně nedokončených) z celkového objemu	1 + 1 na každých 4 500 m ³ /den (včetně nedokončených) z celkového objemu
400 000 (např. město Brno)		3 + 1 na každých 10 000 m ³ /den (včetně nedokončených) z celkového objemu

Podle vyhlášky č. 252/2004 Sb. se musí vzorky pitné vody pro kontrolu odebírat tak, aby byly reprezentativní pro jakost pitné vody spotřebované během celého roku a pro celou vodovodní síť. Počet odběrných míst musí být roven nejméně počtu krácených rozborů, u vodovodů zásobujících více než 5 000 obyvatel musí být roven minimálně 80 % počtu krácených rozborů. Místa odběrů vzorků u spotřebitele musí být volena tak, aby u zásobovaných oblastí zásobujících více než 5000 obyvatel více než 50 % míst odběru nebylo trvalých, ale měnilo se každý rok, u zásobovaných oblastí zásobujících 5000 a méně obyvatel nesmí být trvalých míst více než 65 % míst odběru. [9]

Krácený rozbor se provádí za účelem ověření, zda jsou u odběratele dodržovány limitní hodnoty klíčových mikrobiologických, fyzikálně-chemických a organoleptických ukazatelů stanovených vyhláškou č. 252/2004 Sb. nebo příslušným orgánem ochrany veřejného zdraví na základě zákona. Krácený rozbor dle přílohy č. 5 k této vyhlášce zahrnuje 22 ukazatelů a další relevantní ukazatele vyplývající z posouzení rizik. [9]

Účelem úplného rozboru je ověřit, zda jsou dodržovány limitní hodnoty všech ukazatelů stanovených vyhláškou č. 252/2004 sb. nebo příslušným orgánem veřejného zdraví na základě zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví. [9]

Pokud výsledek stanovení hodnot chemických a fyzikálních ukazatelů s mezní hodnotou a nejvyšší mezní hodnotou nebo mikrobiologických a biologických ukazatelů s mezní hodnotou nesplňuje hygienický limit, neprodleně se opakuje odběr vzorku a stanovení hodnot ukazatelů, u nichž došlo k překročení limitu, pro potvrzení nedodržení hygienických limitů, popřípadě pro ověření účinnosti provedených nápravných opatření. V případě nevýznamného překročení limitních hodnot mohou být nápravná opatření podle zákona č. 258/2000 Sb. prováděna nejpozději po potvrzení nedodržení hygienických limitů. [9] Je-li výsledek stanovení hodnot mikrobiologických a biologických ukazatelů s nejvyšší mezní hodnotou vyšší než hygienický limit, jsou neprodleně činita nápravná opatření podle zákona č. 258/2000 Sb. a odběr vzorku pitné vody a stanovení hodnot ukazatelů, u nichž došlo

k překročení hygienického limitu, se opakuje pro potvrzení účinnosti provedených nápravných opatření. [9] Je-li nedodržení nejvyšší mezní hodnoty nebo mezní hodnoty ukazatelů pitné vody způsobeno vnitřním vodovodem nebo jeho údržbou je provozovatel (nebo jiná osoba podle zákona č. 258/2000 Sb. § 3 odst. 2) povinen o tomto informovat odběratele. V informaci uvede i možná nápravná opatření, kterými by se omezilo nebo odstranilo riziko, že v dodávané vodě nebudou hygienické limity dodrženy. [8]

Provozovatel (nebo jiná osoba podle zákona č. 258/2000 Sb. § 3 odst. 2) je povinen o kontrole jakosti pořídit protokol v elektronické podobě, který musí neprodleně předat příslušnému orgánu ochrany veřejného zdraví. [8] Na základě tohoto ustanovení vznikl informační systém Pitná Voda (IS PiVo), kde jsou centrálně shromažďovány výsledky všech rozborů vzorků odebraných v rámci kontroly jakosti pitné vody. V roce 2015 pocházelo 94,48 % údajů v této databázi z rozborů provedených provozovatelem veřejných vodovodů a 5,52 % z rozborů provedených hygienickou službou v rámci státního zdravotního dozoru. [12]

Podrobnosti k vybraným ukazatelům jakosti pitné vody jsou uvedeny v kapitole 3.2 Reálná kvalita vody – pohled provozovatele.

2.2 TECHNICKÉ PARAMETRY VODOVODU

2.2.1 Tlakové poměry

Důležitým parametrem pro odběratele vody je tlak, popř. průtok na vodovodní přípojce. Tlak vody během dne i roku ve vodovodní síti kolísá v závislosti na aktuálním odběru vody ze sítě. Při příliš nízkém tlaku se může odběratel potýkat s nedostatečným průtokem na výtakových armaturách, příliš vysoký tlak zase může způsobit poruchy potrubí a následně úniky vody.

Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích v platném znění předepisuje v § 15 maximální a minimální tlak. Maximální hydrostatický tlak v nejnižších místech vodovodní sítě každého tlakového pásma nesmí převyšovat hodnotu 0,6 MPa. V odůvodněných případech se může zvýšit na 0,7 MPa. Hydrodynamický tlak v rozvodné síti v místě napojení vodovodní přípojky při zástavbě do dvou nadzemních podlaží musí být nejméně 0,15 MPa. Při zástavbě nad dvě nadzemní podlaží nejméně 0,25 MPa [10]. Tyto hodnoty tlaku se však vztahují na nově budované vodovody po 1. 1. 2002 (účinnost vyhlášky) a nevztahují se na vodovody postavené před tímto datem kromě vodovodů, u kterých došlo po 1. 1. 2002 k celkové obnově. U vodovodů postavených po 1. 1. 2002 a u těch, u kterých nebyla vydána výjimka vodoprávního úřadu na jiné tlakové poměry, by měly tlakové poměry odpovídat rozsahu stanovenému vyhláškou a náklady na úpravu tlakových poměrů nese vlastník, resp. provozovatel vodovodu. Na vodovody postavené před uváděným datem se vztahovala vyhláška č. 144/1978 Sb., která uváděla, že tlakové poměry v místě napojení si upravuje na svoje náklady odběratel vody. Provozovatel proto u těchto případů nemusí v současnosti zaručit tlakové poměry definované v § 15 vyhlášky č. 428/2001 Sb., je ale nutné do smlouvy o dodávce pitné vody uvést kromě skutečných tlakových poměrů v místě přípojky (maximálních a minimálních) a limitů dodávaného množství také podmínky, za kterých bylo umožněno připojení na vodovod, tak aby nebylo pochyb o kvalitě poskytované služby mezi provozovatelem a odběratelem. Také nově připojovaný odběratel na tento „starý“ vodovod musí být před připojením upozorněn na povinnost upravit si tlak na vlastní náklady. [13]

2.3 KONTROLA A REGULACE VE VODÁRENSTVÍ

V České republice došlo v roce 2015 k úpravě systému regulace oboru VaK na základě materiálu „Návrh koncepčního řešení regulace ve vodárenství“, který byl schválen usnesením vlády ČR č. 86. V rámci plnění tohoto usnesení založilo Ministerstvo zemědělství v sekci vodního hospodářství nový odbor tzv. Odbor dozoru a regulace vodárenství. Tento odbor obsahuje dvě oddělení – oddělení stížností, kontroly a regulace a oddělení analytické a benchmarkingu. Odbor dozoru a regulace ve vodárenství společně s odborem vodovodů a kanalizací a odborem státní správy ve vodním hospodářství zajišťuje vrchní dozor ve smyslu zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích. [14]

V souvislosti s úpravou regulace VaK vznikl také mezirezortní tzv. Výbor pro koordinaci regulace vodovodů a kanalizací, který si klade za cíl především zvýšení efektivnosti regulačních mechanismů zajišťujících dlouhodobou udržitelnost sektoru VaK a zlepšení ochrany spotřebitelů při zachování sociálně únosných cen pro vodné a stočné. [14]

Takto byly v ČR vytvořeny předpoklady pro zvýšení dohledu a kontrolní činnosti Ministerstva zemědělství (MZe) a zajistila se koordinace regulujících subjektů při vyřizování stížností, námětů a žádostí o informace v rámci široké problematiky VaK. [14]

Dle MZe je účelem této regulace oboru VaK zejména dohled nad dlouhodobou udržitelností VaK, zejména ve vztahu k plánu financování obnovy a jeho plnění, dále zvýšení transparentnosti regulace cen pro vodné a stočné, včetně posílení spolupráce resortů MZe a Ministerstva financí jako regulátora a kontrolora věcně usměrňovaných cen, také soustavné zlepšování ochrany odběratelů (spotřebitelů) a v neposlední řadě získávání podkladů pro návrhy na úpravu právních předpisů v oboru VaK a v oblasti ochrany odběratele. [14]

3 KVALITA PITNÉ VODY JAKO PŘÍČINA STÍŽNOSTÍ

Stížnosti odběratelů pitné vody na provozovatele vodovodů mohou mít mnoho příčin. Příčinami stížností odběratelů může být nespokojenost s kvalitou dodávané vody, především s jejími organoleptickými vlastnostmi, nevyhovující technickými parametry, jako je nízký, popř. příliš vysoký tlak vody na přípojce nebo jeho výrazné kolísání, či přerušení dodávky pitné vody. Nespokojenost zákazníků a následné stížnosti může vyvolat změna ceny vody nebo nedostatečný zákaznický servis atp. Tato práce se podrobně věnuje stížnostem na kvalitu vody, proto ostatní příčiny stížností nejsou podrobněji rozepsány.

O reálné kvalitě vody vypovídá jakost vody, která se stanovuje prostřednictvím hygienických limitů. Povinností provozovatele vodovodu je zajistit, aby dodávaná pitná voda měla jakost pitné vody [8].

V současnosti ale není podstatná pouze reálná (skutečná) kvalita pitné vody, ale záleží také na úsudku společnosti o bezpečnosti pitné vody nebo míře přijatelného rizika [4]. Světová zdravotnická organizace (WHO) pokládá účast veřejnosti ve sledování kvality pitné vody za důležitou od doby, kdy je společnost považována za prvořadého příjemce zásobování pitnou vodou a také od první zkušenosti s následky způsobenými zhoršením kvality vody [5].

Dle provedených průzkumů a studií se zdaleka ne vždy vnímaná kvalita vody shoduje se skutečnou kvalitou vody. Například podle kanadského průzkumu bylo 68 % respondentů zcela nebo velmi spokojeno s kvalitou vody, ačkoliv některé ukazatele překročily směrné hodnoty pitné vody. A naproti tomu v případě, kdy pitná voda zcela odpovídala směrnici, bylo spokojeno pouze 48 % respondentů [15].

Pohled veřejnosti může pomoci rozšířit obzory vodohospodářů, přispět ke zlepšení služeb a spokojenosti zákazníků, podpořit komunikaci, spolupráci a předcházet konfliktům, ačkoliv tato cesta s sebou může přinášet i své problémy a pro odborníky ve vodním hospodářství může být náročná. Ignorance veřejného mínění by však mohla vést k veřejné nespokojenosti, jejím vlivem by mohlo docházet k neustálému zhoršování důvěry v zásobování pitnou vodou, jež může mít za následek narušení vodárenských služeb [16]. Mezinárodní vodárenská asociace (International Water Association – IWA) klade důraz na rostoucí snahu o dodávání pitné vody, které spotřebitelé důvěřují [3].

3.1 VNÍMANÁ KVALITY VODY – POHLED ODBĚRATELE

Od konce 60. let 20. století se značná část výzkumu začala soustředit na vnímání kvality vody. Existující literatura o tomto tématu je však velmi různorodá a těžko se hledá jedna správná teorie. Vědecké práce zabývající se vnímáním kvality vody se zaměřovaly na různé druhy vod, byly založeny na různých vědeckých modelech a v rámci stejného modelu využívaly různé metodologické a konceptní přístupy. Většina výzkumů v tomto odvětví byla prováděna ve vyspělých zemích s přísnými standardy kvality vody a spolehlivými dodávkami, proto mohou být zjištěné poznatky výrazně geograficky zaujaté. [17]

Vnímání kvality vody společností ovlivňuje celá řada různých faktorů a jejich vzájemné kombinace. V mnoha případech je vnímání kvality vody založeno především na organoleptických vlastnostech vody. Mezi další důležité faktory, které ovlivňují vnímání kvality vody společností, patří vnímání rizik, postoje k vodárenským chemikáliím, podněty související s vodovodním systémem, vlastní předešlé zkušenosti spojené s kvalitou vody, způsob získávání informací o kvalitě vody a důvěra v provozovatele vodovodního systému. [17]

3.1.1 Organoleptické vlastnosti

Organoleptické vlastnosti vody (tj. senzorické vlastnosti: chuť, pach, barva a zákal) výrazně ovlivňují vnímání kvality vody, uspokojení odběratele, důvěru v dodavatele, ochotu platit za vodárenské služby nebo výběr vodního zdroje [18]. V kanadském průzkumu na Newfoundlandu byli respondenti, kteří nebyli zcela spokojeni s kvalitou vody, požádáni, aby uvedli důvody své nespokojenosti. Nejčastějším důvodem byla nevyhovující chuť (42 %) a pach (35 %), dalšími důvody byla mimo jiné nevyhovující barva (17 %) a zákal vody (14 %) [15]. Důvod, proč je tato v podstatě čistě estetická záležitost tak důležitá, je vysvětlováno několika hypotézami. Předpokládá se, že organoleptické závady jsou vztahovány ke zdravotním rizikům [18, 19], je známá ale i hypotéza, která spočívá v tom, že pitná voda je stále více považována za produkt než za základní nezbytnost, a proto jsou vyšší nároky na její kvalitu [17]. V mnoha průzkumech je spokojenost s organoleptickými vlastnostmi absolutně vysoká, ale často bývá relativně nízká ve srovnání s jinými stránkami služeb zásobování pitnou vodou [20, 21, 22]. Sensorické informace jsou často vzájemně provázané. Chuťové a pachové vlastnosti jsou většinou vnímány společně vlivem fyzikálních nebo fyziologických procesů. Vzniklé chuťové a pachové podněty mohou, ale nemusí, pocházet ze stejné látky. Chuť může zvýraznit intenzitu pachu, a naopak intenzita chuti se zvyšuje, pokud je doprovázena pachem, který má s touto chutí logickou souvislost. V některých případech může být ale spojitost chuti, zápachu a barvy důsledkem pouze psychologických faktorů [23].

Ačkoliv spolu jednotlivé organoleptické vlastnosti často úzce souvisejí, někteří autoři vyzdvihují důležitost jednotlivých ukazatelů. Často je na první místo kladena chuť [22, 24], a to možná z důvodu její lepší citlivosti na vodárenské chemikálie při nižších koncentracích, než mají jiné smysly [25]. Jiní autoři zase upřednostňují důležitost vzhledu, především zákalu, nad ostatními senzorickými ukazateli, protože bývá častou příčinou stížností odběratelů vody na jejich vodárenské společnosti [26]. Zákal může mít i velké ekonomické následky, a to pro řadu průmyslových odvětví, využívající vodovodní vodu jako výrobní např. textilní průmysl, zdravotnický průmysl, potravinářský průmysl, papírenský průmysl apod. [27]

3.1.2 Vnímání rizik

Výzkumy obecně naznačují, že většina odběratelů, kteří mají zkušenost se spolehlivými dodávkami vody, považuje rizika spojená s pitnou vodou za nízká [21, 28]. Vnímání bezpečnosti pitné vody a jejího rizika se jeví jako konzistentní a vodovodní voda je obecně považována za bezpečnou [20, 22, 29]. Naproti tomu vysoké riziko se obecně přičítá znečištění pitné vody, a to i v případě, že je porovnáváno s řadou závažných rizik, jako jsou toxické odpady a přírodní katastrofy [30, 31, 32]. V kanadském průzkumu na Newfoundlandu se někteří respondenti domnívali, že v jejich oblasti existují možná zdravotní rizika spojená s užíváním pitné vody. Existenci zdravotního rizika spojeného s pitnou vodou si uvědomovali především respondenti, kteří nebyli s kvalitou pitné vody zcela spokojeni [15]. Jeden předpoklad ve studiích vnímání rizik je takový, že ochota veřejnosti zabývat se tematikou zdravotních rizik je podmíněna tím, jak velkou mírou rizika se cítí ohroženi [33]. Nevyjasněné předešlé dlouhotrvající problémy s kvalitou pitné vody podporují nárůst veřejného vnímání zdravotních rizik a pobízejí veřejnost k vyhledávání jiných alternativ, jako je například balená voda [34]. Veřejnému vnímání kvality vody, které pravdivě odráží skutečnou kvalitu vody a s ní spojená zdravotní rizika, mohou pomoci vhodná politika a rozhodnutí, jež zvýší stupeň kvality vody a zároveň minimalizují výskyt zdravotních rizik [15].

3.1.3 Postoje k vodárenským chemikáliím

Obecně rozšířený strach z chemikálií, který se začal objevovat v 70. let 20. století může být někdy přenášen také do vnímání pitné vody [17]. V průzkumu provedeném v kanadském Torontu 72 % respondentů uvedlo, že se přítomností chemických polutantů v pitné vodě zabývají, s čímž souviselo nižší hodnocení kvality vody [35]. Průzkum v USA zjistil že 55 % respondentů považuje chemické látky ve vodě za problém [36] a 57 % respondentů z italského průzkumu uvedlo, že neznámé složení vody z vodovodu je jedním z hlavních příčin znepokojení nebo nespokojenosti [37]. Podle amerického průzkumu se většina respondentů domnívá, že jejich voda splňuje normy pro bezpečnou pitnou vodu, přibližně 40 % respondentů si myslí, že normy pro pitnou vodu nejsou dostatečně přísné [20]. Laická veřejnost má tendenci přisuzovat velký význam výskytu chemických látek bez ohledu na jejich koncentrace [38]. Ve srovnání s toxikologií je laická veřejnost mnohem pesimističtější ohledně potenciálních rizik spojených s chemickými látkami a více skeptická ohledně jejich výhod [17]. Ze všech možných chemických látek, které mohou být v pitné vodě obsaženy, se veřejnost zaměřuje pouze na malou část. Nejčastěji zmiňované chemické látky jsou chlor, vápník a tvrdost vody, olovo a některé další jako jsou fluoridy, dusičnany, pesticidy, těžké kovy a průmyslové chemikálie [39].

Chlor je často zmiňován jako příčina nežádoucí chuti, ovšem existují také názory, které jemnou příchut' chloru interpretují jako signál bezpečnosti vody [40]. Nicméně v kanadském průzkumu 33 % respondentů poukázalo na nadměrnou příchut' chloru, aby zdůvodnilo svoji nespokojenost s vodou z vodovodu [41] a rovněž v průzkumu na Newfoundlandu byla chlorace jedním z nejčastějších důvodů nespokojenosti s kvalitou pitné vody (27 %) [15]. Také pokud je v některých případech chlorace zmiňována v masových médiích, často jsou používány negativní metafory, které souvisejí s riziky vzniku vedlejších produktů [42].

Vápník a hořčík neboli tvrdost vody ovlivňuje organoleptické vlastnosti vody a je příčinou vodního kamene. Nadměrný obsah vápníku nebo tvrdost vody byly důvodem nespokojenosti s pitnou vodou 13 % respondentů v kanadském průzkumu a 23 % ve francouzském průzkumu [29, 41]. Podle analýzy, která porovnávala mentální model přesvědčení laiků o tvrdosti vody s mentálním modelem odborníků, má více než polovina laiků o tvrdosti pitné vody mylné představy nebo správné, ovšem značně nepřesné, přesvědčení nebo irelevantní periferní pojetí [43]. Tato skutečnost může vést k problémům při interpretaci informací týkajících se tvrdosti vody.

Společně s chemickými látkami tvoří další důležitou složku pitné vody mikrobiologické látky, které mohou být příčinou organoleptických závad a mohou představovat riziko pro lidské zdraví. Mikrobiologické znečištění pitné vody bylo výrazně sníženo zavedením chlorace a dalších způsobů hygienického zabezpečení, což se odráží v nízké obavě veřejnosti z mikrobiologické kontaminace vody. Podle francouzského průzkumu pouze 9 % respondentů se domnívá, že jejich voda z vodovodu obsahuje bakterie a viry a pouze 5 % dotazovaných respondentů v americkém průzkumu považuje bakterie v pitné vodě za závažný problém [29, 39].

3.1.4 Podněty související s vodovodním systémem

Podněty související s vodovodní sítí nebo místem spotřeby vodovodní vody mohou být zdrojem nepřímých informací o kvalitě pitné vody. Tyto náznaky mohou být interpretovány díky předešlým zkušenostem a vést k očekáváním, která silně ovlivňují vnímání [17]. Podle výzkumů v Kanadě a USA někteří lidé přisuzují kontaminaci pitné vody distribuční síti [44].

Italský průzkum zjistil, že poměrně velký počet respondentů (55,7 %) považuje stav distribuční sítě za jednu z hlavních příčin znepokojení, z kterého plyne nespokojenost s vodou z vodovodu [37]. Spojitosti s místem spotřeby vody mohou mírně ovlivnit přijatelnost kvality vody [45], ale přesvědčení, že v oblasti spotřeby vody existují vážné ekologické a zdravotní problémy má významný vliv na posouzení rizika spojeného s vodovodní vodou [46].

3.1.5 Předěšlé zkušenosti odběratelů spojené s kvalitou pitné vody

Dřívější osobní zkušenosti tvoří základ pro interpretaci nových informací, proto je jejich vliv na vnímání kvality vody značný. Chuť, pach a barva vody jsou dle předěšlých zkušeností připisovány jen několika málo sloučeninám, se kterými se spotřebitelé v minulosti setkali. Výzkum naznačuje, že lidé upřednostňují takové hodnoty organoleptických ukazatelů, na které jsou zvyklí [47]. Z tohoto důvodu může voda s identickými fyzikálněchemickými vlastnostmi vykazovat výrazně odlišnou přijatelnost kvality v závislosti na geografickém umístění. Navýšení tvrdosti pitné vody způsobené změnou zdroje surové vody pro veřejné zásobování vedlo dle výzkumu k dramatickému navýšení počtu stížností odběratelů, ačkoliv odběratelé byli o změně tvrdosti vody obeznámeni a měli k ní pozitivní postoje. Náhlá změna kvality vody vedla k negativním reakcím [43]. V regionech, kde se kvalita vody mění často, chybí znalosti, na základě kterých by bylo možné posuzovat kvalitu vody. Tento nedostatek očekávání může vést k nejistotě a nespokojenosti [45]. Osobní zkušenosti jsou nepřímo spojeny s přijatelností kvality vody a vnímáním rizik. Vliv zkušeností na vnímání rizik spojených s pitnou vodou může být nízký v zemích, kde jen málo lidí zažilo zdravotní problémy způsobené pitnou vodou. Dle kanadských průzkumů pouze nízké procento respondentů věřilo, že byli oni nebo jejich rodinní příslušníci fyzicky ovlivněni kvalitou pitné vody [48,49].

3.1.6 Způsob získávání informací o kvalitě pitné vody

Informace o vodě lze získat z různých zdrojů. Hlavními zdroji, které veřejnost využívá k získávání informací o vodě, byly podle průzkumu v Kanadě hromadné sdělovací prostředky (37 %), přátelé a příbuzní (21 %) a ekologické organizace (16 %) [35], dle francouzského průzkumu se jednalo o městské úřady (35 %), regionální noviny (33 %) a televizi (11 %) [50] a průzkum v Americe ukázal, že jsou jako zdroje informací o vodě nejvíce využívány tisk (63 %) a televize (52 %) [39]. Navzdory velké rozmanitosti zdrojů informací o vodě se většina respondentů v evropských a amerických průzkumech považuje, co se týče vody z vodovodu, za nedostatečně informované. [20, 32, 44]. Protože pitná voda je tématem, které přitahuje širokou veřejnost, jsou neobvyklé situace často zmiňovány v médiích, zejména v tisku a televizi, která zdůrazňují rizika spojená s pitnou vodou a znepokojují odběratele vody [51]. Tato média jsou často kritizována za šíření nepřesných informací [52]. Avšak celkový dopad médií na veřejné vnímání je velmi omezen [53]. Masová média jsou častěji uváděna jako důvěryhodnější zdroj informací o životním prostředí než informace získané mezilidskou komunikací, zahrnující především členy rodiny a přátele [32]. Zdá se však, že vliv mezilidské komunikace na lidské chování je často silnější, než vliv masových médií [54, 55].

3.1.7 Důvěra v provozovatele vodovodu

Důvěra ve vodárenské společnosti (platí i pro společnosti a instituce obecně) je spojována s kvalitou služeb a vnímáním rizik, ačkoliv není zcela jasné, co je příčinou a co následkem

v tomto vztahu a může se to lišit případ od případu. Důvěra často ovlivňuje výběr a dopad informací o riziku, přijatelnost potenciálních rizik [56], vnímání kvality poskytovaných služeb a spokojenost zákazníků [57]. Podle některých autorů ale tento vztah může fungovat obráceně, tedy tak, že vnímání kvality a rizika vede k důvěře ve společnost a firmy [57, 58]. K tomu celá řada dalších faktorů vytváří nebo potencionálně ovlivňuje důvěru společně s vnímáním zákaznické péče, kompetence, integrity, spolupráce a otevřenosti [59,60]. Podle některých průzkumů důvěra ve vodárenské společnosti není velká, protože značná část zákazníků si myslí, že jejich dodavatelé vody se více zajímají o výdělek než o služby pro svoje zákazníky [20, 22]. Naproti tomu podle průzkumu ve Skotsku je vodní hospodářství jedno z nejdůvěryhodnějších odvětví průmyslu [61]. V kanadském průzkumu 71 % respondentů odpovědělo, že neprovádí vlastní kontrolu kvality vody z důvodu důvěry v provozovatele, který kontroly provádí [15]. Obecně jsou vodárenské společnosti považovány za vysoce důvěryhodné při komunikaci s veřejností v mimořádných situacích týkajících se kontaminace vody [62].

3.2 REÁLNÁ KVALITA VODY – POHLED PROVOZOVATELE

Provozovatel vodovodní sítě má povinnost zajistit dodávku vody v jakosti pitné vody [8], a to až po vodovodní výtokové armatury u odběratelů vody [9]. Pro ověření, že dodávaná voda je zdravotně nezávadná a vyhovuje všem legislativně stanoveným požadavkům, provádí provozovatel povinné odběry a rozborů vzorků pitné vody [9]. Kromě povinných odběrů provádí provozovatel i provozní rozborů, které mají zabezpečit především řádné provozování úpravny vody a zdrojů bez úpravy [10]. Dalším klíčovým prvkem pro zjišťování reálné kvality vody je hygienické šetření, které doplňuje rozborů vody a poskytuje informace o příčině anebo perspektivě daného zdravotního rizika. Hygienické šetření zahrnuje vizuální posouzení okolí vodního zdroje a vodárenské infrastruktury, které přihlíží k podmínkám, zařízení a provozu daného vodovodního systému ve spojitosti s potenciálním nebezpečím a riziky pro zdraví. [63]

Při hodnocení jakosti pitné vody je důležité přihlížet nejen k limitním hodnotám daných ukazatelů, ale i k typu limitní hodnoty (NMH, MH, DH) a poznámkám uvedených pod tabulkou hodnot hygienických limitů ve vyhlášce č. 252/2004 Sb. Je podstatné si uvědomit, jaký má daný ukazatel účel a o čem má vypovídat. Nutné je přemýšlet o původu znečištění, zda se jedná o trvalou či přechodnou záležitost, zda variabilita koncentrací nesouvisí se způsobem vzorkování. Hodnocení získaného výsledku překročeného ukazatele je potřebné provádět v kontextu výsledků ostatních ukazatelů a zvážit, zda více ukazatelů nevypovídá o stejné závadě. Hodnotit výsledky v kontextu řady výsledků z předchozích rozborů může ukázat na neobvyklou změnu, která může být důležitější než absolutní zjištěná hodnota ukazatele. Příslušné hodnocení výsledků mohou zajistit poznatky zjištěné místním hygienickým šetřením. [63]

Pokud voda z vodovodu nedodrží jakost pitné vody, která je stanovena hygienickými limity podle vyhlášky č. 252/2004 Sb., musí provozovatel provést příslušná nápravná opatření, kterými se zabezpečí dodržení hygienických limitů [8]. Existuje řada možných opatření k ochraně veřejného zdraví. Prerušení zásobování vodou se používá výjimečně, pokud je voda znečištěna chemickými látkami nebo patogeny v takových koncentracích, které mohou akutně poškodit lidské zdraví. Dalšími opatřeními může být převedení na jiné zásobování vodou, účinná dezinfekce, odstavení a propláchnutí vodovodní sítě nebo její části, doporučení používat vodu pouze po převaření, doporučení používat balenou vodu nebo koncová úprava vody v rizikových objektech jako jsou např. nemocnice nebo potravinářské provozy.

Důležitým opatřením k ochraně veřejného zdraví je patřičné informování spotřebitelů a významných subjektů (nemocnice, potravinářské provozy apod.) [63]

Z technického pohledu mohou nápravná opatření znamenat navýšení dezinfekce vody, zvýšenou údržbu vodovodní sítě a vodárenských objektů, proplach vodovodní sítě nebo její části, sanace trubních úseků, výměnu potrubí, rekonstrukci či úpravu technologie úpravny vody atp. [63,64,65] V každém případě je důležité hledat a řešit příčiny nevyhovující jakosti vody a nespokojit se pouze s řešením vzniklých následků [65].

Překročení hygienických limitů jednotlivých ukazatelů ve vodovodní síti ovlivňuje celá řada faktorů. Jedná se o poruchy na vodovodní síti, použitý trubní materiál a jeho povrchová úprava, staří trubního materiálu, produkty koroze trubního materiálu, sediment v potrubí, přítomnost biofilmu na stěnách potrubí, doba zdržení vody v potrubí, rychlost proudění vody, změny hydraulických podmínek, teplota vody, zbytková koncentrace a druh dezinfekčního prostředku, kvalita vody na výstupu z úpravny vody, vlastnosti dopravované vody (např. agresivita), stabilita vody (přítomnost nutrientů ve vodě) a další. [64,65,66]

V následujícím textu jsou popsány vybrané ukazatele, které mají souvislost se stížnostmi na kvalitu vody. Je popsána jejich fyzikální podstata, význam, původce výskytu jejich zvýšených hodnot a možnosti jejich stanovení. V některých případech jsou uvedena konkrétní technická opatření pro snížení hodnoty daného ukazatele.

3.2.1 Zákal

Velká část stížností odběratelů vody na provozovatele vodovodu je způsobena právě výskytem zákalu [26]. Zákal patří mezi organoleptické ukazatele pitné vody a jedná se o snížení průhlednosti vody nerozpuštěnými látkami, které mohou být jak organického (bakterie, plankton, pyl apod.), tak anorganického původu (kovy, jílové minerály apod.). Zvláštním případem zákalu je bílý zákal, který dočasně vzniká při vypouštění vody z potrubí. Jeho příčinou jsou bublinky vzduchu, které se uvolňují vlivem snížení tlaku v potrubí [64]. Bílý zákal vymizí během několika sekund a nezpůsobuje žádnou usazeninu. V dalším textu není tento speciální případ uvažován.

Zákal je specifický tím, že se obvykle v potrubí nevyskytuje trvale, ale jen nárazově v podobě tzv. zákalových událostí. Zákalové události jsou zpravidla vyvolány vnějším zásahem do systému, který způsobí náhlou změnu hydraulických podmínek, v jejímž důsledku dochází k rozvíření jemných sedimentů ulpělých na stěnách potrubí [64].

Původcem těchto sedimentů může být koroze kovových potrubí, rozrušení vysrážených inkrustů nebo biofilmů vzniklých činností mikroorganismů. [64] Zvýšené hodnoty zákalu mohou také indikovat problémy při úpravě vody, a to koagulaci, sedimentaci nebo filtraci. [4] Jemné částice mohou pocházet také z vnějšího prostředí, kdy se do systému dostávají během oprav vodovodu nebo netěsnostmi potrubí vlivem podtlaku [64]. Příčinou přítomnosti jemného materiálu v distribuované vodě může být i samotný zdroj vody, například částice jílových minerálů z přetěžovaného podzemního zdroje bez filtrace. Tyto materiály při nízké rychlosti vody ve vodojemu sedimentují nebo ulpívají na stěnách potrubí. [64].

K zákalové události dochází, pokud se uvolní ulpělý materiál na stěnách potrubí do proudu vody. To nastává při zvýšení průtoku, který může být způsoben zvýšením odběrů ve spotřebišti, proplachem vodovodní sítě nebo změnou směru proudění vody při otevření případě uzavření úseku nebo při náhlém zvýšení některého z odběrů. Zvýšením průtoku dojde k navýšení hodnoty smykového napětí u stěn potrubí, tím se naruší dosud soudržné vrstvy ulpělého materiálu a dojde k jejich uvolnění do vodního proudu. Intenzita zákalové události je

závislá na rozdílu smykového napětí u stěny potrubí působícího dlouhodobě před výrazným zvýšením průtoku a během něj. Zákalovou událost by mohla způsobit i porucha na úpravě vody, kdyby se do systému dostaly vločky kalu, které by rychlý proud rozbil a vznikl by tak zákal [64].

Zvýšené množství zákalu ve vodovodní síti může kromě organoleptických závad také chránit mikroorganismy před účinky dezinfekce a napomáhat růstu bakterií. [4, 11]

Dle normy ČSN EN ISO 7027 Jakost vod – Stanovení zákalu existují čtyři metody pro stanovení zákalu. Norma specifikuje dva semikvantitativní způsoby, které se používají například při stanovování zákalu v terénu. Jde o měření zákalu zkušební trubicí a měření průhlednosti zkušební deskou. Dále norma specifikuje dvě kvantitativní metody měření optickými turbidimetry. Pokud kapalina obsahuje jemné rozptýlené nerozpuštěné částice, pak při průchodu světelného toku dochází k jeho rozptylu do všech směrů. Intenzita světelného paprsku se se zvyšující koncentrací rozptýlených částic snižuje. První z těchto metod využívá měření světelného toku odraženého od částic zákalu do směrů různých od původního směru dopadajícího paprsku. Jedná se tedy o měření rozptýleného záření. Tato metoda je vhodná pro vody s nízkým zákalem, tj. například pro pitnou vodu. Zákal měřený touto metodou se vyjadřuje ve formazínových nefelometrických jednotkách (ZF_n). Výsledky se obvykle pohybují v rozsahu 0 ZF_n až 40 ZF_n . Druhá metoda využívá měření světelného toku po průchodu kapalinou ve stejném směru jako je směr dopadajícího paprsku ze zdroje. Jedná se tedy o měření útlumu zářivého toku. Tato metoda je vhodnější pro velmi zakalené vody, tj. například odpadní nebo znečištěné vody. Zákal stanovený touto metodou je vyjadřován ve formazínových turbidimetrických jednotkách (ZF_t), výsledky se obvykle pohybují v rozsahu 40 ZF_t až 4 000 ZF_t . [67] Měřicí přístroje pro stanovování zákalu jsou kalibrovány na suspenzi formazínu $C_2H_4N_2$, což je roztok produktu reakce hexamethylentetraminu a hydrazinsulfátu. Jedná se o standardní porovnávací roztok. [67]

Základem pro zvolení správného nápravného opatření při výskytu zvýšené hodnoty zákalu je určení složení a zdroje zákalu [68]. Zdrojem může být přímo zdroj vody, v takovém případě výskyt zákalu ve vodovodní síti vypovídá o nefunkční úpravě vody [68] a je třeba rekonstruovat nebo upravit její technologii [64], nebo může zákal vznikat až ve vodovodní síti. V takovém případě může být nápravným opatřením rekonstrukce problémových úseků nebo je doporučován řízený proplach vodovodní sítě [64].

3.2.2 Barva

Barva vody je způsobena rozpuštěnými látkami. Jedná se především o přítomnost přirozených organických látek (např. huminové látky, fulvinové kyseliny) a přítomnost kovů, které mohou být přírodního původu nebo pocházet z koroze trubního materiálu [11]. Pitná voda by měla být bezbarvá.

Zabarvení vody mohou způsobit například sinice a řasy nebo železité a manganové bakterie. Hliník v koncentraci větší než 0,1–0,2 mg/l nebo měď v koncentraci větší než 5 mg/l rovněž způsobuje zabarvení vody. [2]

Norma ČSN EN ISO 7887 Kvalita vod – Stanovení barvy specifikuje čtyři různé metody pro stanovení barvy. Tyto metody jsou v normě označeny písmeny A až D. [69]

Metoda A zahrnuje stanovení zdánlivé barvy vizuálním porovnáním vzorku vody v lahvi. Poskytuje pouze předběžnou informaci, použitelnou například při práci v terénu. Do protokolu se uvádí jen údaje o zdánlivé barvě, tj. intenzita zbarvení (žádná, slabá, světlá nebo tmavá) a odstín (například žlutý, žlutohnědý). [69]

Metoda B zahrnuje určení skutečné barvy vzorku vody optickým přístrojem. Zabarvení vzorku vody se charakterizuje měřením světelného útlumu (absorpce světla). Různé barvy vykazují maximální absorpci při různých vlnových délkách dopadajícího záření. Podle metody B se barva vody stanovuje fotometrem nebo spektrometrem alespoň při třech různých vlnových délkách, které se nacházejí v oblasti viditelného spektra. Metodu lze používat pro surovou a pitnou vodu a pro méně zabarvenou průmyslovou vodu. Výsledky jsou vyjadřovány hodnotou absorpčního koeficientu $\alpha(\lambda)$ a vlnovou délkou dopadajícího světla. [69] Metoda C zahrnuje stanovení skutečné barvy vzorku vody optickým přístrojem porovnáním s koncentracemi hexachlorplatičitanu při vlnové délce $\lambda = 410$ nm. Porovnání se specifickým absorpčním koeficientem definovaného kalibračního roztoku hexachlorplatičitanu draselného a chloridu kobalnatého při stejné vlnové délce umožňuje stanovení barvy v mg/l Pt. Takto se stanoví intenzita žlutohnědého zbarvení vody. Tento postup se používá jen pro stanovení skutečné barvy opticky čistých roztoků, tj. vzorků po filtraci přes filtry s velikostí pórů 0,45 μ m. [69]

Metoda D zahrnuje stanovení barvy vizuálním porovnáním se standardními roztoky hexachlorplatičitanu. Tato metoda je použitelná pro surovou i pitnou vodu. Podstatou metody je stanovení intenzity žlutohnědého zbarvení vzorku vody vizuálním srovnáním se sérií porovnávacích roztoků. Barva se vyjadřuje v mg/l Pt, reprezentujících intenzitu barvy porovnávacích roztoků. [69]

V minulosti byla pro stanovení barvy vody v úpravnách vody, v limnologických sledováních atp. nejvíce využívána metoda, která byla založena na hexachlorplatičitanové stupnici. Metody C a D se shodují s tímto tradičním postupem. Zatímco metody A a B se doporučují, jestliže se barevný odstín vzorku liší od odstínu porovnávacího roztoku. [69]

Nápravná opatření při výskytu zvýšené hodnoty ukazatele barvy závisí na příčině zabarvení vody.

3.2.3 Pach a chuť

Pokud voda vyvolává pachový nebo chuťový vjem, příčinou mohou být přírodní anorganické a organické chemické látky, biologické zdroje a procesy, kontaminace syntetickými látkami, koroze potrubí, nevhodné materiály ve styku s vodou, úprava vody (např. dezinfekce) nebo mikrobiální aktivita v akumulaci a během distribuce vody. [2] U čisté vody není pachový ani chuťový účinek znát. Pach a chuť vody vyvolávají mnohé příměsi v ní obsažené. Vnímání pachu a chuti je často vzájemně provázané [23].

Mezi anorganické látky, které se běžně v pitné vodě vyskytují a jsou hlavním zdrojem chuti, patří sloučeniny železa a manganu, hořčík, zinek, měď, chloridy, hydrogenuhličitan, volný oxid uhličitý a další. Chuťové vlastnosti vody závisí nejen na koncentraci jednotlivých složek, ale také na jejich vzájemné kombinaci.

Aktinomyceta a houby, které mohou růst na nevhodných materiálech vodovodní sítě, se řadí mezi biologické příčiny nepříjemného pachu a chuti. Tyto organismy produkují geosmin, 2-methyl isoborneol atp., které negativně ovlivňují pachové a chuťové vlastnosti vody. [2] Z chemických příčin, které ovlivňují pach a chuť mohou být zmíněny amonné ionty, jejichž pachový práh v alkalické oblasti je asi 1,5 mg/l a chuťový práh asi 35 mg/l. Chloridy mohou být příčinou slané chuti. Jejich chuťový práh je si 200–300 mg/l. Chlor, který je vodě často obsažen kvůli hygienickému zabezpečení, může také ovlivnit její chuťové a pachové vlastnosti. Chuťový práh chloru je asi 0,6–1,0 mg/l. Někdo ale může chlorovou chuť pocítit již při 0,3 mg/l. Měď při koncentraci větší než 5 mg/l způsobuje hořkou chuť vody.

Chuťový práh vápníku je asi 100-300 mg/l. Velmi nepříjemný pach zkažených vajec způsobuje sirovodík. Chuťový a pachový práh sirovodíku je 0,05 – 0,1 mg/l. Dále může chuť vody ovlivnit přítomnost železa v koncentraci větší než 0,3 mg/l nebo manganu v koncentraci větší než 0,1 mg/l. Chuť sodíku ve vodě je vnímatelná při asi 200 mg/l. Chuťový práh síranů je 250 mg/l. Negativně mohou chuť vody ovlivnit rozpuštěné látky, a to při koncentraci od 1000 mg/l (někdy i nižší). Chuťový práh zinku je asi 4 mg/l. Nepříjemné chuťové a pachové závady způsobují chlorfenoly, dichlorbenzeny, ethylbenzen, styren, ropné látky, toluen, trichlorbenzeny, xyleny a další, a to již při velmi nízkých koncentracích v řádech mikrogramů na litr. [2]

Výrazný vliv na chuť vody má hodnota pH, která je jedním z klíčových provozních parametrů, protože má vliv na funkci mnoha chemických, fyzikálně-chemických a biologických procesů při technologii úpravy vody, určuje agresivitu vody a účinnost dezinfekce. [11] Pachové a chuťové vlastnosti vody výrazně ovlivňuje také její teplota.

Pach a chuť pitné vody se stanovují subjektivně, závisí tedy na citlivosti vnímání hodnotitele. Je ale možné je hodnotit pouze u zdravotně nezávadných vzorků vody. [70] Chuť a pach se stanovují podle normy ČSN EN 1622 Jakost vod. Stanovení prahového čísla pachu (TON) a prahového čísla chuti (TFN). V případě pochybností se za přijatelné považují čísla 1 a 2 stanovená dle této normy. [9, 70]

Nápravná opatření při výskytu spotřebitelsky nepřijatelné chuti nebo pachu závisí na příčině tohoto jevu.

3.2.4 Tvrdost vody

Tvrdost vody čili obsah vápníku a hořčíku v mmol/l je přirozenou vlastností vody. Jejím negativem je vznik vodního kamene, což je uhličitán vápenatý případně hořečnatý, který se vylučuje z tvrdé vody a postupně snižuje životnost kotlů, praček, varných konvic, napařovacích žehliček atp. Tento negativní aspekt tvrdé vody může vést k nespokojenosti odběratelů [5]. Z hygienického hlediska jsou ale vápník a hořčík ve vodě žádoucí, protože se jedná o prvky nezbytné pro lidské zdraví. Ve většině zemí světa mnoho lidí vlivem stravovacích návyků nezíská z potravy doporučený příjem jedné nebo obou těchto látek. Proto voda bohatá na tyto minerály může významným způsobem přispět k celkovému příjmu těchto látek. [71] Vápník má v nízké koncentraci žádoucí účinek prevence některých nemocí a snižuje korozivní účinek vody [11]. V koncentraci 100–300 mg/l je chuťově vnímatelný [2]. Hořčík má chuťový práh nižší [2], v koncentraci nad 100 mg/l může v přítomnosti síranů vyvolat laxativní účinky [11].

Tvrdost vody závisí na charakteru půdy, kterou voda protéká. Vápenatá půda je zdrojem tvrdé vody, písčité a žulová půda je zdrojem vody měkké [72]. Obecně voda z povrchových zdrojů bývá převážně měkká a často je třeba ji ztvrdovat na úpravách vody. Voda z podzemních zdrojů může být často tvrdá. V tabulce 2.1 je znázorněna stupnice tvrdosti vod.

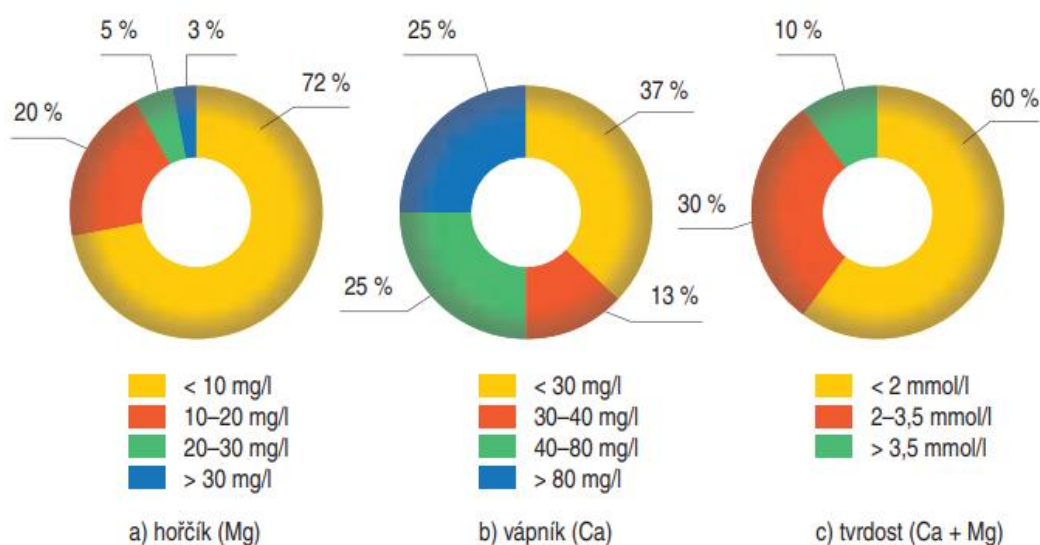
U tvrdosti vody je možné se setkat také s dalšími jednotkami, jako jsou stupně německé, anglické, americké, francouzské a další. Pro jejich přepočty platí: 1 mmol/l = 5,61 °N = 7,02 °angl = 5,83 °am = 10,01 °F = 100,09 mg/l = 2 mval/l [72]

Tab. 3.1 Stupnice tvrdosti vody [72]

Stupnice tvrdosti vod:	
Velmi měkká	0-0,7 mmol/l
Měkká	0,7-1,4 mmol/l
Středně tvrdá	1,4-2,1 mmol/l
Tvrdá	2,1-3,2 mmol/l
Značně tvrdá	3,2-5,3 mmol/l
Velmi tvrdá	>5,3 mmol/l

Vyhláška č. 252/2004 Sb. uvádí doporučené hodnoty koncentrace vápníku (40–80 mg/l) a hořčíku (20–30 mg/l) a doporučenou hodnotu tvrdosti vody (2–3,5 mmol/l). Minimální koncentrace vápníku (30 mg/l) a hořčíku (10 mg/l) uvádí vyhláška jako mezní hodnoty pouze pro vody, u kterých je obsah těchto prvků při úpravě uměle snižován. [9]

Obrázek 3.1 znázorňuje na základě dat z IS PiVo jaké byly koncentrace vápníku a hořčíku a celkovou tvrdost vody ve veřejných vodovodech v roce 2015. Pouze 5 % odběratelů je zásobeno vodou, ve které je doporučený obsah hořčíku, 25 % odběratelů je zásobeno vodou s doporučenou hodnotou koncentrace vápníku a 30 % odběratelů dostává vodu o optimální doporučené hodnotě tvrdosti vody. [12]



Obr. 3.1 Rozdělení obyvatelstva podle koncentrace hořčíku (Mg), vápníku (Ca) a celkové tvrdosti v dodávané pitné vodě (rok 2015) [12]

Z hygienických i provozních důvodů je někdy potřebné vodu ztvrdzovat. Navýšení koncentrace vápníku, popř. hořčíku při úpravě vody se provádí pomocí vápenného mléka nebo vápenatých sloučenin, popř. dolomitem [11].

Příliš vysoká tvrdost pitné vody může být nepříjemná pro spotřebitele z ekonomických nebo provozních důvodů. Existuje několik technologií použitelných pro změkčování vody, jejichž volba závisí na místních podmínkách, tj. problémy s kvalitou vody, potrubní materiály, koroze atp. Tyto technologie mohou být použity buď centrálně nebo v jednotlivých domácnostech. [5] Centrální změkčování vody, tj. při úpravě vody provozovatelem, je

výrazně finančně náročné. Často by vedlo ke zvýšení ceny vody, proto se, pokud to z provozních důvodů není nutné, běžně se neprovádí [68].

3.2.5 Teplota

Teplota vody má obecně vliv na fyzikální vlastnosti vody, jako jsou hustota, povrchové napětí a viskozita, na rozpustnost látek, rovnovážné konstanty, rychlostní konstanty biochemických reakcí a floru a faunu životního prostředí. S tím souvisí volba technologie úpravy vody. Teplota má významný vliv na pachové a chuťové vlastnosti vody.

Teplota vody ve vodovodní síti je dána především teplotou vody ve vodním zdroji. Teplotu vody může ale ovlivnit hloubka krytí vodovodní sítě. Ta dle příslušné normy může být nejméně 1,00 m (v závislosti na izolačních schopnostech půdy a jmenovité světlosti potrubí) [73]. V některých případech při takto mělkém uložení může docházet k ovlivnění teploty vody ve vodovodu. Například pokud je vodovodní potrubí uloženo v malé hloubce v polích, může po žních, kdy je povrch obnažen a vlivem horkých letních teplot intenzivně prohříván, při menších rychlostech proudění vody dojít k jejímu mírnému oteplení. [74]

3.2.6 Železo

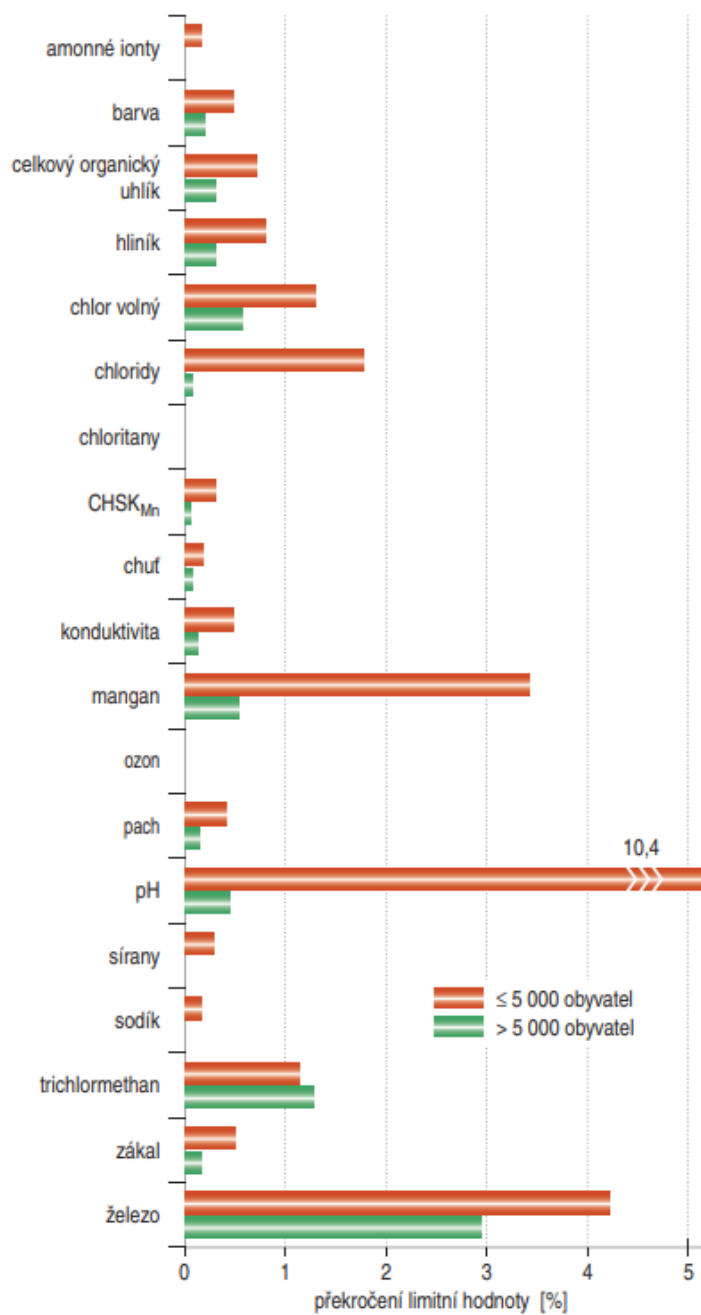
Železo v pitné vodě může pocházet ze zdroje vody, kam se dostalo z horninového prostředí nebo případně z průmyslových odpadních vod. Příčinou výskytu železa v pitné vodě může být koroze trubního materiálu vodovodní sítě nebo koagulanty z procesu úpravy vody.

Železo se ve vodě může vyskytovat ve dvou formách Fe^{2+} a Fe^{3+} . V bezkyslíkatém prostředí se vyskytuje železo ve formě Fe^{2+} a i při koncentracích do několika miligramů na litr nedochází ke změně barvy nebo zákalu vody. V kyslíkatém prostředí se železo z formy Fe^{2+} oxiduje na formu Fe^{3+} , což vede k nápadnému červenohnědému zabarvení vody. [5]

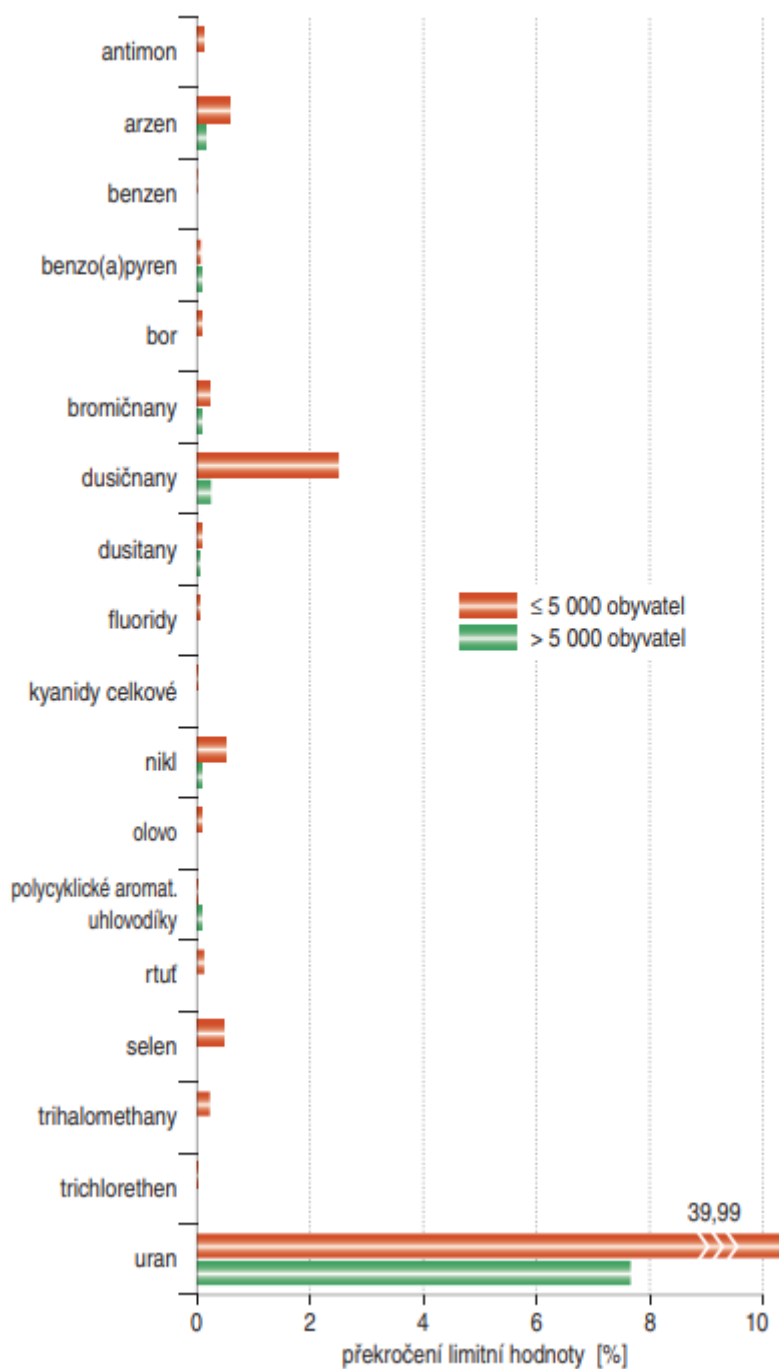
Železo při koncentraci větší než 0,3 mg/l způsobuje zabarvení vody, má vliv na chuťové a pachové vlastnosti vody, způsobuje zabarvení prádla a keramiky a podporuje růst železitých bakterií [2]. Železité bakterie získávají energii z oxidace železa z formy Fe^{2+} na formu Fe^{3+} a způsobují slizký povlak na potrubí [5]. Zákal a zabarvení vody vlivem přítomnosti železa se může vyvinout i při koncentracích nižších než 0,3 mg/l [5]. Z těchto důvodů je železo častou příčinou stížností odběratelů vody [65].

Charakteristickým pro výskyt zvýšené hodnoty železa ve vodovodním systému je původ v korozivních usazeninách v potrubí, to že problémy u odběratele jsou občasné a je náročné je sledovat, že se problémy zhoršují v letním období, a že se zhoršují na koncích distribuční sítě. [65] Problematické úseky vodovodní sítě mohou být ty, které jsou zhotoveny z kovových materiálů nebo je do nich z kovových potrubí přiváděna voda, která může obsahovat suspenze částic koroze kovů. Především jde o potrubí z oceli s neupraveným vnitřním povrchem starší 20 let nebo s úpravou povrchu v provozu více než 60 let. [64] Koroze trubních materiálů ovlivňuje chemické složení dopravované vody, a také voda nevhodných chemických vlastností ($\text{Is} < -0,05$, nebo $\text{pH} < 6,5$, nebo $\text{Ca}+\text{Mg} < 1,5\text{mmol/l}$) může ke korozi materiálů významně přispět. [64] Problémy se zvýšenou koncentrací železa se často objevují pouze v obdobích vysokého odběru, kdy je v síti vysoká rychlost proudění vody [65].

Nápravná opatření pro odstranění zvýšené koncentrace železa v pitné vodě ve vodovodu mohou být odkalení vodovodní sítě nebo její části (nejedná se o dlouhodobé řešení), sanace problémového úseku nebo výměna vodovodního potrubí problémového úseku. [65]



Obr. 3.2 Překročení limitní hodnoty pro chemické a fyzikální ukazatele jakosti pitné vody s MH v roce 2015 [12]



Obr. 3.3 Překročení limitní hodnoty pro chemické a fyzikální ukazatele jakosti pitné vody s NMH v roce 2015 [12]

Obrázky 3.2 a 3.3 ilustrují procento překročení limitní hodnoty pro chemické a fyzikální ukazatele jakosti pitné vody dle údajů z IS PiVo za rok 2015. Mezi nejčastěji překročené ukazatele s MH patří hodnota pH, železo a mangan. U ukazatelů s NMH je nejčastěji překročen limit dusičnanů. Vysoké procento překročení uranu je dáno relativně nízkým odběrem vzorků, které byly odebírány v místech s prokázaným nebo pravděpodobným výskytem uranu. [12]

3.2.7 Mikrobiologické a biologické znečištění

Voda ve vodovodní síti není sterilní, ale přirozeně obsahuje značné množství mikroorganismů [66]. Také je nutné si uvědomit, že všechny výsledky mikrobiologického rozboru vody jsou relativní, protože jsou určeny metodou, vzorkem, odběrem vzorku atd. Z tohoto důvodu veškeré výsledky (pozitivní i negativní) nesdělují nic absolutního, ale vypovídají jen o pravděpodobnosti zdravotního rizika. [63,66]

Přímé stanovení patogenních organismů, tj. hledání konkrétních bakterií či virů způsobujících známá onemocnění přenášená vodou (tyfus, infekční onemocnění jater, průjemová onemocnění atd.), by bylo technicky a časově náročné, a především finančně neúnosné [11, 63]. Stanovení jednoho druhu patogenu by neidentifikovalo přítomnost, popř. nepřítomnost, druhu jiného. Proto je přímé stanovení nahrazeno skupinou mikrobiologických a biologických ukazatelů, které lze rozdělit na indikátory fekálního znečištění a provozní ukazatele. [63]

3.2.7.1 Indikátory fekálního znečištění

Indikátory fekálního znečištění jsou *Escherichia coli* a intestinální enterokoky, s výhradami *Clostridium perfringens* [63]. Jedná se o bakterie žijící ve střevním traktu člověka a teplotokrevných živočichů. Proto, pokud voda obsahuje některé z těchto bakterií, vyvstává podezření, že voda přišla do styku s lidskými nebo zvířecími exkrementy nebo zbytky živočichů a může být kontaminována patogeny. [11] U indikátorů fekálního znečištění je proto požadována jejich absence v určitém objemu vody [9]. Ačkoliv jejich přítomnost nemusí nutně znamenat přítomnost patogenů nebo přítomnost infekční dávky patogenů. A naopak nepřítomnost indikátorů fekálního znečištění nezabezpečuje nepřítomnost patogenů, protože patogen nemusí být vázán na zažívací trakt nebo se může chovat jinak než indikátor. Při zavedení indikátorového systému (počátek 20. století) se nejednalo o přímé ukazatele zdravotní nezávadnosti, ale o provozní ukazatele účinnosti úpravy vody. V průběhu let se ale začal indikátorům fekálního znečištění přisuzovat absolutní význam, který ovšem nemají. Toto se odrazilo i v legislativních prepisech. Proto se jedná spíše o problém v interpretaci výsledků. [63] Při překročení limitních hodnot indikátorů fekálního znečištění je důležité zvolit systematický přístup, najít příčinu výskytu indikátorů fekálního znečištění. Nespokojit se pouze s opatřeními (např. pouhé zvýšení dezinfekce vody), která odstraní vzniklé příznaky, ale nevyřeší příčinu problému. [63]

3.2.7.2 Provozní ukazatele: koliformní bakterie a počty kolonií při 22 °C a 36 °C

Provozními ukazateli jsou koliformní bakterie a počty kolonií při 22 °C a 36 °C [63].

Koliformní bakterie nejsou v současnosti považovány za indikátory fekálního znečištění [63], přestože se vyskytují v trávicím traktu. Jedná se o neškodné saprofytické bakterie, které se běžně vyskytují i v půdě. Ačkoliv ve výjimečných případech se mezi nimi mohou objevit i patogenní kmeny, jejichž tvorba toxinů může představovat zdravotní riziko. Koliformní bakterie se používají jako ukazatel účinnosti úpravy vody a dezinfekce, sekundární kontaminace nebo vysokého obsahu živin v upravené vodě. [11]

Počty kolonií při 22 °C a 36 °C jsou historické ukazatele, jejichž limity byly odvozeny empiricky. Jde o sledování heterotrofních bakterií, což jsou bakterie, které jako zdroj uhlíku pro svůj růst využívají organické látky. Tyto bakterie jsou přirozeně přítomny ve vodním prostředí. [11, 63, 66] Kultivovatelné heterotrofní bakterie představují ale jen velmi malou část (asi 0,01 %) všech vodních mikroorganismů, které se ve vodě mohou vyskytovat. Jejich hygienický význam je určen především svým historickým vývojem. Stanovení heterotrofních

bakterií jako tzv. psychrofilních a mezofilních bakterií (dnes pod názvem počty kolonií při 22 °C a 36 °C) bylo zavedeno již v první české normě na kvalitu pitné vody (1959). [66] Počty kolonií zahrnují díky zvoleným kultivačním metodám výrazně široké spektrum bakteriálních druhů (např. *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Comamonas*, *Enterobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Mycobacterium* a mnohé další). Zdravotní riziko těchto bakterií vzhledem k nespecifickému stanovení není možné určit. Jedná se ale o všudypřítomné bakterie, mezi kterými se člověk běžně pohybuje a např. prostřednictvím potravy jich do organismu přijme veliké množství. V každém případě je toto množství řádově několikanásobně vyšší, než může být maximální příjem z pitné vody. Tento běžný stav nevyvolává žádné nepříznivé zdravotní účinky. Zdravotní riziko může být spojeno s některými specifickými druhy těchto bakterií, které patří do skupiny tzv. oportunních (podmíněných) patogenů. Tato skupina bakterií nepředstavuje žádné zdravotní riziko pro zdravého jedince, ale pro jedince s oslabeným organismem za určitých podmínek zdravotní riziko představovat může. Přičemž rizikovým není vstup těchto bakterií do trávicího traktu, ale vniknutí buď do dýchacího systému nebo přímý vstup do tkání otevřenými ranami atp. Do skupiny oportunních patogenů patří např. *Pseudomonas aeruginosa* nebo *Legionella* a další. Pokud jsou některé z oportunně patogenních mikroorganismů považovány za nutný objekt kontroly ve vodě, pak se jejich přítomnost neodvozuje z počtu kolonií heterotrofních bakterií, ale stanovuje se přímo a specificky. [66] Počty kolonií v současnosti nejsou považovány za zdravotní indikátor [63, 66], ale používají se pro posouzení účinnosti filtrace a dezinfekce vody, monitorování stavu, podmínek a změn distribuční sítě včetně domovních rozvodů nebo k vyšetřování příčin organoleptických závad vody, protože nárůst počtu kolonií může indikovat růst biofilmu a tvorbu produktů, které ovlivňují senzoriku vody. [11, 63, 66] Zvýšený počet kolonií může zkreslovat výsledky mikrobiologických rozborů závažnějších ukazatelů (např. *E. coli*). [66] Přemnožení heterotrofních bakterií v distribuční síti ovlivňuje počet kolonií ve vodě po úpravě vody, doba zdržení vody v síti a s ní související další faktory jako je vyšší teplota vody, rychlost proudění vody, zbytková koncentrace a druh dezinfekčního činidla, přítomnost biofilmu, produktů koroze a sedimentů v trubní síti, materiál potrubí a stabilita vody (přítomnost nutrientů, které bakterie využívají – uhlík, dusík, fosfor). [11, 66] Hlavní příčinou zvýšených hodnot počtu kolonií jsou změny provozních podmínek např. poškození biofilmu v potrubí vlivem nestálého obsahu dezinfekčního prostředku, nárazová dezinfekce, změna hydraulických poměrů, tvorba nutrientů jako následek dezinfekce, pohyb sedimentu v potrubí, stagnace vody v nově provozovaných trubních úsecích (zpočátku není vytvořen stabilní biofilm). Zvýšený počet kolonií může být také způsoben vnášením bakterií zvenčí např. v důsledku prasklých potrubí nebo netěsnostmi vodárenských objektů. Výsledek počtu kolonií může být významně ovlivněn i kvalitou vzorkovacího místa, proto je důležité věnovat výběru a ošetření před odběrem patřičnou pozornost. [66] Pro kontrolu provozu distribuce pitné vody nejsou ani tak důležité absolutní zjištěné hodnoty počtu kolonií jako významné a neočekávané odchylky oproti obvyklým počtům nebo také setrvalý rostoucí trend. [66]

3.2.7.3 Mikroskopický obraz

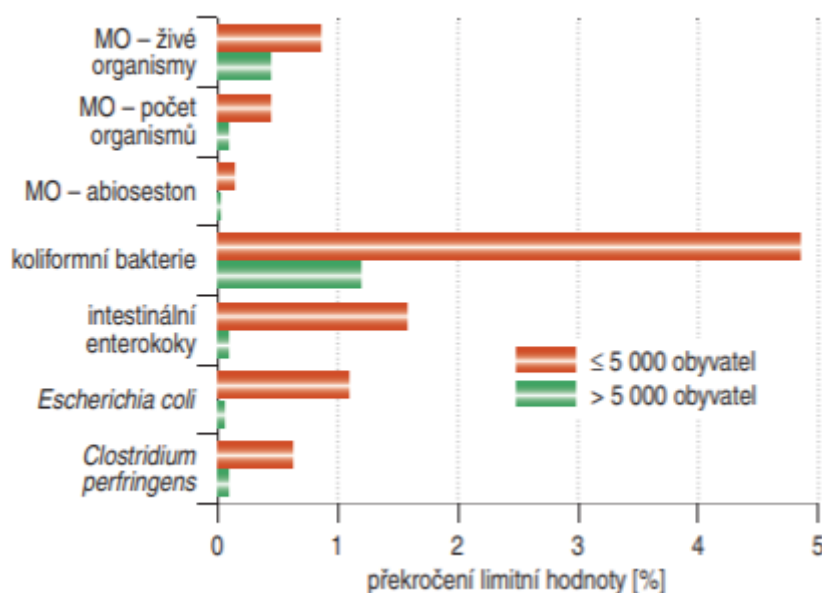
Ve vyhlášce č. 252/2004 Sb. jsou tři ukazatele uvedeny pod výrazem mikroskopický obraz. Jedná se o abioseston, počet organismů a živé organismy. [9]

Abioseston tvoří částice organického i anorganického původu, jako např. části rostlinných a živočišných tkání, částice půdy, prach, pyl, zcela prázdné schránky vodních mikroorganismů (pokud se nejedná o zcela prázdné schránky, tak se mikroorganismy k abiosestonu nepočítají), produkty koroze atp. Abioseston v pitné vodě pochází především z vodovodního systému (např. produkty koroze, produkty železitých bakterií). Svůj původ ale

může mít i v surové vodě (např. prázdné schránky organismů) nebo v kontaminaci během distribuce (např. vzdušný spad ve vodojemech – prach, pyl atd.) Významem abiosestonu jako ukazatele jakosti pitné vody je kvantifikace a popis neživých částic obsažených v pitné vodě, čímž i doplňuje stanovení zákalu nebo může poukázat na původ kontaminace pitné vody. [11]

Mikroskopické organismy v pitné vodě mají svůj původ v surové vodě (např. řasy a sinice) nebo se mohou pomnožit ve vodovodním systému (např. bezbarví bičíkovci, nálevníci, mikromycéty, hlístice). Přítomné organismy vypovídají o špatné účinnosti úpravy vody (pokud pocházejí ze surové vody), kontaminaci podzemního zdroje (v podzemní vodě organismy vázané na povrchovou vodu) nebo o nízké biologické stabilitě vody (pomnožení heterotrofních organismů ve vodovodním systému). Živé organismy indikují především špatnou účinnost dezinfekce. [11]

Obrázek 3.4 znázorňuje překročení limitní hodnoty pro mikrobiologické a biologické ukazatele jakosti pitné vody v roce 2015 dle údajů z IS PiVo. Výsledky rozborů kvality vody pro kontrolu jakosti pitné vody jsou rozděleny podle velikosti zásobované oblasti na větší oblasti (zásobující 5 000 obyvatel a více) a menší oblasti (zásobující méně než 5 000 obyvatel). [12]



Obr. 3.4 Překročení limitní hodnoty pro mikrobiologické a biologické ukazatele jakosti pitné vody v roce 2015 [12]

4 SROVNÁVÁNÍ VODÁRENSKÝCH SPOLEČNOSTÍ, STÍŽNOSTI ODBĚRATELŮ PITNÉ VODY NA PROVOZOVATELE VODOVODŮ

Poslední dobou se ve světě a také v České republice věnuje stále větší prostor srovnávání vodárenských systémů a jejich provozovatelů, respektive jejich výkonnosti, a snahám ke zlepšování stávajícího stavu a zvyšování efektivity. [75] Srovnávání výkonosti společností v odvětví vodního hospodářství je důležité z důvodu omezeného prostoru pro přímou konkurenci [76].

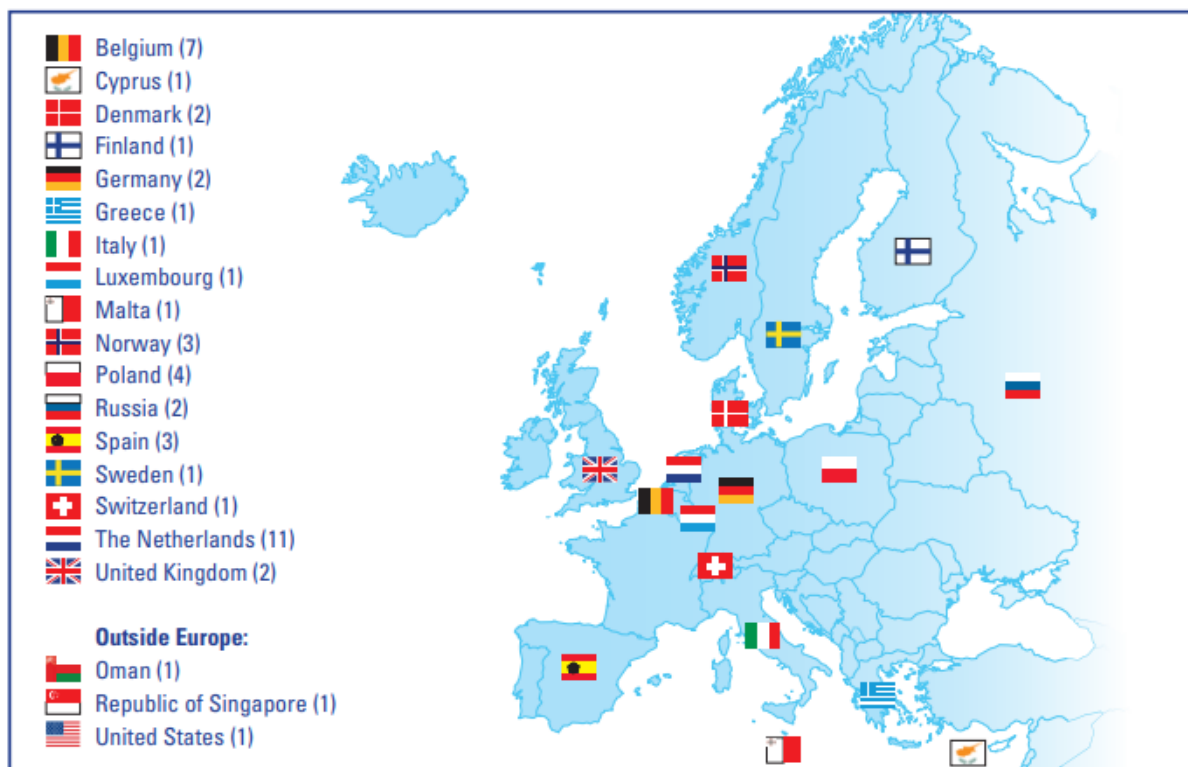
4.1 SROVNÁVÁNÍ VODÁRENSKÝCH SPOLEČNOSTÍ NA MEZINÁRODNÍ ÚROVNI A BENCHMARKING

Do prostředí vodovodů a kanalizací je postupně zaváděn benchmarking. Obecně je benchmarking většinou souvislý nebo opakující se systematický proces pro identifikaci, obeznámení se a přijetí úspěšných nástrojů, metod a postupů řízení pro zlepšení činnosti srovnávaných subjektů. [77] V oblasti zásobování vodou se provádí objektivní srovnávání činností a výsledků jednotlivých společností pomocí jednoznačně definovaných výkonnostních ukazatelů. Tyto ukazatele jsou určeny zvolenou hodnotící metodikou. [75]

Největší ze světových srovnávacích databází je The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (IBNET), která funguje pod záštitou Světové banky. [76]. Tato databáze je především zaměřena na rozvojové země, jsou v ní ale zařazeny také země postkomunistického východního bloku a další. [75,78] Databáze IBNET dělí výkonnostní ukazatele do 12 kategorií, jako je například pokrytí sítí, produkce a spotřeba vody, poruchovost, provozní náklady a personál, kvalita služeb atd. Jedním z výkonnostních ukazatelů v kategorii kvalita služeb je celkový počet stížností na pitnou a odpadní vodu za rok, který je vyjádřený jako procento z celkového počtu přípojek (vodovodních i pro odpadní vodu). IBNET vybere 20–40 vodárenských společností z každého z porovnávaných států, z tohoto výběru spočte průměr, jež je považován za národní charakteristiku [76]. Výsledky nejsou doplňovány průběžně, ale jednou za několik let najednou. Proto nelze porovnávat všechna kritéria všech zahrnutých států v témže roce. Podle této databáze je ukazatel stížností na vodovodní a kanalizační služby pro Českou republiku na minimální hodnotě 0,00 % z počtu přípojek (2013), stejně jako na Slovensku (2013), Ukrajině (2015), v Austrálii (2013) nebo také v Jižní Africe (2013), Kazachstánu (2016) či Dominikánské republice (2017). V USA je celkový počet stížností 0,04 % z počtu přípojek, ve Velké Británii 0,07 % z počtu přípojek. Nejvyšší hodnoty tohoto ukazatele jsou zaznamenány na Fidži (0,64 % z počtu přípojek, 2017), vysoké hodnoty jsou také v Jordánsku (0,49 % z počtu přípojek, 2010) nebo v Brazílii (0,37 % z počtu přípojek, 2015). [78] Z uvedených hodnot lze usoudit, že hodnota tohoto ukazatele, která má vypovídat o kvalitě služeb, je výrazně ovlivněna požadovaným standardem odběratelů.

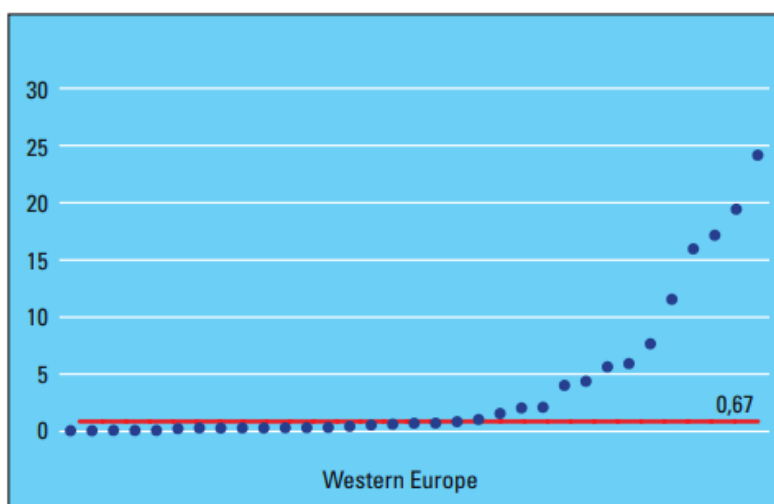
Další z mezinárodních projektů, který hodnotí výkonnost vodárenských systémů s cílem jejího zlepšení, je European Benchmarking Co-operation – Evropská benchmarkingová spolupráce (EBC). [79] Výkonnostní ukazatele jsou rozděleny do 5 kategorií: kvalita vody, spolehlivost, ztráty vody, kvalita služeb, udržitelnost a finance a efektivita. Hodnocení předchází informace o kontextu, kterými jsou v případě pitné vody připojenost a pokrytí sítí. Kvalita služeb je hodnocena podle jediného ukazatele a tím je počet podaných stížností od odběratelů vody. Tento ukazatel zahrnuje stížnosti, které se reálně týkají dodávky vody,

včetně tlaku vody, kontinuity dodávky vody, kvality vody a krátkodobých přerušení dodávky vody. Stížnosti na fakturaci vody jsou také měřeny, ale v tomto ukazateli nejsou zohledněny. [80] Počet stížností je zobrazován na 1 000 připojených nemovitostí. V roce 2017 se mezinárodního benchmarkingového cvičení pořádaného EBC zúčastnilo 47 provozovatelů z 20 různých zemí (viz obr. 4.1), tři z nich byli ze států mimo Evropu (Omán, Singapur a USA). Hodnotila se data z roku 2016. Výsledky jsou uvedeny ve veřejné zprávě o mezinárodním benchmarkingu IB2016 pro západní Evropu vydané v roce 2018. [80]



Obr. 4.1 Účastníci 11. mezinárodního benchmarkingového cvičení pořádaného EBC v roce 2017 [80]

Většina zúčastněných provozovatelů vodovodních systémů má v kategorii kvalita služeb velmi dobré výsledky. Medián je 0,67 stížností/1 000 přípojek (viz obr. 4.2). [80]



Obr. 4.2 Stížnosti na dodávku pitné vody na 1000 připojených nemovitostí (2017) [80]

4.2 PŘÍKLAD SROVNÁVÁNÍ VODÁRENSKÝCH SPOLEČNOSTÍ NA ZÁKLADĚ STÍŽNOSTÍ ODBĚRATELŮ NA NÁRODNÍ ÚROVNI

Srovnávání vodárenských společností a stížností odběratelů pitné vody jsou diskutovaným tématem v Anglii a Walesu, kde působí statutární organizace spotřebitelů Consumer Council for Water (CCWater), která zastupuje zákazníky provozovatelů vodovodů a kanalizací. Tato organizace poskytuje bezplatné poradenství a pomoc pro zákazníky vodárenských společností, a to po všech stránkách jejich vodárenských a kanalizačních služeb. Podporuje zákazníky se stížnostmi, které nemohou přímo vyřešit se svou vodárenskou společností. Provádí výzkum v širokém spektru problematiky vodárenství, jehož prostřednictvím posuzuje a hodnotí jednotlivé provozní společnosti a zajišťuje názory zákazníků. Své výsledky zveřejňuje a vyzývá provozní vodárenské společnosti ke stálému zlepšování zákaznických služeb. CCWater se také snaží spoluprací s vodárenským průmyslem, regulačními orgány a dalšími zainteresovanými stranami omezit újmy zákazníků, které by mohly být způsobeny změnami ve vodárenském průmyslu a budoucím nastavováním ceny. [81]

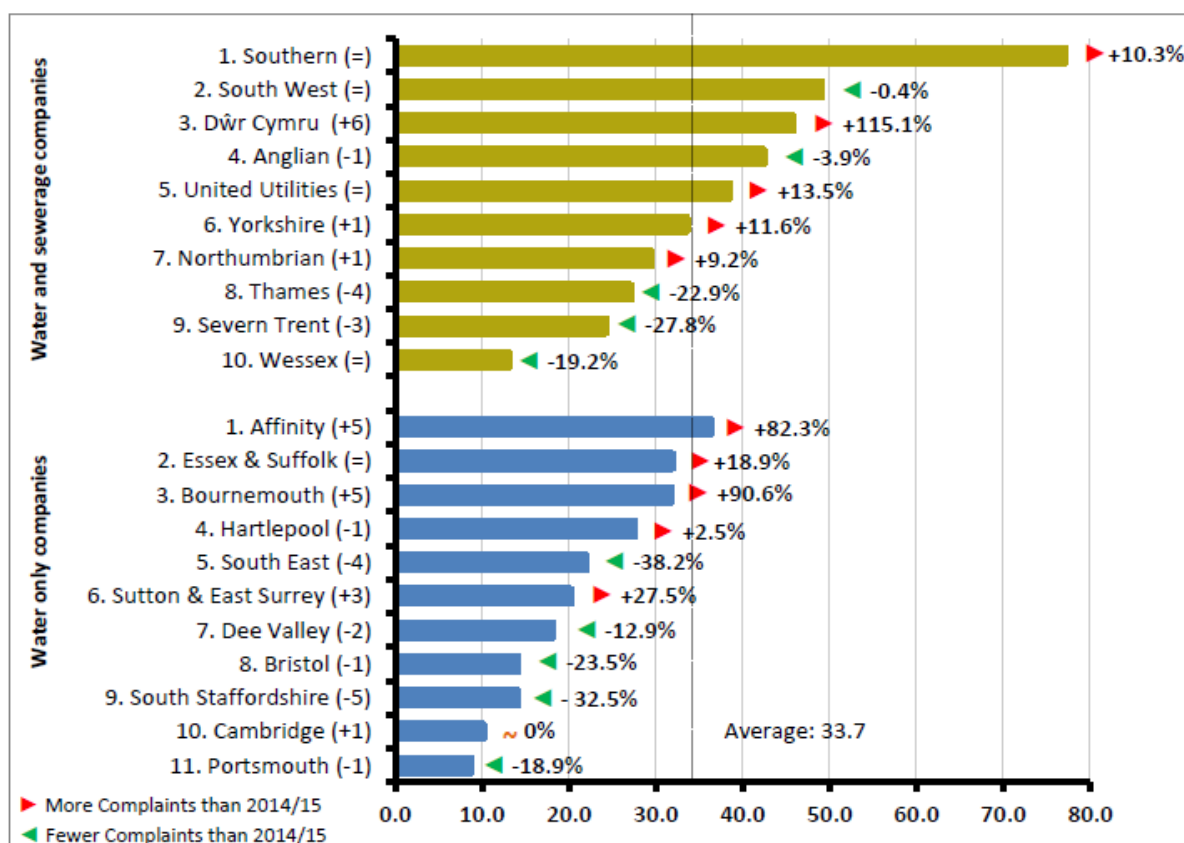
Organizace CCWater vznikla v době, kdy počty stížností na vodárenské společnosti ve Velké Británii rychle rostly. V letech 2007/08 vyvrcholil jejich počet (273 000 stížností). Od té doby CCWater spolupracovala s vodárenskými společnostmi na „správném přístupu“ řešení stížností. Prostřednictvím výročních zpráv o stížnostech poskytuje CCWater informace o úrovni zákaznických služeb poskytovaných jednotlivými vodárenskými společnostmi v Anglii a Walesu. [82] Tyto informace používá k monitorování vodárenského průmyslu a sledování výsledků jednotlivých společností. Společnosti, se kterými jsou zákazníci nespokojeni vyzývá ke zlepšení prostřednictvím veřejných setkání a setkáními s vedoucími pracovníky vodárenských společností. CCWater navštěvuje společnosti s horšími výsledky, aby posoudila vyřizování stížností na příkladu jejich vlastních písemných stížností. [83]

Ve zprávě o stížnostech vydané v září 2016 organizace CCWater upozorňuje na dramatické zpomalení zlepšujícího se trendu snižování počtu stížností. V současnosti jsou stížnosti rozděleny na písemné (zaslané poštou, e-mailem, přes web nebo fax) a telefonní [83]. Za posledních pět let došlo ke snížení počtu písemných stížností o 35 % z 163 027 stížností na 106 196 stížností [82]. Avšak v roce 2015/16 zaznamenalo deset vodárenských společností nárůst počtu písemných stížností a pět nárůst telefonních stížností. V roce 2015/16 došlo k poklesu počtu písemných stížností pouze o 0,5 %, což v porovnání s předešlým rokem, kdy byl pokles 13,4 %, vyvolává obavu ze zastavení pozitivního trendu snižování počtu stížností. Proto CCWater vyzývá k přijetí pozitivních opatření ke zlepšení výsledků na poli spokojenosti zákazníků, aby trend snižování počtu stížností nadále pokračoval a byla zažehnána obava z rostoucího počtu stížností v následujících letech. [83]

4.2.1 Způsob normalizace počtu stížností a srovnávání vodárenských společností

Vzhledem k tomu, že jednotlivé vodárenské společnosti mají různý počet zákazníků, normalizuje organizace CCWater počty stížností tak, že je zobrazuje na 10 000 připojených nemovitostí, díky čemuž je možné porovnávat jednotlivé společnosti. Takto identifikuje nejlepší a nejhorší společnosti v Anglii a Walesu, co se počtu stížností týče, a to jak celkově, tak v pěti různých kategoriích, kterými jsou: fakturace a poplatky, vodovodní služby, kanalizační služby, měření a jiné. Normalizace počtu stížností na 10 000 přípojek také umožňuje zobrazit relativní umístění jednotlivých společností. Na obrázku 4.3 jsou

znázorněny počty písemných stížností na vodárenské společnosti od jejich zákazníků na 10 000 přípojek z roku 2015/16 a procentní nárůst (červená šipka) nebo pokles (zelená šipka) oproti předchozímu roku 2014/15. Odděleně jsou porovnávány společnosti, které provozují vodovody a kanalizace (žlutá barva) a společnosti, které provozují pouze vodovody (modrá barva). Číslo v závorce za názvem společnosti ukazuje, o kolik pozic se jednotlivé vodárenské společnosti posunuly v jejich relativním umístění. (+) znamená, že počet stížností se oproti předešlému roku zvýšil, tedy že se společnost zhoršila. (-) znamená, že počet stížností oproti předešlému roku klesl, tedy se společnost zlepšila. Průměrný počet stížností na 10 000 přípojek za rok 2015/16 je 33,7 a je zobrazen tenkou svislou čarou. [83]



Obr. 4.3 Písemné stížnosti na vodárenské společnosti na 10 000 přípojek v Anglii a Walesu v roce 2015/16 a porovnání s rokem 2014/15 [83]

Ve zprávě o stížnostech zobrazuje organizace CCWater v přehledné tabulce pětiletý trend vývoje počtu stížností na 10 000 připojených nemovitostí jednotlivých společností (viz Tab. 4.1). Zeleně jsou zobrazeny nejlepší výsledky (nejnižší počty stížností), žlutě obstojné výsledky a červeně špatné výsledky (vysoké počty stížností). V posledním řádku tabulky jsou průměrné počty stížností z jednotlivých let. [83]

Z tabulky je dobře patrné, že během těchto pěti let byla trvale špatná situace, co se počtu stížností týče, u společnosti Southern. Naproti tomu společnost South East, která byla v roce 2011/12 v tomto ohledu nejhorší společností, vykazovala neustálé zlepšování. Dokonce během posledního roku šlo o největší pokles počtu stížností vůbec (38,2 % viz obr. 4.1). Společnostem Wessex a Portsmouth se dařilo celých pět let udržovat nízké počty stížností. [83]

Tab. 4.1 Přehled vodárenských společností v Anglii a Walesu s ohledem na stížnosti na 10 000 přípojek od roku 2011/12 do 2015/16 [83]

Water Company		Complaints Per 10,000 Connections					Year on Year Trend
		2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	
Water and Sewerage Companies	Anglian	60.8	57.3	44.5	44.5	42.4	
	Dŵr Cymru	30.4	26.0	26.4	21.4	45.8	
	Northumbrian	39.6	38.1	35.1	27.0	29.4	
	Severn Trent	48.8	41.9	43.8	33.8	24.2	
	Southern	64.5	113.3	81.1	70.4	77.1	
	South West	56.8	53.1	55.6	49.7	49.0	
	Thames	60.7	56.5	38.2	35.5	27.1	
	United Utilities	81.5	49.4	40.8	34.2	38.5	
	Wessex	22.5	20.4	17.1	16.2	13.0	
	Yorkshire	36.1	45.0	37.8	30.2	33.5	
Water Only Companies	Affinity	16.6	15.0	17.4	20.1	36.3	
	Bournemouth	23.0	18.5	18.0	16.7	31.7	
	Bristol	23.2	22.3	20.3	18.6	14.1	
	Cambridge	24.5	20.6	12.4	10.3	10.1	
	Dee Valley	50.4	35.8	29.6	20.9	18.1	
	Essex & Suffolk	41.3	34.6	28.7	27.4	31.9	
	Hartlepool	30.1	26.1	18.5	27.1	27.5	
	Portsmouth	8.1	10.4	7.6	10.8	8.7	
	South East	147.1	98.0	69.4	35.5	21.9	
	South Staffordshire	43.4	28.7	22.9	21.0	14.1	
	Sutton & East Surrey	19.7	17.8	16.4	15.9	20.2	
Industry Average		53.2	49.0	39.8	34.2	33.7	

4.2.2 Motivace vodárenských společností

Organizace CCWater každý rok navštěvuje některé vodárenské společnosti a posuzuje procesy, které mají k řešení stížností, a kvalitu odezvy zákazníkům. Tímto způsobem se snaží pomáhat co do počtu stížností horším společnostem zlepšit se přijetím osvědčených postupů od společností v tomto směru na vrcholu vodárenského průmyslu. [82] Pro ujištění zákazníků, že vodárenské společnosti, které zaznamenaly výrazný nárůst počtu stížností, se tímto zabývají, byly požádány čtyři společnosti s nejhoršími výsledky (Southern, Dŵr Cymru, Affinity a Bournemouth) o zaslání průběžných zpráv. Tyto průběžné zprávy poukazují na měsíční stížnosti v rámci pěti hlavních kategorií (fakturace a poplatky, vodovodní služby, kanalizační služby, měření a jiné), obsahují vysvětlení významných meziročních nárůstů nebo poklesů počtu stížností. Každá společnost v těchto zprávách uvádí opatření, která přijala nebo má v plánu přijmout, aby snížila počet stížností, a své očekávání týkající se počtu stížností pro následující rok v každé z pěti hlavních kategorií. [83]

Organizace CCWater se pravidelně setkává se společnostmi pro cenovou kontrolu Ofwat, což jí dává příležitost zvýraznit oblasti znepokojení. [83] Snahou bylo přimět vodárenské společnosti zaměřit své chování vstříc zákazníkům a jejich spokojenosti. V roce 2010 představila společnost pro cenovou kontrolu Ofwat motivační mechanismus služeb Service Incentive Mechanism (SIM), který oceňuje jednotlivé vodárenské společnosti na základě počtu stížností a průzkumu spokojenosti zákazníků. [82] Vodárenské společnosti, které mají dobré výsledky, obdrží v prvním roce pětiletého období dodatečných 0,5 % z celkových příjmů, přičemž společnosti se špatnými výsledky mohou dostat pokutu až do výše -1 % z příjmů. Návštěvy a spolupráce organizace CCWater s vodárenskými společnostmi společně s motivačním mechanismem služeb SIM pomohly snížit počet stížností z vrcholu v roce 2007/08 do roku 2015/16 o více než 60 %. [82] Vodárenské společnosti postupně mění způsob, jakým spolupracují se svými zákazníky. Například pro vodárenskou společnost United Utilities bylo cestou pro zlepšení služeb naslouchání zákazníkům a zařazení principů, které zákazníci považují za důležité, tedy rychlost, vstřícnost a obnovení služeb [84]. A cílem vodárenské společnosti Southern Water je upřednostnit služby zákazníkům, tak aby byly srovnatelné nejen s nejlepšími ve vodárenském průmyslu, ale i s firmami, které jsou světově proslulé svým zákaznickým servisem [85].

4.3 SPOKOJENOST ODBĚRATELŮ A DŮVĚRA V PROVOZOVATELE

Důvěra ve vodárenské společnosti, názory zákazníků a jejich spokojenost a kvalita zákaznických služeb jsou oblasti, na které se ve velké míře zaměřují provozovatelé ve Velké Británii.

Podle ročního průzkumu „Water Matters“ organizace CCWater, který byl zveřejněn v červnu 2016, roste počet zákazníků vodárenských společností, kteří se domnívají, že dostanou, za co si zaplatili. Tedy více než tři čtvrtiny domácností v Anglii a ve Walesu věří, že jejich vodárenská společnost poskytuje vodu a své služby za reálnou cenu. Úroveň spokojenosti stoupla na pětileté maximum, od roku 2011 došlo k nárůstu spokojenosti o 5 %. Průzkum také zjistil, že spokojenost zákazníků s kvalitou pitné vody, která je k nim do domácností přiváděna, zůstává velmi vysoká na 93 %. Celkově mají zákazníci větší důvěru ve svou vodárenskou společnost než v poskytovatele energií. Z těchto výsledků je zřejmé, že se závazek vodárenských společností více naslouchat přáním svých zákazníků vyplácí. [86]

Podle zprávy o skotském spotřebitelském průzkumu 2018, kterou zveřejnilo nezávislé charitativní sociální sdružení spotřebitelů Which? působící ve Velké Británii, jež zajišťuje podporu informovaného výběru spotřebitelů při nákupu zboží a služeb, patří sektor vodního hospodářství ve Skotsku mezi spotřebitelsky nejdůvěryhodnější odvětví. V rámci on-line průzkumu byli obyvatelé Skotska požádáni, aby vyjádřili, do jaké míry důvěřují určitým odvětvím, že jednají v jejich nejlepší prospěch. Dodávka vody do domácností se vyhoupla na první místo s 69% důvěrou. Na druhém místě se umístil potravinářský průmysl s 57% důvěrou. Dodávka plynu a elektrické energie se umístila na desáté příčce s 31% důvěrou. Průzkum na zbylém území Velké Británie posunul dodávku vody na druhé místo (57% důvěra), překonal ji pouze potravinářský průmysl (60% důvěra). Údaje z této zprávy pocházejí z datových souborů shromážděných během 12 měsíců, od ledna do prosince 2017. [61] Pro vodárenskou společnost Scottish Water, která dodává vodu do 2,49 milionu domácností napříč Skotskem, byla tato zpráva velice povzbudivá. Úspěch této vodárenské společnosti vychází z velmi dobrých výsledků v oblasti služeb zákazníkům. Průměrné

poplatky za dodávku vody jsou u této společnosti nižší než průměr v Anglii a Walesu, zatímco dodržování přísných norem kvality pitné vody je na rekordní úrovni. [87]

4.4 STÍŽNOSTI ODBĚRATELŮ JAKO SMLUVNÍ VÝKONOVÉ UKAZATELE V OBORU VODOVODŮ A KANALIZACÍ V ČR

V České republice vydalo Ministerstvo životního prostředí a Státní fond životního prostředí ČR v roce 2015 dokument s názvem Praktická příručka – Smluvní výkonové ukazatele v oboru vodovodů a kanalizací ČR, který má sloužit především vlastníkům vodovodů a kanalizací pro zajištění kvalitních vodohospodářských služeb pro odběratele v rámci oddílného modelu provozování. Oddílný model provozování je způsob, kdy je vzájemný vztah mezi vlastníkem vodohospodářské infrastruktury a jejím provozovatelem upraven pomocí dlouhodobé smlouvy o provozování. Provozovatel zajišťuje provoz a údržbu vodohospodářské infrastruktury a vlastník její obnovu. V současnosti se jedná o nejrozšířenější způsob provozování v ČR. [1] Praktická příručka se zabývá způsobem měření a sledování kvality vodohospodářských služeb prostřednictvím výkonových ukazatelů a nastavením ekonomické motivace provozovatele pomocí smluvních pokut založených na jednotném systému pokutových bodů. Tento přístup je zahrnut mezi podmínky pro čerpání dotací z Operačního programu životního prostředí v rámci oddílného modelu provozování. Praktická příručka dělí výkonové ukazatele do tří kategorií: kvalita zákaznických služeb, kvalita základní prevence údržby a kvalita služeb odběratelům. [1]

Do kategorie kvalita služeb odběratelům patří mimo jiné dva výkonové ukazatele týkající se stížností odběratelů, a to vyřizování stížností odběratelů a neprávem zamítnuté stížnosti odběratelů. Výkonové ukazatele jsou definovány v příloze č. 1 k této příručce dvěma způsoby jako informativní ukazatele a smluvní ukazatele. Informativní ukazatel vyřizování stížností odběratelů je definován jako celková doba na vyřízení stížností odběratelů v poměru k celkovému počtu evidovaných stížností odběratelů souvisejících se službou dodávky pitné vody a odvádění odpadních vod. Smluvní ukazatel vyřizování stížností odběratelů je definován jako rozdíl mezi skutečně dosaženou dobou na vyřízení každé stížnosti související se službou dodávky pitné vody a odvádění odpadních vod a referenční hodnotou (standardně maximálně 30 dní). Stanovení pokutových bodů sleduje počty stížností, které byly vyřízeny v delším časovém období, než udává referenční hodnota. Informativní ukazatel neprávem zamítnuté stížnosti odběratelů je definován jako počet neprávem zamítnutých nebo nevyřešených stížností, které byly vlastníkem nebo věcně příslušným kompetentním úřadem shledány jako neprávem zamítnuté nebo nevyřešené, v poměru k celkovému počtu zamítnutých nebo nevyřešených stížností, vyjádřeno v procentech. Smluvní ukazatel neprávem zamítnuté stížnosti odběratelů je definován jako počet neprávem zamítnutých nebo nevyřešených stížností, které byly vlastníkem nebo věcně příslušným kompetentním úřadem shledány jako neprávem zamítnuté nebo nevyřešené. Stanovení pokutových bodů sleduje počet neprávem zamítnutých nebo nevyřešených stížností, které byly vlastníkem nebo věcně příslušným kompetentním úřadem shledány v daném hodnoceném období jako neprávem zamítnuté nebo nevyřešené. Tyto dva ukazatele jsou sledovány v rámci hodnoceného období, kterým je jeden rok. [1]

Praktická příručka uvádí v příloze č. 2 doporučený obsah čtvrtletních a ročních zpráv, které by měl vlastník vodohospodářské infrastruktury po provozovateli smluvně požadovat. Je doporučeno v ročních zprávách uvádět popis způsobu zavedení služby servisu odběratelům – zákaznické centrum, call centrum, informační systém stížností, dále celkový počet stížností veřejnosti, statistika dle obsahu stížnosti a doby vyřízení stížnosti, celkový počet stížností

veřejnosti souvisejících s provozem ČOV, celkový počet stížností veřejnosti souvisejících s provozem kanalizační sítě (zápach, neprůtočnost, propad, poklopy, atd.), celkový počet stížností veřejnosti souvisejících s provozem vodovodní sítě (senzorické vlastnosti vody, tlak vody, kvalita vody), celkový počet stížností veřejnosti na vytopení kanalizací a celkový počet stížností na nesprávnou fakturaci. [1]

5 PŘÍPADOVÁ STUDIE – VODOVOD OKRESNÍHO MĚSTA

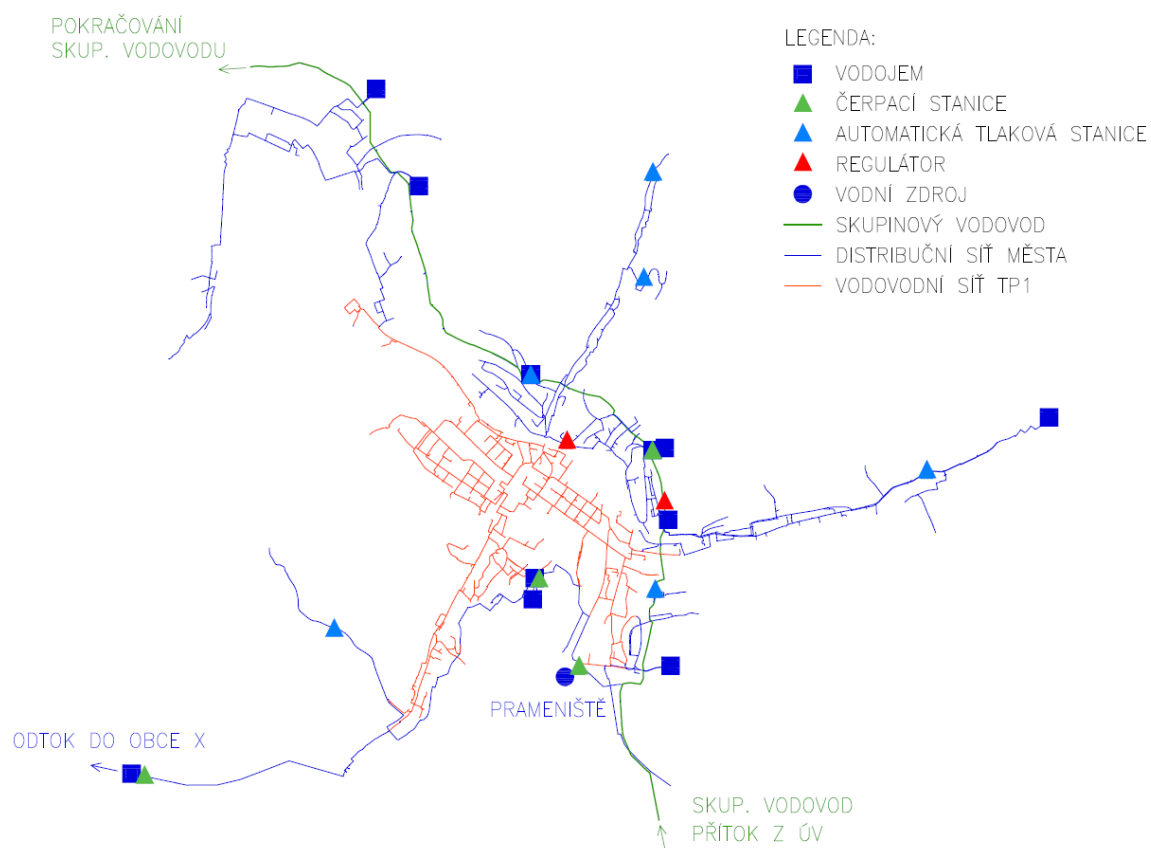
5.1 POPIS VODOVODU

Vodovod okresního města zásobuje cca 25 000 obyvatel. Celková délka vodovodní sítě v zájmovém území (bez vodovodních přípojek) činí 100,3 km. Nejnižší bod vodovodní sítě leží na kótě 330 m n. m. Maximální výšková kóta vodovodní sítě je 471 m n. m. Průměrná nadmořská výška vodovodní sítě je 370 m n. m. Průměrná spotřeba vody ve městě je 39 l/s. [88]

Jako zdroj vody pro zásobování města pitnou vodou slouží vodárenská nádrž a dalším zdrojem je podzemní voda ze soustavy studní na rozsáhlé chráněné ploše prameniště poblíž řeky na okraji města. Surová povrchová voda z vodní nádrže je upravována v úpravně vody flokulací a následně filtrací přes pískové a GAU filtry. Pro zlepšení biologické hodnoty a zvýšení pH je do vody přidáván vápenný hydrát. Kombinací oxidu chloričitého a plynného chloru je zajištěna hygienizace vody. Tato úprava vody dodává vodu do skupinového vodovodu, který ji rozvádí po celém okrese. [89] Ze skupinového vodovodu je voda přiváděna do přílehlých vodojemů, z kterých je zásobena část rozvodné sítě zájmového území. [88] Koncentrace volného chloru v této oblasti se pohybuje přibližně 0,3 mg/l [68]. Podzemní voda ze soustavy studní je tvrdá s výbornou biologickou kvalitou. Tato voda nemusí být upravována, a tak je pouze hygienicky zabezpečena kombinací UV záření a chlornanu sodného. [89] Dezinfekce chlornanem sodným je prováděna v centrální studni prameniště tak, že výsledná koncentrace volného chloru je 0,12–0,15 mg/l [68]. (Vyšší hodnoty jsou zejména při ovlivnění podzemní vody vodou povrchovou, např. po velkých dešťových událostech, kdy je ve zdroji pozorován mírně zvýšený zákal vody [68].) Tato voda je čerpána přiváděcím řadem do vodojemu, odkud je gravitačně dopravována do rozvodné sítě centra města. Jedná se o největší tlakové pásmo města, délka vodovodu tohoto tlakového pásma je 34,55 km, spotřeba vody je 19 l/s. Z hydraulického hlediska se jedná o izolovanou vodovodní síť (TP1). [68] Koncentrace volného chloru v tomto tlakovém pásmu je proměnlivá a její hodnoty jsou velmi nízké, pohybují se v rozmezí od 0,00 mg/l do 0,09 mg/l [68]. Část podzemní vody je dodávána do skupinového vodovodu. [89]

Rozvodná vodovodní síť zájmového území je z velké části okružová. Schéma vodovodu je zobrazeno na obrázku 5.1.

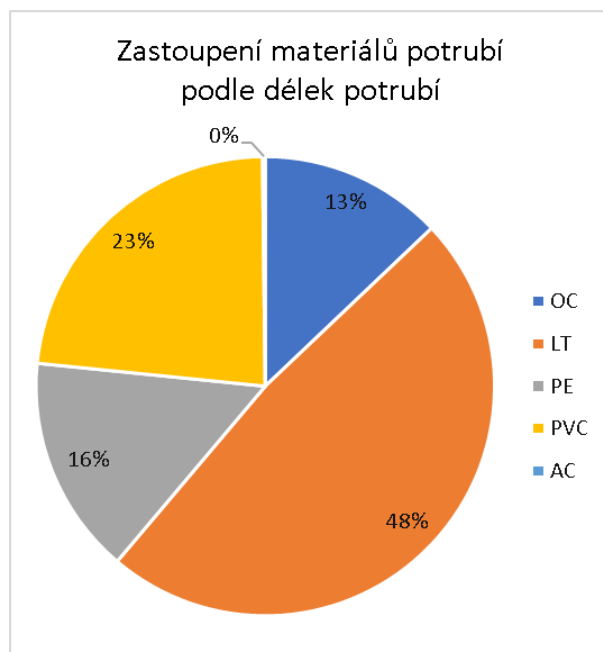
Vodovod okresního města byl budován postupně. Nejstarší části vodovodní sítě byly vybudovány ještě před rokem 1950. Největší část vodovodního systému byla zbudována v 70. letech 20. století. Na vodovodní potrubí byly použity různé materiály. V zájmovém území se vyskytuje potrubí z oceli, azbestocementu, šedé litiny, PVC a polyetyleny. Celková délka jednotlivých skupin potrubí podle materiálu a stáří potrubí je uvedena v tabulce 5.1. Graf na obrázku 5.2 znázorňuje podíl jednotlivých trubních materiálů tvořících vodovodní síť. Tvárná a šedá litina tvoří 48 % délky vodovodní sítě, ocel 13 % a plasty společně 39 %. Přehled neobsahuje potrubí vodovodních přípojek. [88]



Obr. 5.1 Vodovod okresního města [68]

Tab. 5.1 Celková délka jednotlivých skupin potrubí podle materiálu a stáří potrubí (OC – ocel, LT – tvárná a šedá litina, PE – polyethylen, PVC – polyvinylchlorid, AC – azbestocement) [88]

Materiál / rok položení	≤ 1950	1951– 1960	1961– 1970	1971– 1980	1981– 1990	1991– 2000	2001– 2017	Celkem [m]
OC	51	245	199	1 032	1 249	175	0	12 962
LT	0	11 082	13 607	17 260	7 111	2 405	7 472	48 397
PE	0	15	337	1 445	431	1 013	12 070	15 454
PVC	0	0	376	2 638	6 746	10 764	2 322	23 282
AC	0	0	0	189	0	0	0	189
Celkem	51	11 342	14 519	22 564	15 587	14 357	21 864	100 284

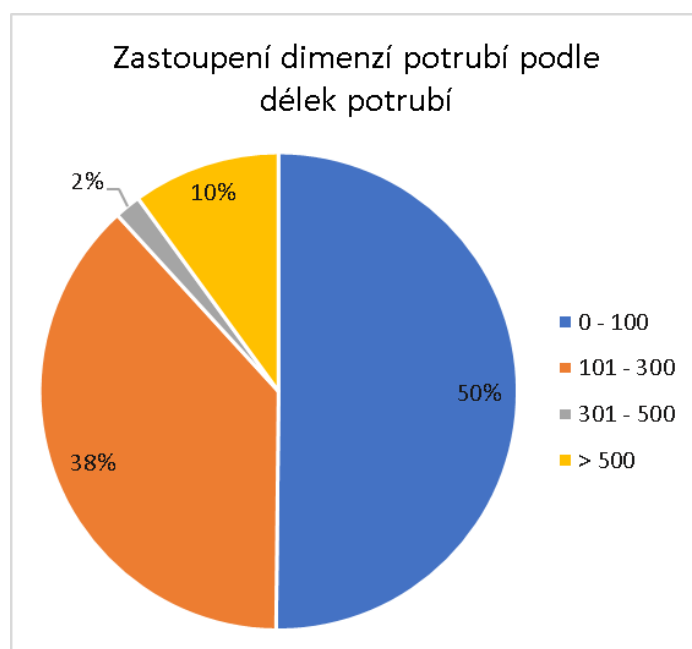


Obr. 5.2 Zastoupení materiálů podle délek potrubí (OC – ocel, LT – tvárná a šedá litina, PE – polyethylen, PVC – polyvinylchlorid, AC – azbestocement)

Dimenze potrubí vodovodu se pohybují v rozmezí od 50 mm do 600 mm [88]. Zastoupení dimenzí v zájmové oblasti je graficky zobrazeno na obrázku 5.3. V tabulce 5.2 jsou vypsány délky jednotlivých dimenzí. V tabulce 5.3 je zobrazena celková délka jednotlivých skupin potrubí podle profilu a materiálu potrubí.

Tab. 5.2 Délka jednotlivých profilů potrubí [88]

DN	Délka jednotlivě [m]	Délka dle kategorie [m]
50	20	50 306
80	17 531	
100	32 755	
125	949	38 163
150	23 214	
160	127	
200	9 527	
250	432	
273	18	
300	3 896	
324	71	1 780
400	1 117	
500	592	
600	10 036	10 036



Obr. 5.3 Zastoupení dimenzí podle délek potrubí

Tab. 5.3 Celková délka jednotlivých skupin potrubí podle DN a materiálu potrubí [m] (OC – ocel, LT – tvárná a šedá litina, PE – polyethylen, PVC – polyvinylchlorid, AC – azbestocement) [88]

DN / materiál	≤ 100	101–300	301–500	> 500	Celkem [m]
OC	392	2 557	2	10 011	12 962
LT	28 018	18 683	1 691	5	48 397
PE	11 853	3 565	16	19	15 454
PVC	10 042	13 169	71	0	23 282
AC	0	0	189	0	189
Celkem	50 306	38 163	1 780	10 035	100 284

Vodovodní síť města je v dobrém technickém stavu. V roce 2015 byla poruchovost sítě 0,20 poruchy/km a procento vody nefakturované v celé síti v roce 2016 bylo 9,9 %. [68]

Na základě počtu zásobovaných obyvatel (cca 25 000) a spotřeby vody (39 l/s to je po přepočtu a zaokrouhlení 3 370 m³/den [88]) je provozovatel tohoto vodovodu dle vyhlášky č. 252/2004 Sb. povinen provést ročně minimálně 4 + 3 na každých 1 000 m³/den (včetně nedokončených) z celkového objemu odběry vzorků na krácený rozbor, což je 16 odběrů vzorků na krácený rozbor pitné vody. Minimální počet odběrů vzorků na úplný rozbor pitné vody pro kontrolu jakosti je dle vyhlášky v tomto případě 1 + 1 na každých 4 500 m³/den (včetně nedokončených) z celkového objemu, tedy 2 odběry pro úplný rozbor za rok. [9]

5.2 PROBÍHAJÍCÍ VÝZKUM

V současnosti na tomto vodovodním systému probíhá výzkum Technologické agentury České republiky pod označením TJ01000296 s názvem „Řízení jakosti pitné vody ve vodovodní síti“. Tento projekt je řešen od ledna 2018 do prosince 2019 a je zaměřen na oblast zásobování pitnou vodou veřejnými vodovody. Jeho cílem je vyvinutí komplexní sady technických nástrojů, které umožní provozovatelům vodárenských systémů řešit lokální problémy s nevyhovující jakostí pitné vody ve stávajících sítích. Především se jedná o vyřešení problému zhoršování organoleptických a mikrobiologických ukazatelů dodávané pitné vody, ke kterému dochází v koncových částech vodovodu vlivem velmi malého pohybu vody a vysokého stáří vody. [90]

Mimo jiné se výzkumný projekt zaměřuje na optimalizaci postupu a frekvenci proplachování úseků vodovodní sítě, které jsou ohroženy vysokou pravděpodobností stagnace vody a zhoršováním ukazatelů jakosti pitné vody. Stagnace hrozí především u předimenzovaných vodovodních potrubí nebo v koncových částech vodovodní sítě, ohroženy jsou také některé části hydraulických okruhů, kde voda proudí velmi pomalu a několikrát během dne mění směr. Jedním z výstupů projektu bude metodika postupu řízených proplachů v tomto smyslu ohrožených úseků vodovodní sítě. [91] V rámci výzkumného projektu je také řešen přechod centra města na zásobování pitnou vodou bez použití dezinfekčních činidel na bázi chloru. Provoz primární dezinfekce bez sekundárního zabezpečení, které by vytvářelo dezinfekční reziduum ve vodovodní síti, je možný v případě, že je vodovodní síť v dobrém technickém stavu a riziko následného růstu bakterií je minimální. [92,93] Cílem má být vysoká stabilita jakosti vody v distribuční síti a snížení vzniku občasných zákalových událostí. [68]

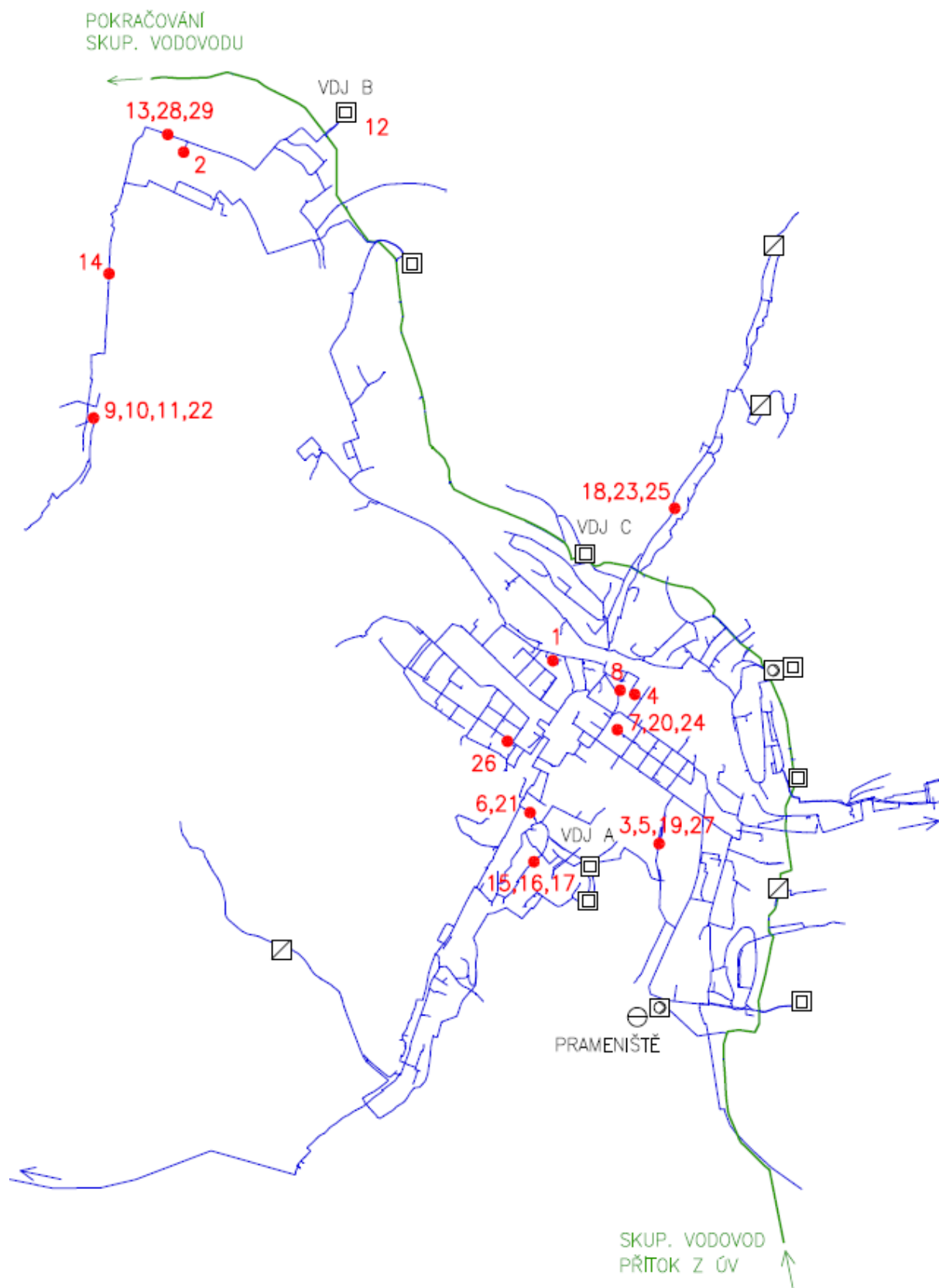
Výzkumný projekt je financován Technologickou agenturou České republiky v rámci programu TAČR Zéta I. Jeho hlavní řešitelskou výzkumnou institucí je Vysoké učení technické v Brně, řešitelkou projektu je Ing. Markéta Rajnochová z Ústavu vodního hospodářství obcí Fakulty stavební. [90]

5.3 STÍŽNOSTI NA KVALITU PITNÉ VODY 2012–2017

Předmětem případové studie jsou stížnosti na kvalitu dodávané pitné vody v okresním městě, které obdržel provozovatel vodovodu od odběratelů pitné vody za posledních pět let, tj. v průběhu let 2012–2017.

Provozovatel vodovodu po obdržení stížnosti, odebere v daném místě vzorek vody, provede rozbor, který vyhodnotí. Dále uskuteční ještě několik opakovaných rozborů. V případě potřeby rozšíří zájmovou oblast zjišťované závady. Pokud jakost vody nevyhovuje legislativním předpisům, provede provozovatel patřičná opatření.

Provozovatel zaslal tabulku (Tab. 5.4), která se vztahuje ke stížnostem na kvalitu vody. Příčiny stížností provozovatel dále nerozlišuje. Tabulka obsahuje datum odběru vzorku, místo odběru, překročený ukazatel jakosti pitné vody, hodnotu ukazatele, hodnotu opakovaných rozborů a poznámku (často se jedná o použité nápravné opatření). Místo odběru vzorku je značeno číslem odběru a umístění je znázorněno na obrázku 5.4. Písmeno X v tabulce má znázorňovat, že rozbor nebyl v daném datu proveden, a ve většině případů se jedná o rozšíření území zjištěné závady pro její lepší lokalizaci. Tabulka získaná od provozovatele je pro lepší přehlednost doplněna o limitní hodnoty ukazatele dle vyhlášky č. 252/2004 Sb. Barevnými pruhy je tabulka rozdělena do skupin, které se vztahují k jednotlivým závadám, které byly zjištěny prostřednictvím stížností na kvalitu pitné vody.



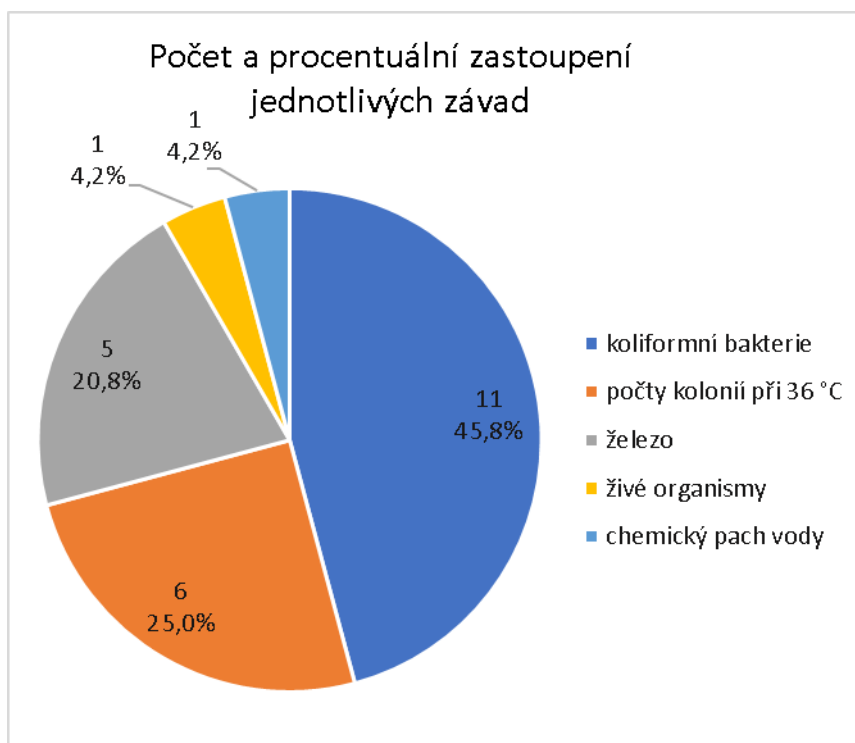
Obr. 5.4 Umístění odběrů

Tab. 5.4 Stížnosti na kvalitu pitné vody – místo a datum odběru vzorku a zjištěné závady

č.o.	Datum odběru	Ukazatel	Hodnota	Hodnota opakovaných rozborů			Limit dle vyhlášky č. 252/2004 Sb.	Poznámka
1	08.10.2012	PK při 36 °C	89	0			Bez abnorm. změn, popř. 40 KTJ/ml	
2	27.11.2012	kolif. bakterie	21	7	0		0 KTJ/100 ml	proplach, dezinfekce
3	11.03.2013	PK při 36 °C	34	0			Bez abnorm. změn, popř. 40 KTJ/ml	proplach, dezinfekce
4	28.06.2013	železo	0,78	0,05			0,20 mg/l	po odpuštění
5	01.09.2014	kolif. bakterie	2	0			0 KTJ/100 ml	bez opatření
6	01.09.2014	železo	0,24	0,02			0,20 mg/l	bez opatření
7	27.01.2015	kolif. bakterie	2	0			0 KTJ/100 ml	bez opatření
8	26.10.2015	PK při 36 °C	170	0			Bez abnorm. změn, popř. 40 KTJ/ml	bez opatření
9	19.10.2015	PK při 36 °C	200	240	44	0	Bez abnorm. změn, popř. 40 KTJ/ml	dezinfekce VDJ B
10	26.10.2015	kolif. bakterie	X	400	17	X	0 KTJ/100 ml	proplachy sítě
11	26.10.2015	kolif. bakterie	X	320	28	0	0 KTJ/100 ml	
12	18.11.2015	kolif. bakterie	X	X	X	0	0 KTJ/100 ml	
13	18.11.2015	kolif. bakterie	X	X	X	0	0 KTJ/100 ml	
14	18.11.2015	kolif. bakterie	X	X	X	0	0 KTJ/100 ml	
15	03.11.2015	PK při 36 °C	660	84			Bez abnorm. změn, popř. 40 KTJ/ml	dezinfekce, výměna hydrantu
16	10.11.2015	PK při 36 °C	X	0	1		Bez abnorm. změn, popř. 40 KTJ/ml	
17	10.11.2015	PK při 36 °C	X	1	X		Bez abnorm. změn, popř. 40 KTJ/ml	
18	23.11.2015	kolif. bakterie	1	7	0		0 KTJ/100 ml	patrně z ÚV nebo ČS u prameniště
		živé org.	2	0	X		0 jedinci/ml	dezinfekce, proplach
19	23.11.2015	kolif. bakterie	12	6	0		0 KTJ/100 ml	odběrem vzorku
20	18.01.2016	kolif. bakterie	3	0			0 KTJ/100 ml	oprava poruchy, proplach
21	21.03.2016	železo	0,24				0,20 mg/l	

22	24.10.2016	kolif. bakterie	6	0		0 KTJ/100 ml	dezinfekce, proplach
23	06.02.2017	železo	0,32	0,05		0,20 mg/l	bez opatření
24	10.07.2017	PK při 36 °C	330	34		Bez abnorm. změn, popř. 40 KTJ/ml	bez opatření, špatné odběrné místo
25	10.07.2017	železo	0,24	0,08		0,20 mg/l	bez opatření
26	11.08.2017	chemický pach vody				Přijatelný pro odběratele	
27	21.08.2017	PK při 36 °C	80	0		Bez abnorm. změn, popř. 40 KTJ/ml	bez opatření
28	18.09.2017	kolif. bakterie	310	28		0 KTJ/100 ml	dezinfekce VDJ B
29	03.10.2017	kolif. bakterie	X	0		0 KTJ/100 ml	

Z tabulky 5.4 lze vyčíst, že se za období 2012–2017 objevilo na vodovodní síti 24 závad, které byly zjištěny na základě stížností odběratelů. Jedenáctkrát se jednalo o výskyt koliformních bakterií, šestkrát o výkyv v počtu kolonií při 36 °C (lze tak uvažovat na základě výsledků opakovaných rozborů), pětkrát se jednalo o zvýšený obsah železa, jedenkrát byl zjištěn výskyt živých organismů a jedenkrát přišla stížnost od odběratele na chemický pach vody. Procentuálně je výskyt jednotlivých závad graficky znázorněn na obrázku 5.5. Všechny výše zmíněné závady jsou překročení limitní hodnoty typu mezní hodnota (MH). V žádném případě nebyl překročen limit u ukazatelů zdravotně rizikových (NMH).



Obr. 5.5 Počet a procentuální zastoupení jednotlivých závad

Některé závady se v průběhu let opakují na stejných místech. Na vodovodní síti se tedy vyskytuje 12 problémových lokalit, což jsou místa na vodovodní síti, která byla za posledních pět let postižena závadou v jakosti pitné vody.

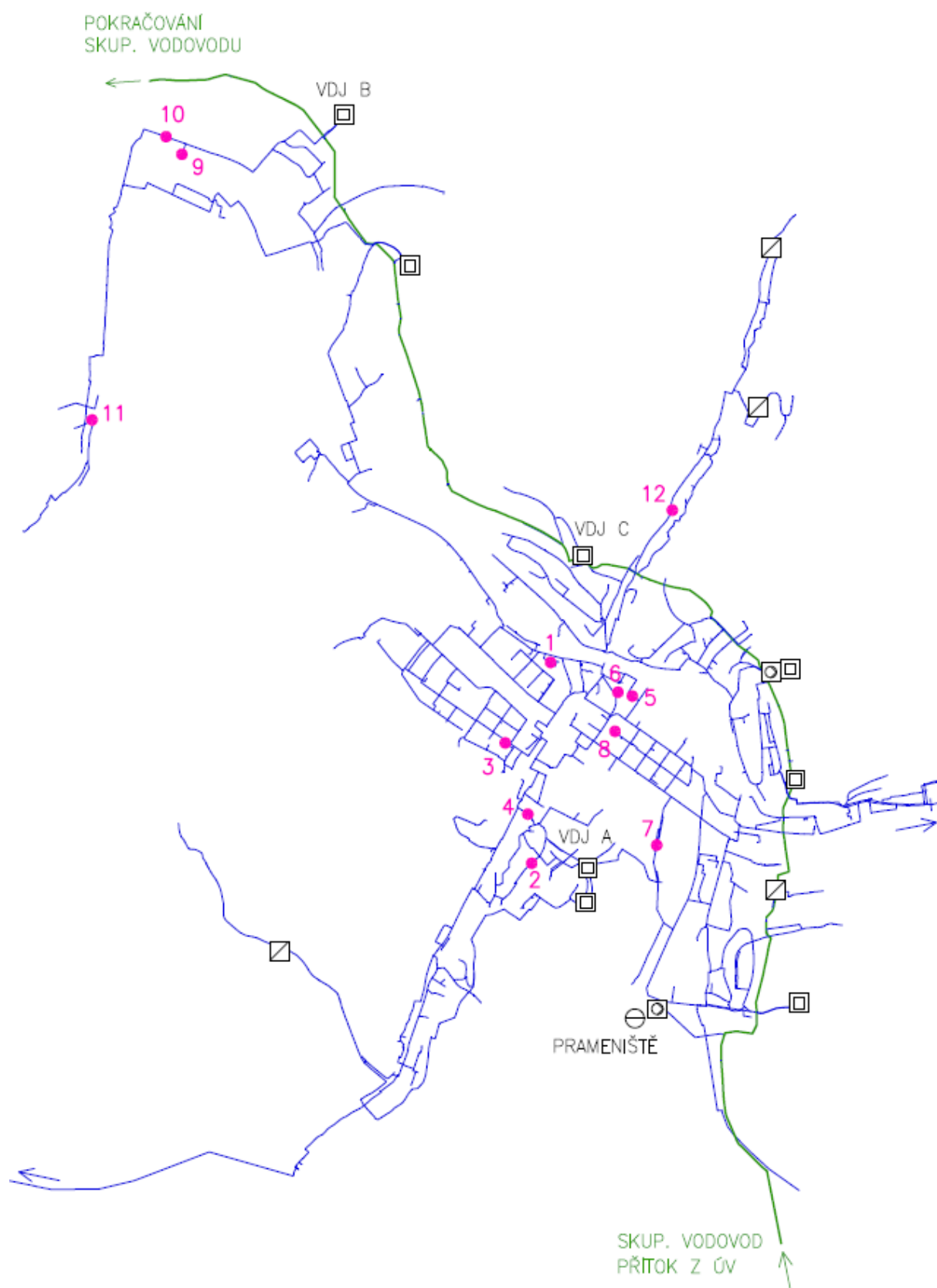
5.4 ANALÝZA STÍŽNOSTÍ V SOUVISLOSTI SE SIMULAČNÍM MODELEM

5.4.1 Simulační model vodovodu řešené oblasti

Jako podklad pro analýzu stížností byl použit existující simulační model vodovodního systému řešené oblasti, který poskytl vedoucí práce. Model obsahuje rozvodnou síť řešeného města, 10,7 km přiváděcích řadů skupinového vodovodu a přiváděcích řadů k jednotlivým vodojemům. Zahrnuje všechna tlaková pásma a důležité objekty vodovodního systému, kterými jsou vodojemy, přerušovací komory a čerpací stanice. Model nezahrnuje domovní přípojky. Rozsah celého modelu je 100,3 km. Model byl kalibrován na základě měření tlaků a průtoků v síti. Jedná se o kvazi-dynamický model, který byl vytvořen v softwarovém prostředí EPANET 2.0 a charakterizuje chování systému v průběhu jednoho dne, tj. pro 24 časových kroků. [88]

5.4.2 Charakteristika problémových lokalit

Na obrázku 5.6 jsou znázorněny problémové lokality. Jedná se o místa na vodovodní rozvodné síti, která byla postižena závadou v jakosti podzemní vody a ke zjištění těchto závad došlo v průběhu řešení stížností na kvalitu vody z vodovodu. Z hydraulického modelu byly získány informace o vlastnostech potrubí a parametrech dopravované vody v problémových lokalitách. Zjištěnými údaji jsou světlost potrubí, materiál potrubí, stáří potrubí, průměrná a maximální rychlost vody a stáří vody, průměrný denní průtok a průměrný tlak vody. Všechny tyto informace jsou uvedeny v tabulce 5.5, v poznámce je uvedeno, zda se jedná o koncovou část potrubí. V tabulce 5.6 jsou vypsány všechny materiály potrubí, jejich dimenze a stáří na nejkratší trase z příslušného vodojemu k jednotlivým problémovým místům.



Obr. 5.6 Problémové lokality

Tab. 5.5 Charakteristika problémových lokalit (LT – tvárná a šedá litina, PVC – polyvinylchlorid)

ID	č.o.	Závada	DN	Mat.	Stáří potrubí	Rychlost		Stáří vody	Průměrný denní průtok	Průměrný tlak	Pozn.
						průměrná	maximální				
			[mm]		[rok]	[m/s]	[m/s]	[hod]	[l/s]	[m v. sl.]	
1	1	PK při 36 °C	80	LT	17–26	0,02–0,03	0,03–0,10	24–48	0,1–0,36	25–35	koncovka
2	15	PK při 36 °C	150	LT	17–26	0,03–0,10	0,03–0,10	24–48	0,36–1,42	35–45	
3	26	chemický pach vody	100	LT	17–26	do 0,01	do 0,01	24–48	0,01–0,1	45–60	koncovka
4	6,21	železo	300	LT	17–26	0,10 a víc	0,10 a víc	24–48	1,42 a víc	45–60	
5	4	železo	100	LT	17–26	0,03–0,10	0,03–0,10	24–48	0,36–1,42	45–60	
6	8	PK při 36 °C	100	LT	17–26	do 0,01	do 0,01	24–48	do 0,01	45–60	koncovka
7	3,5,19,27	PK při 36 °C, kolif. bakterie	200	LT	17–26	0,01–0,02	0,02–0,03	24–48	0,36–1,42	45–60	
8	7,20,24	PK při 36 °C, kolif. bakterie	100	LT	17–26	do 0,01	do 0,01	48–72	do 0,01	45–60	koncovka
9	2	kolif. bakterie	80	PVC	27–36	do 0,01	do 0,01	96–144	do 0,01	60 a víc	koncovka
10	28	kolif. bakterie	150	PVC	27–36	do 0,01	0,01–0,02	72–96	0,1–0,36	60 a víc	
11	9,10,11,22	kolif. bakterie	100	PVC	27–36	do 0,01	do 0,01	144–216	0,01–0,1	35–45	
12	18,23,25	kolif. bakterie, živé org., železo	100	PVC	27–36	do 0,01	do 0,01	96–144	do 0,01	45–60	koncovka

Tab. 5.6 Výpis dimenze, materiálu a stáří materiálu potrubí na nejkratší trase z vodojemu (VDJ) po problémovou lokalitu (ID) (OC – ocel, LT – tvárná a šedá litina, PE – polyethylen, PVC – polyvinylchlorid)

ID	č.o.	Závada	VDJ	Výpis dimenze, materiálu a stáří materiálu na nejkratší trase VDJ – ID problémové lokality
1	1	PK při 36 °C	A	DN 200, LT, 47–56; DN 300, OC, 27–36; DN 300, LT, 17–26; DN 300, OC, 27–36; DN 300, LT, 17–26; DN 150, LT, 17–26; DN 80, LT, 17–26
2	15	PK při 36 °C	A	DN 200, LT, 47–56; DN 300, OC, 27–36; DN 300, LT, 17–26; DN 150, LT, 17–26
3	26	chemický pach vody	A	DN 200, LT, 47–56; DN 300, OC, 27–36; DN 300, LT, 17–26; DN 300, OC, 27–36; DN 300, LT 17–26; DN 200, LT 17–26; DN 150, LT, 17–26; DN 100, LT 17–26
4	6,21	železo	A	DN 200, LT, 47–56; DN 300, OC, 27–36; DN 300, LT, 17–26; DN 300, OC, 27–36; DN 300, LT, 17–26
5	4	železo	A	DN 200, LT, 47–56; DN 300, OC, 27–36; DN 300, LT, 17–26; DN 300, OC, 27–36; DN 300, LT, 17–26; DN 200, LT, 17–26; DN 150, PVC, 27–26; DN 150, PE, 27–36; DN 150, PVC, 27–36; DN 200, LT, 17–26
6	8	PK při 36 °C	A	DN 200, LT, 47–56; DN 300, OC, 27–36; DN 300, LT, 17–26; DN 300, OC, 27–36; DN 300, LT, 17–26; DN 150, LT, 17–26; DN 100, OC, 27–36; DN 100, LT, 17–26; DN 100, PE, 27–36; DN 100, LT, 17–26
7	3,5,19,27	PK při 36 °C, kolif. bakterie	A	DN 200, LT, 47–56; DN 300, OC, 27–36; DN 300, LT, 17–26; DN 300, OC, 27–36; DN 300, LT, 17–26; DN 150, LT, 17–26; DN 100, LT, 17–26
8	7,20,24	PK při 36 °C, kolif. bakterie	A	DN 200, LT, 47–56; DN 300, OC, 27–36; DN 300, LT, 17–26; DN 300, OC, 27–36; DN 300, LT, 17–26; DN 200, LT, 17–26; DN 100, LT, 17–26
9	2	kolif. bakterie	B	DN 100, PVC 27–36; DN 150, PVC, 27–36; DN 80, PVC, 27–36
10	28	kolif. bakterie	B	DN 100, PVC, 27–36; DN 150, PVC, 27–36
11	9,10,11,22	PK při 36 °C, kolif. bakterie	B	DN 100, PVC, 27–36; DN 150, PVC, 27–36; DN 324, PVC, 27–36; DN 100, PVC, 27–36; DN 273, PVC, 27–36; DN 100, PVC 27–36; DN 100, PE 27–36; DN 200, OC, 27–36; DN 100, OC 27–36; DN 100, PE, 27–36; DN 80, PE 27–36; DN 80, LT 17–26; DN 100, PVC 27–36
12	18,23,25	kolif. bakterie, živé org., železo	C	DN 200, LT, 17–26; DN 150, LT, 17–26; DN 100, PVC, 27–36

Problémová lokalita 1

Potrubí v problémové lokalitě 1 je z litiny DN 80, stáří potrubí je 17–26 let. Průměrná rychlost vody v potrubí je 0,02–0,03 m/s, maximální rychlost vody v potrubí se pohybuje v rozmezí 0,03–0,10 m/s. Stáří vody je 24–48 hodin. Průměrný denní průtok v tomto úseku je 0,1–0,36 l/s. Průměrný tlak se pohybuje v rozmezí 25–35 m v. sl. Jedná se o koncovou část potrubí. Na nejkratší trase z vodojemu do problémové lokality protéká voda úsekem z litinového potrubí DN 200 stáří 47–56 let a dvěma úseky z ocelového potrubí stáří 27–36 let. Ostatní úseky na této trase jsou z litiny stáří 17–26 let.

V problémové lokalitě 1 byla jedenkrát sledována zvýšená hodnota počtu kolonií při 36 °C a to 89 KTJ/ml. Při prvním opakovaném rozboru již hodnota klesla na 0 KTJ/ml.

Zvýšený počet kolonií mohl být způsoben poškozením biofilmu v potrubí vlivem kolísání obsahu dezinfekčního činidla nebo nárazovou dezinfekcí. Je pravděpodobné, že k pomnožení heterotrofních bakterií došlo v sedimentu v potrubí, který lze na koncové části potrubí očekávat. Nelze ale vyloučit ovlivnění zvýšeného počtu kolonií místem odběru.

Problémová lokalita 2

Potrubí v problémové lokalitě 2 je z litiny DN 150, stáří potrubí je 17–26 let. Průměrná i maximální rychlost vody v potrubí se pohybuje v rozmezí 0,03–0,10 m/s. Stáří vody je 24–48 hodin. Průměrný denní průtok v tomto úseku je 0,36–1,42 l/s. Průměrný tlak se pohybuje v optimálním rozmezí 35–45 m v. sl. Na nejkratší trase z vodojemu do problémové lokality protéká voda úsekem z litinového potrubí DN 200 stáří 47–56 let a úsekem z ocelového potrubí stáří 27–36 let. Ostatní úseky na této trase jsou z litiny stáří 17–26 let.

V problémové lokalitě 2 byla jedenkrát sledována zvýšená hodnota počtu kolonií při 36 °C a to 660 KTJ/ml. Při opakovaném rozboru byl výsledek počtu kolonií 84 KTJ/ml. Jako nápravné opatření byla provedena dezinfekce a výměna hydrantu. Při pozdějších rozborech se ověřila účinnost nápravných opatření, hodnoty ukazatele počtu kolonií při 36 °C klesly na 0–1 KTJ/ml.

Je možné, že zvýšený počet kolonií byl vyvolán špatným technickým stavem hydrantu v problémové lokalitě, kdy docházelo ke vnášení heterotrofních bakterií zvenčí.

Problémová lokalita 3

Potrubí v problémové lokalitě 3 je z litiny DN 100, stáří potrubí je 17–26 let. Průměrná i maximální rychlost vody v potrubí nepřesahuje 0,01 m/s. Stáří vody je 24–48 hodin. Průměrný denní průtok v tomto úseku je 0,01–0,1 l/s. Průměrný tlak se pohybuje v rozmezí 45–60 m v. sl. Jedná se o koncovou část potrubí. Na nejkratší trase z vodojemu do problémové lokality protéká voda úsekem z litinového potrubí DN 200 stáří 47–57 let a dvěma úseky z ocelového potrubí stáří 27–36 let. Ostatní úseky na této trase jsou z litiny stáří 17–26 let.

V problémové lokalitě 3 byla evidována stížnost na chemický pach vody. Tato informace nebyla ověřena rozbohem.

Je možné, že byla provedena dezinfekce vody větším množstvím dezinfekčního prostředku. Odběratel mohl upozorovat neobvyklou koncentrací chloru, na kterou není běžně zvyklý.

Problémová lokalita 4

Potrubí v problémové lokalitě 4 je z litiny DN 300, stáří potrubí je 17–26 let. Průměrná i maximální rychlost vody v potrubí je větší než 0,10 m/s. Stáří vody je 24–48 hodin. Průměrný denní průtok v tomto úseku je 1,42 l/s a větší. Průměrný tlak se pohybuje v rozmezí

45–60 m v. sl. Na nejkratší trase z vodojemu do problémové lokality protéká voda úsekem z litinového potrubí DN 200 stáří 47–57 let a dvěma úseky z ocelového potrubí stáří 27–36 let. Ostatní úseky na této trase jsou z litiny stáří 17–26 let.

V problémové lokalitě 4 byl dvakrát zaznamenán mírně zvýšený obsah železa a to pokaždé 0,24 mg/l.

Je možné, že zvýšený obsah železa byl způsoben korozí trubního materiálu. Jedná se o úsek s velkým pohybem vody, proto je usazování produktů koroze v potrubí nepravděpodobné. Je možné, že ke zvýšení obsahu železa přispěl až vnitřní vodovod u odběratele nebo vodovodní přípojka. Protože byl ale odběr proveden jen na jednom místě problémové lokality, nelze tuto domněnku potvrdit.

Problémová lokalita 5

Potrubí v problémové lokalitě 5 je z litiny DN 100, stáří potrubí je 17–26 let. Průměrná i maximální rychlost vody v potrubí se pohybuje v rozmezí 0,03–0,10 m/s. Stáří vody je 24–48 hodin. Průměrný denní průtok v tomto úseku je 0,36–1,42 l/s. Průměrný tlak se pohybuje v rozmezí 45–60 m v. sl. Na nejkratší trase z vodojemu do problémové lokality protéká voda úsekem z litinového potrubí DN 200 stáří 47–56 let, dvěma úseky z ocelového potrubí stáří 27–36 let a dvěma úseky z PVC stáří 27–36 let. Ostatní úseky na této trase jsou z litiny stáří 17–26 let.

V problémové lokalitě 5 byl jedenkrát zaznamenán zvýšený obsah železa 0,78 mg/l. Při opakovaném odběru po odpuštění byla výsledná hodnota železa 0,05 mg/l.

Zvýšený obsah železa byl pravděpodobně způsoben korozí trubního materiálu. Protože byl ale odběr proveden jen na jednom místě problémové lokality, nelze jednoznačně rozlišit, zda závada vznikla v distribuční síti, vodovodní přípojce nebo ve vnitřním vodovodu u odběratele.

Problémová lokalita 6

Potrubí v problémové lokalitě 6 je z litiny DN 100, stáří potrubí je 17–26 let. Maximální rychlost vody v potrubí je velmi nízká nepřesahuje 0,01 m/s. Stáří vody je 24–48 hodin. Průměrný denní průtok v tomto úseku je nižší než 0,01 l/s. Průměrný tlak se pohybuje v rozmezí 45–60 m v. sl. Jedná se o koncovou část potrubí. Na nejkratší trase z vodojemu do problémové lokality protéká voda úsekem z litinového potrubí DN 200 stáří 47–56 let, třemi úseky z ocelového potrubí stáří 27–36 let a jedním úsekem z PE stáří 27–36 let. Ostatní úseky na této trase jsou z litiny stáří 17–26 let.

V problémové lokalitě 6 byla jedenkrát sledována zvýšená hodnota počtu kolonií při 36 °C a to 170 KTJ/ml. Při prvním opakovaném rozboru již hodnota klesla na 0 KTJ/ml. Závada byla ponechána bez opatření.

Zvýšený počet kolonií mohl být způsoben poškozením biofilmu v potrubí vlivem kolísání obsahu dezinfekčního činidla nebo nárazovou dezinfekcí. Je pravděpodobné, že k pomnožení heterotrofních bakterií došlo v sedimentu v potrubí, jehož výskyt lze v tomto úseku, kde jsou velmi nízké rychlosti vody, předpokládat. Nelze ale vyloučit ovlivnění zvýšeného počtu kolonií místem odběru.

Problémová lokalita 7

Potrubí v problémové lokalitě 7 je z litiny DN 200, stáří potrubí je 17–26 let. Průměrná rychlost vody v potrubí je 0,01–0,02 m/s, maximální rychlost vody v potrubí se pohybuje v rozmezí 0,02–0,03 m/s. Stáří vody je 24–48 hodin. Průměrný denní průtok v tomto úseku je 0,36–1,42 l/s. Průměrný tlak se pohybuje v rozmezí 45–60 m v. sl. Na nejkratší trase

z vodojemu do problémové lokality protéká voda úsekem z litinového potrubí DN 200 stáří 47–56 let a dvěma úseky z ocelového potrubí stáří 27–36 let. Ostatní úseky na této trase jsou z litiny stáří 17–26 let.

V problémové lokalitě 7 byl dvakrát sledován výkyv v počtu kolonií při 36 °C. V prvním případě byla zaznamenána hodnota 34 KTJ/ml, při opakovaném rozboru klesla hodnota na 0 KTJ/ml. Jako nápravné opatření byl proveden proplach potrubí a dezinfekce. Při druhé závadě byl výsledek počtu kolonií 80 KTJ/ml, při opakovaném rozboru klesla hodnota na 0 KTJ/ml. Závada byla ponechána bez opatření. Dvakrát byl v této lokalitě zaznamenán výskyt koliformních bakterií. Při první závadě byla zaznamenána hodnota 2 KTJ/100 ml, při opakovaném rozboru klesla hodnota na 0 KTJ/ml. Tato závada byla ponechána bez opatření. Při druhém zvýšení tohoto ukazatele byla zaznamenána hodnota 12 KTJ/100 ml, při prvním opakovaném rozboru klesla hodnota na 6 KTJ/100 ml, při druhém opakovaném rozboru byla hodnota ukazatele 0 KTJ/100 ml.

Zvýšený počet kolonií mohl být způsoben poškozením biofilmu v potrubí vlivem kolísání obsahu dezinfekčního činidla nebo nárazovou dezinfekcí. Je možné, že k pomnožení heterotrofních bakterií došlo v sedimentu v potrubí. Nelze ale vyloučit ovlivnění zvýšeného počtu kolonií místem odběru. Výskyt koliformních bakterií může značit nízkou účinnost dezinfekce vody nebo sekundární kontaminaci vody, a to vlivem poruchy potrubí, kdy se koliformní bakterie dostávají do vody z vnějšího prostředí nebo vlivem výskytu koliformních bakterií v sedimentu ve vodovodním potrubí.

Problémová lokalita 8

Potrubí v problémové lokalitě 8 je z litiny DN 100, stáří potrubí je 17–26 let. Maximální rychlost vody v potrubí je velmi nízká nepřesahuje 0,01 m/s. Stáří vody je 48–72 hodin. Průměrný denní průtok v tomto úseku je nižší než 0,01 l/s. Průměrný tlak se pohybuje v rozmezí 45–60 m v. sl. Jedná se o koncovou část potrubí. Na nejkratší trase z vodojemu do problémové lokality protéká voda úsekem z litinového potrubí DN 200 stáří 47–56 let a dvěma úseky z ocelového potrubí stáří 27–36 let. Ostatní úseky na této trase jsou z litiny stáří 17–26 let.

V problémové lokalitě 8 byl dvakrát zaznamenán výskyt koliformních bakterií. V prvním případě se jednalo o 2 KTJ/100 ml, v druhém o 3 KTJ/100 ml. Při opakovaných rozborech byly hodnoty ukazatele nulové. V prvním případě byla závada ponechána bez opatření, v druhém případě byla nalezena porucha, která byla opravena a následně byl proveden proplach. Jedenkrát byla v problémové lokalitě 8 sledována zvýšená hodnota počtu kolonií při 36 °C a to 330 KTJ/ml. Při opakovaném rozboru klesla hodnota na 34 KTJ/ml. Závada byla ponechána bez opatření. Za příčinu bylo považováno špatné odběrné místo.

V tomto případě výskyt koliformních bakterií pravděpodobně značí sekundární kontaminaci vody, a to vlivem poruchy potrubí, kdy se koliformní bakterie dostávají do vody z vnějšího prostředí. Koliformní bakterie ale po nedostatečném proplachu mohou zůstat v sedimentu ve vodovodním potrubí, a při změně hydraulických podmínek může dojít k jejich opětovnému výskytu. Zvýšený počet kolonií mohl být způsoben špatným odběrným místem, ale nelze vyloučit způsobení závady vlivem sedimentu v distribuční síti. Při malém pohybu vody v úseku je výskyt sedimentu pravděpodobný.

Problémová lokalita 9

Potrubí v problémové lokalitě 9 je z PVC DN 80, stáří potrubí je 27–36 let. Maximální rychlost vody v potrubí je velmi nízká nepřesahuje 0,01 m/s. Stáří vody je 96–144 hodin. Průměrný denní průtok v tomto úseku je nižší než 0,01 l/s. Průměrný tlak je vyšší než

60 m v. sl. Jedná se o koncovou část potrubí. Na nejkratší trase z vodojemu do problémové lokality protéká voda úseky z PVC stáří 27–36 let různých dimenzí.

Jedenkrát byl v problémové lokalitě 9 zaznamenán výskyt koliformních bakterií. Jednalo se o 21 KTJ/100 ml, při prvním opakovaném rozboru byla hodnota 7 KTJ/100 ml, při druhém opakovaném rozboru klesla hodnota na 0 KTJ/100 ml. Jako nápravné opatření byl proveden proplach a dezinfekce.

Výskyt koliformních bakterií může značit nízkou účinnost dezinfekce vody nebo sekundární kontaminaci vody, a to vlivem poruchy potrubí, kdy se koliformní bakterie dostávají do vody z vnějšího prostředí nebo vlivem výskytu koliformních bakterií v sedimentu ve vodovodním potrubí. Výskyt sedimentu v této lokalitě je velmi pravděpodobný, jedná se o koncovou část potrubí a rychlosti v tomto úseku jsou velmi nízké.

Problémová lokalita 10

Potrubí v problémové lokalitě 10 je z PVC DN 150, stáří potrubí je 27–36 let. Průměrná rychlost vody v potrubí je menší než 0,01 m/s, maximální rychlost vody v potrubí se pohybuje v rozmezí 0,01–0,02 m/s. Stáří vody je 72–94 hodin. Průměrný denní průtok v tomto úseku je 0,1–0,36 l/s. Průměrný tlak je vyšší než 60 m v. sl. Na nejkratší trase z vodojemu do problémové lokality protéká voda úseky z PVC stáří 27–36 let různých dimenzí.

V problémové lokalitě 10 byl jedenkrát zaznamenán výskyt koliformních bakterií. Jednalo se o 310 KTJ/100 ml, při opakovaném rozboru byla hodnota 28 KTJ/100 ml. Jako nápravné opatření byla provedena dezinfekce vodojemu.

Výskyt koliformních bakterií může značit nízkou účinnost dezinfekce vody nebo sekundární kontaminaci vody, a to vlivem poruchy potrubí, kdy se koliformní bakterie dostávají do vody z vnějšího prostředí nebo vlivem výskytu koliformních bakterií v sedimentu ve vodovodním potrubí.

Problémová lokalita 11

Potrubí v problémové lokalitě 11 je z PVC DN 100, stáří potrubí je 27–36 let. Maximální rychlost vody v potrubí je velmi nízká nepřesahuje 0,01 m/s. Stáří vody je 144–216 hodin. Průměrný denní průtok v tomto úseku je 0,01–0,1 l/s. Průměrný tlak se pohybuje v optimálním rozmezí 35–45 m v. sl. Na nejkratší trase z vodojemu do problémové lokality protéká voda úseky z PVC stáří 27–36 let, úseky z PE stáří 27–36 let, dvěma úseky z oceli stáří 27–36 let a jedním úsekem z litiny stáří 17–26 let.

Jedenkrát byla v problémové lokalitě 11 sledována zvýšená hodnota počtu kolonií při 36 °C a to 200 KTJ/ml. Při prvním opakovaném rozboru byla hodnota 240 KTJ/ml. Byla rozšířena oblast odběru a zjištěn výskyt koliformních bakterií na dvou místech 400 KTJ/100 ml a 320 KTJ/100 ml. Jako nápravné opatření byla provedena dezinfekce ve vodojemu a proplach sítě. Následně byly hodnoty těchto ukazatelů nulové. Při další závadě byl zjištěn výskyt koliformních bakterií 6 KTJ/100 ml, při opakovaném rozboru klesla hodnota na 0 KTJ/100 ml. Jako nápravné opatření byla provedena dezinfekce a proplach.

Zvýšený počet kolonií mohl být způsoben poškozením biofilmu v potrubí vlivem kolísání obsahu dezinfekčního činidla nebo nárazovou dezinfekcí. Je možné, že k pomnožení heterotrofních bakterií došlo v sedimentu v potrubí. Výskyt koliformních bakterií může značit nízkou účinnost dezinfekce vody nebo sekundární kontaminaci vody, a to vlivem poruchy potrubí, kdy se koliformní bakterie dostávají do vody z vnějšího prostředí nebo vlivem výskytu koliformních bakterií v sedimentu ve vodovodním potrubí. Výskyt sedimentu v potrubí je v této lokalitě velmi pravděpodobný vlivem nízkých rychlostí dopravované vody.

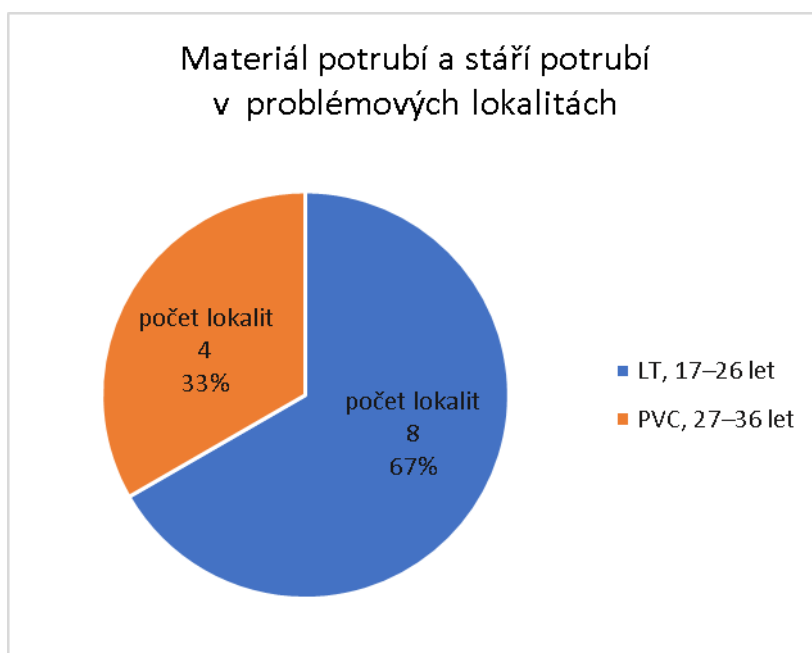
Problémová lokalita 12

Potrubí v problémové lokalitě 12 je z PVC DN 100, stáří potrubí je 27–36 let. Maximální rychlost vody v potrubí je velmi nízká nepřesahuje 0,01 m/s. Stáří vody je 96–144 hodin. Průměrný denní průtok v tomto úseku je nižší než 0,01 l/s. Průměrný tlak se pohybuje v rozmezí 45–60 m v. sl. Jedná se o koncovou část potrubí. Na nejkratší trase z vodojemu do problémové lokality protéká voda úseky z litiny stáří 17–26 let různých dimenzí.

Jedenkrát byl v problémové lokalitě 10 zaznamenán výskyt koliformních bakterií 1 KTJ/100 ml a živých organismů 2 jedinci/ml. Při prvním opakovaném rozboru byla hodnota koliformních bakterií 7 KTJ/100 ml, živé organismy se již neobjevily, při druhém opakovaném rozboru klesla hodnota koliformních bakterií na 0 KTJ/100 ml. Jako nápravné opatření byl proveden proplach a dezinfekce. Předpokládanou příčinou závady byl zdroj vody. Dvakrát byla v problémové lokalitě 12 pozorována zvýšená hodnota železa 0,32mg/l a 0,24 mg/l. Tyto závady byly ponechány bez opatření.

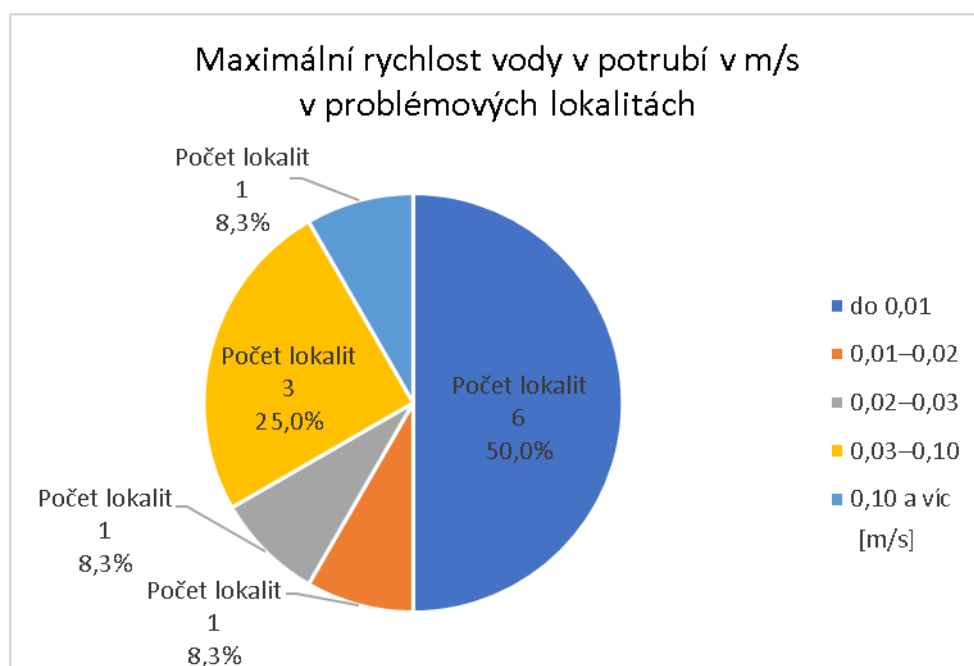
Výskyt koliformních bakterií a živých organismů indikuje především špatnou účinnost dezinfekce. Tyto organismy mohly pocházet ze zdroje vody, ale nelze vyloučit jejich původ ze sedimentu potrubí, který v této lokalitě, která se nachází na koncové části potrubí, lze očekávat. Zvýšený obsah železa mohl být způsoben vlivem transportu produktů koroze z vodovodní sítě, které mohou být v problémové lokalitě 12 usazovány do sedimentu a odtud se dostávat k odběrateli. K navýšení obsahu železa ale mohlo dojít také až ve vnitřním vodovodu u odběratele. Protože byl odběr proveden jen na jednom místě problémové lokality, nelze jednoznačně rozlišit, zda závada vznikla v distribuční síti, vodovodní přípojce nebo ve vnitřním vodovodu u odběratele.

Z celkového počtu dvanácti problémových lokalit je 8 na litinových potrubích, která jsou v provozu 17–26 let, 4 problémové lokality jsou na potrubích z PVC, která jsou v provozu 27–36 let (viz graf na obrázku 5.7). Závady se vyskytly na potrubích o jmenovité světlosti 80–300 mm.



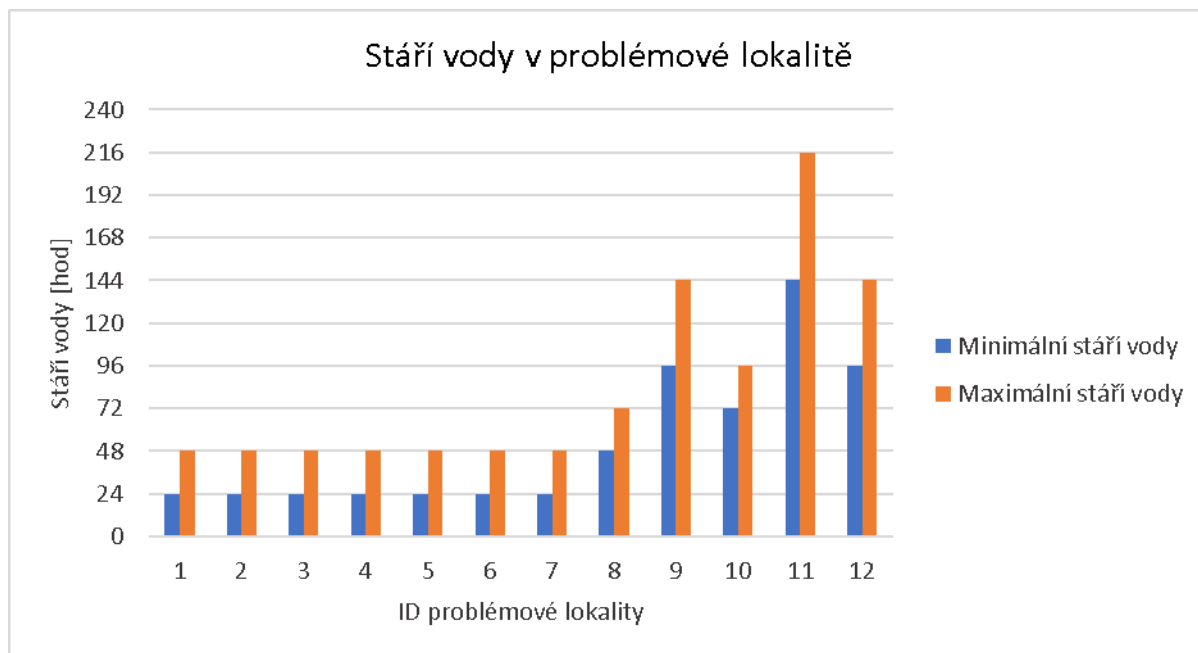
Obr. 5.7 Materiál potrubí a stáří potrubí v problémových lokalitách (LT – tvárná a šedá litina, PVC – polyvinylchlorid)

Maximální rychlost v potrubí v problémových lokalitách je v 50 % případů velmi nízká, nepřesahuje 0,01 m/s. V jednom případě je ale maximální i průměrná rychlost vyšší než 0,10 m/s. Na obrázku 5.8 je graf, který zobrazuje problémové lokality na základě maximální rychlosti v potrubí.



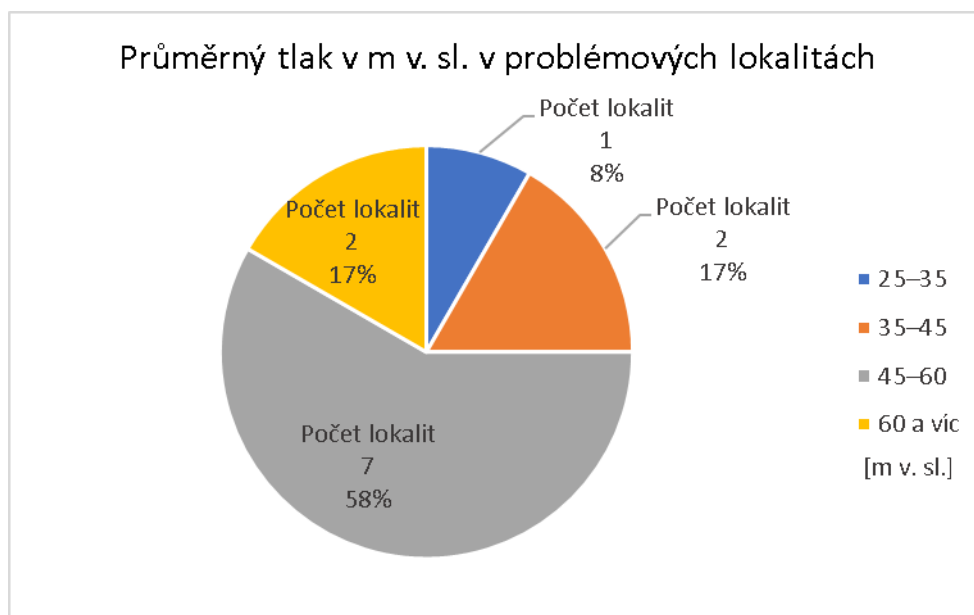
Obr. 5.8 Maximální rychlost vody v potrubí v m/s v problémových lokalitách

Ve většině problémových lokalit se stáří vody pohybuje v rozmezí 24–48 hodin. Pouze ve třech problémových lokalitách je voda starší než 96 hodin. Stáří vody v potrubí v problémových lokalitách je graficky znázorněno na obrázku 5.9.



Obr. 5.9 Stáří vody v problémové lokalitě

V čtyřech z 12 problémových lokalit nepřesahuje průměrný denní průtok 0,01 l/s, v jedné z problémových lokalit je průtok větší než 1,42 l/s. Průměrný tlak je ve většině problémových lokalit značně vysoký, pohybuje se v rozmezí 45–60 m v.sl., v některých případech je dokonce vyšší než 60 m v. sl. Pouze ve dvou lokalitách se průměrný tlak pohybuje v optimálním rozmezí 35–45 m v. sl. a v jedné lokalitě je spíše nižší (viz obr. 5.10). Tlak patrně přímo neovlivňuje jakost vody v potrubí. Vysoký tlak je ale příčinou vyšší poruchovosti vodovodní sítě, která se sice může projevit až v průběhu let, zvyšuje se tím však riziko kontaminace pitné vody půdním materiálem z vnějšího prostředí [68].



Obr. 5.10 Průměrný tlak v m v. sl. v problémových lokalitách

Výkyv v počtu kolonií mohl být způsoben změnami provozních podmínek jako je poškození biofilmu v potrubí vlivem kolísání obsahu dezinfekčního činidla nebo nárazovou dezinfekcí nebo v důsledku změn hydraulických poměrů. K pomnožení bakterií může docházet v sedimentu potrubí, který je v mnoha problémových lokalitách očekáván z důvodu nízkých rychlostí vody nebo proto, že jde o koncovou část potrubí. Je také možné, že v některých případech pocházel zvýšený počet kolonií z vnějšího prostředí, zejména pokud byla v blízkosti problémové lokality nalezena porucha na vodovodní síti nebo zjištěn špatný technický stav armatur (hydrantu). Nelze také vyloučit ovlivnění zvýšeného počtu kolonií místem odběru vzorku pitné vody.

Koliformní bakterie v pitné vodě mohou značit nízkou účinnost dezinfekce vody nebo sekundární kontaminaci vody, a to vlivem poruchy potrubí, kdy se koliformní bakterie dostávají do vody z vnějšího prostředí nebo vlivem výskytu koliformních bakterií v sedimentu ve vodovodním potrubí, kam se dostaly z vnějšího prostředí např. při poruše potrubí, kdy nebyl proveden dostatečný proplach sítě. Koliformní bakterie se také mohou objevit v pitné vodě vlivem vysokého obsahu živin v potrubním sedimentu.

Výskyt živých organismů indikuje především špatnou účinnost dezinfekce, proto tyto organismy mohly pocházet ze zdroje vody. Nelze ale vyloučit jejich původ ze sedimentu v potrubí.

Chemický pach vody mohl být důsledkem vyšší dávky desinfekčního činidla. Ačkoliv se pravděpodobně jednalo o velmi nízkou hodnotu volného chloru, mohl citlivý odběratel zaznamenat neobvyklou změnu ve vlastnostech dodávané vody.

Zvýšený obsah železa se objevil na potrubí z litiny relativně nízkého stáří a také na potrubí z PVC. Voda je do problémových lokalit s výskytem zvýšené hodnoty železa vždy přiváděna přes potrubí z kovových materiálů a v některých případech se jedná o potrubí z kovových materiálů vyššího stáří. Je možné, že dopravovaná voda má nevhodné chemické vlastnosti, a tak přispívá ke korozi kovových materiálů, proto i kovová potrubí nízkého stáří mohou být postižena korozí. Možné také je, že dochází ke transportu produktů koroze, které jsou v problémových lokalitách usazovány do sedimentu v potrubí, odkud se mohou dostat k odběrateli. Protože byl odběr proveden vždy jen na jednom místě problémové lokality, nelze jednoznačně určit, zda závada vznikla v distribuční síti nebo ve vnitřním vodovodu odběratele.

5.5 PŘÍPADOVÁ STUDIE – DISKUZE A SHRNUÍ

Na základě stížností bylo na vodovodu okresního města v letech 2012–2017 zjištěno 24 závad. V jedenácti případech byl zaznamenán výskyt koliformních bakterií, v šesti případech došlo k výkyvu v počtu kolonií při 36 °C, pětkrát se objevil zvýšený obsah železa, jedenkrát byl zaznamenán výskyt živých organismů a jedna stížnost na kvalitu vody se týkala chemického pachu vody. Vždy šlo o překročení limitu typu mezní hodnota, k překročení limitu (NMH) u ukazatelů zdravotně rizikových nedošlo v žádném případě.

Stížnosti na kvalitu pitné vody se neobjevují pouze na kovových materiálech vysokého stáří a malých dimenzích potrubí. Problémy se objevily na litinových potrubích stáří 17–26 let a na potrubích z PVC stáří 27–36 let. Jmenovitá světlost potrubí problémových úseků byla od 80 do 300 mm. Závady se neobjevují převážně v úsecích s vysokým stářím vody, v osmi z dvanácti problémových lokalit je stáří vody velmi nízké (méně než 3 dny). Ale maximální rychlost vody v potrubí je z 50 % velice nízká, nepřesahuje hodnotu 0,01 m/s. V polovině případů se závady objevily na koncových částech potrubí.

Častou příčinou závad je pravděpodobně sediment v potrubí. Toto svědčí o nedostatečné údržbě vodovodní sítě. Při provádění proplachů vodovodní sítě nestačí pouze pootevření hydrantu a pomalým průtokem vyměnění objemu vody v problémovém úseku potrubí, jak se v praxi běžně provozuje [68]. Je nutné k proplachu vodovodní sítě přistupovat systematicky, komplexně, proplachy provádět řízeně a tak, aby byl sediment z celé vodovodní sítě zcela odstraněn.

V některých případech nelze jednoznačně rozlišit, zda je příčinou závady distribuční síť nebo vnitřní vodovod odběratele. Proto také z tohoto důvodu je vhodné provádět odběry vzorků na více místech problémové lokality.

Odběratelé jsou citliví na výkyvy v kvalitě dodávané vody (viz kapitola 3.1.5 Předšlé zkušenosti odběratelů s kvalitou pitné vody). Změnu kvality vody považují většinou za negativní, ačkoliv změna kvality vody nemusí zhoršit jakost pitné vody. Pokud je v síti téměř nulová koncentrace chloru, mohou někteří odběratelé i při jen mírném zvýšení této koncentrace zaznamenat negativní změnu v kvalitě vody.

Jak vnímání kvality vody, tak také spokojenost s dodávanou vodou a tendence si na dodávanou vodu stěžovat, mají výrazně subjektivní charakter. Zajisté existují odběratelé, kteří si budou stěžovat na dodávku pitné vody při jakémkoliv malém nedostatku, a také odběratelé, kteří si stěžovat nebudou, i kdyby šlo o závažný problém.

Záznam stížností (Tab. 5.4 Stížnosti na kvalitu pitné vody), který poskytl provozovatel vodovodu, není kvalitní. Pro podrobnější a přesnější analýzu stížností je zapotřebí, aby provozovatel v databázi stížností uváděl více informací. Zaznamenávat by se měla data přijetí stížností a následných odběrů vzorků vody, místa stížností a místa všech odběrů vzorků vody s přehledným zaznačením rozšíření zájmové oblasti, důvod stížnosti a rozbor vzorků vody, jak se daný problém řeší, která nápravná opatření byla použita a v neposlední řadě časová posloupnost řešení problému.

Dle vyhlášky č. 252/2004 Sb. je minimální roční četnost odběrů vzorků pro kontrolu jakosti pitné vody v této vodovodní síti 16 odběrů pro krácený rozbor a 2 odběry pro rozbor úplný. 18 rozborů ročně na celé této vodovodní síti nemůže být pro přehled, co se v síti děje, dostatečné. Proto je důležité provádět na vodovodní síti také řadu provozních rozborů pitné vody.

6 ZÁVĚR

Diplomová práce představuje problematiku stížností odběratelů pitné vody vůči provozovatelům veřejných vodovodů. Komplexně rozebírá stížnosti odběratelů na kvalitu vody. Tyto stížnosti jsou uvedeny do souvislosti s českou legislativou. Dále je předložen jak pohled odběratele pitné vody, tak pohled provozovatele vodovodního systému. Odběratel opírá svůj úsudek o kvalitě a bezpečnosti vody o subjektivní vnímání kvality vody. Toto vnímání kvality vody ovlivňuje řada faktorů. Prvním z nich jsou bezesporu organoleptické vlastnosti vody. Dalšími z těchto faktorů mohou být: vnímání rizik, postoje k vodárenským chemikáliím, podněty související s vodovodním systémem, vlastní předešlé zkušenosti spojené s kvalitou vody, způsob získávání informací o kvalitě vody a důvěra v provozovatele vodovodního systému. V části pojednávající o pohledu provozovatele je nastíněna problematika hodnocení jakosti pitné vody a jejího dodržení v rámci celého vodovodního systému. U vybraných ukazatelů jakosti pitné vody, které mají souvislost se stížnostmi na kvalitu vody, je popsána jejich podstata, význam, vlivy na překročení jejich hygienických limitů a možná nápravná opatření.

V práci jsou prezentovány možné způsoby využití stížností odběratelů jako ukazatele kvality zákaznických služeb, které je možné uplatnit při srovnávání vodárenských společností, benchmarkingu nebo v rámci smlouvy mezi vlastníkem infrastruktury a jejím provozovatelem. Práce přináší inspirativní pohledy ze zahraničí. Při porovnávání jednotlivých zemí světa podle stížností odběratelů pitné vody, mohou být ale výsledky významně ovlivněny požadovaným standardem odběratelů.

V rámci praktické části diplomové práce je na případové studii prováděna analýza stížností odběratelů pitné vody na kvalitu vody, které obdržel provozovatel vodovodu daného města za posledních pět let. V úvodu případové studie je popsán způsob zásobování pitnou vodou a jsou zmíněny informace o probíhajícím výzkumu v dané lokalitě. Následně jsou předloženy podklady použité k analýze stížností na kvalitu pitné vody. Analýza stížností je uvedena do souvislosti se simulačním modelem, jsou charakterizovány problémové lokality a uvedeny pravděpodobné příčiny závad. Analýza stížností nepotvrdila předpoklad, že se závady a s nimi spojené stížnosti na kvalitu pitné vody, vyskytují pouze na úsecích z kovových materiálů vysokého stáří, malých dimenzích potrubí a v místech vysokého stáří vody. V polovině případů se závady objevovaly na úsecích s velmi nízkou rychlostí vody nebo se jednalo o koncové části potrubí. Jednou z častých příčin závad může být pravděpodobně sediment v potrubí, což poukazuje na nedostatečnou údržbu vodovodní sítě a potřebu řízených proplachů. V návaznosti na výsledky případové studie je nutné se dále zaměřit na podrobné studium transportu sedimentu ve vodovodní síti.

Pro uvedení analýzy stížností do běžné praxe je zapotřebí vytvoření a zavedení jednotného systému pro evidenci stížností. Tento systém by měl podrobně kategorizovat stížnosti podle udaných důvodů, zaznamenávat místa stížností a odběrů všech vzorků, uvádět zjištěné závady a výsledky rozborů v problémových lokalitách, rozšiřovat zájmové území s využitím přehledného značení, uvádět výsledky opakovaných rozborů, časovou posloupnost řešení problému atd. Takto se stížnosti odběratelů mohou stát cenným zdrojem informací pro provozovatele vodovodních systémů, kteří by měli usilovat o jejich využití a motivovat odběratele, aby si stěžovali, pokud nejsou se službami provozovatele spokojeni.

7 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČESKO. *Praktická příručka – Smluvní výkonové ukazatele v oboru VaK ČR* [online]. Ministerstvo životního prostředí, 2015 [cit. 2018-12-5]. Dostupné z: http://www.opzp2007-2013.cz/soubor-ke-stazeni/53/16161-00_prakticka_prirucka_hlavni_text_150306.pdf
- [2] KOŽÍŠEK, F. *Senzorika v oblasti pitné vody* [online]. Praha: Státní Zdravotnický Ústav, 2005 [cit. 2018-11-15]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/senzorika/kozisek.pdf>
- [3] INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION. *The Bonn Charter for Safe Drinking Water* [online]. 2004 [cit. 2018-11-15]. Dostupné z: <http://www.iwa-network.org/downloads/1447946928-IWA%20bonn%20charter.pdf>
- [4] WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Guidelines for drinking-water quality*. 3rd ed. Geneva: World Health Organization, 2008. ISBN 978 92 4 154761 1.
- [5] WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Guidelines for Drinking-water Quality*. 4th ed. Geneva: World Health Organization, 2011. ISBN 978 92 4 154815 1.
- [6] CLARK, R.M. *Modeling water quality in distribution systems*. 2nd ed. Denver: American Water Works Association, 2012. ISBN 978-1-58321-816-7.
- [7] ČESKO. Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. AION CS 2010-2018 [cit. 20. 10. 2018]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274>
- [8] ČESKO. Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. AION CS 2010-2018 [cit. 20. 10. 2018]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258>
- [9] ČESKO. Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. AION CS 2010-2018 [cit. 20. 10. 2018]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-252>
- [10] ČESKO. Vyhláška č. 428/2001 Sb., Ministerstva zemědělství, kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. AION CS 2010-2018 [cit. 20. 10. 2018]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-428>
- [11] KOŽÍŠEK, F., J. KOS a P. PUMANN. *Hygienické minimum pro pracovníky ve vodárenství. 2. upravené vydání* [online]. Praha: Státní zdravotnický ústav, 2007 [cit. 2018-11-27]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/hygmin2.pdf>
- [12] GARI, D.W. A F. KOŽÍŠEK. Rok 2015 – změna v jakosti dodávané pitné vody?. *SOVAK – Časopis oboru vodovodů a kanalizací*. 2017, 26(2), s. 35–40. ISSN 1210-3039. Dostupné také z: <https://www.sovak.cz/sites/default/files/2018-10/Sovak021772.pdf>
- [13] KENDÍK, A. Výklad č. 32 k zákonu o vodovodech a kanalizacích a souvisejícím právním předpisům: Ministerstvo zemědělství České republiky – *Výklad sekce*

- vodního hospodářství* [online]. Praha, 2018 [cit. 2018-8-11]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/590759/Vyklad_c._32.pdf
- [14] ČESKO. *Zpráva o výkonu kontrolní činnosti nad vlastníky a provozovateli vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu v České republice za rok 2017* [online]. Ministerstvo zemědělství. 2017 [cit. 2018-12-5]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/580910/Zprava_o_vykonu_kontrolni_cinnosti_nad_vlastniki_a_provozovateli_VaK_za_rok_2017.pdf
- [15] OCHOO, B., J. VALCOUR a A. SARKAR. Association between perceptions of public drinking water quality and actual drinking water quality: A community-based exploratory study in Newfoundland (Canada). *Environmental Research*. 2017, 159, 435–443. DOI: 10.1016/j.envres.2017.08.019. ISSN 00139351. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0013935117312653>
- [16] BARRAQUE, B. Past and future sustainability of water policies in Europe. *Natural Resources Forum*. 2003, 27(3), 200-211. DOI: 10.1111/1477-8947.00055. ISSN 0165-0203. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/1477-8947.00055>
- [17] DE FRANÇA DORIA, M. Factors influencing public perception of drinking water quality. *Water Policy*. 2010, 12(1), 1-19. DOI: 10.2166/wp.2009.051. ISSN 1366-7017. Dostupné také z: <https://iwaponline.com/wp/article/12/1/1/19560/Factors-influencing-public-perception-of-drinking>
- [18] JARDINE, C., N. GIBSON a S. E. HRUDEY. Detection of odour and health risk perception of drinking water. *Water Science and Technology*. 1999, 40(6), 91-98. DOI: 10.1016/S0273-1223(99)00543-0. ISSN 0273-1223. Dostupné také z: <http://wst.iwaponline.com/content/40/6/91>
- [19] DE FRANÇA DORIA, M., N. PIDGEON a P. HUNTER. Perception of tap water risks and quality: a structural equation model approach. *Water Science and Technology*. 2005, 52(8), 143-149.
- [20] HURD, R. *Consumer Attitude Survey on Water Quality Issues*. Denver: American Water Works Association, 1993. ISBN 0898677173.
- [21] GRONDIN, J., P. LEVALLOIS, S. GINGRAS a S. MORET. *La consommation d'eau potable provenant du St-Laurent dans la région de Québec: Comportements, connaissances et attitudes*. Montréal: Centre de santé publique de Québec, 1995. ISBN 2-921636-39-5.
- [22] MORI. *The 2004 Periodic Review: Research into Customers' Views*. London: MORI, 2002.
- [23] NOBLE, A.C. Taste-aroma interactions. *Trends in Food Science & Technology*. 1996, 7(12), 439-444. DOI: 10.1016/S0924-2244(96)10044-3. ISSN 09242244. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224496100443>
- [24] WARREN, L. Linking customer satisfaction to performance measures. In: *Proceedings - AWWA Annual Conference: Vol.A Management and Regulations*. Denver: American Water Works Association, 1996, s. 741-748. ISSN 0360-814X.
- [25] YOUNG, W.F., H. HORTH, R. CRANE, T. OGDEN a M. ARNOTT. Taste and odour threshold concentrations of potential potable water contaminants. *Water Research*. 1996, 30(2), 331-340. DOI: 10.1016/0043-1354(95)00173-5. ISSN 00431354. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0043135495001735>

- [26] VREEBURG, Ir J.H.G. a Dr. J.B. BOXALL. Discolouration in potable water distribution systems: A review. *Water Research*. 2007, **41**(3), 519-529. DOI: 10.1016/j.watres.2006.09.028. ISSN 00431354. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0043135406005136>
- [27] TUHOVČÁK, L., doc. Ing. CSc. Vysoké učení technické. Fakulta stavební. Ústav vodního hospodářství obcí. *Ústní sdělení*. [2018-02-19]
- [28] GRONDIN, J. A P. LEVALLOIS. L'eau potable. In: DEWAILLY, E', J. GRONDIN a S. GINGRAS. *Enquete sante' sur les usages et perceptions du Saint-Laurent*. Beauport: Centre de sante' publique de Que'bec, 1999, s. 27–54.
- [29] DARRIGRAND, M., J.M. SALMON, M. CHOTARD a J.P. RODET. *Les Francais et l'Eau: 5 Ans d'Opinions et d'Etudes 1995–2000*. Paris: Centre d'Information sur l'Eau, 2000.
- [30] FISCHER, G. W., M.G. MORGAN, B. FISCHHOFF, I. NAIR a L.B. LAVE. What Risks Are People Concerned About. *Risk Analysis*. 1991, **11**(2), 303-314. DOI: 10.1111/j.1539-6924.1991.tb00606.x. ISSN 0272-4332. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1539-6924.1991.tb00606.x>
- [31] JIANGUANG, Z. Environmental Hazards in the Chinese Public's Eyes. *Risk Analysis*. 1993, **13**(5), 509-513. DOI: 10.1111/j.1539-6924.1993.tb00009.x. ISSN 0272-4332. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1539-6924.1993.tb00009.x>
- [32] THE EUROPEAN OPINION RESEARCH GROUP. The attitudes of Europeans towards the environment. *Eurobarometer 58.0*. 2002. Brussels. Dostupné také z: http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_180_en.pdf
- [33] O'CONNOR, R.E., R.J. BARD a A. FISHER. Risk Perceptions, General Environmental Beliefs, and Willingness to Address Climate Change. *Risk Analysis*. 1999, **19**(3), 461–471. DOI: 10.1111/j.1539-6924.1999.tb00421.x. ISSN 0272-4332. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1539-6924.1999.tb00421.x>
- [34] DE FRANÇA DORIA, M., N. PIDGEON a P.R. HUNTER. Perceptions of drinking water quality and risk and its effect on behaviour: A cross-national study. *Science of The Total Environment*. 2009, **407**(21), 5455–5464. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2009.06.031. ISSN 00489697. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969709006111>
- [35] AUSLANDER, B. A. a P. H. LANGLOIS. Toronto tap water: perception of its quality and use of alternatives. *Canadian Journal of Public Health*. 1993, **84**(2), 99–102.
- [36] CENTRE FOR COMMUNICATION DYNAMICS. *Groundwater Contamination: The Measure of Public Concern*, Washington D.C., 1985.
- [37] CONTU, A., M. CARLINI, A. MACCIONI, P. MELONI a M. SCHINTU. Evaluating citizens concern about the quality of their drinking water. *Proceedings of the 4th IWA World Water Conference*. 2004, International Water Association, London.
- [38] KRAUS, N., T. MALMFORS a P. SLOVIC. Intuitive Toxicology: Expert and Lay Judgments of Chemical Risks. *Risk Analysis*. 1992, **12**(2), 215-232. DOI: 10.1111/j.1539-6924.1992.tb00669.x. ISSN 0272-4332. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1539-6924.1992.tb00669.x>

- [39] MAHLER, R.L., B.A. LOLLEY a K.A. LOEFFELMAN. Public Attitudes about Water Quality in the HUA. Idaho Snake-Payette Rivers-HUA *Water Quality Project Final Report*. Idaho: University of Idaho, 1999.
- [40] KELLY, M.G. a J.R. POMFRET. Tastes and odours in potable water: perception versus reality. In: SUTCLIFFE, D.W. *The Microbiological Quality of Water*. Ambleside: Titus Wilson, 1997, s. 71–80.
- [41] CANADIAN PRESS/LEGER MARKETING. *Perception and Behaviour of Canadians With Regards to Drinking Water* [online]. Quebec: Leger Marketing, 2001 [cit. 2018-10-22]. Dostupné z: <https://leger360.com/surveys/perception-and-behaviour-of-canadians-with-regards-to-drinking-water-2/>
- [42] DRIEDGER, S.M. a J. EYLES. Different frames, different fears: communicating about chlorinated drinking water and cancer in the Canadian media. *Social Science & Medicine*. 2003, **56**(6), 1279-1293. DOI: 10.1016/S0277-9536(02)00128-4. ISSN 02779536. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0277953602001284>
- [43] OWEN, A.J., J.S. COLBOURNE, C.R.I. CLAYTON a C. FIFE-SCHAW. A Mental Model's Approach to Customer Perception of Drinking-Water Supply and Quality. *Water and Environment Journal*. 1999, **13**(4), 241–244. DOI: 10.1111/j.1747-6593.1999.tb01041.x. ISSN 1747-6585. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1747-6593.1999.tb01041.x>
- [44] JONES, A.Q., C.E. DEWEY, K. DORÉ, S.E. MAJOWICZ, S.A. MCEWEN, D. WALTNER-TOEWS, S.J. HENSON a E. MATHEWS. A qualitative exploration of the public perception of municipal drinking water. *Water Policy*. 2007, **9**(4), 425–438. DOI: 10.2166/wp.2007.019. ISSN 13667017. Dostupné také z: <https://iwaponline.com/wp/article/9/4/425-438/16478>
- [45] SYME, G.J. a K.D. WILLIAMS. The psychology of drinking water quality: An exploratory study. *Water Resources Research*. 1993, **29**(12), 4003–4010. DOI: 10.1029/93WR01933. ISSN 00431397. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1029/93WR01933>
- [46] JOHNSON, B.B. Do Reports on Drinking Water Quality Affect Customers' Concerns? Experiments in Report Content. *Risk Analysis*. 2003, **23**(5), 985–998. DOI: 10.1111/1539-6924.00375. ISSN 0272-4332. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/1539-6924.00375>
- [47] STRANG, V. *Evaluating Water: Cultural Beliefs and Values about Water Quality, Use and Conservation*. Oxford: Water UK Publications, 2001. ISBN 9781840572483.
- [48] GRONDIN, J., P. LEVALLOIS, S. MOREL a S. GINGRAS. The influence of demographics, risk perception, knowledge and organoleptics on water consumption patterns. In: *Proceedings of the Annual Conference: Management and Regulations*. Denver: American Water Works Association, 1996, s. 537–546.
- [49] JONES, A.Q., C.E. DEWEY, K. DORÉ, S.E. MAJOWICZ, S.A. MCEWEN, D. WALTNER-TOEWS, E. MATHEWS, D.J. CARR a S.J. HENSON. Public perceptions of drinking water: a postal survey of residents with private water supplies. *BMC Public Health*. 2006, **6**(1), 1–11. DOI: 10.1186/1471-2458-6-94. ISSN 1471-2458. Dostupné také z: <http://bmcpublikealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-6-94>

- [50] BÉNÉVISE, F. La préoccupation des Français pour la qualité de l'eau. *Les Donne'es de L'Environnement*. 2000, (57), s. 1–4. ISSN 1250-8616.
- [51] DRIEDGER, S.M. a J. EYLES. Different frames, different fears: communicating about chlorinated drinking water and cancer in the Canadian media. *Social Science & Medicine*. 2003, **56**(6), 1279–1293. DOI: 10.1016/S0277-9536(02)00128-4. ISSN 02779536. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0277953602001284>
- [52] FAWELL, J.K. a D.G. MILLER. Drinking Water Quality and the Consumer. *Water and Environment Journal*. 1992, **6**(2), 726–732. DOI: 10.1111/j.1747-6593.1992.tb00726.x. ISSN 1747-6585. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1747-6593.1992.tb00726.x>
- [53] WAHLBERG, A.A.F. a L. SJOBERG. Risk perception and the media. *Journal of Risk Research*. 2000, **3**(1), 31–50. DOI: 10.1080/136698700376699. ISSN 1366-9877. Dostupné také z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/136698700376699>
- [54] PARK, E., C.W. SCHERER a C.J. GLYNN. Community involvement and risk perception at personal and societal levels. *Health, Risk & Society*. 2001, **3**(3), 281–292. DOI: 10.1080/13698570120079886. ISSN 1369-8575. Dostupné také z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13698570120079886>
- [55] DE FRANÇA DORIA, M., N. PIDGEON a P. HUNTER. Perception of tap water risks and quality: a structural equation model approach. *Water Science and Technology*. 2005, **52**(8), 143–149. DOI: 10.2166/wst.2005.0245. ISSN 0273-1223. Dostupné také z: <https://iwaponline.com/wst/article/52/8/143/11055/Perception-of-tap-water-risks-and-quality-a>
- [56] PIDGEON, N., F., KASPERSON, R. K. a SLOVIC, P. *The Social Amplification of Risk*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. ISBN 9780511550461.
- [57] SELNES, F. Antecedents and consequences of trust and satisfaction in buyer-seller relationships. *European Journal of Marketing*. 1998, **32**(3/4), 305–322. DOI: 10.1108/03090569810204580. ISSN 0309-0566. Dostupné také z: <https://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/03090569810204580>
- [58] POORTINGA, W. a N.F. PIDGEON. Trust in Risk Regulation: Cause or Consequence of the Acceptability of GM Food?. *Risk Analysis*. 2005, **25**(1), 199–209. DOI: 10.1111/j.0272-4332.2005.00579.x. ISSN 0272-4332. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.0272-4332.2005.00579.x>
- [59] POORTINGA, W. a N.F. PIDGEON. Exploring the Dimensionality of Trust in Risk Regulation. *Risk Analysis*. 2003, **23**(5), 961–972. DOI: 10.1111/1539-6924.00373. ISSN 0272-4332. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/1539-6924.00373>
- [60] WELCH, M.R., R.E.N. RIVERA, B.P. CONWAY, J. YONKOSKI, P.M. LUPTON a R. GIANCOLA. Determinants and Consequences of Social Trust. *Sociological Inquiry*. 2005, **75**(4), 453–473. DOI: 10.1111/j.1475-682X.2005.00132.x. ISSN 0038-0245. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1475-682X.2005.00132.x>
- [61] WHICH?. *Scottish Consumer Insight Report 2018* [online]. Edinburgh, 2018 [cit. 2018-9-29]. Dostupné z: https://about-which.s3.amazonaws.com/policy/media/documents/5aba37ccef60b-WH2238_W__SCOT_CONSUMER_REPORT_FINAL_WEB3.pdf

- [62] DE FRANÇA DORIA, M., N. PIDGEON a K. HAYNES. Factors influencing public perception of drinking water quality. In: THOMPSON, K.C. a J. GRAY. *Water contamination emergencies: enhancing our response*. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2006. s. 165–161. ISBN 978-0854046584.
- [63] KOŽÍŠEK, F. *Pitná voda: Hodnocení rozborů vody* [online]. Praha: Státní zdravotnický Ústav, 2007 [cit. 2018-11-15]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/hodno/kozisek.pdf>
- [64] RUČKA, J., L. TUHOVČÁK a V. KADLECOVÁ. Zákal ve vodovodní síti, metody predikce jeho vzniku a šíření. In: *Voda Zlín 2009*. Zlín: Moravská vodárenská, 2009, s. 39-44. ISBN 978-80-254-3935- 7.
- [65] CLEVERLY, G. *Jakost vody v distribučním rozvodu: volby pro rekonstrukci a jednotkové náklady – zkušenosti ze Spojeného království* [online]. Olomouc: Moravská vodárenská, a.s., 2001 [cit. 2018-11-24]. Dostupné z: <https://www.smv.cz/res/archive/014/001656.pdf>
- [66] PUNAMM, P. *Metodické doporučení SZÚ – Národního referenčního centra pro pitnou vodu pro hodnocení výsledků ukazatelů počty kolonií při 22 °C a 36 °C v pitné vodě* [online]. Praha: Státní zdravotnický ústav, 2014 [cit. 2018-11-27]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/Metodicke_doporuceni_NRC_pocty_kolonii.pdf
- [67] ČSN EN ISO 7027. *Jakost vod – Stanovení zákalu*. Praha: Český normalizační institut, 2001.
- [68] RUČKA, J., Ing. Ph.D. Vysoké učení technické. Fakulta stavební. Ústav vodního hospodářství obcí. *Ústní sdělení*. [2018-10-17]
- [69] ČSN EN ISO 7887 (757364). *Kvalita vod – Stanovení barvy*. Praha: Český normalizační institut, 2012.
- [70] ČSN EN 1622. *Jakost vod. Stanovení prahového čísla pachu (ton) a prahového čísla chuti (tfn)*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [71] WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Calcium and magnesium in drinking-water: public health significance*. Geneva: World Health Organization, 2009. ISBN 978-924-1563-550. Dostupné z: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43836/9789241563550_eng.pdf?sequence=1
- [72] VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, A.S *Tvrdost vody* [online]. 2018 [cit. 2018-07-16]. Dostupné z: <http://www.vodarenska.cz/cs/zakaznici/tvrdost-vody/>
- [73] ČSN 73 6005. *Prostorové uspořádání sítí technického vybavení*. Praha: Český normalizační institut, 1994.
- [74] STŘEDOČESKÉ VODÁRNY, A.S. *Tropické teploty ani povodně neovlivnily kvalitu pitné vody* [online]. Kladno: Středočeské vodárny, a.s., 2013 [cit. 2018-11-27]. Dostupné z: <https://www.svas.cz/aktuality/tropicke-teploty-ani-povodne-neovlivnily-kvalitu-pitne-vody/>
- [75] SUCHÁČEK, T., L TUHOVČÁK a J. RUČKA D.W. a F. KOŽÍŠEK. Možnosti srovnávání vodárenských systémů a provozovatelů. *SOVAK – Časopis oboru vodovodů a kanalizací*. 2017, **26**(2), s. 9–12. ISSN 1210-3039. Dostupné také z: <https://www.sovak.cz/sites/default/files/2018-10/Sovak021772.pdf>

- [76] IBNET. *The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities* [online]. Washington, D.C.: The World Bank Group, 2017 [cit. 2018-11-29]. Dostupné z: <https://www.ib-net.org>
- [77] ČESKO. *Metodika benchmarkingu – příloha k „Návrhu koncepčního řešení regulace vodárenství“* [online]. Ministerstvo zemědělství. 2015 [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/456002/Metodika_benchmarkingu.pdf
- [78] IBNET. *Search IB-NET Database* [online]. Washington, D.C.: The World Bank Group, 2018 [cit. 2018-11-29]. Dostupné z: <https://database.ib-net.org>
- [79] EBC FOUNDATION. *The European Benchmarking Co-operation* [online]. Hague: Stichting EBC Foundation, 2018 [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <https://www.waterbenchmark.org/>
- [80] EBC FOUNDATION. *IB2016 Public Report: Public report of the IB2016 International Benchmarking exercise for Western Europe* [online]. Hague: Stichting EBC Foundation, 2018 [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <https://www.waterbenchmark.org/handlers/ballroom.ashx?function=download&id=2301&rnd=0.4845021358864563>
- [81] CONSUMER COUNCIL FOR WATER. *Consumer Council for Water: The Water Watchdog, representing all water users in England and Wales* [online]. Birmingham: Consumer Council for Water, 2018 [cit. 2018-12-22]. Dostupné z: <https://www.ccwater.org.uk>
- [82] CONSUMER COUNCIL FOR WATER. *Delving into Water 2016: Performance of the water companies in England and Wales 2011-12 to 2015-16. Consumer Council for Water: The Water Watchdog, representing all water users in England and Wales* [online]. Birmingham: Consumer Council for Water, 2016 [cit. 2018-11-28]. Dostupné z: <https://www.ccwater.org.uk/research/delving-into-water-2016-performance-of-the-water-companies-in-england-and-wales-2011-12-to-2015-16/>
- [83] CONSUMER COUNCIL FOR WATER. *Complaints to Water Companies England and Wales April 2016 – March 2017 report* [online]. Birmingham: Consumer Council for Water, 2017 [cit. 2018-11-28]. Dostupné z: <https://www.ccwater.org.uk/wp-content/uploads/2017/09/CCWater-annual-complaint-report-2017.pdf>
- [84] WATER INDUSTRY JOURNAL. *Speed, friendliness and service recovery. Water Industry Journal: Bringing you all the latest water news from around the UK* [online]. Newcastle upon Tyne: Water Industry Journal, 2016 [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <http://www.waterindustryjournal.co.uk/speed-friendliness-and-service-recovery>
- [85] WATER INDUSTRY JOURNAL. *Southern Water transforms its customer service. Water Industry Journal: Bringing you all the latest water news from around the UK* [online]. Newcastle upon Tyne: Water Industry Journal, 2016 [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <http://www.waterindustryjournal.co.uk/southern-water-transforms-customer-service>
- [86] CONSUMER COUNCIL FOR WATER. *Satisfaction with value for money of tap water reaches five-year high. Consumer Council for Water: The Water Watchdog, representing all water users in England and Wales* [online]. Birmingham: Consumer Council for Water, 2016 [cit. 2018-11-28]. Dostupné z: <https://www.ccwater.org.uk/blog/2016/06/28/satisfaction-with-value-for-money-of-tap-water-reaches-five-year-high/>

- [87] WATER INDUSTRY JOURNAL. Which? report reveals Scotland's water industry is 'the most trusted sector'. *Water Industry Journal: Bringing you all the latest water news from around the UK* [online]. Newcastle upon Tyne: Water Industry Journal, 2016 [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <http://www.waterindustryjournal.co.uk/report-reveals-scotlands-water-industry-trusted-sector>
- [88] RUČKA, J. Vysoké učení technické. Fakulta stavební. Ústav vodního hospodářství obcí. *Hydraulický simulační model vodovodu města*. 2017.
- [89] VODOVODY A KANALIZACE VSETÍN, A.S. *Výroba a dodávka pitné vody* [online]. 2018 [cit. 2018-11-20]. Dostupné z: <https://www.vakvs.cz/pitna-voda/vyroba-a-dodavka-pitne-vody/>
- [90] VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ. *Řešení jakosti pitné vody ve vodovodních sítích* [online] [cit. 2018-11-20]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/vav/projekty/detail/28890>
- [91] RAJNOCHOVÁ, M., J. RUČKA, T. SUCHÁČEK, J. NOVÁKOVÁ a M. KORABÍK. Možnosti řešení nevyhovující jakosti pitné vody v úsecích vodovodní sítě ohrožených stagnací. In *Pitná voda 2018*. České Budějovice: W&ET Team, doc. Ing. Petr Dolejš, CSc., 2018. s. 261–264. ISBN: 978-80-905238-3-8.
- [92] KORTH, A. a B. WRICKLE. Entwicklung und Überprüfung einer Strategie zur Ablösung der chemischen Desinfektion bei Sicherung mikrobiologisch stabiler Verhältnisse im Leitungsnetz. In *Abschlussbericht zum DVGW-Forschungsvorhaben W 18/00*, 2004.
- [93] KOŽÍŠEK, F., A. KORTH, H. JELIGOVÁ, J. ŠAŠEK, P. PUMANN, R. NITSCHKE. Distribuce pitné vody bez zbytkové chemické dezinfekce: zdůvodnění, strategie a případová studie. *SOVAK – Časopis oboru vodovodů a kanalizací*. 2014, **(23)**12, s. 10–14. ISSN 1210-3039. Dostupné také z: <https://www.sovak.cz/sites/default/files/2018-10/Sovak121472.pdf>

SEZNAM TABULEK

Tab. 2.1 Mikrobiologické a biologické ukazatele a jejich hygienické limity [9].....	14
Tab. 2.2 Minimální četnost odběrů vzorků pro typové vodovody	15
Tab. 3.1 Stupnice tvrdosti vody [72].....	27
Tab. 4.1 Přehled vodárenských společností v Anglii a Walesu s ohledem na stížnosti na 10 000 přípojek od roku 2011/12 do 2015/16 [83]	38
Tab. 5.1 Celková délka jednotlivých skupin potrubí podle materiálu a stáří potrubí (OC – ocel, LT – tvárná a šedá litina, PE – polyethylen, PVC – polyvinylchlorid, AC – azbestocement) [88]	43
Tab. 5.2 Délka jednotlivých profilů potrubí [88]	44
Tab. 5.3 Celková délka jednotlivých skupin potrubí podle DN a materiálu potrubí [m] (OC – ocel, LT – tvárná a šedá litina, PE – polyethylen, PVC – polyvinylchlorid, AC – azbestocement) [88]	45
Tab. 5.4 Stížnosti na kvalitu pitné vody – místo a datum odběru vzorku a zjištěné závady....	48
Tab. 5.5 Charakteristika problémových lokalit (LT – tvárná a šedá litina, PVC – polyvinylchlorid).....	52
Tab. 5.6 Výpis dimenze, materiálu a stáří materiálu potrubí na nejkratší trase z vodojemu (VDJ) po problémovou lokalitu (ID) (OC – ocel, LT – tvárná a šedá litina, PE – polyethylen, PVC – polyvinylchlorid)	53

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 3.1 Rozdělení obyvatelstva podle koncentrace hořčíku (Mg), vápníku (Ca) a celkové tvrdosti v dodávané pitné vodě (rok 2015) [12]	27
Obr. 3.2 Překročení limitní hodnoty pro chemické a fyzikální ukazatele jakosti pitné vody s MH v roce 2015 [12]	29
Obr. 3.3 Překročení limitní hodnoty pro chemické a fyzikální ukazatele jakosti pitné vody s NMH v roce 2015 [12]	30
Obr. 3.4 Překročení limitní hodnoty pro mikrobiologické a biologické ukazatele jakosti pitné vody v roce 2015 [12]	33
Obr. 4.1 Účastníci 11. mezinárodního benchmarkingového cvičení pořádaného EBC v roce 2017 [80]	35
Obr. 4.2 Stížnosti na dodávku pitné vody na 1000 připojených nemovitostí (2017) [80]	35
Obr. 4.3 Písemné stížnosti na vodárenské společnosti na 10 000 přípojek v Anglii a Walesu v roce 2015/16 a porovnání s rokem 2014/15 [83]	37
Obr. 5.1 Vodovod okresního města [68]	43
Obr. 5.2 Zastoupení materiálů podle délek potrubí (OC – ocel, LT – tvárná a šedá litina, PE – polyetylen, PVC – polyvinylchlorid, AC – azbestocement)	44
Obr. 5.3 Zastoupení dimenzí podle délek potrubí	45
Obr. 5.4 Umístění odběrů	47
Obr. 5.5 Počet a procentuální zastoupení jednotlivých závad	49
Obr. 5.6 Problémové lokality	51
Obr. 5.7 Materiál potrubí a stáří potrubí v problémových lokalitách (LT – tvárná a šedá litina, PVC – polyvinylchlorid)	59
Obr. 5.8 Maximální rychlost vody v potrubí v m/s v problémových lokalitách	59
Obr. 5.9 Stáří vody v problémové lokalitě	60
Obr. 5.10 Průměrný tlak v m v. sl. v problémových lokalitách	60

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

AC ...	azbestocement
CCWater ...	Consumer Council for Water (Rada spotřebitelů pro vodu)
č.o. ...	číslo odběru
ČSN ...	česká technická norma
DH ...	doporučená hodnota
DN ...	jmenovitá světlost [mm]
EBC ...	European Benchmarking Co-operation (Evropská benchmarkingová spolupráce)
EN ...	Evropská norma
GAU ...	granulované aktivní uhlí
IBNET ...	The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (Mezinárodní benchmarkingová síť pro vodárenské a sanitární služby)
ID ...	identifikátor problémové lokality
Is ...	Langelierův saturační index
IS PiVo ...	informační systém Pitná Voda
ISO ...	International Organization for Standardization (Mezinárodní organizace pro normalizaci), mezinárodní světová norma
IWA ...	International Water Association (Mezinárodní vodárenská asociace)
KTJ ...	kolonie tvořící jednotky
LT ...	litina
MH ...	mezní hodnota
MZe ...	Ministerstvo zemědělství
NMH ...	nejvyšší mezní hodnota
OC ...	ocel
PE ...	polyethylen
PK ...	počty kolonií
PVC ...	polyvinylchlorid
SIM ...	Service Incentive Mechanism (Motivační mechanismus služeb)
TP1 ...	tlakové pásmo 1
ÚV ...	úpravna vody
VaK ...	vodovody a kanalizace pro veřejnou potřebu
VDJ ...	vodojem
WHO ...	World Health Organization (Světová zdravotnická organizace)
ZF _n ...	formazínové nefelometrické jednotky
ZF _t ...	formazínové turbidimetrické jednotky

SUMMARY

The diploma thesis deals with the problem of complaints of drinking water users to the public water companies. The diploma thesis analyzes customer complaints about water quality comprehensively. These complaints are assessed to Czech legislation. Next, both the view of the customer and the view of the operator of the water supply system are presented. The customer justifies his judgment to water quality and safety by the subjective perception of water quality. This perception of water quality is influenced by a number of factors. The first is the organoleptic properties of water. Other factors include: recognizing risks, attitudes to water chemicals, water supply system-related aspects, previous water quality experiences, water quality information system and trust in water supply system operators. The issue of drinking water quality assessment and its observation within the whole water supply system is outlined in the part of the thesis with the attitude of the operator. Water quality complaints related indicators are associated with their nature, significance, effects on exceeding their hygiene limits and accessible corrective actions.

The thesis presents the possible ways of utilizing customers' complaints as indicators of the quality of customer services, which can be used in a comparison of water companies, benchmarking or to adjustment a contract between the owner of the infrastructure and its operator. Further, the thesis brings inspirational insights from abroad.

Within the practical part of the diploma thesis, the case study analyzes is performed. Users water quality complaints that have been received by the city's water supply operator over the last five years are used. The drinking water supply method is described and information on current research in the site is mentioned. Also, the evaluation documents used to analyze complaints about the quality of drinking water are presented. The analysis of complaints is compared to the simulation model. The problematic sites are identified and the probable causes of defects are presented.

The analysis of complaints did not confirm the assumption that defects and associated complaints about the quality of drinking water occur only in sections of metallic materials, small pipe dimensions or in high water age section. In the middle of the cases, the defects appeared on sections with very low water velocity or at end sections of the pipeline. One of the frequent causes of defects may be probably sediment in the pipeline, which indicates the lack of maintenance of the water supply system and insufficient controlled flushing.

Finally, it is necessary to focus more on the detailed study of sediment transport in the water supply network. In order to put the analysis of complaints into common practice, it is necessary to create and implement a unified complaints record system. Customer complaints can become a valuable source of information for water system operators. Water system companies should motivate customers to complain if they are not satisfied with the services of the operator and should exploit the full information potential of complaints.