



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

DOPADY KLESAJÍCÍ SPOTŘEBY VODY NA ČISTÍRNU ODPADNÍCH VOD

EFFECTS OF DECREASING WATER REQUIREMENTS AT WASTEWATER TREATMENT PLANT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

IRENA BENEŠOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR HLUŠTÍK, Ph.D.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště Ústav vodního hospodářství obcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Studenti Irena Benešová

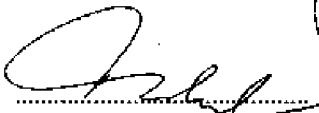
Název Dopady klesající spotřeby vody na čistírnu odpadních vod

Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Hlušík, Ph.D.

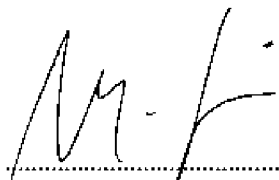
Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2013

Datum odevzdání bakalářské práce 30. 5. 2014

V Brně dne 30. 11. 2013


doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu




prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

- [1] MAYS, Larry. Stormwater collection systems design handbook. McGraw-Hill. 2001. ISBN 0-07-135471-9
- [2] Metcalf + Eddy: Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse, McGRAW-HILL, New York 1985
- [3] Grady, C.P.Leslie ; Daigger, Glen T. ; Love, Nancy G. ; Filipe, Carlos D.M. Biological Wastewater Treatment, Third Edition, IWA Publishing, 2011. 991 s. ISBN 9780849396793
- [4] Hlavínek P., Hlaváček J.: Čištění odpadních vod-praktické příklady výpočtů, ISBN 80-86020-00-2, NOEL 2000, Brno 1996
- [5] Van Bentsen a kol.: Membrane Bioreactors, Operation results of an MBR WWTP, STOWA, ISBN: 1843391732
- [6] Hlavínek P., Mičín J., Prax P.: Příručka stokování a čištění, ISBN 80-86020-30-4, NOEL 2000, Brno 2001
- [7] Sborníky Water Science and Technology, IWA Publishing
- [8] Vybraná čísla časopisů SOVAK a Vodní hospodářství vztahujícími se k uvedené problematice

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Bakalářská práce se bude zabývat důsledky a vlivy na čistírny odpadních vod, které způsobuje neustále klesající denní spotřeba vody na 1 obyvatele. V rámci práce student provede analýzu dat spotřeby vody u nás i ve světě s ohledem a dopady na hygienické minimum množství vody na obyvatele. Dále porovná rozdílné přístupy stanovení potřeby vody pro návrh technologických objektů čistírny odpadních vod.

Součástí práce bude statisticky zpracovaný dotazník, zabývající se možnými úsporami a znovuužitím pitné a šedé vody pro reprezentativní vzorek obyvatelstva.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

Ing. Petr Hlušík, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zaměřuje na vliv a důsledky klesající spotřeby vody na čistírnu odpadních vod. Práce se zabývá spotřebou vody v ČR i obecně ve světě, přičemž se zohlední dopad na hygienické minimum množství vody na obyvatele; zmíněny jsou příčiny klesající spotřeby vody a důsledky tohoto jevu na čistírnu odpadních vod, a následně řešení stávajících i nově navržených čistíren odpadních vod. V práci jsou porovnávány rozdílné přístupy ke stanovení potřeby vody pro návrh technologických objektů čistírny odpadních vod. Součástí práce je dotazník zaměřený na spotřebu pitné vody, její možné úspory a na znovuvyužití šedé vody. Dopady klesající spotřeby vody na čistírnu odpadních vod jsou předimenzované objekty na ČOV.

ABSTRACT

Bachelor thesis is aimed on impact and consequences of decreasing water consumption on wastewater treatment plant. The thesis concerns with water consumption in the Czech republic and generally in the world, while particular attention is paid to the hygienic minimum of water supplies to citizens; the causes of decrease of water consumption and its consequent impacts on wastewater treatment plant are mentioned, and further is discussed design of both present and new wastewater treatment plants. The thesis compares different existing approaches to indicate the specific need of water for technological objects of wastewater treatment plants. Part of the thesis was survey on water consumption, possibilities of water savings, and recycling of grey water. The overlarge objects of wastewater treatment plant are the result of decreasing water consumption.

KLÍČOVÁ SLOVA

Čistírna odpadních vod, odpadní voda, spotřeba vody, specifická spotřeba vody, cena za vodu, emisní limity, náklady na čistírnu odpadních vod, recyklace vody.

KEY WORDS

Wastewater treatment plant, wastewater, water consumption, specific water consumption, price for water, emission limits, wastewater treatment plant costs, recycling of water.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Irena Benešová *Dopady klesající spotřeby vody na čistírnu odpadních vod*. Brno, 2014. 81 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Petr Hlušík, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25.5.2014

.....

podpis autora

Irena Benešová

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji Ing. Petru Hlušíkovi za odborné vedení a cenné rady při zpracování bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala Markétě Uhrínové a Tiboru Uhrínovi za podnětné připomínky k jazykové a grafické úpravě práce.

OBSAH

1	ÚVOD.....	10
2	HISTORIE ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD.....	11
3	LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY	13
3.1	EVROPSKÁ UNIE.....	13
3.1.1	Směrnice ES 91/271/EHS	13
3.1.2	Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60 ES	14
3.2	ČESKÁ REPUBLIKA	14
3.2.1	Zákony	15
3.2.2	Nařízení vlády	16
4	SPOTŘEBA VODY	20
4.1	SPECIFICKÁ SPOTŘEBA VODY	26
5	KLESAJÍCÍ SPOTŘEBA VODY	29
5.1	PŘÍČINY KLESAJÍCÍ SPOTŘEBY VODY	30
5.1.1	Ekonomické důvody.....	30
5.1.1	Ekologické příčiny	49
5.2	DŮSLEDKY KLESAJÍCÍ SPOTŘEBY VODY	51
5.2.1	Snížení přítoku odpadní vody	52
5.2.2	Investice do dříve schválených projektů realizovaných v současnosti.....	55
5.2.3	Provozní náklady na čistírny odpadních vod.....	57
5.3	ŘEŠENÍ DOPADŮ KLESAJÍCÍ SPOTŘEBY VODY	61
5.3.1	Stávající čistírny odpadních vod	61
5.3.2	Nově navržené čistírny odpadních vod	62
6	ZÁVĚR.....	65
7	POUŽITÁ LITERATURA	67

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	77
SEZNAM TABULEK	78
SEZNAM OBRÁZKŮ	80

1 ÚVOD

Činnost člověka má ve všech ekosystémech dopad na všechny složky životního prostředí, včetně hydrosféry. Voda pokrývá více než 3/4 zemského povrchu a její objem je přibližně $1,5 \cdot 10^9 \text{ km}^3$. Největší část hydrosféry tvoří vody slané, tj. 97%, další 2 % jsou v ledovcích. Pouze 1% pitné vody je dostupné v řekách, jezerech a potocích, a to vše pro téměř 7 miliard lidí na světě. [73] Přestože spotřeba vody klesá, zásoby sladké vody se neustále snižují vlivem omezených zdrojů, špatného hospodaření a neuvědomování si nedostatku zásob pitné vody. Množství vody je také ovlivněno srážkami, kterých je v některých zemích velký nedostatek. V České republice jsou zdroje pitné vody z největší části závislé na atmosférických srážkách, neboť všechny toky odvádějí vodu na území sousedních států. Pro Českou republiku je tento stav z hlediska zásob pitné vody nepříznivý, proto má klesající spotřeba vody vzhledem k této situaci pozitivní dopad na přírodní zdroje pitné vody. Výrazněji by však množství pitné vody mohlo ovlivnit šetrnější hospodaření s vodou, tzn. větší využití šedých i dešťových vod, což by vedlo i k nižšímu zatížení čistírny odpadních vod.

Šetření pitné vody je spíše, než uvědomováním si snižujících se zásob pitné vody, ovlivněno rostoucí cenou za vodu. Cena se výrazně zvýšila v 90. letech minulého století, což vedlo k více než třetinovému rozdílu ve spotřebě vody. Růst ceny právě zapříčiňuje klesající spotřebu vody, ale také obsáhlé rekonstrukce vodovodních a stokových sítí. Z ceny vody je nutné zaplatit nájemné za provoz vodohospodářských sítí, což je položka, kterou vlivem spotřeby vody nelze přizpůsobovat. Ve srovnání např. s USA nebo se západní Evropou je stále cena za vodu výrazně nižší. Množství spotřeby vody ovlivňuje nejen její cenu, ale také čistírny odpadních vod, jež byly navrhovány na vyšší specifickou spotřebu. Tyto čistírny jsou tvořeny předdimenzovanými objekty, které spolu se strojním zařízením nejsou plně využity.

Ačkoliv má klesající spotřeba vody pozitivní vliv na stále nižší zásobu pitné vody, je třeba se jí zabývat s ohledy na čistírny odpadních vod. V práci se budu zabývat možným znovuužitím odpadní vody, dešťové vody a technologiemi jejich čištění, což je do budoucna velmi aktuální téma.

2 HISTORIE ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

První zmínky o existenci kanalizace sahají již k roku 2600 př. n. l. V mezopotámských a protoindických městech, především v chrámových komplexech, budovali speciální kanalizační systémy na odvádění odpadních vod. Ve městech Harapo a Mohendo jsou archeologicky doloženy koupelny i splachovací záchody, z nichž fekálie splachovaly do kanalizace. [5, 6]

Přibližně 1500 př. n. l. byla na Krétě vybudována trojitá oddílná kanalizace odváděná kamennou stokou do moře. Ve velkých starověkých metropolích byly kanalizace vybaveny mnohem dokonaleji, než ve hlavních městech ranně středověkých křesťanských států. V době Středověku se se zvyšujícím počtem obyvatel budovaly i víceposchoďové domy, ovšem hygiena zde nehrála žádnou významnou roli. Ve městech se odvod stok řešil podél dlážděných ulic otevřenými příkopy, do kterých se vlévalo vše co teklo. Běhali zde hlodavci a snadno se tak šířily nemoci jako cholera, tyfus a nepřímo i mor. Města nesnesitelně zapáchala, což postupně vedlo k postupnému stavění uzavřených kanalizací. První pokrok přišel až ve 13. století z Anglie, kde byl postaven dům s podzemním kanalizačním systémem včetně toalet a umýváren. [5, 6]

První zmínka o kanalizačním systému v Praze je z roku 1310, kdy byl odkanalizován dům hradčanského pobožníka v dnešní Nerudově ulici. V roce 1340 byl v Praze zaveden úřad čističe městských struh a roku 1660 bylo dobudováno odvodnění areálu jezuitské koleje v Klementinu. Byl zde použit systém proplachovací kanalizace, ovšem o systematickém odkanalizování můžeme hovořit až počátkem 19. století. V Evropě se začalo systematicky budovat až na přelomu 18. a 19. století. Největší problémy se znečištěním toků byly v Anglii, kde byla největší koncentrace obyvatelstva a průmyslu, což vedlo k vývoji čistírenských technologií. Královská komise pro čištění odpadních vod (Royal Commission on Sewage Disposal) byla založena roku 1898. Tato komise byla založena britskou vládou z důvodu zlepšení kvality vody v recipientech a následnému vývoji čistírenských postupů. Výsledkem je např. metoda doporučená r. 1908 pro hodnocení organického znečištění recipient stanovením BSK₅, či různé modifikace biofiltrů od periodicky pracujících s ponořovanou náplní až po kontinuální zkrápěné biofiltry. Pro vývoj čistírenství bylo důležité přijmout královské standardy pro vypouštění odpadních vod v r. 1912, tj. NL 30 mg/l a BSK₅ 20 mg/l včetně požadavku na nitrifikaci. Tento

britský královský standard (tzv. 30:20 standard) je určitým prototypem emisních standardů, používaných dnes v legislativě většiny států. [5, 9]

Významný pokrok ve vývoji čištění odpadních vod nastal roku 1914, kdy byl vynalezen aktivační proces. Vznik aktivačního procesu je spojen se jmény Ardern, Locket a Fowler, kteří pouze publikovali principy tohoto procesu. Přesto se však našla firma (Activated Sludge CO., Ltd.), co proces patentovala a jeho využívání vysoce zpoplatnila. Tím zabránila šíření aktivačních procesů mimo Anglii. Pro rozvoj stokování a čištění se především u nás zasloužila rodina Lindleyů. Otec Sir William Lindley, nar. 1808 v Londýně vybudoval kanalizaci pro mnohá města a jeho syn Sir William H. Lindley dokončoval některé otcovy projekty, a poté zaujal pozici stavebního rady a ředitele kanalizační kanceláře ve Frankfurtu nad Mohanem. Roku 1848 vyhlásilo zastupitelstvo hl. M. Prahy soutěž na projekt generálního řešení pražské kanalizace. Základním řešením bylo, aby všechny stoky (dešťové i splaškové) vedly podzemní kanalizací a odpadní voda byla vypouštěna do Vltavy mimo obvod města. Rada Lindley vyhodnocovala soutěž a dospěla k závěru, že žádný z pěti projektů nesplnil stanovené podmínky. Sir William H. Lindley sám předložil radě nabídku, že vypracuje vlastní projekt. A roku 1893 předložil městské radě vlastní návrh. Podstatou tohoto projektu bylo odvádět odpadní vody co nejrychleji a nejbezpečněji ven z obvodu města, kde se měly čistit před vypouštěním do Vltavy. Lindley vyprojektoval a nechal vybudovat čistírnu odpadních vod, která patřila k nejmodernějším na kontinentu. Technologií ČOV bylo mechanické čištění s možností intenzifikace jeho výkonu chemickým srážením. Tato stavba byla zprovozněna v červnu roku 1906. Praha se tak stala jednou z prvních metropolí na kontinentu vybavených nejen stokovou sítí, ale i odpovídajícím čištěním odpadních vod. Vývoj čistírenství se působením rady Lindleye posouvá dál. Roku 1910 je zprovozněn první zkrápěný biofiltr čistící odpadní vody z paláce Rádium v lázních Jáchymov. Ve stejné době je také uveden do provozu velký zemní filtr v Mariánských Lázních. Lindleyova čistírna fungovala asi dvacet let, poté musela být rozšířena, protože rostoucí město produkovalo více odpadních vod. Další modernizace nastala roku 1947, kdy už bylo zařízení zastaralé a zchátralé. Roku 1967 čistírna skončila a roku 1991 byl celý areál prohlášen za kulturní památku. [4, 5, 10, 11]

3 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY

Legislativa problematiky čištění odpadních vod v České republice se řídí předpisy jednak zákony České republiky a jednak je nutno dodržovat směrnici Evropské unie.

3.1 EVROPSKÁ UNIE

Po vstupu České republiky do Evropské unie byla přijata směrnice Rady ES o čištění městských odpadních vod, která je významným legislativním dokumentem v této oblasti.

3.1.1 Směrnice ES 91/271/EHS

Cílem směrnice je ochrana životního prostředí, respektive povrchových vod před nepříznivými účinky vypouštění městských odpadních vod a biologicky odbouratelných průmyslových vod. [46]

Směrnice Rady evropských společenství o čištění městských odpadních vod ze dne 21.5. 1991 91/271/EEC obsahuje 20 článků:

- Článek 1 určuje popis a cíle směrnice,
- Článek 2 směrnice obsahuje důležité názvoslovné pojmy (městské odpadní vody, splašky, průmyslové odpadní vody, aglomerace, primární čištění, kal, eutrofizace apod.),
- Článek 3 ukládá členským státům povinnost vybavit veškeré aglomerace s populačním ekvivalentem větším než 2000 sběrným systémem městských odpadních vod a určuje termíny této skutečnosti,
- Článek 4 udává termíny pro vybavení čistíren odpadních vod sekundárním čištěním a popisuje čištění odpadních vod ve vysokohorských oblastech,
- Článek 5 stanovuje přísnější podmínky pro citlivé oblasti tj. vodní útvary zasažené eutrofizací a vodní útvary určené pro odběry pitné vody,
- Články 6, 7 a 8 popisují čištění v méně citlivých oblastech a popisují možnost, kdy nemusí být tato čištění dodržena,
- Článek 9 se zabývá situací, kdy odpadní vody jednoho členského státu ovlivňují odpadní vody jiného členského státu,

- Článek 10 určuje, jak musí být městské čistírny odpadních vod budovány,
- Článek 11 popisuje čištění průmyslových odpadních vod,
- Článek 12 se zabývá recyklací odpadních vod,
- Článek 13 stanovuje podmínky pro vypouštění biologicky odbouratelných průmyslových vod,
- Článek 14 se zabývá znovuvyužitím čistírenského kalu,
- V Článku 15 je popsáno monitorování vypouštění odpadních vod a odstraňování kalů,
- Článkem 16 se členské státy zavazují k zveřejňování informací o zneškodňování odpadních vod,
- Články 17 – 20 udávají termíny, opatření, popisuje jednání komise a říká, komu je směrnice určena. [12, 46]

3.1.2 Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60 ES

Směrnice 2000/60 ES (rámcová směrnice o vodě) se zabývá ochranou vod a hospodaření s nimi. V první fázi jsou členské státy EU povinny určit a analyzovat evropské vody. Tyto vody jsou rozděleny dle povodí a oblastí povodí a následně jsou pro každý vodní útvar přijaty plány povodí a programy opatření. Cílem směrnice je prevence a omezování znečišťování, podpora udržitelného užívání vod, ochrana životního prostředí, zlepšení stavu vodních ekosystémů, také zmírnění účinků povodní a období sucha. Všechny vody v rámci společenství by měly do roku 2015 dosáhnout dobrého ekologického a chemického stavu. [75]

3.2 ČESKÁ REPUBLIKA

Legislativa v České republice v oblasti vodního hospodářství je dána jednak zákony, předpisy, nařízeními a vyhláškami a normami. Nejdůležitějším zákonem je zákon o vodách č. 254/2001 Sb., rozvedený v následující kapitole. Mezi nejvýznamnější nařízení patří NV 23/2011. Důležitými normami související s prací jsou: ČSN 75 6401 pro navrhování ČOV s počtem EO větším než 500, ČSN 75 6402 týkající se návrhu ČOV do 500 EO, norma ČSN 75 6403 obsahuje všeobecné návrhy ČOV. Vyhlášek v oblasti

vodních hospodářství je několik, např. vyhláška č. 393/2010 Sb. o oblastech povodí, vyhláška č. 123/2012 Sb. o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo vyhláška 428/2001 Sb., která v příloze č. 12 reaguje na snížení potřeby vody pro byty, administrativní a průmyslové budovy apod. [49, 76, 79]

3.2.1 Zákony

Nejdůležitějším zákonem je zákon o vodách č. 254/2001 Sb. (vodní zákon). Další předpisy, které souvisí s vodním hospodářstvím jsou např.: zákon o vodovodech a kanalizacích č. 274/2001 Sb., zákon o povodích č. 305/2000 Sb., zákon o odpadech 185/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů, který se týká kalového hospodářství. [5]

Zákon o vodách 254/2001 Sb.

Je zákon ze dne 28. června 2001 – zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). Zákon o vodách se skládá z jedenácti částí o třinácti hlavách. Zákon má za cíl *chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. Účelem tohoto zákona je též přispívat k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a k ochraně vodních ekosystémů a na nich přímo závislých suchozemských ekosystémů.* [47]

Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu 274/2001 Sb.

Zákon upravuje některé vztahy, které vznikají při rozvoji, výstavbě a provozu vodovodů a kanalizací sloužících veřejné potřebě, přípojek na ně, působnost orgánů územních samosprávných celků a správních úřadů na tomto úseku. Zákon se nevztahuje na vodovody a kanalizace s denní produkcí nižší než 10 m³ nebo je-li počet fyzických osob využívající vodovod či kanalizaci nižší než 50. [89]

Zákon vymezuje některé základní pojmy jako např. vodovod, kanalizace, provozování vodovodů a kanalizací, provozovatel vodovodu nebo kanalizace, vnitřní vodovod, vnitřní kanalizace.

Vodovod: *provozně samostatný soubor staveb a zařízení zahrnující vodovodní řady a vodárenské objekty, jimiž jsou zejména stavby pro jímání a odběr povrchové nebo podzemní vody, její úpravu a shromažďování. Vodovod je vodním dílem.* [89]

Kanalizace: *provozně samostatný soubor staveb a zařízení zahrnující kanalizační stoky k odvádění odpadních vod a srážkových vod společně nebo odpadních vod samostatně a srážkových vod samostatně, kanalizační objekty, čistírny odpadních vod, jakož i stavby k čištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizace. Odvádí-li se odpadní voda a srážková voda společně, jedná se o jednotnou kanalizaci. Odvádí-li se odpadní voda samostatně a srážková voda také samostatně, jedná se o oddílnou kanalizaci. Kanalizace je vodním dílem.* [89]

3.2.2 Nařízení vlády

Nařízení vlády vztahující se k dané problematice se věnují zejména zranitelným oblastem, např. nařízení vlády 23/2011 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění nařízení vlády č. 229/2007 Sb. nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu, ve znění nařízení vlády 448/2012 Sb. [5]

Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., 23/2011 Sb.

Vymezuje některé základní pojmy jako např.: městské odpadní vody, průmyslové odpadní vody, zdroj znečišťování, emisní standard, emisní limity, imisní standardy, které jsou definovány následovně [48]:

Emisní standard: Nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod. Tyto ukazatele jsou uvedené v tabulce 4.1.

Emisní limity: Nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod, které stanoví vodoprávní úřad v povolení vypouštění odpadních vod do vod povrchových.

Imisní standardy: Nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod v jednotkách hmotnosti, radioaktivity nebo bakteriálního znečištění na jednotku objemu.

Tabulka 3.1: Emisní standardy: přípustné hodnoty (p)³⁾, maximální hodnoty (m)⁴⁾ a hodnoty průměru⁵⁾ koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod v mg/l [51]

Kategorie ČOV [EO]	CHSK _{Cr}		BSK ₅		NL		N-NH ₄ ⁺		N _{celk}		P _{celk}	
	p ³⁾	m ⁴⁾	p ³⁾	m ⁴⁾	p ³⁾	m ⁴⁾	průměr ₅₎	m ⁴⁾	průměr ₅₎	m ⁴⁾	průměr ₅₎	m ⁴⁾
< 500	150	220	40	80	50	80	-	-	-	-	-	-
500 - 2 000	125	180	30	60	40	70	20	40	-	-	-	-
2 001 - 10 000	120	170	25	50	30	60	15	30	-	-	3	8
10 001 - 100 000	90	130	20	40	25	50	-	-	15	30	2	6
> 100 000	75	125	15	30	20	40	-	-	10	20	1	3

Kategorie ČOV uvedené v tabulce 4.1 jsou vyjádřeny v počtu ekvivalentních obyvatel. Ekvivalentní obyvatel je definován produkcí znečištění 60 g BSK₅ za den. N_{celk} je ukazatel zahrnující celkový dusík.

Tabulka 3.2: Emisní standardy: přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod (minimální procento úbytku) v procentech [51]

Kategorie ČOV [EO]	CHSK _{Cr}	BSK ₅	N-NH ₄ ⁺	N _{celk}	P _{celk}
< 500	70	80	-	-	-
500 - 2 000	70	80	50	-	-
2 001 - 10 000	75	85	60	-	70
10 001 - 100 000	75	85	-	70	80
> 100 000	75	85	-	70	80

Účinnost čištění uvedená v tabulce 4.2 je vztažena k zátěži na přítoku do ČOV.

NV 23/2011 stanovuje minimální roční četnost odběrů vzorků pro vypouštění odpadních vod pro jejich znečištění. Vzorky jsou rozděleny do třech typů [51]:

Typ A - dvouhodinový směsný vzorek získaný sléváním 8 dílčích vzorků stejného objemu v intervalu 15 minut,

Typ B - 24 hodinový směsný vzorek, získaný sléváním 12 objemově stejných dílčích vzorků odebíraných v intervalu 2 hodin,

Typ C - 24 hodinový směsný vzorek získaný sléváním 12 dílčích vzorků odebíraných

v intervalu 2 hodin o objemu úměrném aktuální hodnotě průtoku v době odběru dílčího vzorku.

Jsou zde uvedeny nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování odpadních vod a jejich použití. Dle zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezení znečištění, jsou nejlepší dostupné techniky definované jako *nejúčinnější a nejpokročilejší stadium vývoje technologií a činností a způsobů jejich provozování.* [52]

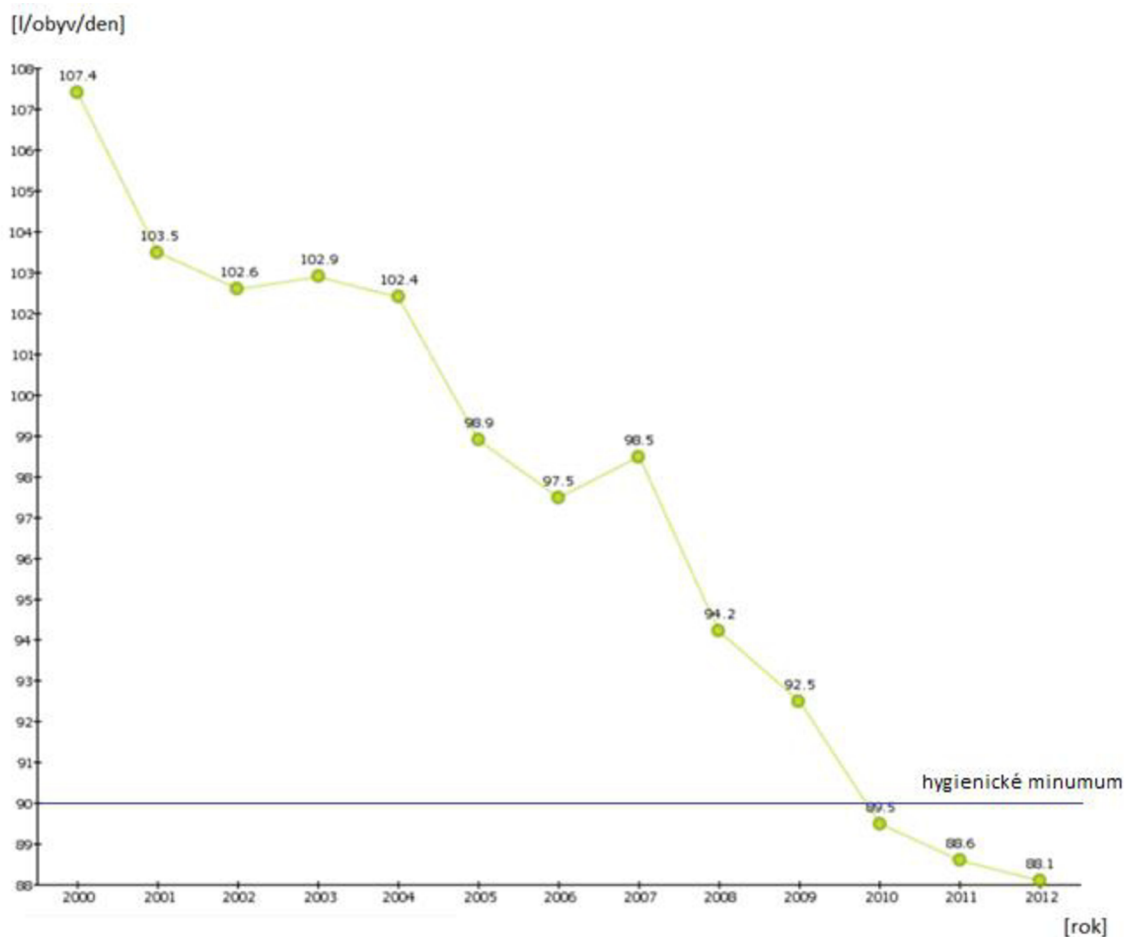
Tabulka 3.3: Dosažitelné hodnoty koncentrací a účinností pro jednotlivé ukazatele znečištění při použití nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování městských odpadních vod [51]

Kategorie ČOV [EO]	Nejlepší dostupná technologie	CHSK _{Cr}			BSK ₅			NL		N-NH ₄ ⁺			N _{celk}			P _{celk}		
		koncentrace		účinnost [%]	koncentrace		účinnost [%]	koncentrace		koncentrace		účinnost [%]	koncentrace		účinnost [%]	koncentrace		účinnost [%]
		p mg/l	m mg/l		p mg/l	m mg/l		p mg/l	m mg/l	prům mg/l	m mg/l		prům mg/l	m mg/l		prům mg/l	m mg/l	
< 500	Nizko až středně zatěžovaná aktivace nebo biofilmové reaktory	110	170	75	30	50	85	40	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500 - 2 000	Nizko zatěžovaná aktivace se stabilní nitrifikací	75	140	75	22	30	85	25	30	12	20	75	-	-	-	-	-	-
2 001 - 10 000	Nizko zatěžovaná aktivace se stabilní nitrifikací a se simultánním srážením fosforu + mikrosíta či jiná filtrace	70	120	80	18	25	90	20	30	8	15	80	-	-	-	2	5	75
10 001 - 100 000	Nizko zatěžovaná aktivace s odstraňováním nutriëntů + terciární stupeň včetně srážení fosforu eventuelně dávkování externího substrátu	60	100	80	14	20	90	18	25	-	-	-	12	25	75	1,5	3	80
> 100 000	Nizko zatěžovaná aktivace s odstraňováním nutriëntů + terciární stupeň včetně srážení fosforu, dávkování externího substrátu	55	90	85	10	15	95	14	20	-	-	-	10	16	75	0,7	2	85

4 SPOTŘEBA VODY

Zásobování obyvatelstva pitnou vodou, odvádění a čištění odpadních vod je důležitou součástí pro vedení kvalitního života v moderní společnosti. Tyto služby zároveň podmiňují i ekonomický a sociální rozvoj na lokální, regionální, státní a do určité míry mezistátní úrovni. [1]

Spotřeba vody se vyznačuje meziročním stálým poklesem. Pokles vody zapříčiňuje nedostatečné využití kapacit na výrobu pitné vody nebo předimenzovaná potrubí, v kterých je voda často dopravována desítky kilometrů se zdržením několika dnů. Graf představuje spotřebu vody, která se v letech 2000 – 2012 snížila o více než 19 l/obyv./den. V roce 2000 byla spotřeba vody 107,4 l/obyv./den, zatímco v roce 2012 už jen 88,1 l/obyv./den. Poslední údaj z roku 2013 je 87,9 l/obyv./den. [1, 3, 8]



Obrázek 1: Vývoj spotřeby vody v domácnostech, ČR [l/obyv./den] [8]

Pro srovnání celorepublikového průměru je v Praze zhruba o třetinu vyšší spotřeba vody, naopak v krajích s vyšším podílem venkovského obyvatelstva a malými průmyslovými odběrateli je spotřeba vody nejmenší (někdy i poloviční než ve městech). Na venkově je častější možnost využití užitkové vody z vlastních studní, potoka a rybníka, dále je možné zachycovat dešťovou vodu s využitím na praní, mytí, apod. Dalším z důvodů bývá pravidelný přesun obyvatel z venkova do měst za prací či vzděláním. [13, 14]

Hlavními faktory, které ovlivňují pokles spotřeby pitné vody jsou: klesající spotřeba vody v zemědělství a v průmyslu, zvyšující se cena za vodu, rozvoj individuálního zásobování, rekonstrukce stokových a vodovodních sítí, včetně vnitřních rozvodů a instalací v bytových domech. Faktory jsou rozepsány v kapitole „Klesající spotřeba vody“, kde se zaměřují především na cenu za vodu, což je dle mého názoru nejdůležitější faktor klesající spotřeby vody. [1]

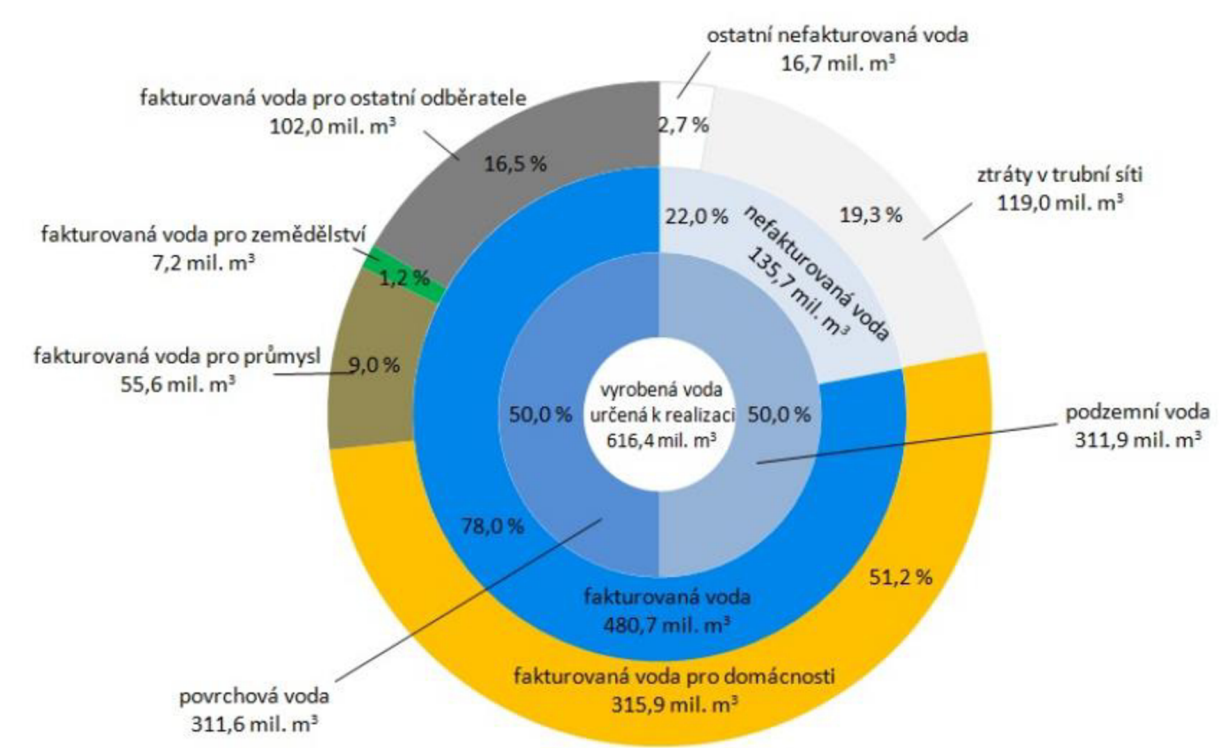
Snižováním množství vyrobené pitné vody se snižují ztráty vody ve vodovodním potrubí. V roce 2000 byly ztráty přes 25 % z celkového objemu vyrobené vody určené k realizaci, v roce 2012 představovaly 19,3 % z celkového objemu (viz graf). Na každého obyvatele se tedy v roce 2012 ztratilo 33 l vody. [7]



Obrázek 2: Ztráty vody ve vodovodní síti, ČR [%] [7]

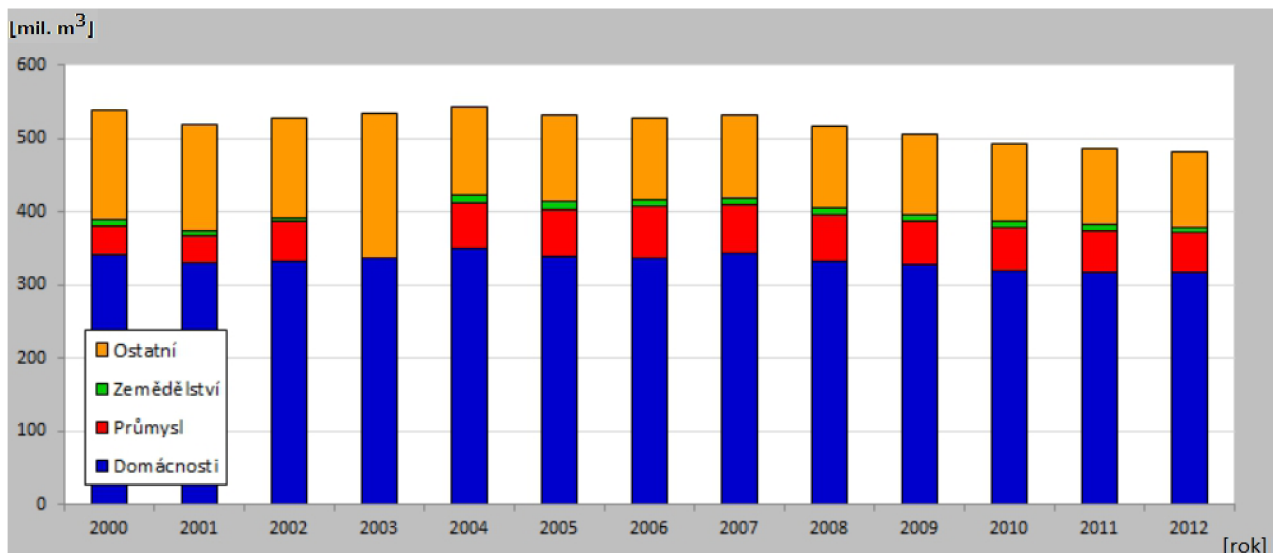
Na obrázku je znázorněno využití vyrobené vody určené k realizaci v roce 2012. Procentuální zastoupení představují množství z celkového objemu vyrobené vody

(623,5 mil. m³), z čehož 480,7 mil. m³ tvořila pitná voda vyfakturovaná domácnostem, průmyslu, zemědělství a ostatním uživatelům. [7]



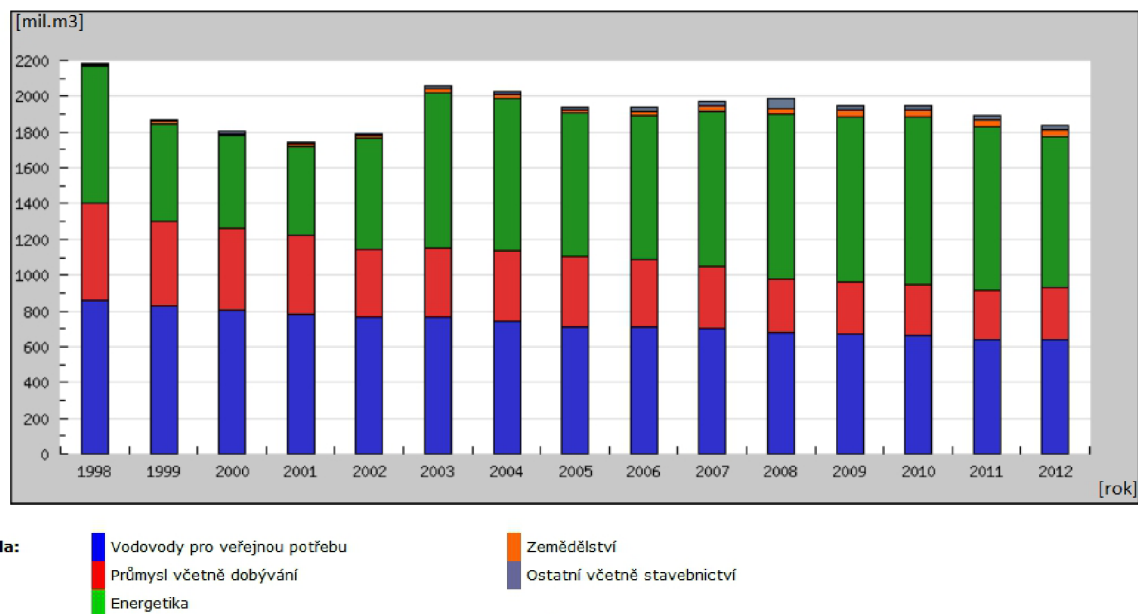
Obrázek 3: Využití vody, ČR, 2012 [mil m³] [7]

Současně vidíme (na obrázku č. 4) od roku 2007 kontinuální pokles fakturované pitné vody. Mezi lety 2007 a 2012 tento pokles činil rozdíl 9,6 %. Zatímco domácnosti trvale snižují odběry pitné vody již od roku 2004, v roce 2012 tvořil odběr domácnostem 65,7 % odběrů pitné vody (315,9 mil. m³). [7]



Obrázek 4: Struktura využití pitné vody, ČR, [mil. m³] [7]

Na následujícím grafu je znázorněn celkový odběr povrchové a podzemní vody v České republice. Významný pokles vody se projevil na začátku 90. let v důsledku zlepšení systému národního hospodářství, modernějších, tj. méně náročnějších na vodu, technologií a samozřejmě snižováním spotřeby v domácnostech. V roce 1998, kdy nejvyšší položkou odběrů představovaly vodovody pro veřejnou potřebu (860,1 mil. m³), činil celkový odběr 2184,6 mil. m³. V roce 2003 se nejvyšší položkou stala energetika. Rozdíl těchto položek nebyl tak markantní jako v roce 2012, kdy se odběry za energetiku vyšplhaly na 840,7 mil. m³ a naopak odběry vody klesly na 639,7 mil. m³. [7]



Obrázek 5: Celkové odběry vody jednotlivými odběrateli, ČR, [mil. m³] [7]

Celkové odběry jsou zřejmé z následujících tabulek. První tabulka představuje vývoj poklesu odběrů od roku 1998 – 2010, kdy pokles za 12 let je přibližně o 27 m³/obyv. Cílem státní politiky životního prostředí v návaznosti na Rámcovou směrnici Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES o vodní politice je snižování odběrů vody. Limit 170 m³/obyv. pro rok 2005 nebyl splněn. Je třeba tedy dále snižovat náročnost především energetického a průmyslového sektoru na vodu. Mimo jiné je důležité neustále zmiňované snižování úniků z vodovodní sítě a šetření veřejného sektoru. [45]

Tabulka 4.1: Odběry vody celkem na jednoho obyvatele [7, 45, 74]

Rok	Odběry vody na obyvatele [m³/obyvatel/rok]	Odběry vody celkem [mil. m³]
1998	212,20	2184,6
1999	181,84	1869,9
2000	175,67	1804,6
2001	170,04	1743,9
2002	175,65	1791,8
2003	201,61	2056,8
2004	198,69	2028,0
2005	189,51	1939,5
2006	188,60	1936,3
2007	190,77	1969,3
2008	190,75	1989,5
2009	185,68	1948,1
2010	185,50	1951,0
2011	179,70	1892,8
2012	175,03	1840,6

Z následující tabulky je patrné, že odběry vody přepočtené na jednoho obyvatele jsou ve srovnání s evropskými státy podprůměrné a dosahují 186 m³/obyv./rok. Problematické jsou především jihoevropské země, kde dosahují odběry okolo 700 m³/obyv./rok, ale zároveň je zde nedostatek vodních zdrojů. Poměrně velký podíl je využíván na zavlažování. [7]

Tabulka 4.2: Odběry vody, mezinárodní srovnání za poslední dostupný rok [m³/obyv.] [7]

Země	Odběr vody [m³/obyv./rok]	Rok
Malta	76,0	2009
Lotyšsko	93,0	2007
Lucembursko	95,0	2009
Dánsko	120,0	2009
Slovensko	128,0	2007
Irsko	169,0	2007
Česká republika	186,0	2009
Kypr	231,0	2009
Švédsko	289,0	2007
Polsko	302,0	2009
Finsko	312,0	2005
Rumunsko	320,0	2009
Německo	392,0	2007
Rakousko	460,0	1999
Slovinsko	464,0	2009
Francie	498,0	2007
Maďarsko	541,0	2008
Belgie	587,0	2007
Nizozemsko	647,0	2008
Španělsko	717,0	2008
Litva	720,0	2009
Itálie	738,0	1998
Bulharsko	805,0	2009
Řecko	854,0	2007
Estonsko	1036,0	2009
Portugalsko	1097,0	1998

4.1 SPECIFICKÁ SPOTŘEBA VODY

Specifická spotřeba vody je průměrná spotřeba vody v celé republice přepočtená na jednu osobu a jeden den, přičemž tento pojem zahrnuje také vodu spotřebovanou v průmyslu. [2]

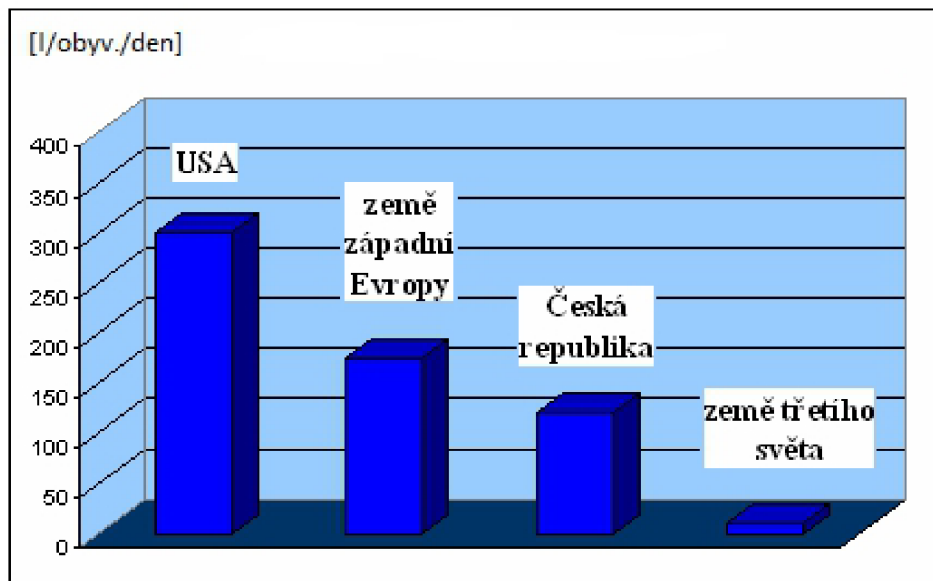
Vývoj specifické spotřeby je po roce 1990 jiný, než se očekávalo. V historii, s rozvojem vodovodů v obcích, její spotřeba stoupala. Nejvyšší spotřeba vody byla v období socialismu, kdy se cena určovala plánovaným hospodářstvím a neodrážela skutečné náklady vodáren. Cena byla zanedbatelná, čímž docházelo k velkému plýtvání vody. V období po roce 1990, kdy se cena vody tvořila na základě skutečných nákladů, začala

specifická spotřeba vody opět klesat. I nadále očekáváme pokles specifické spotřeby vody, jelikož nás k tomu tlačí stále se zvyšující cena vodného i stočného. V tabulce 4.3 je znázorněn vývoj specifické spotřeby vody v Praze a v Brně od roku 2000. Spotřeba vody v Praze byla v roce 2000 o 14 l/obyv./den vyšší než v Brně, zatímco v roce 2013 se hodnoty specifické spotřeby vody těchto měst téměř vyrovnaly - rozdíl činí pouze 2 l/obyv./den. [2, 15, 77, 78]

Tabulka 4.3: Vývoj specifické spotřeby vody v Praze a v Brně, [l/obyv./den] [77, 78]

Rok	Specifická spotřeba vody v Praze [l/obyv./den]	Specifická spotřeba vody v Brně [l/obyv./den]
2000	143	129
2001	138	124
2002	135	119
2003	137	121
2004	131	120
2005	127	116
2006	129	116
2007	127	117
2008	122	116
2009	115	114
2010	104	113
2011	112	112
2012	109	111
2013	111	109

Pro představu uvedu příklady specifické spotřeby vody pro některé státy. Data v následující tabulce jsou uvedena v [l/obyv./den]. Nejvyšší specifická spotřeba je v USA, kde dosahuje až 300 l/obyv./den. Další v pořadí jsou vyspělé západoevropské země se specifickou spotřebou 150 – 200 l/obyv./den. Česká republika se pohybuje okolo 112 l/obyv./den. Výrazně nejnižší jsou se spotřebou země třetího světa, kde spotřeba dosahuje pouze 10 l/obyv./den, přičemž hygienické minimum je podle odborníků 90 l/obyv./den. [2, 15, 16, 77, 78]



Obrázek 6: Mezinárodní srovnání specifické spotřeby vody, [l/obyv./den][50]

5 KLESAJÍCÍ SPOTŘEBA VODY

Klesající spotřeba vody je zapříčiněna především ekonomickými důvody, z kterých můžeme vyvodit některé další souvislosti např. používání úsporných spotřebičů, využívání dešťové vody nebo využívání vlastních zdrojů pitné vody. Tyto a některé další důvody uvedu v následující kapitole. Klesající spotřeba vody má taktéž důsledky negativní – zejména na čistírny odpadních vod, ale i pozitivní – na přírodu. Důsledky klesající spotřeby vody a možnosti jejího řešení podrobněji rozvedu v kapitole 5.2 respektive 5.3. [13]

V rámci práce jsem prováděla průzkum týkající se spotřeby vody, možnými úsporami a znovuužitím šedé vody. Průzkum byl prováděn formou dotazníku, na jehož základě byly zjištěny různé přístupy ke spotřebě vody s ohledem na respondentovo bydliště, věk, vzdělání. Jako rozhodující faktor se ukázal také příjem a snaha šetřit vodou z důvodu nedostatku zásob pitné vody. K možným faktorům klesající spotřeby vody zahrnu odpovědi 397 lidí, z nichž 242 zastupují ženy a 155 muži. Zmíním bydliště podle počtu obyvatel a věkové zastoupení, které výrazně ovlivňuje manipulaci s vodou (viz tabulka č. 5.1 a 5.2). Výzkum byl rozeslán elektronickou formou pomocí sociální sítě a e-mailů občanům České republiky.

Tabulka 5.1: Zastoupení respondentů v obcích s různým počtem obyvatel [zdroj: Benešová]

Počet obyvatel	[%]
do 500	14
500 - 2000	18
2 000 - 10 000	15
10 000 - 20 000	7
20 000 - 100 000	11
nad 100 000	36

Tabulka 5.2: Zastoupení respondentů dle věku [zdroj: Benešová]

Věk	[%]
10 - 18 let	2
19 - 30 let	30
31 - 45 let	25
46 - 65 let	28
66 let a více	15

5.1 PŘÍČINY KLESAJÍCÍ SPOTŘEBY VODY

Příčiny klesající spotřeby vody můžeme rozdělit na ekonomické a ekologické.

5.1.1 Ekonomické důvody

V 90. letech minulého století výrazně stoupla cena vodného i stočného, což vedlo k velkému poklesu spotřeby vody. V důsledku nedávné ekonomické krize si lidé více uvědomují cenu a šetří i s vodou. Zatímco cena vody v roce 1990 byla 80 haléřů za m³, nyní se cena vody pohybuje kolem 82,70 Kč za metr krychlový. K tomuto faktu je třeba zmínit průměrný plat, který byl v roce 1990 3 286 Kč a v roce 2013 26 637 Kč. Díky modernějším technologiím se snížení spotřeby vody projevuje také v průmyslu a zemědělství. [13, 17, 18]

Protože cena vody je hlavní příčinou, proč se snižuje spotřeba vody, uvedu v následující kapitole skladbu ceny za vodu a její vývoj.

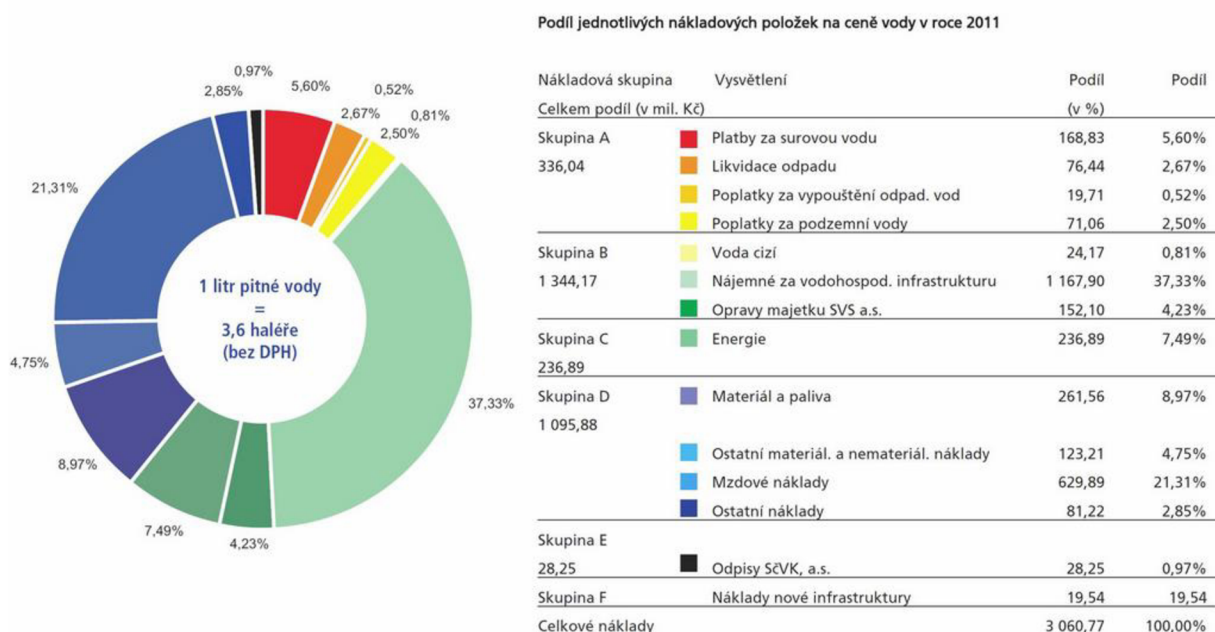
Určení ceny za vodu

Cena za vodu se uvádí pro celý svět v USD. Cena za vodu se skládá ze dvou složek, které jsou označovány jako vodné a stočné. Jako vodné označujeme poplatek za distribuci a odběr vody, stočné je platba za odvod odpadních vod a jejich vyčištění. [24]

Cena vody v České republice je každý rok závislá na cenovém výměru Ministerstva financí ČR. Cenový výměr obsahuje předpisy, které upřesňují náklady, jenž mohou být započteny do oprávněných nákladů a které naopak nemohou. Oprávněné náklady se podílejí asi 40% podílem do celkové ceny za vodu. Jsou to odpisy, které slouží na obnovu kanalizací, vodovodů apod. V ceně vody jsou zahrnuty i běžné opravy, použití chemikálií včetně laboratorních výzkumů nebo spotřeba energie, mzdy, různé služby, nákup vody z dostupných zdrojů nebo poplatky za vypouštění odpadní vody. Tyto nákladové položky neustále rostou. Zisk se dále společně s odpisy investuje do obnov a rozvoje vodohospodářství. Cena vody se skládá také z fixních nákladů, což je platba nájmu za provoz vodohospodářských sítí. Tento náklad tvoří významný podíl, který i při poklesu výroby a spotřeby vody nelze výrazně snižovat. Konečná cena vody je také určena DPH, v každé oblasti závislá na stavu kanalizací, vodovodů, na množství spotřebované vody a také na její dostupnosti. Cenu vodného a stočného zvyšují taktéž černé odběry.

V neposlední řadě je zvýšení ceny vody zapříčiněno dlouhodobým poklesem spotřeby pitné vody. [23, 25]

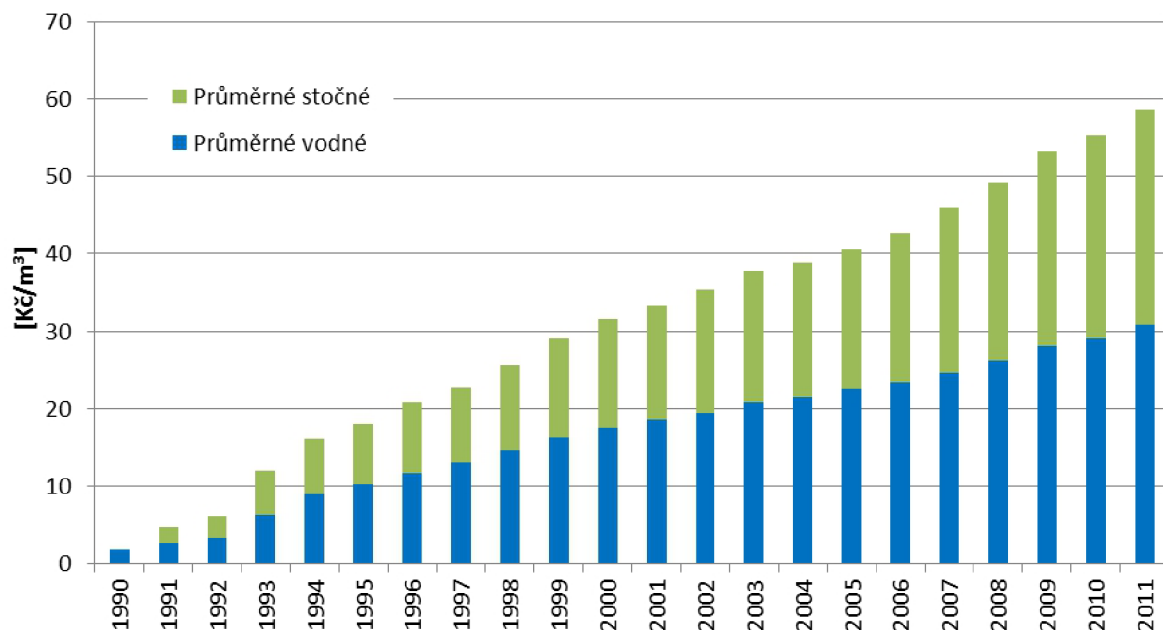
Jednotlivé položky podílející se na ceně vody jsou patrné z následujícího grafu. Je vidět procentuální zastoupení každé části z ceny vody v roce 2011 (zdroj je Severočeská vodárenská společnost). Položky jsou rozděleny do 6 skupin, kde nejvyšší podíl na ceně vody je položka ve skupině B – nájemné za vodohospodářskou infrastrukturu (tvoří 37,33 % celkové ceny), dále je to položka ve skupině D - mzdové náklady (tvoří 21,31 % celkové ceny). [26]



Obrázek 7: Podíl jednotlivých nákladových položek na ceně vody, 2011 [%] [26]

Cena za vodu v České republice

Od roku 1990 cena za vodu v České republice vzrostla přibližně dvanáctkrát (při porovnání současného a tehdejšího platu). V ČR je průměrná cena vodného za m³ asi 43,42 Kč, stočné se pohybuje okolo 39,28 Kč za m³. Pro vývoj ceny v ČR uvedu graf, (obr. č.8) který popisuje zvyšující se cenu za vodu od roku 1990, do roku 2011. [27, 28, 29]



Obrázek 8: Vývoj ceny vody – průměrné ceny pro vodné a stočné, ČR [Kč/m³] [8]

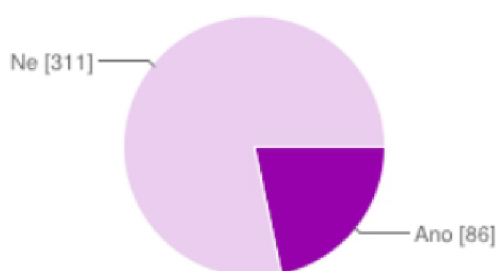
Pro srovnání vody v ČR je nejdražší voda v okolí Tábora (100 Kč za m³), Sokolova (94 Kč za m³). V Turnově, Liberci a Ústí nad Labem je cena za m³ 90 Kč. Naopak nejlevnější voda je v Litomyšli, kde stojí m³ necelých 53 Kč. Levnější voda je také v obcích ležících v údolí. Tyto obce mají zásoby pitné vody v horách, ze kterých gravitačně čerpají vodu. [27, 28]

Cena za vodu ve světě

Jestliže máme cenu za vodu v ČR srovnat se světem, je stále podprůměrná. V západní Evropě je cena za dodávku vody výrazně vyšší. Konkrétně v Dánsku je voda nejdražší. Lidé tam zaplatí asi 8,83 USD (175,7 Kč) za m³. Dále pak ve Francii zaplatí za vodné 3,58 USD (71,25 Kč), v Německu 3,12 (62,09 Kč). Země mimo Evropu mají vodné mnohem levnější, např. v Austrálii, lidé za vodné zaplatí 1,8 USD (35,82 Kč), v Indii se za metr krychlový platí jen 0,08 USD (1,59 Kč). Lidé v Irsku mají dodávky pitné vody zdarma, zatímco ve Velké Británii je to 2,2 USD (43,78 Kč) nebo v Austrálii 1,73 USD (34,43 Kč) na m³. Nejlevnější stočné je v Mexiku nebo v Číně v Indii a v Dánsku je stočné zdarma. [30, 31]

Vlastní zdroje pitné vody

Stále více lidí využívá vlastní zdroje pitné vody. Podle průzkumu Národního referenčního centra pro pitnou vodu při Státním zdravotním ústavu se trvale zásobovalo (na konci 90. let) pitnou vodou 1,44 milionů obyvatel. Nejčastěji to bylo v kraji Středočeském, Východočeském a Jihomoravském. Často lidé začínali využívat tuto vodu i jako užitkovou. Důvodem pro vlastní zdroj pitné vody byla nejčastěji vysoká cena upravené vody nebo nepřítomnost vodovodu. V České republice má studnu asi 14 % lidí, což je o 8 % méně, než vidíme na následujícím grafu již zmiňovaného průzkumu. Bylo zjištěno, že většina lidí mající vlastní zdroj vody žije v obcích ve velikosti 500 – 2000 obyvatel. [25]



Obrázek 9: Zastoupení lidí s vlastním zdrojem vody [zdroj: Benešová]

Je třeba rozlišit situace, kdy je vlastní zdroj výhodnější a kdy nikoliv. Vodovod bereme jako variantu zajištěné dodávky potřebného množství a kvality vody. Problémy nastávají při poruchách vodovodního řadu. Dále je nutná chlorace pro hygienické zabezpečení pitné vody, naopak však způsobuje částečnou degradaci chuťové a pachové kvality vody. Důsledkem chlorace mohou vznikat sekundární produkty jako haloformy, chloroacetové kyseliny a další látky. Voda obsahující chlor působí nepříznivě na dětskou pokožku a pokožku osob s ekzematickým onemocněním. [32]

Podzemní vody mohou být kontaminovány v blízkosti průmyslových objektů, vojenských prostorů, letišť, čerpacích stanic pohonných hmot, nezabezpečených skládek odpadů i v místech, kde není znám původní zdroj znečištění. I přesto, že po roce 1989 došlo k razantnímu poklesu používaných umělých hnojiv v zemědělství, je nutné dávat pozor na oblasti s intenzivním zemědělským hospodařením. V minulosti docházelo díky nekázní nebo nevědomosti ke znečištění životního prostředí nebezpečnými organickými látkami jako jsou např. pohonné hmoty, rozpouštědla, oleje, barvy apod. Přírodním zdrojem

znečištění podzemních vod může být i zvýšený obsah radonu, který je v místech ČR poměrně častým jevem. [32]

V případech hromadného zásobování, jsou pro vodovody realizovány precizní hydrogeologické průzkumy a posudky, které prověřují množství a kvalitu; u vlastních zdrojů podzemní vody obvykle tyto spolupráce odborníka chybí. Na konci 90. let byl proveden průzkum, který ukázal, že téměř 90 % studní nevyhovuje minimálně v jednom ukazateli. O zdravotní závadnosti lze hovořit přibližně u 60 - 70 % studní. [32]

Jestliže máme zájem o vlastní zdroj pitné vody, měli bychom nechat odborně posoudit hydrogeologické poměry a charakteristiky, což jsou např. hloubka podzemní vody, hydrogeologická stavba zájmového území, hydraulické propustnostní parametry prostředí podzemních vod. Dále je třeba vyřešit individuální zdroj pitné vody z právního hlediska a uvědomit si, že i tento zdroj není úplně zdarma. [32]

Úsporné spotřebiče

V dnešní době jsou spotřebiče různých kategorií. U nových praček a myček výrobci snižují nejen energetickou náročnost, ale i spotřebu vody. [33]

Z grafu je patrné, že 82 % lidí vlastní doma šetrné spotřebiče (pračku nebo myčku) na spotřebu vody. Zbýlých 18 % jsou lidé žijící převážně v podnájmu, kteří nejsou finančně motivováni k šetření vody.



Obrázek 10: Zastoupení lidí s šetrnými spotřebiči v domácnosti [zdroj: Benešová]

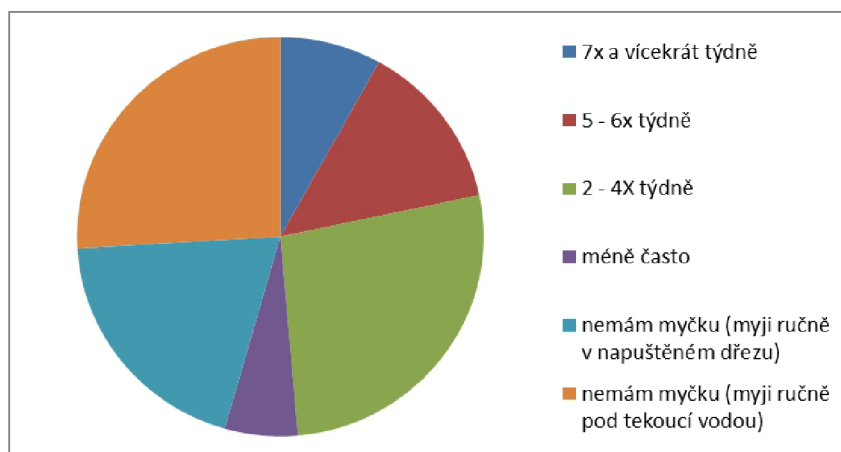
Z následujícího grafu je patrné, že většina lidí (69 % ze zkoumaného vzorku) berou při nákupu nového spotřebiče v potaz spotřebu vody.



Obrázek 11: Zastoupení lidí, kteří berou v potaz spotřebu vody při nákupu nového spotřebiče [zdroj: Benešová]

Myčka na nádobí

Umývání nádobí v myčce je úspornější, než pod tekoucí vodou. Za mycí cyklus se nejčastěji se spotřebuje 14 - 17 l vody. Srovnatelné je umývání ve dvou napuštěných dřezech, kdy je spotřeba vody cca 15 l. Zatímco umýváním nádobí pod tekoucí vodou je o 3-9 Kč na jedno umytí dražší. Spotřeba vody může dosáhnout 50 - 60 l vody při umývání stejného množství nádobí jako v myčce. Je možné využít čisticí prostředky ve dřezu s následným opláchnutím pod tekoucí vodou, což představuje spotřebu 20 l na stejnou sadu nádobí. Četnost používání myčky vidíme na následujícím grafu. [8]



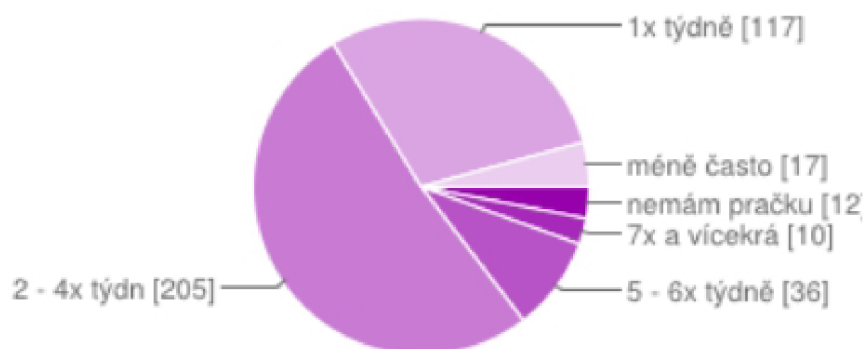
Obrázek 12: Četnost používání myčky [zdroj: Benešová]

Tabulka 5.3: Četnost používání myčky, [%] [zdroj: Benešová]

Četnost používání myčky	[%]
7x a vícekrát týdně	8
5 - 6x týdně	14
2 – 4x týdně	27
méně často	6
nemám myčku (myji ručně v napuštěném dřezu)	20
nemám myčku (myji ručně pod tekoucí vodou)	26

Pračka

Úsporná pračka spotřebuje 40 l, což znamená oproti starší pračce úsporu 20-50 l, tj. 1-2,3 Kč na jedno praní za studenou vodu. Pračky kombinované se sušičkou mají spotřebu vody až 90 l, jelikož je buben chlazen tekoucí vodou. Důsledným tříděním prádla i naplněním pračky neplýtváme tolik vodou. Četnost používání pračky je patrná z následujícího grafu. Přes 50 % lidí používá pračku 2 – 4 týdně (viz tabulka č. 5.4). Dnes již každá domácnost vlastní pračku, pouhé 3 % lidí (všichni studenti) odpovědělo, že nemá pračku. [8]



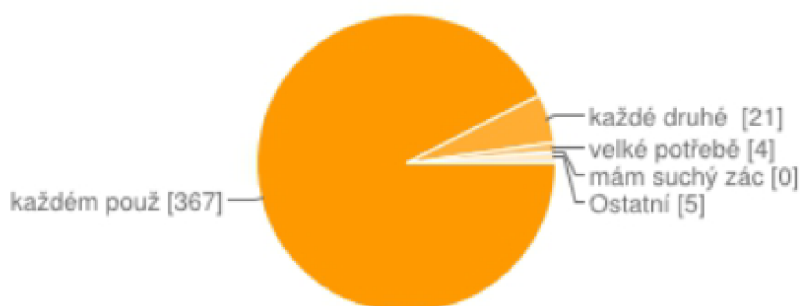
Obrázek 13: Četnost používání pračky [zdroj: Benešová]

Tabulka 5.4: Četnost používání pračky, [%] [zdroj: Benešová]

Četnost používání pračky	[%]
7x a vícekrát týdně	3
5 - 6x týdně	9
2 - 4x týdně	52
1x týdně	29
méně často	4
nemám pračku	3

Toaleta

Používáním úsporných splachování lze ušetřit 1 až 8 l na jedno spláchnutí, tj. 1000 Kč za rok při osmi spláchnutích za den, což znamená 2 až 6 l u úsporných spotřebičů oproti 7 až 10 l u starších WC. Existuje také duální splachovací režim, kde rozlišujeme malé a velké spláchnutí (3 a 6 l). Automatický WC stop umožní regulaci objemu spláchnutí (voda teče pouze, pokud držíme splachovadlo v rozmezí 2 až 10 l). Při protékání WC můžeme způsobit navýšení spotřeby vody až o pětinu. Na otázku: „Jak často splachujete záchod?“ odpovědělo 5 % respondentů, že splachují záchod po každé druhé malé potřebě. Většina těchto odpovídajících jsou převážně ženy z obcí nad 100 000 obyvatel. 1 respondentka odpověděla, že splachuje záchod i vodou z vany. [8]



Obrázek 14: Četnost používání WC [zdroj: Benešová]

Tabulka 5.5: Četnost používání WC, [%] [zdroj: Benešová]

Četnost používání WC	[%]
každém použití	92
každé druhé (malé) potřebě	5
velké potřebě	1
mám suchý záchod	0,5
ostatní	0,5

Využívání dešťové vody na zalévání

Využitím dešťové vody lze ušetřit až 50 % pitné vody. Pitnou vodu je nutné využívat tam, kde s vodou přicházíme osobně do styku, což je vaření, mytí nádobí, tělesná hygiena. Dnes se nabízí několik možností využívání dešťové vody. [34]

Praní

U praní je dešťová voda výhodná v oblastech, kde je dostupná voda příliš tvrdá. Dešťová voda je měkká tzn., že lépe rozpouští prací prostředky, čímž sníží jejich spotřebu, nemá tendenci vytvářet vodní kámen. Dnes jsou pračky, které umožňují během praní kombinovat dešťovou a pitnou vodu. Podle výsledku studie Státního hygienického ústavu v Brémách nebyly zjištěny žádné rozdíly mezi praním prádla v pitné a dešťové vodě. [34]

Splachování

Při splachování je také výhodnější využívat dešťovou vodu, zvláště proto, že je měkká, takže nedochází k tvoření vodního kamene. Splachování WC vyžaduje velkou potřebu vody a není třeba využívat vodu vysoké kvality, proto je dešťová voda ideálním řešením. [34]

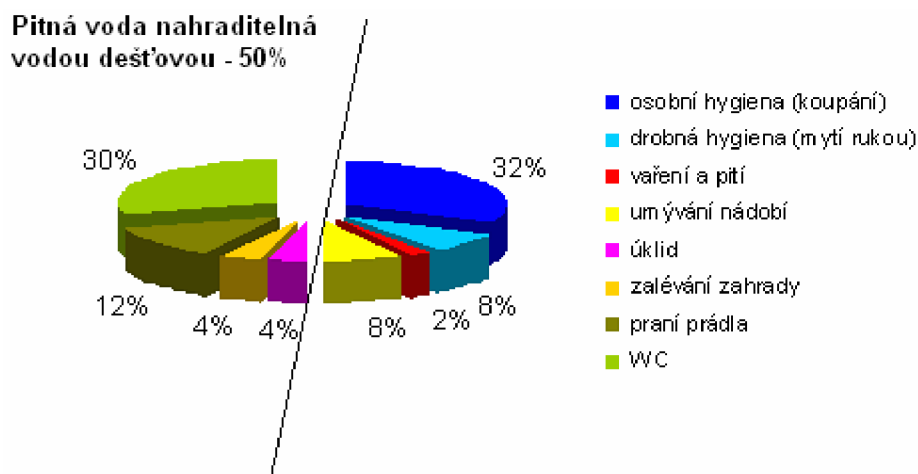
Údržba

Na údržbu (mytí aut) je ekonomicky výhodnější využívat dešťovou vodu. [34]

Zalévání

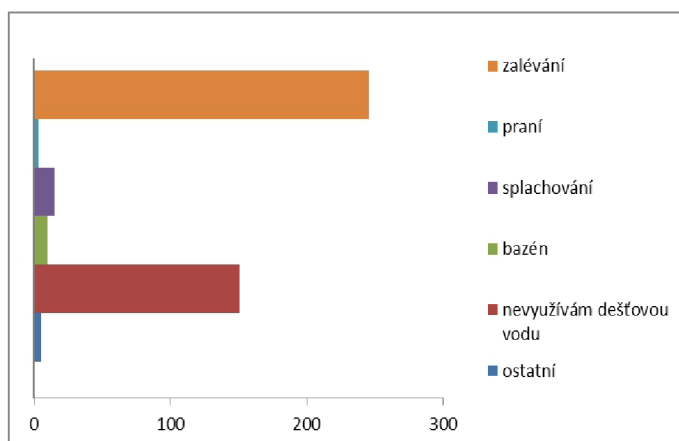
Zalévání dešťovou vodou je jednak úsporné, zároveň šetrné pro většinu rostlin. [34]

Na následujícím grafu je znázorněno, kolik pitné vody lze ušetřit při jednotlivých činnostech. Je zde však opomenuta voda na koupání, kterou je také možno nahradit vodou dešťovou. U dětí je však nutné dávat pozor na kontakt s vodou kvůli možnému napití.



Obrázek 15: Diagram ukázky množství možné náhrady pitné vody dešťovou vodou [%] [34]

Z průzkumu je patrné, že většina lidí využívá dešťovou vodu na zalévání. Je zde ale velká část, kdy lidé nevyužívají vůbec dešťovou vodu. Tito lidé jsou převážně z obcí s počtem obyvatel nad 100 000, popřípadě 10 – 20 000. Jsou zde i výjimky z menších obcí do 2000 obyvatel.



Obrázek 16: Zastoupení lidí využívající dešťovou vodu [zdroj: Benešová]

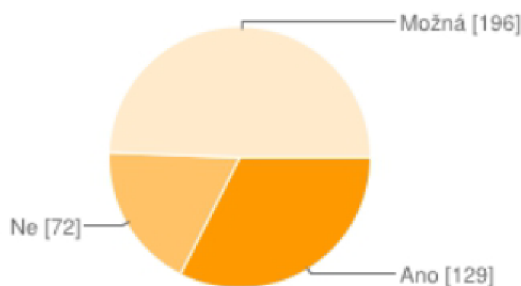
Tabulka 5.6: Zastoupení lidí využívající dešťovou vodu, [%] [zdroj: Benešová]

Zastoupení lidí využívající dešťovou vodu	[%]
zalévání	57
praní	1
splachování	3
bazén	2
nevyžívám dešťovou vodu	35
ostatní	1

Využití recyklované vody a technologie čištění

Recyklovaná voda je již vyčištěná odpadní voda, ze které byly odstraněny tuhé látky a některé další nečistoty. Vyčištěná voda je vypouštěna do povrchových toků a může být následně využita např. v zemědělství, při hašení požárů, splachování toalet, chlazení, zavlažování parků a hřišť, na tvorbu rekreačních nádrží, atd. Je třeba sledovat zejména přítomnost patogenů, těžkých kovů a zvýšená salinita vody. [19, 20]

Z průzkumu je patrný poměrně velký zájem o investování do technologie, která by umožnila znovuvyužití odpadní vody za účelem splachování, praní či zalévání.



Obrázek 17: Zájem o investici do dražší technologie pro znovuvyužití odpadní vody [zdroj: Benešová]

Technologie čištění komunálních a průmyslových odpadních vod

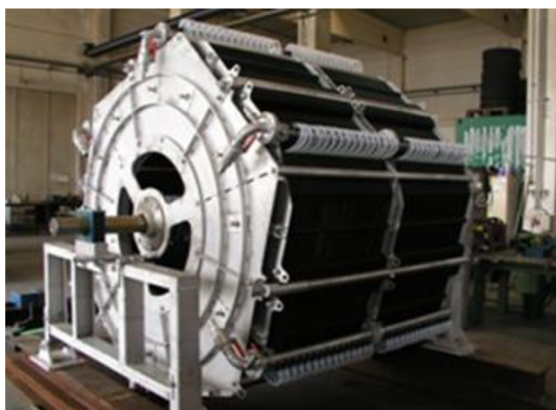
Membránové technologie se již běžně uplatňují jako doplněk stávajícího stavu čištění nebo jako zcela nový prvek. V Evropě jsou membránové procesy často používané na čištění odpadních vod v citlivých oblastech, tzn. technologií BAT. Technologie slouží na místo

čištění i k získávání cenných surovin jak pevné, tak kapalné fáze z vody. Vzhledem k přijatelné ceně jsou konkurencí biologickému a chemickému způsobu čištění. [19]

Membránová technologie je založena na biologickém čištění se separačním stupněm, který je tvořen membránami. Jde o biologickou čistírnu, kde je dosazovací nádrž nahrazena membránovou vestavbou umístěnou v aktivaci nebo samotném stupni za aktivací. Systém tedy nevyžaduje dosazovací nádrž a aktivace tak ušetří přibližně 70 % objemu. Po vyčištění je voda hygienicky natolik zabezpečená, aby se mohla používat i jako voda užitková, tzn. i na sprchování a koupání. V Austrálii nebo v Japonsku je recirkulace vody některých velkých hotelů přímo nařízená předpisy. Voda se zde vrací spotřebiteli rozvodem užitkové vody, tzn., že nevidí přímo souvislost s odpadní vodou, a tudíž nemají problém se svými subjektivními pocity. [19]

Recyklace vod měla být původně dominantním řešením především pro malé zdroje a lokality. Membránovou technologií jsou často řešeny lokality citlivých oblastí, tedy vypouštění do stojatých vod, vod určených k rekreaci, na lodích říčních i námořních nebo na horských chatách. [19]

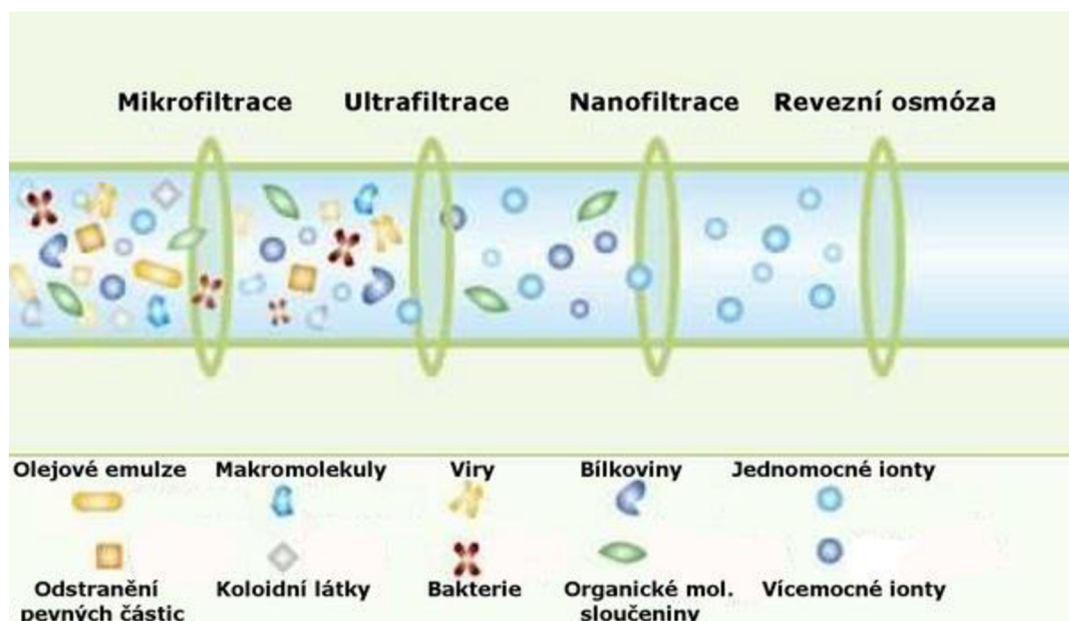
Použití membrán ve velkých čistírnách je ekonomické, což znamená konkurenci u dnešních klasických technologií.



Obrázek 18: Membránová vestavba dodávaná firmou ASIO, spol. s r.o. pro velké ČOV [19]

Podle účelu vyčištěné odpadní vody používáme různé stupně filtrace, které jsou znázorněny na obrázku č. 19. Pro běžné vyčištění odpadní vody používáme mikrofiltraci (látky větší než 0,1 mikrometru), která zachytí bakterii Coli obsaženou v odpadní vodě.

Nejvyšším stupněm je reverzní osmóza (látky o velikosti 0,1 – 1 nanometr), která umožní produkci destilované vody. Využívá se např. v lékařství. [21]



Obrázek 19: Struktura využití pitné vody, ČR, [mil. m³] [22]

Membránová technologie domovní čistírny

Po předčištění odpadní vody biologickým čištěním aktivovaným kalem je voda ve vznosu a průtokem přes pískový filtr, který vyčistí až 98 % nečistot, čerpána do prostoru s vlákny membránové mikrofiltrace. Membrány představují svazek dutých vláken z PP o tloušťce 1 mm. Na povrchu filtrů se vytváří biologické oživení, které působí i jako biologické a chemické dočištění. Voda, která prostoupí přes dutiny je naprosto čistá a je možno ji vypouštět do odtoku z čistírny nebo akumulovat pro další využití jako vody užitkové. Je možno napojit vyčištěnou vodu na rozvod užitkové vody a využít ji v domácnosti. Životnost je zajištěna předřazením pískového filtru a pravidelným automatickým čištěním tlakovým vzduchem z dmyhadla čistírny. Lhůta chemické regenerace je tak prodloužena na více než 12 měsíců. Provádí se při snížení průtočnosti membrán na 50 % naplněním zředěným roztokem louhu a následně zředěným roztokem kyseliny. Po použití se náplně vypustí zpět do přítokové nádrže, kde dojde k neutralizaci a vyčištění odpadními vodami. Chemická regenerace trvá 30-60 min. Membránovou mikrofiltraci po instalaci firmy TOPAS vidíme na obrázku č. 20. [21]



Obrázek 20: Membránová mikrofiltrace po instalaci [21]

Šedé vody

Šedá voda je komunální voda bez fekálií a moče, tedy voda z van, sprch, umyvadel, kuchyňských výlevků, myček nádobí a praček. Po úpravě lze tuto vodu znovu použít např. pro splachování WC, mytí podlah, zalévání zahrad apod. [43]

Legislativní požadavky na kvalitu šedých vod se již využívají v zahraničí, kde jsou vydány normy zabývající se systémy šedých vod včetně doporučení zaměřených na kvalitu a monitorování těchto vod. Proto využíváme zahraničních předpisů, např. Britskou normu BS 8525-1, kde jsou uvedeny technické požadavky a požadavky na ukazatele jakosti provozní (bílé) vody týkajících se zdravotního hlediska. V České republice je problematika šedých vod v počátcích. [43, 44]

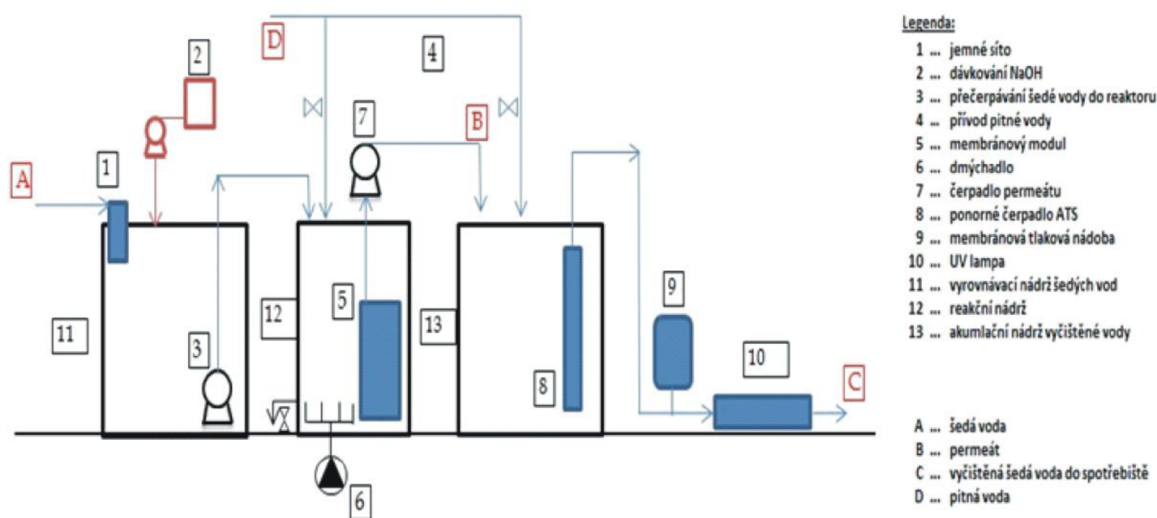
Šedé vody jsou běžné v zemích, kde je cena vody vysoká a kde jsou velmi omezené zdroje vody. Česká republika není nucena prozatím řešit problematiku odpadních vod jako zdroj z kvantitativního hlediska, avšak dá se předpokládat i v České republice vyšší využití šedých vod vzhledem k rostoucí ceně za vodu. Důvod recyklaci šedých vod je především v jednoduchosti úpravy, jelikož šedé vody jsou minimálně znečištěny. [43, 44]

Produkce šedé vody tvoří více než 50 %, což je při jejím zpětném využití obrovská úspora pitné vody. Zvýšená produkce je především v hotelech, bazénech, saunách, restauracích, apod. [44]

Technologie čištění šedých vod

Z šedých vod jsou nejméně zatížené právě vody ze sprch a mytí, naopak vody z kuchyní jsou hodně zatížené díky organickým zbytkům a nerozpuštěným látkám. Proto můžeme šedé vody rozdělit na vody vhodné (vody ze sprch, umyvadel) a podmíněně použitelné (voda kuchyňská a voda z myček) pro recyklaci. [44]

Technologie lze rozdělit na fyzikální, chemickou a biologickou. Metody usazování a filtrace na půdní profil se využívají většinou jen u chat. U větších objektů je standardní biologické čištění, separace nerozpuštěných látek a jejich hygienické zabezpečení. Dříve se využívaly aktivace s plovoucím nosičem a písková filtrace, dnes z důvodu úspory plochy až o 50 % využíváme biologické reaktory s membránovou separací. Součástí bývá i hygienické zařízení. Na obrázku č. 21 je znázorněno schéma uspořádání zařízení na čištění šedých vod. Je zde uvedena i akumulace, vlastní reaktor (MBR) a zařízení na dodávku užitkové vody do potrubí užitkové vody. [44]

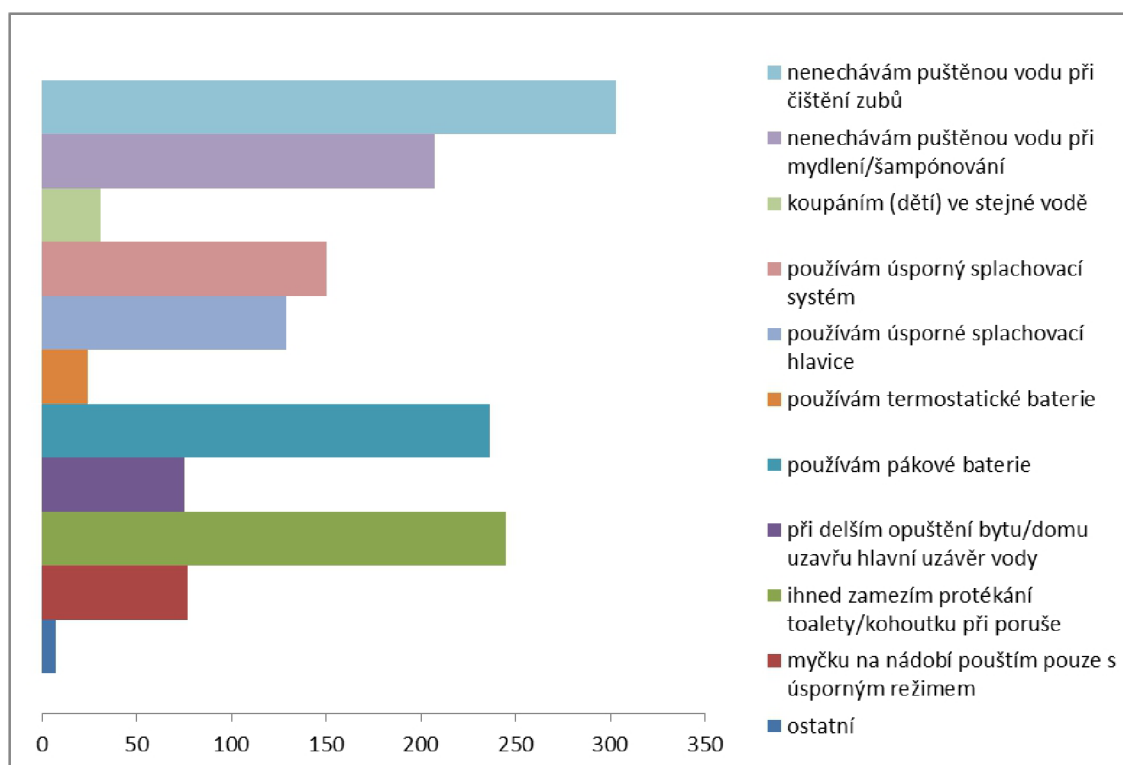


Obrázek 21: Schéma uspořádání zařízení na čištění šedých vod [44]

Jiné činnosti

Mezi ostatní činnosti, kterými se dá ušetřit pitná voda, patří např. následující [23,27]:

- Čištění zubů pod tekoucí vodou při průměrném dvouminutovém čištění zubů čtyřčlenná rodina utratí o 2000 Kč více (30 m³/rok),
- Používání pákové baterie je o třetinu úspornější než klasické baterie
- Termostatické baterie umožní regulaci teploty, nedochází ke kolísání teploty ani v případě, kdy je voda odebírána z několika míst najednou,
- Perlátor je síťka, která ředí vodu se vzduchem v poměru půl na půl, což je ideální např. k mytí rukou,
- Včasná výměna kapajícího kohoutku, jelikož kapající kohoutek, ze kterého kape 10 kapek za minutu představuje 40 l vody za týden.

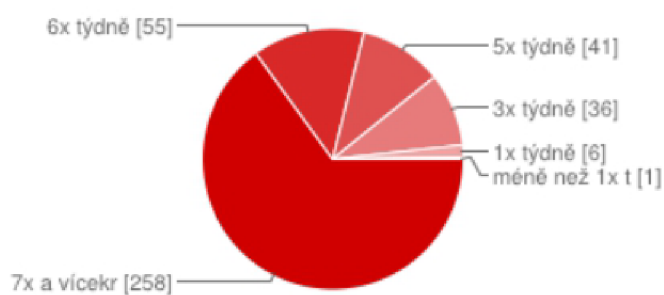


Obrázek 22: Zastoupení lidí šetřících pitnou vodu různými činnostmi [zdroj: Benešová]

Tabulka 5.7: Zastoupení lidí šetřících pitnou vodu různými činnostmi, [%] [zdroj: Benešová]

Úspora pitné vody	[%]
nenechávám puštěnou vodu při čištění zubů	20
nenechávám puštěnou vodu při mydlení/šampónování	14
koupáním (děti) ve stejné vodě	2
používám úsporný splachovací systém	10
používám úsporné splachovací hlavice	9
používám termostatické baterie	2
používám pákové baterie	16
při delším opuštění bytu/domu uzavřu hlavní uzávěr vody	5
ihned zamezím protékání toalety/kohoutku při poruše	17
myčku na nádobí pouštím pouze s úsporným režimem	5
ostatní	0

Pro spotřebu vody v domácnosti je nejvyšší položkou osobní hygiena, proto jsem se zabývala otázkou pravidelnosti osobní hygieny. Z dotazníku vyplynulo, že pouze 65 % lidí provádí osobní hygienu každý den a 11,5 % respondentů se myje méně než 5x týdně.

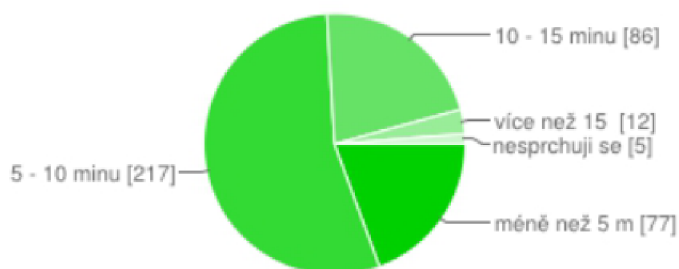


Obrázek 23: Četnost osobní hygieny [zdroj: Benešová]

Tabulka 5.8: Četnost osobní hygieny, [%] [zdroj: Benešová]

Četnost osobní hygieny	[%]
7x a vícekrát týdně	65
6x týdně	14
5x týdně	10
3x týdně	9
1x týdně	2
méně než 1x týdně	0,5

Délka sprchování je taktéž významným ukazatelem týkající se spotřeby vody.

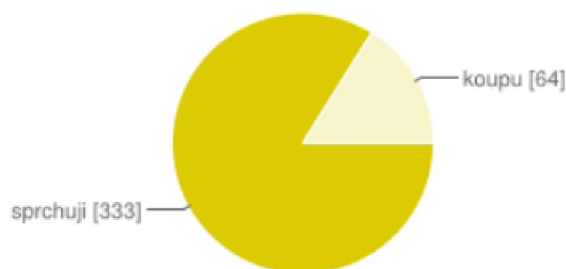


Obrázek 24: Doba sprchování [zdroj: Benešová]

Tabulka 5.9: Doba sprchování, [%] [zdroj: Benešová]

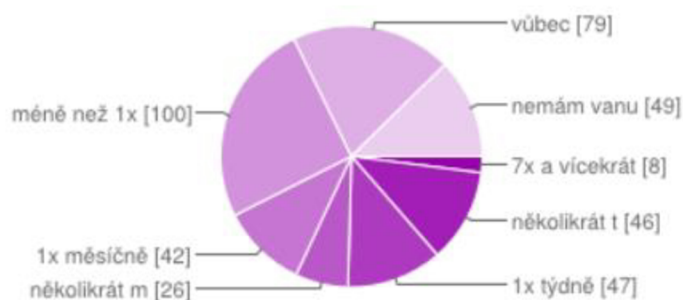
Doba sprchování	[%]
méně než 5 minut	19
5 - 10 minut	55
10 - 15 minut	22
více než 15 minut	3
nesprchují se	1

Sprchováním spotřebujeme 70 litrů vody, zatímco ve vaně kolem 150 l vody. Zabývala jsem se tedy otázkou, zda-li se lidé spíše sprchují nebo si raději napustí vanu. Z grafu vyplývá, že 84 % odpovídajících se raději sprchuje. [27]



Obrázek 25: Zastoupení lidí používající sprchu či vanu [zdroj: Benešová]

Důležitou otázkou, vzhledem k více než dvojnásobné spotřebě vody, je pravidelnost používání vany. Odpovědi jsou poměrně vyrovnané, nejvíce respondentů odpovědělo méně než 1x měsíčně.

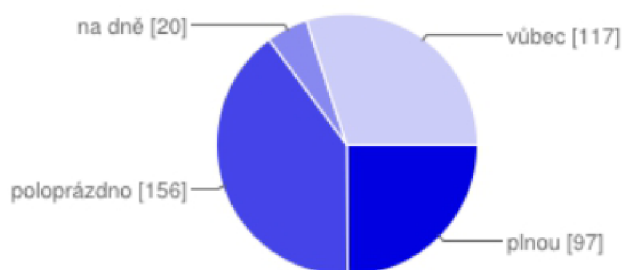


Obrázek 26: Četnost používání vany [zdroj: Benešová]

Tabulka 5.10: Četnost používání vany, [%] [zdroj: Benešová]

Četnost používání vany	[%]
7x a vícekrát týdně	2
několikrát týdně	12
1x týdně	12
několikrát měsíčně	7
1x měsíčně	11
méně než 1x měsíčně	25
vůbec	20
nemám vanu	12

Míra napuštění vany je také velmi důležitá. Tento graf je však velice předvídatelný. Většinou si lidé napustí vanu poloprázdnou, 30 % lidí si vanu nenapouští vůbec.



Obrázek 27: Míra napuštění vany [zdroj: Benešová]

Tabulka 5.11: Míra napuštění vany, [%] [zdroj: Benešová]

Míra napuštění vany	[%]
plnou	25
poloprázdnou	40
na dně	5
vůbec	30

Z výše uvedených grafů a tabulek vyplývá, že lidé se snaží šetřit s vodou různými činnostmi týkající se denní hygieny. Většina respondentů je ochotna si koupit spotřebiče s nižší spotřebou vody. Lidé taktéž využívají dešťovou vodu na zalévání, pokud mají možnost. Z dotazníků vyplynulo, že jsou lidé ochotni investovat také do zařízení na recyklaci vody.

5.1.1 Ekologické příčiny

V celém světě si lidé uvědomují nedostatek pitné vody a začínají šetřit. Z celkového objemu vody ($1,5 \times 10^9$ miliardy km^3) na Zemi tvoří 97 % voda slaná, 2 % voda v ledovcích a zbylé 1 % voda pitná. Vody neustále ubývá, ve srovnání s rokem 1950 klesla

její zásoba na více než polovinu. V rozvojových zemích způsobuje nedostatek vody vážné nemoci. Největší nedostatek vody je v subsaharské Africe a v Asii. V Kongu v roce 1994 vypukla epidemie cholery a během krátké doby tak zemřelo několik tisíc lidí. Příčinou byly fekálie, které stékaly do jezera Kivu, což bylo jediným zdrojem pitné vody. Jezera i řeky často vysychají, střídají se tu období velkého sucha, kdy se čas od času neurodí vůbec nic. Pákistán na tom také není nejlépe. Země bude příštích 15 let nejspíše čelit suchu, což bude velkým problémem zejména v zemědělství. [35, 36, 37, 38]

Na rozdíl od ostatních světadílů má Evropa prozatím dostatečné zásoby pitné vody. Hlavním problémem je zde znečištění a zacházení s odpadní vodou. Problémem bývá i cestovní ruch, kdy je spotřeba turistů o třetinu vyšší než u místních obyvatel. Největší nedostatek vody je na Balkáně. Jedná se především o Srbsko, Chorvatsko, Bulharsko nebo Rumunsko. Nejen Česká republika se snaží probíjet na Balkán novými vodohospodářskými technologiemi. Společnost GEOTEST d.o.o. Sarajevo se prosazuje na Balkáně v oblasti odpadového hospodářství, inženýrsko-geologických průzkumů a dohledů v oblasti dálniční stavby a v oblasti ochrany životního prostředí. Společnosti GEOTes a PRESSKAN system se podařilo získat zakázku na výstavbu tlakové kanalizace v srbské obci Kruščica. [39]

V České republice jsou obyvatelé zásobováni ze 42 % z podzemních zdrojů, 32 % z povrchových a zbylých 26 % tvoří smíšené zdroje. Zdroje pitné vody jsou v tzv. ochranných pásmech, kde je nutné dodržovat podmínky obecné ochrany dle vodního zákona. Tato pásma stanovuje vodní zákon (zákon č. 254/2001 Sb. o vodách). Cílem je ochrana vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávadnosti vodních zdrojů. Existuje ochranné pásmo I. stupně, kdy je zajištěna ochrana vodního zdroje v bezprostřední blízkosti jímacího či odběrného zařízení. Ochrana II. stupně zajišťuje ochranu vodního zdroje vně ochranného pásma I. stupně. [41]

V ČR je také zhoršený stav životního prostředí, což se projevuje poklesem vydatnosti vodních zdrojů, narušením podpovrchového odtoku, zvýšenou rozkolísaností průtoků ve vodních tocích. Tento stav nepříznivě podporují odpadní vody vypouštěné do recipientu, které zhoršují jakost povrchových a podzemních vod, následně i zdrojů pitné vody. Tuto problematiku má v ČR na starosti vodoprávní úřad, který je vázán aktuálním stavem vody ve vodním toku a přípustnými ukazateli znečištění (emisními standardy). Vodoprávní úřad má za cíl dosáhnout dobrého stavu vod do konce roku 2015 (dosáhnout imisních standardů,

snižovat znečištění vod nebezpečnými a zvláště nebezpečnými látkami). Klesající spotřeba vody působí na znečištění recipientu příznivě, tzn., že s nižším množstvím vody se recipient méně zatíží. Znečištění vod je také způsobeno ekologickými haváriemi, které vznikají např. při dopravě, průmyslu těžbě surovin. Důsledkem jsou úniky škodlivých látek do ovzduší, vody i půdy. [42, 67, 80]

Česká republika se na některých územích potýká s opakovanými povodněmi, které jsou pro doplnění nedostatku vody bezvýznamné, jinde je zase problém s nedostatkem srážek. Některé vodní toky mají opakovaně nízké průtoky již několik let. Nejhorší situace extrémně vysušených půd, kdy voda okamžitě odtéká a půda není schopna zadržet vodu, je na území Jihomoravského, Ústeckého, Středočeského nebo Plzeňského kraje. Na takových územích není možné budovat studny. [40, 41, 42]

5.2 DŮSLEDKY KLESAJÍCÍ SPOTŘEBY VODY

Je známo, že spotřeba vody klesá již půl století a čistírny odpadních vod jsou dimenzovány na vyšší průtoky, než je nutné. V některých oblastech České republiky byla dokonce naměřena hodnota spotřeby vody nižší než 100 l/obyv./den, což je hodnota bližící se hygienickému minimu stanovené světovou zdravotnickou organizací. Pro návrh čistírny odpadních vod vycházíme z počtu ekvivalentních obyvatel, který vyprodukuje 60 g BSK₅ a z jeho činnosti vznikne množství vody, které je shodné s množstvím specifické spotřeby vody. V návrhu čistíren jsou často opomenuty i jiné vlivy, jako např. využívání šetrnějších technologií na spotřebu vody jak v domácnostech, tak např. v restauracích. Dále je třeba zmínit recyklaci vody, při které se snižuje přítok odpadní vody na ČOV. Na druhou stranu nesmíme zapomenout na většinu systémů České republiky tvořící jednotné kanalizace, což znamená mnohonásobně vyšší zátěž pro čistírnu odpadních vod. [13, 16, 53]

Vzhledem k neustále se snižující spotřebě vody se nyní budu zabývat jejím množstvím, tzn. stanovením specifické spotřeby vody pro návrhy nových čistíren odpadních vod, dále její ovlivnění vzhledem k jednotlivým objektům. Stanovení ekvivalentních obyvatel je důležitým ukazatelem znečištění odpadní vody, proto jej uvedu a také zmíním možné snížení parametru vstupního zatížení. V závěru kapitoly se zaměřím na další dopady, které ovlivňují čistírny vlivem nižší spotřeby vody, což jsou zejména investice a náklady na ČOV. [13, 16, 53]

5.2.1 Snížení přítoku odpadní vody

Množství odpadní vody byla u většiny stávajících čistíren navržena na 150 l/obyv./den (u trvale žijících obyvatel napojených na kanalizaci, septik nebo ČOV), přičemž specifická spotřeba vody je cca 112 l /obyv./den. V případě stavění nové čistírny odpadní vody se doporučuje dimenzovat objekty na hodnotu 120 l/obyv./den. S produkcí 80 l/obyv./den se počítá u trvale žijících obyvatel s akumulací odpadních vod v bezodtokových jímkách a následným odvozem na ČOV nebo zemědělské pozemky. U obyvatel časově omezeným pobytem napojených na kanalizaci, septik nebo ČOV se počítá s produkcí 100 l/obyv./den a 20 l/obyv./den u obyvatel s časově omezeným pobytem a akumulací OV v bezodtokových jímkách a následným odvozem na ČOV. [53, 54]

Množství odpadní vody daného objektu je stanoveno odběratelem pomocí měřícího zařízení, jestliže to stanoví kanalizační řád. Vypouští-li odběratel do kanalizace o 30 m³ méně odpadní vody než vody spotřebované, je množství odpadní vody stanoveno měřením nebo odborným výpočtem podle technických propočtů. Jestliže odběratel vypouští odpadní vodu i z jiných zdrojů, je množství odpadní vody stanoveno stejně jako v předchozím případě. Takové množství je možné získat pomocí směrných čísel roční potřeby vody. Směrná čísla jsou uvedena ve vyhlášce č. 428/2001 Sb. v příloze 12, která již reaguje na snížení potřeby vody pro byty, administrativní a průmyslové budovy, zemědělské provozy, školy i zdravotnictví. Směrná čísla se používají také pro energetické hodnocení budov, kde je třeba znát množství teplé vody (určí se odborným odhadem). Množství odpadní vody je možné snížit např. z důvodu kroupení, výroby balených nápojů nebo jídel. Po přiznání snížení tohoto množství je nutné měřit spotřebu vody (pro kroupení). Takto stanovené množství pro stočné je přiznáno na celou dobu, kdy měření probíhá i v případě, že v některém z roků nedosáhne 30 m³ za rok. Směrná čísla lze snížit v odůvodněných případech vlastníkem vodovodu nebo kanalizace, popřípadě provozovatelem (pokud je k tomu vlastníkem zmocněn). [70, 79]

Měření odpadních vod je přesnější, proto bychom měli tento způsob upřednostňovat. V případě, že není množství vypouštěných odpadních vod měřeno, předpokládá se, že odběratel, který odebírá vodu z vodovodu, vypouští do kanalizace přiměřeně stejné množství odpadní vody a připočtením vody získané z jiných zdrojů. Při stanovení této potřeby je uvažováno několik složek jako je voda fakturovaná domácnostem, voda fakturovaná jednotlivým významným odběratelům, voda fakturovaná ostatním

odběratelům, voda nefakturovaná. Položka voda fakturovaná domácnostem je velmi významnou pro obce s menším počtem obyvatel. Pro stanovení této položky je důležitá specifická potřeba vody na obyvatele a koeficienty maximální denní a hodinové nerovnoměrnosti, které upřesní možné výkyvy odebraného či vypuštěného množství vody během hodiny či dne. Voda fakturovaná obyvatelstvem může být v případě stanovení množství odpadní vody snížena cca o 20 %, což představuje vodu na zalévání, mytí komunikací apod. [4, 55, 70]

Rozlišujeme stanovení průtoku na ČOV v jednotné a oddílné soustavě:

Oddílná soustava

Oddílná soustava se dle ČSN 756401 doporučuje k odvádění odpadních vod do čistíren do 5000 EO. V této soustavě se splaškové, popřípadě splaškové a průmyslové vody nesměšují s vodou dešťovou, což vede k nižší hydraulické zátěži čistíren. V oddílné soustavě nedochází ke kontaminaci recipientu a dešťové vody vlivem fekálního znečištění. Vzhledem k vyšším pořizovacím nákladům je však tento systém méně častý. [12, 56]

V oddílné soustavě se doporučuje navrhovat různě modifikovaný nízkozatěžovaný aktivační proces, mohou být navrhovány i biofilmové technologie jako např. skrápěné biofiltry, rotační biofilmové reaktory a ponořené biofiltry. [56]

U splaškové kanalizace se ČOV dimenzuje na maximální hodinový průtok (Q_{hm}). Tento průtok se stanoví pomocí rovnic 5.1 a 5.2, z nichž se vybere vyšší hodnota. Jsou zde zahrnuty součinitele denní (tabulka 6.13) a hodinové nerovnoměrnosti (tabulka 6.14 a 6.15) dle počtu obyvatel z důvodu vychýlení průtoků během dne. [56]

$$Q_{hm} = Q_{24,m} \cdot k_d \cdot k_h + Q_{24,p} \cdot k_{d,p} + Q_B, \quad (5.1)$$

$$Q_{hm} = Q_{24,m} \cdot k_d + Q_{24,p} \cdot k_{d,p} \cdot k_{h,p} + Q_B, \quad (5.2)$$

kde k_d ... součinitel denní nerovnoměrnosti [-],

k_h ... součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti [-],

$k_{d,p}$ a $k_{h,p}$... součinitelé nerovnoměrnosti pro průmyslové odpadní vody, které se určí podle časového režimu vypouštění průmyslových odpadních vod [-],

$Q_{24,m}$... průměrné denní množství odpadních vod od obyvatelstva [m^3/h],

$Q_{24,p}$... průměrné denní množství odpadních vod od průmyslu [m^3/h]. [56]

Tabulka 5.12: Součinitele denní nerovnoměrnosti k_d dle ČSN 73 6701 [4]

do 1000 obyvatel	1,5
od 1000 do 5000 obyvatel	1,4
od 5000 do 20 000 obyvatel	1,35
od 20 000 do 100 000 obyvatel	1,25
nad 100 000 obyvatel	individuálně

Tabulka 5.13: Součinitele maximální hodinové nerovnoměrnosti k_h dle ČSN 73 6701 [4]

počet připojených obyvatel	30	40	50	75	100	300	400	500	1 tis.	2 tis.	5 tis.	10 tis.	20 tis.	30 tis.	50 tis.	100 tis.
součinitel min. hodinové nerovnoměrnosti	7,2	6,9	6,7	6,3	5,9	4,4	3,5	2,6	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5

Tabulka 5.14: Součinitele minimální hodinové nerovnoměrnosti k_{min} dle ČSN 73 6701 [4]

počet připojených obyvatel	30	40	50	75	100	300	400	500	1 tis.	2 tis.	5 tis.	10 tis.	20 tis.	30 tis.	50 tis.	100 tis.
součinitel min. hodinové nerovnoměrnosti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7

Jednotná soustava

Je z ekonomického i technického hlediska výhodná. Vzhledem k nutnosti využívání odlehčovacích objektů jsou hygienicky nevýhodné. Odlehčovací objekty jsou objekty na stokové síti či v čistírně, které odlehčují systém při dešťových průtocích. [12]

Množství odpadních vod se u jednotné stokové soustavy uvažuje přítok zředěných odpadních vod přitékajících do čistírny po odlehčení za poslední odlehčovací komorou před čistírnou. Jestliže maximální přítok způsobí překročení parametru u ČOV do 5000 EO $1,2 \cdot Q_{hm}$ nebo u ČOV nad 5000 obyvatel parametr $2 \cdot Q_d - Q_B$, má být pro zachycení přítokové vlny za deště zařazena před čištěním retenční nádrž. [56]

5.2.2 Investice do dříve schválených projektů realizovaných v současnosti

Významným dopadem snižující spotřeby vody je právě investice do především dříve předimenzovaných projektů. Nejen, že byly projekty navrhovány na vyšší specifickou spotřebu, ale i nyní jsou předimenzovány např. vysokým výhledem růstu počtu obyvatel, vstupním zatížením. [54, 56]

Vzhledem k povinnostem výstavby ČOV (v aglomeracích s vyšším počtem EO než 2000) při vstupu České republiky do EU nejdříve uvedu problematiku výstavby. Dále popíši související finanční dotace na právě splnění této podmínky jak z EU, tak prostřednictvím národních i soukromých zdrojů. V závěru kapitoly se zaměřím na stěžejní část, což jsou nepřiměřené investice do výstavby ČOV, které vedou k vyššímu zadlužení obcí [58].

Splnění podmínek čistírny odpadních vod v rámci Evropské unie

Dle ustanovení směrnice Rady č. 91/271/EHS a pozdější změny dle zákona č. 20/2004 Sb. Č1. II, obce, jejichž zastavěná území tvoří zdroje znečištění o velikosti nad 2000 EO, nebo ty, které této velikosti dosáhly do 31. prosince 2010 měly zajistit do 31. prosince 2010 odkanalizování a čištění jejich odpadních vod na úroveň stanovenou nařízením vlády. [58]

V České republice je evidováno 633 aglomerací nad 2000 EO, z nichž cca 26 bylo evidováno jako problematických. Údaje jsou z roku 2012, novější nejsou k dispozici. [58]

Finanční zdroje na čistírny odpadních vod

Náklady v roce 2010 byly vyčísleny na 34,1 mld. Kč, což vyžaduje zajištění odpovídajícího financování. Hlavním finančním zdrojem je Evropské společenství, které tvoří Operační program Životního prostředí, Fond soudržnosti a Operační program Infrastruktura. Z národních zdrojů je to státní rozpočet Ministerstva zemědělství a Ministerstva životního prostředí, dále Státní fond životního prostředí. V rámci LXI. výzvy MŽP prostřednictvím SFŽP je možno do 30. května 2014 podat žádost na dotace projektů s celkovými náklady nad 5 mil. EUR ve vysokém stupni připravenosti, přičemž celkové náklady nepřesáhnou 50 mil. EUR. Projekty mohou být realizovány i financovány ve 2 fázích. Na schválené projekty je vyhlášena maximální celková dotace ve výši 4 mld. Kč z prostředků Operačního programu Životního prostředí. Hodnotící kritéria projektů lze rozdělit do dvou skupin: technická s váhou 50 % na celkovém hodnocení a ekologická

s váhou 50 % na celkovém hodnocení. Jednotlivá kritéria jsou hodnocena body, tzn. projekty ohodnoceny bodem 0 nebudou navrhovány na podporu financování OPŽP. Z ekologických kritérií jsou nejvíce ohodnoceny (10 body), tudíž s nejvyššími nároky na podporu, projekty zajišťující ochranu zdrojů pitné vody, minerálních vod a léčivých minerálních vod, projekty zajišťující ochranu zvláště cenných území NP. V další úrovni jsou to projekty zajišťující ochranu CHKO apod. Z technických kritérií jsou to náklady na odstranění jednotky znečištění náklady/EO, přičemž nejvíce jsou ohodnoceny projekty (z kategorie ČOV nad 2000 EO) s náklady menšími než 10 000 Kč/EO, 5 bodů je uděleno projektům s náklady menšími než 17 000 Kč/EO a 1 bod projektům s náklady vyššími než 17 000 Kč/EO. Projekty ČOV pod 2000 EO mají o něco vyšší hranice. 10 bodů dostávají projekty s náklady menšími než 13 000 Kč/EO, další úroveň končí na hranici 24 000 Kč/EO a 1 bod je udělen s náklady vyššími než 24 000 Kč/EO. Náklady na ČOV, jež odpovídají obvyklým cenám za navržené řešení je hodnoceno 5 body, náklady překračující obvyklé ceny, ale jejich výše je odůvodněna řešením je hodnocena 2,5 body. Náklady překračující obvyklé ceny a jejich výše není odůvodněna je hodnocena 0 body. Z uvedených kritérií je patrná nutnost správného návrhu ČOV s přiměřenými náklady a vstupními parametry pro získání dotací. [58, 59, 60, 66]

Existuje však řada aglomerací nad 2000 EO, které nemohou být financovány OPŽP. Důvodem jsou uzavřené smlouvy mezi soukromými provozovateli infrastruktury a jejich vlastníky, které dle vyjádření Evropské komise nesplňují podmínku tzv. „nejlepší mezinárodní praxe“. EK navrhla, aby z OPŽP nebyly financovány projekty určené na snížení znečištění vod a byly plánované prostředky přesunuty do jiné oblasti ochrany životního prostředí. Následně byl přijat kompromis umožňující financovat projekty s platností do roku 2015 a částečně financovat projekty do roku 2022. Finanční deficit kvůli uzavřeným smlouvám činil 13 200 mil. Kč. Pokrytí deficitu nebylo MŽP jednoznačně stanoveno. [61]

V kategorii odvádění a čištění odpadních vod v obcích menších než 2000 EO nejsou legislativou EU vneseny žádné konkrétní požadavky. Směrnice však požaduje, aby odpadní voda vstupující do sběrných systémů byla čištěna „přiměřeným čištěním“ tj. způsobem, který vyhoví odpovídajícím kvalitativním ukazatelům a příslušným ustanovením této nebo dalších směrnic Evropského společenství. Do roku 2015 budou

realizována opatření, v nichž je hlavní prioritou řešení odvádění a čištění odpadních vod v obcích menších než 2000 EO. [62]

Nepřiměřené investiční náklady pro již zadlužené obce

V rámci dodržení podmínky směrnice Rady č. 91/271/EHS a splnění jakosti a množství odváděných odpadních vod dle NV 23/2011 se musely obce České republiky opět více zadlužit. Dluhy obcí se za loňský rok zvýšily o více než 2 miliardy Kč, celkové dluhy obcí činí 92,2 Kč. Půjčky jsou mimo jiné určeny na rekonstrukce a výstavbu místních komunikací, předfinancování investičních projektů spolufinancovaných z fondů EU, do kterých spadají i ČOV, a na výstavbu bytového fondu. Podíl dluhů se s rostoucím počtem obyvatel zvyšuje, proto nejvyšší podíl tvoří Praha, Brno, Ostrava a Plzeň. [63, 64]

Projekty ČOV, jak již bylo zmíněno, jsou často předimenzované, tzn. navrhované na vyšší spotřebu, někdy i zatížení. Obce se tedy zadlužují projekty, které jsou příliš drahé a neefektivní do budoucna. V případě jednotné kanalizace je třeba vyšší kapacita ČOV, nemusí však být navržena na dvojnásobný počet obyvatel, jak tomu tak bylo např. v projektu modernizace pražské ČOV. Z hlediska přírůstu počtu obyvatel existuje možný efektivní systém, tzv. Decentralised Sanitation and Reuse, který již funguje v několika evropských městech. Podstatou je shromažďování, čištění a využívání odpadní vody přímo v místě jejího vzniku. Anaerobním rozkladem je získávána energie a využíváním kalu v zemědělství je možné znovu využívat živiny. Tyto systémy jsou vhodné pro nové zástavby, na okrajích měst. Tento systém se v České republice zatím nevyskytuje. Zadržování a využívání většího množství dešťové vody by snížilo riziko povodní a zatížení ČOV. [65]

5.2.3 Provozní náklady na čistírny odpadních vod

Provozní náklady na čistírnu odpadních vod jsou z hlediska snížení množství odpadní vody respektive jejího zatížení nižší. Jsou zde ale velké, ne plně využitě objekty, kde je také nutno provádět údržbu. Z tohoto hlediska jsou náklady vyšší, rozhodně to však tuto položku neovlivní nijak výrazně.

Zvolení správné technologie je rozhodující pro další náklady a vybavení ČOV. S vyšším počtem EO se mění technologie a samozřejmě parametry, které je nutno dodržet. Těmito parametry jsou emisní standardy, tzn. ukazatele přípustného znečištění vypouštěných

odpadních vod (CHSK, BSK₅, NL, N-NH₄, N_{celk} a P_{celk}), dále je to minimální účinnost vypouštěných odpadních vod dle stejných ukazatelů. Při použití nejlepší dostupné technologie čištění neboli BAT technologie, ovlivní počet EO výběr dostupné technologie (tabulka 4.3). Účinnost této technologie je vyšší, ale při špatném výběru dostupné technologie bychom celkové náklady na ČOV výrazně zvýšili. V návrzích je často zapomináno na další možné snížení, a to 30 % snížení vstupního znečištění v obcích do 5000 EO.

Provozní náklady zahrnuje i provoz strojních zařízení, která jsou navrhována na vyšší spotřebu energie (dopravníky, čerpadla, míchadla, dmychadla, odstředivka apod.). Provozní náklady můžeme rozdělit na náklady strojního zařízení, stavebních objektů ČOV včetně budov a jejich vybavení a technologie ČOV. [12, 51, 56, 67]

Strojní zařízení

Z hlediska úspory energie je zvolení správného strojního zařízení důležité pro provozní náklady ČOV. Je doporučeno používat zařízení s motory o vysoké účinnosti s frekvenčními měniči namísto zařízení s konstantními otáčkami. Pořizovací cena je zde zanedbatelná ve srovnání s provozními náklady a životností zařízení. [71, 72]

Čerpadla slouží jako dopravní prostředek pro převedení odpadní vody např. z čerpací jímky to hlavní technologické linky, dále pro čerpání vratného a přebytečného kalu či kalové vody apod. Navrhujeme je se 100 % rezervou a také s možností střídavého chodu. Na čistírnách jsou často výkonnější čerpadla zvyšující investiční i provozní náklady, proto je možné snížit vstupní parametry čerpadel (dopravní výška a průtok). Dnes se doporučuje navrhovat čerpací stanice s automatickým provozem bez nároků na obsluhu, čímž snížíme provozní náklady. [12]

Dmychadla se navrhují v sestavě x provozních a jedno záložní, přičemž bývají napojena na společný výtlak tak, aby bylo možné prostřednictvím uzavíracích ventilů propojovat výtlak libovolného dmychadla do určené provozované aerační nádrže. Dmychadlo je řízeno výkonem, tzn., že se vybírá správné dmychadlo pro určitou kategorii ČOV. V kategorii nad 2000 EO se doporučuje doplnění o instalaci řízení dodávky vzduchu (instalace senzorů a sond) za účelem automatického řízení dodávky vzduchu. Další možností úspory je instalace dmychadel s frekvenčními měniči nebo optimalizovaným automatickým systémem řízení dodávky vzduchu, případně vypínání dodávky vzduchu při nízkém

průtoku nebo zatížení na ČOV. Je nutné, aby provozovatel kontroloval dmychadla dle předpisů výrobce. [12, 72]

Míchadla jsou instalována v neprovzdušňovaných zónách aktivace k udržení aktivační směsi ve vznosu. Rozhodujícím parametrem je příkon, popřípadě počet otáček za minutu. Nižší spotřebu mají míchadla hyperbolická nebo pulzní hrubobublinná míchadla. Opět rozhodujeme dle velikosti ČOV z důvodu snížení provozních nákladů. [12, 71]

Odstředivky se uplatňují na odvodňování kalů ve stále menších lokalitách, čemuž se přizpůsobují i výrobci, kteří navrhují tyto stroje na stále menší výkony (1 - 3 m³/hod). Perspektivnějším způsobem je zpracování kalu na jednom stabilním stroji pro více ČOV. Rozhodujícími parametry jsou hydraulická kapacita (průtok m³/h) a sušina odvodněného kalu (VL v kg/m³ nebo v %) tzn., že s nižším množstvím odpadních vod není třeba odstředivek takové kapacity (pokud již není využita jinými čistírnami). [12]

Stavební objekty a areál čistírny odpadních vod

Náklady jsou odvislé od velikosti a konstrukce zařízení a budov, tzn., že na předdimenzovaných konstrukcích s provozními náklady neušetříme. Také je možné zvolit korozivzdorné materiály pro výstavbu objektů, které šetří náklady na údržbu. [12]

Objem přivedené odpadní vody rozhoduje o velikosti všech objektů ČOV. Úsporným řešením je realizace dešťového oddělovače před vstupem do ČOV, kterým ušetříme energii na čerpání. Množství odpadní vody ovlivní také množství shrabků na česlích, lapáku písku či tuků, dále na usazovací nádrži, tudíž i množství primárního kalu a následně sekundárního (z aktivační a dosazovací nádrže). Kal je zpracován fází zahušťování, stabilizací, odvodňování a finální likvidací. Zahušťování kalu je důležitou fází, jejíž způsob ovlivní následné nakládání s kaly. Tato fáze je taktéž rozhodující z hlediska investičních i provozních nákladů kalového hospodářství (rozměry nádrží a spotřebovaná energie na čerpání). Odvodnění kalů je možné na kalových polích a lagunách, sítopásových lisech, kalolisech, odvodňovacích odstředivkách nebo termickým sušením. Kaly jsou ve finální fázi využívány jako zemědělská hnojiva, dále v zemědělství pro kompostování, zakomponování do stavebních materiálů, spalování, skládkování nebo také produkce bioplynu. Bioplyn obsahuje 60 – 70 % methanu, 30 – 35 % oxidu uhličitého a malá množství vody. Z 1 tuny sušiny organické hmoty můžeme vyprodukovat až 600 Nm³ bioplynu. Je to vhodné palivo pro kogenerační jednotky, které umožňují přímo v místě

vzniku vyrábět teplo (z původní 1 tuny organické hmoty 2054 kWh) a elektrickou energii (1330 kWh). Dle množství získané energie se používá k vyhřívání stabilizačních nádrží, vytápění provozních budov, výrobě teplé vody. Bioplyn je možné využít také jako palivo pro motorová vozidla. [4, 12, 68, 69]

Významná část nákladů se musí vynaložit na stav a funkce celého areálu a budov ČOV. Součástí areálu jsou rozvody vody, kanalizace, plynové a elektrické rozvody, sítě výpočetní techniky, měření a regulace. Dále je to kancelářské vybavení. Na všech součástech ČOV je třeba provádět kontroly, opravy, údržby. Důležitou částí je vytápění budov a osvětlení areálu. Všechny jmenované činnosti jsou spojeny s velikostí a konstrukcí celého areálu ČOV. [12]

Technologie čistírny odpadních vod

Náklady na ČOV souvisí s rozsahem a vybaveností areálu, tudíž i s technologií a technikou umístěnou na ČOV. Spotřebovávají se zde chemikálie na čištění odpadních vod a úpravu kalu. Pro procesy čištění se používají koagulanty (hlinitých a železitých solí) nebo flokulanty (polymerní organické). Dávkování chemických činidel je závislé na množství a kvalitě odpadních vod. Snížením nákladů můžeme dosáhnout také výběrem vhodné technologie správným stanovením počtu EO. Na základě počtu EO a stanovením přípustných hodnot „p“ a „m“ pro jednotlivé ukazatele (dle tabulky 3.3) určíme vhodnou technologii. Je to postup pro stanovení nejlepší dostupné technologie, přičemž hodnoty „p“ respektive průměr jsou nejnižší možné emisní limity, které můžeme u jednotlivých kategorií vypouštět. V případě účinnosti je to naopak nejvyšší možná hodnota, kterou lze stanovit.

Kategorie nejmenších ČOV do 500 EO doporučuje technologii kompaktního provedení, tzv. balenou čistírnu. Tato čistírna je z hlediska investičních i provozních nákladů výhodná, je však nutné provádět pravidelné kontroly. Největší rozmanitost technologických procesů je v kategorii do 2000 EO. Je možno využít především dříve používaných zkrácených biofiltrů, dále rotační biofilmové reaktory nebo aktivační proces s aerobní stabilizací kalu. Nejlepší dostupnou technologií této kategorie je nízko zatěžovaná aktivace se stabilní nitrifikací. V kategorii ČOV od 2001 – 10 000 EO se v České republice nejčastěji používá D-N proces (nitrifikace s pre-denitrifikací) nebo oběhová aktivace se simultánní nitrifikací a denitrifikací. Zde je důležité dosáhnoutí

požadované dimenze dosazovacích nádrží. Technologie nízko zatěžovaná aktivace s odstraňováním nutrientů doplněná o terciární stupeň čištění včetně srážení fosforu a možného dávkování externího substrátu, je nejlepší dostupnou technologií v kategorii 10 001 – 100 000 EO i v kategorii nad 100 000 EO. [12, 67]

5.3 ŘEŠENÍ DOPADŮ KLESAJÍCÍ SPOTŘEBY VODY

V návaznosti na klesající spotřebu vody je třeba vytvořit opatření. Nejvýznamnějšími dopady klesající spotřeby vody jsou předimenzované čistírny, dále jsou to nesprávně navržené projekty a jejich příliš nákladná strojní, stavební a technologická zařízení navrhovaná na vyšší množství odpadní vody. Řešení dopadů klesající spotřeby vody uvedu pro stávající a nově navržené čistírny odpadních vod.

5.3.1 Stávající čistírny odpadních vod

Stávající předimenzované čistírny odpadních vod je možné dále využít připojením nových obcí, čímž snížíme nevyužitou kapacitu. Na druhou stranu jsou tyto čistírny schopné odolat při srážkových přivalech a zabránit tak nežádoucímu odtoku odpadní vody. Na některých ČOV je možné vynechat instalaci dešťové zdrže z důvodu dostatečné kapacity i během přívalových srážek. V případech, kdy je dáno (dle normy) více usazovacích nádrží, je možné tyto nádrže využít za deště, čímž zamezíme (při nedostatečné kapacitě dešťové zdrže) odtoku odpadní vody do recipientu. Životnost strojních zařízení ČOV se pohybuje okolo 10let. Po uplynutí této doby je z hlediska provozních nákladů výhodné vyměnit původní zařízení za strojní zařízení s frekvenčními měniči. [88]

Změna technologie při rekonstrukci

Rekonstrukce ČOV se provádí z důvodu: zastaralé technologie, nedostatečné účinnosti čištění, zvyšování počtu obyvatel, růstu průmyslové nebo zemědělské výroby, požadavků na vyšší účinnost čištění z důvodu změny legislativy. Dnešní čistírny odpadních vod používají stále pokročilejší technologie, které zvýší efektivitu a současně minimalizují požadavky na obsluhu a energetické nároky. Zvolením správné technologie při rekonstrukci je možné snížit energetickou náročnost prostřednictvím např. řídicích systémů. [90, 91]

Stanovení energetické náročnosti

Pro určení energetické náročnosti jednotlivých technologických kroků, kompletní technologie čištění a následné porovnání upravených systémů slouží matematické modelování. Touto metodou lze poměrně rychle porovnat systémy, ve kterých dojde k výměně spotřebičů, změně technologie či provozních parametrů a zavedení řídicích systémů. Jednotlivé změny je možné následně porovnat a získat hodnoty spotřeby, produkce energie a kvalitu vypouštěné vody. [87]

Čistírny odpadních vod s přerušovaným provozem

Cílem těchto systémů je přerušovaný provoz závislý na zatížení s maximální účinností procesu při minimalizaci spotřeby energie.

Regulační systém AQUALOGIC[®] pracuje na bázi Fuzzy-Logic, což je metoda popisující komplexní biologické procesy. Použití tohoto systému je ideální v případě měnícího se přítoku komunálních a průmyslových odpadních vod vlivem denních (sezónních) výkyvů. Minimální a maximální zatížení jsou ovlivněny také kolísáním počasí, a to vyžaduje pružnou reakci obsluhy. Tento systém reguluje efektivně biologické procesy, tzn., že dochází k regulaci provzdušňování v závislosti na zatížení. [86]

5.3.2 Nově navržené čistírny odpadních vod

Dodržením vstupních parametrů návrhu čistírny (specifická spotřeba a počet EO) se vyvarujeme předimenzovaných projektů, čímž snížíme investiční i následné provozní náklady a získáme tak možnost splnit podmínky nutné k získání dotací v rámci LXI. výzvy prostřednictvím OPŽP. [53, 56, 60]

Stanovení odpovídající specifické potřeby vody

Již zmíněné snížení specifické spotřeby vody, která se navrhovala na 150 l/obyt./den, je jedním z nejdůležitějších parametrů vedoucí ke snížení dimenze ČOV. Dnes je doporučeno navrhovat ČOV na hodnotu specifické spotřeby 120 l/obyt./den, ovšem ne vždy je tento parametr zohledněn.

Stanovení počtu ekvivalentních obyvatel

Ekvivalentní počet obyvatel se vypočte podle rovnice (5.3) [56]:

$$EO = P + PE, \quad (5.3)$$

kde P...součet počtu obyvatel,

PE...populační ekvivalent.

PE je srovnávací ukazatel, který je odvozen ze srovnání průmyslových a splaškových odpadních vod. Počet ekvivalentních obyvatel je definován produkcí znečišťování 60 g BSK₅ jedním obyvatelem za den. V případě, kdy je známé množství produkovaného znečištění, vypočteme EO vydělením celkové produkce BSK₅ za den hodnotou 60 g BSK₅. [56, 57]

Snížení specifického znečištění o 30 %

Hodnoty specifického znečištění v gramech za den na jednoho obyvatele jsou uvedeny v tabulce 6.15. Orientační hodnoty uvedené v tabulce přibližně odpovídají sídlům s vyšší vybaveností, tzn., že lze tyto hodnoty snížit až o 30 % (zejména u čistíren do 5000 EO), čímž snížíme vstupní znečištění při návrhu ČOV. [56]

Tabulka 5.15: Orientační hodnoty specifického znečištění, [g/d/obyv.] [56]

Látky	Specifické znečištění						
	Látky			Ostatní			
	Minerální	Organické	Veškeré (TS)	BSK ₅	CHSK	N _c	P _c
Nerozpuštěné (NL):							
a) usaditelné	10	30	40	20	40	1	0,2
b) neusaditelné	5	10	15	10	20	-	-
Rozpuštěné	75	50	125	30	60	10	2,3
Celkem	90	90	180	60	120	11	2,5

Stanovení množství balastních vod

Jedná se především o vody podzemní, které se dostávají do kanalizace netěsnostmi. Často se jedná i o povrchové toky, které se v minulosti zaústěly do kanalizačního systému. Balastní vody jsou ve stokách nežádoucí z důvodu nařezování splaškových vod a jejich ochlazování. Množství těchto vod je závislé na množství srážek, velikosti a typu povodí, stavebního stavu kanalizace, úrovni hladiny podzemní vody apod. Zdroje těchto vod mohou být potoky, prameny, fontány, přepady z vodojemů, vsakovací systémy. [81, 82]

V České republice uvažujeme balastní vody 10 – 15 % z celkového množství vod. Balastní vody je však možné stanovit monitoringem, což je mnohem přesnější pro návrh nebo rekonstrukce stokové sítě a ČOV. Při vyšším množství balastních vod je pomocí monitoringu možné najít úseky k rekonstrukci a eliminovat tak zdroje přítoků a infiltrací, mezi další přínosy patří snížení negativních dopadů na životní prostředí. Součástí monitoringu bývá kamerový průzkum, na jehož základě je možné zpracovat pasport kanalizace, který slouží také jako podklad pro rozvoj kanalizační sítě. Průzkumem je zjištěn skutečný stav kanalizace, v případě poruch je zpracován návrh sanace. Přestože je monitoring dražší, vyplatí se investovat a určit stav kanalizace i množství odpadních vod. [4, 82, 83, 84]

Stanovení návrhových srážek – Trupl

Z hlediska návrhu stokové sítě a ČOV jsou rozhodující krátkodobé srážky s vyšší intenzitou. Jedná se o déšť s konstantní intenzitou, danou dobou trvání a periodicitou. Problematikou navrhování těchto dešťů se zabýval Trupl. Roku 1958 byla vydána práce s názvem „Intenzity krátkodobých dešťů v povodích Labe“, která obsahuje sestupné řady srážkových intenzit z 98 srážkoměrných stanic ČR. Dešťové záznamy jsou více než 50 let staré. Vzhledem k neustálým výkyvům počasí (střídání období sucha a přívalových srážek), je třeba tyto údaje upřesnit. Statistické vyhodnocení bylo z důvodu nedostupnosti výkonné výpočetní techniky zjednodušeno. Doposud však nebyla provedena aktualizace dešťoměrných pozorování, která by stanovila přesnější hodnoty návrhových dešťů. [85]

6 ZÁVĚR

Bakalářská práce byla zaměřena na klesající spotřebu vody a její dopady na čistírnu odpadních vod. Provedla jsem porovnání spotřeby vody u nás a ve světě a příčiny poklesu pitné vody. Součástí práce byl průzkum, jehož výsledky dokazují zájem veřejnosti šetřit pitnou vodou a také její zájem o recyklaci šedé a dešťové vody.

V úvodu práce jsme se zaměřila na problematiku zdrojů pitné vody na Zemi. Z hlediska problému globálního oteplování je klesající spotřeba vody pozitivní jev, ačkoliv je nutné si uvědomit, že k jeho vyřešení pouhý pokles spotřeby vody nestačí. Je třeba se zaměřit na hospodaření s vodou a na její možné znovuužití. Velmi důležité je tak zejména účinné čištění odpadní vody.

V oblasti spotřeby vody je patrný trend poklesu spotřeby vody v domácnosti od roku 2000, kdy se spotřeba pohybovala okolo 107 l/obyv./den, zatímco v roce 2012 to bylo už jen 88,1 l/obyv./den. Hygienické minimum stanovené světovou zdravotnickou organizací je přitom 90 l/obyv./den. Ve srovnání spotřeby vody ve městech a na venkově je v druhém případě spotřeba nižší vzhledem k časté možnosti využití individuálního zdroje pitné i užitkové vody. Pokles vody je mimo jiné zapříčiněn moderními technologiemi využívanými v zemědělství a průmyslu. Pozitivním dopadem poklesu spotřeby vody jsou například klesající ztráty ve vodovodním potrubí, jež v roce 2000 činily přes 25 % z celkového objemu vyrobené vody určené k realizaci. V roce 2012 to bylo již pouze 19,3 %.

Z vývoje specifické spotřeby v ČR je patrné, že v roce 1965 byla hodnota spotřeby vody více než dvojnásobná. Od roku 1965 spotřeba vody klesá, výrazný pokles byl zaznamenán po roce 1989 vlivem růstu cen. Pro srovnání: aktuálně specifická spotřeba vody v USA dosahuje cca 300 l/obyv./den, v západní Evropě je to 150 – 200 l/obyv./den, v ČR 134,1 l/obyv./den (údaj z roku 2012), zatímco v rozvojových zemích pouze 10 l/obyv./den.

Součástí práce byl průzkum, který se zabýval různými přístupy (s ohledem na věk, bydliště, pohlaví) respondentů k úsporám pitné vody a jejímu znovuužití. Z dotazníků je patrné, že lidé se snaží šetřit s pitnou vodou, využívají dešťovou vodu, a jsou ochotni investovat do nových technologií umožňujících recyklaci vody na užitkovou.

Nejdůležitější příčinou poklesu spotřeby vody je rostoucí cena, která se od roku 1990 přibližně dvanáctkrát zvýšila. Další příčinou klesající spotřeby vody je využívání vlastních

zdrojů pitné vody, využívání úsporných spotřebičů nebo dešťové vody. Dešťová voda může nahradit až 50 % vody pitné, čímž lze výrazně ušetřit pitnou vodu a současně snížit zatížení na ČOV zejména při přívalových srážkách.

Vlivem klesající spotřeby vody jsou nejvíce zasaženy již dříve vybudované ČOV, jež byly navrženy na vyšší specifickou spotřebu vody 150 l/obyv./den (dnes se již navrhuje na 120 l/obyv./den). Na těchto čistírnách se nachází příliš velké, a ne zcela využitelné objekty se strojními zařízeními navrženými na vyšší výkon. To vede k zbytečně vyšším provozním nákladům. Pro splnění podmínky pro výstavbu čistíren odpadních vod v aglomeracích nad 2000 EO podle směrnice ES 91/271/EHS je nutné správné navržení s přiměřenými náklady a vstupními parametry. Nesprávnými návrhy ČOV v tomto smyslu se obce v ČR zbytečně zadlužují.

Závěrem mé bakalářské práce jsou návrhy na úpravu předdimenzovaných ČOV. Na stávající ČOV lze připojit další obce, které vyřeší nedostatečné využití kapacity. Výhodou na některých předdimenzovaných ČOV je možné zachycení přívalových srážek, tudíž nedojde k přelití a vyplavení odpadní vody z ČOV. Na nových ČOV je třeba vycházet z přiměřeného údaje pro specifickou spotřebu vody (120 l /obyv./den), také stanovit správný počet EO, který ovlivní technologii ČOV, tzn. investiční i provozní náklady. Také parametry specifického znečištění lze v některých případech (v aglomeracích do 5000 EO) snížit až o 30 %, což sníží hodnoty vstupního znečištění.

7 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] *Sborník konference Pitná voda 2008: 9. pokračování konferencí Pitná voda z údolních nádrží : 2.6.-5.6. 2008 v Táboře*. České Budějovice: W, 2008, 429 s. ISBN 978-80-254-2034-8.
- [2] Spotřeba vody. [online]. [cit. 2014-02-11]. Dostupné z: <http://www.ondeo.cz/cs/co-chcete-vedet-o-vode/informace-spotrebitelum-vody/spotreba-vody>
- [3] ČSÚ: Spotřeba vody v ČR loni dále klesala, platby za ni vzrostly. *Novinky.cz* [online]. Praha, 2013 [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/ekonomika/302343-csu-spotreba-vody-v-cr-loni-dale-klesala-platby-za-ni-vzrostly.html>
- [4] HLAVÍNEK, P., J. MIČÍN a P. PRAX. *Příručka stokování a čištění*. první. Brno: NOEL 2000 s.r.o., 2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [5] VÍTĚZ a B. GRODA. *Čištění a čistírny odpadních vod*. první. 2008. ISBN 978-80-7375-180-7.
- [6] Historie kanalizace. [online]. [cit. 2014-02-13]. Dostupné z: <http://www.naseinfo.cz/stavby-a-stavebnictvi/technicke-zarizeni/kanalizace/historie-kanalizace>
- [7] Je využívání vody v ČR udržitelné s ohledem na zachování dostupnosti zdrojů vody i do budoucna?: Cíle a vazby na aktuální koncepční a strategické dokumenty. *ISSaR* [online]. 2013 [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=1573>
- [8] Voda. *Vítejte na Zemi...* [online]. 2012 [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: <http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=voda&site=spotreba>
- [9] Royal Commission on Sewage Disposal. [online]. [cit. 2014-02-16]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Royal_Commission_on_Sewage_Disposal
- [10] History of activated sludge. [online]. [cit. 2014-02-16]. Dostupné z: <http://www.iwa100as.org/history.php>
- [11] Kanalizace v proměnách staletí aneb každodennost podruhé. [online]. [cit. 2014-02-16] Dostupné z: <http://www.radio.cz/cz/rubrika/historie/kanalizace-v-promenach-staleti-aned-kazdodennost-podruhe>

- [12] PYTL, V. *Příručka provozovatele čistírny odpadních vod*. Praha: Medim, spol. s r. o., 2004. ISBN 80-239-2528-8.
- [13] ČSÚ: Spotřeba vody loni dále klesla, platby za vodu ale vzrostly. *ČTK. Tzb-info* [online]. 2012 [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/110025-csu-spotreba-vody-loni-dale-klesla-platby-za-vodu-ale-vzrostly>
- [14] SŮRA, J. Lidé šetří s vodou čím dál víc, účty přesto platí vyšší Zdroj: http://ekonomika.idnes.cz/lide-setri-za-vodu-03k-/ekonomika.aspx?c=A120915_154409_ekonomika_brm. *IDNES.cz* [online]. 2012 [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: http://ekonomika.idnes.cz/lide-setri-za-vodu-03k-/ekonomika.aspx?c=A120915_154409_ekonomika_brm
- [15] ČSÚ: spotřeby vody stále klesá, ceny vodného a stočného stouply průměrně o 2 Kč za kubík Více zde: <http://www.tretiruka.cz/news/csu-spotreby-vody-stale-klesa-ceny-vodneho-a-stocneho-stouply-prumerne-o-2-kc-za-kubik/>. *Tretiruka.cz* [online]. 2013 [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: <http://www.tretiruka.cz/news/csu-spotreby-vody-stale-klesa-ceny-vodneho-a-stocneho-stouply-prumerne-o-2-kc-za-kubik/>
- [16] V pohodě o vodě: nejlepší koupání v ČR. *Aquainfo.cz* [online]. [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: <http://www.aquainfo.cz/aqua-united/svetovy-den-vody/>
- [17] SVOBODA, J. a M. PROCHÁZKA. [Http://www.novinky.cz/finance/295041-za-poslednich-23-let-zdrazila-voda-stonasobne.html](http://www.novinky.cz/finance/295041-za-poslednich-23-let-zdrazila-voda-stonasobne.html). *Novinky.cz* [online]. 2013 [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/finance/295041-za-poslednich-23-let-zdrazila-voda-stonasobne.html>
- [18] Průměrná mzda. *Investia.cz* [online]. 2011 [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: <http://www.investia.cz/prumerna-mzda>
- [19] PLOTĚNÝ, K. Recyklace průmyslových a komunálních odpadních vod aneb novinky na WATENVI 2009 a ASIO, spol. s r.o. *Tzb-info* [online]. 2009 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/5850-recyklace-prumyslovych-a-komunalnich-odpadnich-vod>
- [20] Recyklovaná voda. *Grundfos* [online]. [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: http://cz.grundfos.com/odvetvi_aplikace_cerpadel/applications/recycled-water.html
- [21] Membránová technologie čištění odpadních vod. *TopolWater, s.r.o - domovní čistírny odpadních vod Topas* [online]. [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.topolwater.eu/domovni-cov-membranova-technologie.htm>

- [22] Reverzní osmóza - úprava a filtrace vody. *Pure System s.r.o.-Technologie úpravy vody pro domácnost* [online]. [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: http://www.puresystem.cz/technologie-upravy-vody/fyzikalni/puresystem-cz-technologie-upravy-vody_reverzni-osmoza.htm
- [23] Tipy, jak snížit spotřebu vody v domácnosti. SCHUHOVÁ, T. *Nazeleno.cz: Úspory energie, izolace, zdravý životní styl ...* [online]. 2010 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/bydleni/domacnost/tipy-jak-snizit-spotrebu-vody-v-domacnosti.aspx>
- [24] Cena vody 2014. *Cena vody 2014 | Ceny energie* [online]. 2014 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.cenyenergie.cz/voda/>
- [25] Co vás nejvíc zajímá. *Pijte zdravou vodu* [online]. 2009 - 2014 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.pijtezdravouvodu.cz/co-vas-nejvic-zajima/>
- [26] SVS: Každoročně skládáme svým akcionářům účty. *SVS a.s.: Úvod* [online]. 2012 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: http://www.svs.cz/cz/pro_novinare/tiskove_zpravy/svs-kazdorocne-skladame-svym-akcionarum-ucty.html
- [27] Cena vody neustále roste. Nabízíme tipy, jak ušetřit. *Česká televize* [online]. 2013 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/ekonomika/238581-cena-vody-neustale-rostе-nabizime-tipy-jak-usetrit/>
- [28] Cena vody 2013: Za kubík zaplatíme průměrně přes 78 Kč. *Ceny energie: Srovnání cen elektřiny a plynu 2014* [online]. 2013 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.cenyenergie.cz/cena-vody-2013-za-kubik-zaplatime-prumerne-pres-77-kc/>
- [29] Cena vody 2013 fakturovaná vodárnami v ČR seřazena dle skutečné výše. Vodné a stočné platné v roce 2013. *Vodarenstvi.com* [online]. 2013 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.vodarenstvi.com/vodne-a-stocne-2013.php>
- [30] Nejvíce vody spotřebují v USA, nejvíce zaplatí v Dánsku. *Vodarenstvi.cz* [online]. [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.vodarenstvi.cz/clanky/nejvice-vody-spotrebuji-v-usa-nejvice-zaplati-v-dansku>
- [31] PŘEHLED CEN VODNÉHO A STOČNÉHO VE SVĚTĚ. *Naše voda.cz* [online]. 2012 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.nase-voda.cz/prehled-cen-vodneho-stocneho-ve-svete-2/>

- [32] GUTH, M. Vodovod nebo vlastní zdroj podzemní vody?. *Tzb-info* [online]. 2004 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2050-vodovod-nebo-vlastni-zdroj-podzemni-vody>
- [33] KOPAČKOVÁ, D. Voda v ČR v roce 2013 podraží v průměru o 6 až 7,5 %. *Tzb-info* [online]. 2012 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/9313-voda-v-cr-v-roce-2013-podrazi-v-prumeru-o-6-az-7-5>
- [34] DVOŘÁKOVÁ, D. Využívání dešťové vody (II) - možnosti použití dešťové vody a části zařízení: Kvalita dešťové vody a její čištění. *Tzb-info* [online]. 2007 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>
- [35] Nedostatek pitné vody. *Nedostatek pitné vody - Encyklopedie - Evropa 2045* [online]. [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.evropa2045.cz/hra/napoveda.php?kategorie=8&tema=152>
- [36] Voda: Voda - nejdůležitější kapalina. *Voda - Ekologie brněnského regionu - EKO gymnázium* [online]. [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://ucebnice.eko-g.cz/voda.html>
- [37] KUKLIŠ, L. Jižní Asii vážně ohrožuje nedostatek vody. *Kosmonauti potvrzují svá pozorování UFO - Gnosis9.net* [online]. 2004 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://gnosis9.net/view.php?cisloclanku=2004120003>
- [38] Voda vzácnější než zlato. Vítejte v Africe. *National Geographic Česko* [online]. 2012 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.national-geographic.cz/detail/voda-vzacnejsi-nez-zlato-vitejte-v-africe-19819/>
- [39] Sehraný tým České vodohospodářské aliance dobývá Balkán. *Hospodářské noviny - IHNED.cz* [online]. 2013 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://hn.ihned.cz/c1-60452590-sehrany-tym-ceske-vodohospodarske-aliance-dobyva-balkan>
- [40] V ČR PŘIBÝVÁ ÚZEMÍ S AKUTNÍM NEDOSTATKEM VODY. *Naše voda.cz* [online]. 2011 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.nase-voda.cz/v-cr-pribyva-uzemi-s-akutnim-nedostatkem-vody/>
- [41] Veškeré zdroje pitné vody jsou důkladně chráněny. *Vodarenstvi.cz* [online]. [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.vodarenstvi.cz/clanky/veskere-zdroje-pitne-vody-jsou-dukladne-chraneny>

- [42] Hrozí nedostatek vody ve veřejných vodovodech?. *Hradec Králové* [online]. [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: [http://www.hradeckralove.org/hradec-kralove/hrozi-
nedostatek-vody-ve-verejnych-vodovodech](http://www.hradeckralove.org/hradec-kralove/hrozi-
nedostatek-vody-ve-verejnych-vodovodech)
- [43] Kvalita šedých vod a možnost jejich využití. BIELA, R. *Tzb-info* [online]. 2011 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: [http://voda.tzb-info.cz/8097-kvalita-sedych-vod-a-
moznost-jejich-vyuziti](http://voda.tzb-info.cz/8097-kvalita-sedych-vod-a-
moznost-jejich-vyuziti)
- [44] Znovuvyužití šedých a dešťových vod v budovách. *ASIO, spol.s r.o.* [online]. 2012 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: [http://www.asio.cz/cz/110.znovuvyuziti-sedych-a-
destovych-vod-v-budovach](http://www.asio.cz/cz/110.znovuvyuziti-sedych-a-
destovych-vod-v-budovach)
- [45] Indikátory Státní politiky životního prostředí ČR 2004 - 2010: Odběry vody celkem na jednoho obyvatele. *ISSaR* [online]. [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=191>
- [46] Směrnice rady: ze dne 21. května 1991 o čištění městských odpadních vod. In: (91/271/EHS). 1991, L 135. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/smernice_odpadni_vody/\\$FILE/OOV-
91_271_EHS-19910530.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/smernice_odpadni_vody/$FILE/OOV-
91_271_EHS-19910530.pdf)
- [47] Česká republika. Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In: [http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/2a434831dcbe8c3fc12564e900675b1
b/20F9C15060CAD3AEC1256AE](http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/2a434831dcbe8c3fc12564e900675b1
b/20F9C15060CAD3AEC1256AE). 2001. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/2a434831dcbe8c3fc12564e900675b
1b/20F9C15060CAD3AEC1256AE30038D05C/\\$file/z%C3%A1kon%20%C4%8D
.%20254-2001%20Sb..pdf](http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/2a434831dcbe8c3fc12564e900675b
1b/20F9C15060CAD3AEC1256AE30038D05C/$file/z%C3%A1kon%20%C4%8D
.%20254-2001%20Sb..pdf)
- [48] NAŘÍZENÍ VLÁDY č. 61/2003 Sb.: o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění nařízení vlády č. 229/2007 Sb. a nařízení vlády č. 23/2011 Sb. In: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/pripustne_znecistení_vod_narizení/\\$FI
LE/OOV-NV_61_2003-2011061](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/pripustne_znecistení_vod_narizení/$FI
LE/OOV-NV_61_2003-2011061). 2003.
- [49] Legislativa ČR. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2014-05-13]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/legislativa_cr
- [50] Voda: opravdu jen ta „modrá věc“?. *Dvorek.eu: Voda: opravdu jen ta „modrá věc“?* [online]. [cit. 2014-05-13]. Dostupné z:

- <http://www.dvorek.eu/print.do;jsessionid=0944FF740D44D41D9B17CAA6E79F617C?articleId=1820>
- [51] NAŘÍZENÍ VLÁDY: kterým se mění nařízení vlády č . 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění nařízení vlády č . 229/2007 Sb. In: č. 23/2011. 2010. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/105217/sb0008_2011_23_2011.pdf
- [52] ZÁKON: o integrované prevenci a omezení znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci). In: 76/2002. 2002. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakon.jsp?page=0&nr=76~2F2002&rpp=15#seznam>
- [53] Návrh vhodného typu biologické domovní čistírny odpadních vod. PLOTĚNÝ, K. *TZB-info* [online]. 2005 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: ZÁKON: o integrované prevenci a omezení znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci). In: 76/2002. 2002. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2500-navrh-vhodneho-typu-biologicke-domovni-cistirny-odpadnich-vod>
- [54] ODVEDENÍ A ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD: VÝPOČET PRODUKCE ODPADNÍCH VOD. *Mapy LK* [online]. 2014 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://maps.kraj-lbc.cz/mapserv/prvkuk/dokumenty/odpadnivoda.htm>
- [55] KUČERA, T. a D. KADULA. Stanovení potřeby vody v případě malých spotřebičů. *TZB-info* [online]. 2012 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/8156-stanoveni-potreby-vody-v-pripade-malych-spotrebist>
- [56] ČSN 75 6401. *Čistírny odpadních vod pro více než 500 ekvivalentních obyvatel*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [57] Možné postupy výpočtu ekvivalentních obyvatel (EO). *Moravskoslezský kraj: Aktuality* [online]. 2009 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: http://verejna-sprava.kr-moravskoslezsky.cz/dot_12602.html
- [58] Aktualizace strategie financování požadavků na čištění městských odpadních vod. *Portál eAGRI - resortní portál Ministerstva zemědělství* [online]. 2010 [cit. 2014-

- 05-19]. Dostupné z:
http://eagri.cz/public/web/file/71964/Aktualizace_strategie_2010.pdf
- [59] JÁGLOVÁ, V. Aktualizace strategie financování implementace směrnice Rady č. 91/271/EHS, o čištění městských odpadních vod. *Státní fond životního prostředí - Aktuality* [online]. 2008 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: http://www.sfzp.cz/soubor-ke-stazeni/9/2818-aktualizace_strategie_financovani_jaglova_mzp.pdf
- [60] LXI. výzva: Ministerstva životního prostředí. *Operační program Životní prostředí - OPŽP* [online]. 2014 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: http://www.opzp.cz/soubor-ke-stazeni/51/15461-opzp_lxi_vyzva_03_2014.pdf
- [61] Informace z kontrolní akce č. 08/22: Finanční prostředky určené na čistírny odpadních vod. *NKÚ - úvodní strana* [online]. 2008 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://www.nku.cz/informace/informace-08-22.pdf>
- [62] Plán rozvoje vodovů a kanalizací území České republiky: Souhrnná zpráva. *Portál farmáře (eAGRI) - Ministerstvo zemědělství* [online]. 2008 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z:
http://eagri.cz/public/web/file/17102/PRVK_R_Souhrnn_zprva_nor_2008_1_.pdf
- [63] Rekonstrukce čistírny odpadních vod a dostavba kanalizace v Ústí nad Orlicí a výstavba nové kanalizace v obci Dlouhá Třebová. *VCES* [online]. 2012 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://www.vces.cz/index.php?docid=18414&lang=CZ>
- [64] Zadlužení obcí loni stoupl na 92 mld. Kč, krajů na 27 mld. Kč. *FinančníNoviny.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z:
<http://www.financninoviny.cz/zpravy/zadluzeni-obci-loni-stouplo-na-92-mld-kc-kraju-na-27-mld-kc/1073099>
- [65] BŘEZOVÁ, K. Projekt modernizace pražské čističky je předimenzovaný a drahý. *Úvodní strana | ParlamentníListy.cz – politika ze všech stran* [online]. 2011 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://www.parlamentnilisty.cz/arena/nazory-a-petice/Katerina-Brezova-Projekt-modernizace-prazske-cisticky-je-predimenzovany-a-drahy-214269>
- [66] Výběrová (hodnotící) kritéria pro projekty přijímané v rámci LXI. výzvy Operačního programu Životního prostředí. *Hodnotící kritéria LXI. výzvy* [online]. 2014 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: http://www.opzp.cz/soubor-ke-stazeni/51/15462-opzp_lxi_vyzva_03_2014_hk.PDF

- [67] VĚSTNÍK MINISTERSTVA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ: METODICKÝ POKYN odboru ochrany vod MŽP k nařízení vlády č. 229/2007 Sb. *Metodický pokyn odboru ochrany vod MŽP k nařízení vlády ...* [online]. 2007 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/9B618AE12BFC7D07C1257392002F222C/\\$file/59142811.pdf](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/9B618AE12BFC7D07C1257392002F222C/$file/59142811.pdf)
- [68] MUŽÍK, O. a A. SLEJŠKA. Možnosti využití anaerobní fermentace pro zpracování zbytkové biomasy. *Možnosti využití anaerobní fermentace pro ... - Biom.cz* [online]. 2003 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-vyuziti-anaerobni-fermentace-pro-zpracovani-zbytkove-biomasy>
- [69] Šance pro kaly z komunálních ČOV. *BIOM.cz* [online]. 2003 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/sance-pro-kaly-z-komunalnich-cov>
- [70] Odstavec předpisu 274/2001 Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích) § 19: Měření odváděných odpadních vod. *Měření odváděných odpadních vod - Ministerstvo zemědělství* [online]. 2001 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100053219.html>
- [71] JEFFERSON, B., A. LAINE, S. PARSONS, T. STEPHENSON a S. JUDD. Technologies for domestic wastewater recycling. *Urban Water*. 2000, 285-292. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462075800000303>
- [72] ERTL, T., F. KRETSCHMER, H. PLIHAL a N. WEISSENBACHER. Critical review and feasibility study: Energy recovery in the area of wastewater collection and treatment Zdroj: <http://voda.tzb-info.cz/9384-energie-dalsi-parametr-pri-cistení-odpadních-vod>. *TZB - info*. 2011.
- [73] Cena kapky vody. *Cena kapky vody - Články a tiskové zprávy Ekologického ...* [online]. 2013 [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: Činnost člověka má ve všech ekosystémech dopad na všechny složky životního prostředí, včetně hydrosféry
- [74] SEDLÁČKOVÁ, V. Počet obyvatel ČR loni stoupl na 10,516 milionu, za přírůstkem jsou hlavně přistěhovalci. *Počet obyvatel ČR loni stoupl na 10,516 milionu, za...* [online]. 2013 [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: <http://www.rozhlas.cz/zpravy/politika/zprava/pocet-obyvatel-cr-loni-stoupl-na-10516-milionu-za-prirustkem-jsou-hlavne-pristehovalci--1187443>

- [75] SMĚRNICE 2000/60 ES EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY: ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. In: [http://www.env.cz/C1257458002F0DC7/cz/planovani_oblasti_vod/\\$FILE/OOV-RS_60_2000-20001222.pdf](http://www.env.cz/C1257458002F0DC7/cz/planovani_oblasti_vod/$FILE/OOV-RS_60_2000-20001222.pdf). 2000.
- [76] Technické normy - prodej přes internet. *Prodejna norem ČSN - Normy.biz* [online]. [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: <http://shop.normy.biz/>
- [77] Specifická spotřeba vody. *Pražské vodovody a kanalizace, a.s.* [online]. 2014 [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: <http://www.pvk.cz/specificka-spotreba-vody.html>
- [78] Jaká je v městě Brně průměrná spotřeba vody na obyvatele?: Specifická spotřeba vody v litrech na obyvatele a den. *Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.* [online]. 2014 [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: <http://www.bvk.cz/zakaznikum/odpovedi-faq/prumerna-spotreba-vody/>
- [79] KOPAČKOVÁ, D. Výrazné snížení směrných čísel potřeby vody. *Tzb-info* [online]. 2011 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/7546-vyrazne-snizeni-smernych-cisel-potreby-vody>
- [80] Znečištění vod a půd. *Vítejte na Zemi* [online]. 2010 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: http://www.vitejenazemi.cz/cenia/?p=znecisteni_vod_a_pud&site=doprava
- [81] Čištění odpadních vod jako nástroj k ochraně životního prostředí v zemědělské praxi a na venkově. *Fakta o vodě v ČR (PDF, 1 MB) - Ministerstvo zemědělství* [online]. 2007 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/26962/cistení_odpadnich_vod.pdf
- [82] Proč realizovat monitoring na stokových sítích ?. *Proč realizovat monitoring na stokových sítích ? - DHI* [online]. 2006 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: http://www.dhi.cz/Monitoring/Podpora_CZ/~media/DHICzech/Monitoring/pdfs/clanek_proc_monitoring.ashx
- [83] POVÝŠILOVÁ, M. Odhalování přítoku a infiltrace dešťových vod do stokové sítě a měření množství vod v odlehčení. [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.technoaqua.cz/underwood/download/files/prednaska-povysilova-barva.pdf>
- [84] Pasportizace kanalizací. *Assemblyunit | MediaCentrik* [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.specializovana-technologie.cz/technologie/kanalizace/pasportizace-kanalizaci.aspx>

- [85] Hydrologické podklady pro návrh, rekonstrukci a provozování městského odvodnění - současné možnosti a potřeby v podmínkách ČR. [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://ga0676.uvho.fce.vutbr.cz/vysledky/16.pdf>
- [86] AQUALOGIC®: AQUALOGIC® - inteligentní regulace procesu napodobující lidské myšlení. *Google Sites* [online]. 2009 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <https://sites.google.com/site/zeecov/home/aqualogic>
- [87] Možné úspory energie na stávajících ČOV a možnosti získávání energie. *ASIO, spol.s r.o.* [online]. 2014 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/272.mozne-uspory-energie-na-stavajicich-cov-a-moznosti-ziskavani-energie>
- [88] ČOV Brno - Modřice. *Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.* [online]. 2014 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.bvk.cz/o-spolecnosti/odvadeni-a-cisteni-odpadnich-vod/cov-brno-modrice/>
- [89] Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). In: 274/2001 Sb. 2001. Dostupné z: Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-274-2001-sb-o-vodovodech-a-kanalizacich-pro-verejnou-potrebu-a-o-zmene-nekterych-zakonu-zakon-o-vodovodech-a-kanalizacich>
- [90] Rekonstrukce a intenzifikace stávajících ČOV. *ANAMMOX® | HYDROTECH s. r. o.* [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.hydrotech.cz/produkty/rekonstrukce-a-intenzifikace-vybudovanych-cov/>
- [91] Rekonstrukce ČOV Počátky a kanalizace Vesce a Palackého náměstí. *Referenční zakázky - VHS Vysočina* [online]. 2011 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.vhsvysocina.cz/referencni-zakazky/cistirny-vod/id:16224/Rekonstrukce-COV-Pocatky-a-kanalizace-Vesce-a-Palackeho-namesti>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ČOV ...	čistírna odpadních vod
ČR ...	Česká republika
BSK ₅ ...	biochemická spotřeba kyslíku
CHSK ...	chemická spotřeba kyslíku
NL...	nerozpuštěné látky
N – NH ₄ ⁺ ...	amoniakální dusík
N _{celk} ...	všechny formy dusíku
P _{celk} ...	všechny formy fosforu
„p” ...	průměr emisní standardy pro jednotlivé zavedené ukazatele znečištění
„m” ...	maximum emisní standardy pro jednotlivé zavedené ukazatele znečištění
Q _d ...	maximální denní průtok
Q _B ...	průměrný průtok balastních vod
EO...	ekvivaletní obyvatel
BAT...	best available techniques
EU...	Evropská unie
CHKO...	chráněná krajinná oblast
OPŽP...	Operační program Životního prostředí
SFŽP...	Státní fond životního prostředí
MŽP...	Ministerstvo životního prostředí
EK...	Evropská komise
USA...	The United States of America
ČIŽP...	Česká inspekce životního prostředí

SEZNAM TABULEK

Tabulka 3.1: Emisní standardy: přípustné hodnoty (p) ³⁾ , maximální hodnoty (m) ⁴⁾ a hodnoty průměru ⁵⁾ koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod v mg/l [51]	17
Tabulka 3.2: Emisní standardy: přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod (minimální procento úbytku) v procentech [51]	17
Tabulka 3.3: Dosažitelné hodnoty koncentrací a účinností pro jednotlivé ukazatele znečištění při použití nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování městských odpadních vod [51].....	19
Tabulka 4.1: Odběry vody celkem na jednoho obyvatele [45].....	25
Tabulka 4.2: Odběry vody, mezinárodní srovnání za poslední dostupný rok [m ³ /obyv.] [7]	26
Tabulka 5.1: Zastoupení respondentů v obcích s různým počtem obyvatel [zdroj: Benešová]	29
Tabulka 5.2: Zastoupení respondentů dle věku [zdroj: Benešová]	29
Tabulka 5.3: Četnost používání myčky, [%] [zdroj: Benešová].....	36
Tabulka 5.4: Četnost používání pračky, [%] [zdroj: Benešová].....	37
Tabulka 5.5: Četnost používání WC, [%] [zdroj: Benešová]	38
Tabulka 5.6: Zastoupení lidí využívající dešťovou vodu, [%] [zdroj: Benešová]	40
Tabulka 5.7: Zastoupení lidí šetřících pitnou vodu různými činnostmi, [%] [zdroj: Benešová]	46
Tabulka 5.8: Četnost osobní hygieny, [%] [zdroj: Benešová].....	47
Tabulka 5.9: Doba sprchování, [%] [zdroj: Benešová]	47
Tabulka 5.10: Četnost používání vany, [%] [zdroj: Benešová].....	48
Tabulka 5.11: Míra napuštění vany, [%] [zdroj: Benešová].....	49
Tabulka 5.12: Součinitele denní nerovnoměrnosti k _d dle ČSN 73 6701 [4]	54
Tabulka 5.13: Součinitele maximální hodinové nerovnoměrnosti k _h dle ČSN 73 6701 [4]54	

Tabulka 5.14: Součinitele minimální hodinové nerovnoměrnosti k_{\min} dle ČSN 73 6701 [4]	54
Tabulka 5.15: Orientační hodnoty specifického znečištění, [g/d/obyv.] [56]	63

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Vývoj spotřeby vody v domácnostech, ČR [l/obyv./den] [8]	20
Obrázek 2: Ztráty vody ve vodovodní síti, ČR [%] [7]	21
Obrázek 3: Využití vody, ČR, 2012 [mil m ³] [7]	22
Obrázek 4: Struktura využití pitné vody, ČR, [mil. m ³] [7]	23
Obrázek 5: Celkové odběry vody jednotlivými odběrateli, ČR, [mil. m ³] [7]	24
Obrázek 6: Mezinárodní srovnání specifické spotřeby vody, [l/obyv./den][50]	28
Obrázek 7: Podíl jednotlivých nákladových položek na ceně vody, 2011 [%] [26]	31
Obrázek 8: Vývoj ceny vody – průměrné ceny pro vodné a stočné, ČR [Kč/m ³] [8]	32
Obrázek 9: Zastoupení lidí s vlastním zdrojem vody [zdroj: Benešová]	33
Obrázek 10: Zastoupení lidí s šetrnými spotřebiči v domácnosti [zdroj: Benešová]	34
Obrázek 11: Zastoupení lidí, kteří berou v potaz spotřebu vody při nákupu nového spotřebiče [zdroj: Benešová]	35
Obrázek 12: Četnost používání myčky [zdroj: Benešová]	35
Obrázek 13: Četnost používání pračky [zdroj: Benešová]	36
Obrázek 14: Četnost používání WC [zdroj: Benešová]	37
Obrázek 15: Diagram ukázky množství možné náhrady pitné vody dešťovou vodou [%] [34]	39
Obrázek 16: Zastoupení lidí využívající dešťovou vodu [zdroj: Benešová]	39
Obrázek 17: Zájem o investici do dražší technologie pro znovuuzítí odpadní vody [zdroj: Benešová]	40
Obrázek 18: Membránová vestavba dodávaná firmou ASIO, spol. s r.o. pro velké ČOV [19]	41
Obrázek 19: Struktura využití pitné vody, ČR, [mil. m ³] [22]	42
Obrázek 20: Membránová mikrofiltrace po instalaci [21]	43
Obrázek 21: Schéma uspořádání zařízení na čištění šedých vod [44]	44

Obrázek 22: Zastoupení lidí šetřících pitnou vodu různými činnostmi [zdroj: Benešová] .	45
Obrázek 23: Četnost osobní hygieny [zdroj: Benešová]	46
Obrázek 24: Doba sprchování [zdroj: Benešová].....	47
Obrázek 25: Zastoupení lidí používající sprchu či vanu [zdroj: Benešová].....	48
Obrázek 26: Četnost používání vany [zdroj: Benešová]	48
Obrázek 27: Míra napuštění vany [zdroj: Benešová]	49