

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



ÚSPORY VODY V BUDOVÁCH
A ŘEŠENÍ PRO HOTELY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

PETRA SCHINDLEROVÁ

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Roman Musil, Ph.D.
ČVUT v Praze, Fakulta stavební
Katedra technických zařízení budov

2017/2018



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Schindlerová Jméno: Petra Osobní číslo: 410070
Zadávací katedra: Katedra technických zařízení budov
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Úspory vody v budovach a řešen pro hotely
Název bakalářské práce anglicky: Water Conservation in Buildings and Water Efficiency Solutions for Hotels

Pokyny pro vypracování:

- 1) Studie na téma spotřeba vody, úspory vody, alternativní zdroje vody a zpětne využití odpadních vod
- 2) Projektová dokumentace vodovodu a koncepční řešení kanalizace s ohledem na efektivní hospodaření s vodou u hotelového objektu

Seznam doporučené literatury:

Valášek a kol.: Zdravotně-technické instalace, Jaga, 2001
Kabele a kol.: Technická zařízení budov 1, ČVUT

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Roman Musil, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 11. 10. 2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. 1. 2018

Udát uvedte v souladu s datem, kdy vám byla práce předána.

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, nových pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“

11 10 2017
Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne 15. 1. 2018

*„No man is an island,
Entire of itself;
Every man is a piece of the continent,
A part of the main.
If a clod be washed away by the sea,
Europe is the less.
As well as if a promontory were.
As well as if a manor of thy friend's
Or of thine own were:
Any man's death diminishes me,
Because I am involved in mankind,
And therefore
never send to know for whom the bells tolls;
It tolls for thee. “*

— John Donne, 1624

OBSAH

1	ÚVOD.....	11
	1.1 Motivace	12
	1.2 Cíle.....	12
	1.3 Metodika	12
	1.4 Struktura	12
A.	TEORETICKÁ ČÁST	13
2	SPOTŘEBA VODY.....	14
	2.1 Spotřeba vody ve světě	14
	2.1.1 Specifická spotřeba vody.....	15
	2.1.2 Efektivní hospodaření s vodními zdroji	15
	2.2 Spotřeba vody v Evropě.....	17
	2.2.1 Odběry podzemních a povrchových vod v Evropě	17
	2.3 Spotřeba vody v ČR	18
	2.3.1 Odběry podzemních a povrchových vod v ČR.....	18
	2.3.2 Specifická spotřeba vody v ČR	19
	2.3.3 Množství odpadních vod v ČR.....	20
	2.3.4 Specifická spotřeba vody českých domácností	21
	2.3.5 Efektivní hospodaření s vodou.....	22
3	PŘÍMÉ ÚSPORY VODY	23
	3.1 Vlivy na spotřebu vody v domácnosti	23
	3.2 Zařizovací předměty a spotřebiče	24
	3.2.1 Klozety.....	24
	3.2.2 Pisoáry.....	27
	3.2.3 Myčky nádobí.....	28
	3.2.4 Pračky.....	28
	3.3 Armatury	28
	3.3.1 Regulační armatury.....	28
	3.3.2 Výtokové armatury	30
	3.4 Rozvody teplé vody.....	34
	3.5 Zavlažování.....	34

4	VYUŽÍVÁNÍ DEŠŤOVÉ VODY	35
4.1	Hospodaření s dešťovou vodou v ČR	35
4.1.1	Srážky v ČR.....	35
4.1.2	Legislativa.....	37
4.1.3	Přínosy HDV	38
4.2	Kvalita a čištění dešťové vody	39
4.2.1	Znečištění dešťové vody.....	39
4.2.2	Požadavky na kvalitu dešťové vody.....	39
4.2.3	Zajištění kvality dešťové vody.....	40
4.3	Možnosti využívání dešťové vody v budovách	45
4.3.1	Zavlažování	46
4.3.2	Údržba	46
4.3.3	Praní	46
4.3.4	Splachování WC	47
4.3.5	Osobní hygiena	48
4.4	Technická zařízení systémů pro využití dešťové vody.....	48
4.4.1	Zásobní nádrže.....	49
4.4.2	Plovoucí sací soupravy.....	51
4.4.3	Přepadové sifony	52
4.4.4	Čerpací zařízení užitkové vody.....	52
4.4.5	Řídící doplňovací jednotky.....	53
4.5	Volba technického řešení odvodnění	55
4.5.1	Snížení či prevence vzniku srážkového odtoku u zdroje.....	55
4.5.2	Vsakování	55
4.5.3	Retence	57
4.5.4	Odvádění do povrchových vod	57
4.5.5	Odvádění do jednotné kanalizace.....	58
4.5.6	Návrhové parametry pro dimenzování objektů HDV	58
5	RECYKLACE SPLAŠKOVÝCH ODPADNÍCH VOD.....	59
5.1	Typy splaškových odpadních vod	59
5.1.1	Šedé vody	60
5.2	Využívání šedých vod	60
5.2.1	Legislativa.....	60
5.2.2	Jakost provozní vody.....	61
5.2.3	Čištění šedé vody	62
5.2.4	Popis technologie MBR čistírny.....	63
5.3	Dimenzování zařízení pro využití šedé vody.....	63
5.3.1	Potřeba provozní (bílé) vody a dimenzování nádrže.....	64
5.3.2	Produkce šedé vody	65

5.3.3	Vnitřní kanalizace.....	65
5.3.4	Vnitřní vodovod.....	65
5.3.5	Nádrže na šedou nebo provozní (bílou) vodu.....	66
5.3.6	Požadavky na doplňování vody.....	66
5.4	Využívání tepelné energie z odpadních vod.....	67
5.4.1	Lokální systémy.....	67
5.4.2	Centrální systémy.....	67
6	ŘEŠENÍ PRO HOTELY	69
B.	PRAKTICKÁ ČÁST	70
7	ÚVOD K PRAKTICKÉ ČÁSTI.....	73
7.1	Analýza zadání.....	73
7.2	Popis řešeného objektu.....	73
8	BILANČNÍ VÝPOČTY.....	74
8.1	Vstupní údaje ze zadání.....	74
8.1.1	Počet osob.....	74
8.1.2	Podlahová plocha.....	74
8.2	Bilance potřeby pitné vody.....	75
8.2.1	Specifická denní spotřeba vody.....	75
8.2.2	Průměrná denní potřeba vody.....	76
8.2.3	Maximální denní potřeba vody.....	77
8.2.4	Maximální hodinová potřeba vody.....	77
8.2.5	Roční potřeba vody.....	78
8.3	Bilance potřeby teplé vody.....	78
8.4	Bilance odtoku odpadních splaškových vod.....	79
8.4.1	Celkový průměrný denní odtok splaškových vod.....	79
8.4.2	Roční odtok splaškových vod.....	79
8.5	Bilance odtoku srážkových vod.....	79
8.5.1	Množství odváděných srážkových vod.....	79
8.5.2	Roční odtok srážkových vod.....	79
9	VYUŽITELNOST ŠEDÝCH NEBO DEŠŤOVÝCH VOD	80
9.1	Potřeba provozní vody Q_{24}	80
	Denní potřeba vody ke splachování Q_1 (l/den):.....	80
	Denní potřeba vody na úklid Q_2 (l/den):.....	80

	Denní potřeba vody pro zálivku Q_3 (l/den):.....	81
	Celková denní potřeba provozní vody Q_{24} (l/den):.....	81
	Celková roční potřeba provozní vody Q_r (l/rok):.....	81
9.2	Produkce šedé vody Q_{prod}.....	81
	Produkce šedých vod – hotelové pokoje.....	82
	Produkce šedých vod – wellness	82
9.3	Roční zisk dešťové vody V_d.....	82
9.4	Posouzení využití šedé nebo dešťové vody.....	82
	9.4.1 Posouzení využití šedé vody	82
	9.4.2 Posouzení využití dešťové vody	83
9.5	Vyhodnocení.....	83
10	HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU	84
10.1	Posouzení možností HDV.....	84
	10.1.1 Snížení či prevence vzniku srážkového odtoku v místě vzniku	84
	10.1.2 Akumulace a využívání	84
	10.1.3 Vsakování	84
	10.1.4 Retence a regulované odvádění srážkových vod do povrchových vod	84
10.2	Vyhodnocení.....	85
10.3	Návrh retenční nádrže.....	85
10.4	Návrh akumulační nádrže.....	86
11	VYUŽITÍ ŠEDÝCH VOD.....	89
11.1	Produkce šedých vod	89
11.2	Potřeba bílé vody.....	89
11.3	Optimalizace využití šedé vody	89
11.4	Návrh čistírny šedé vody	89
12	DIMENZOVÁNÍ VNITŘNÍ KANALIZACE	90
12.1	Dimenzování vnitřní kanalizace – splaškové vody	90
	12.1.1 Postup výpočtů a uvažované hodnoty	90
	12.1.2 Dimenzování potrubí pro šedé vody	92
	12.1.3 Dimenzování potrubí pro splaškové vody.....	93
12.2	Dimenzování vnitřní kanalizace – dešťové vody.....	107
	12.2.1 Postup výpočtů a uvažované hodnoty	107
	12.2.2 Dimenzování potrubí pro dešťové vody	107

13	DIMENZOVÁNÍ VNITŘNÍHO VODOVODU	110
13.1	Vodovodní přípojka pitné vody	110
13.1.1	Maximální výpočtový průtok	110
13.1.2	Předběžný návrh světlosti potrubí	111
13.2	Vodovodní potrubí užitkové vody	111
13.2.1	Maximální výpočtový průtok	111
13.2.2	Předběžný návrh světlosti potrubí	112
14	ORIENTAČNÍ VYHODNOCENÍ NÁVRATNOSTI INVESTICE	113
14.1	Investiční náklady	113
14.2	Spotřeba energie	114
14.3	Provozní náklady	114
14.4	Vodné a stočné	114
14.5	Doba návratnosti	114
14.6	Vyhodnocení	115
15	ZÁVĚR	116
	BIBLIOGRAFIE	117
	POUŽITÝ SOFTWARE	126
	SEZNAM PŘÍLOH	127

ABSTRAKT

Tématem bakalářské práce jsou systémy hospodařící s vodou a jejich návrh vedoucí k redukci spotřeby pitné vody. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část.

V teoretické části je řešena spotřeba vody, principy a technická vybavení šetřící vodu, recyklace odpadních vod, hospodaření s dešťovou vodou a aplikace těchto témat v hotelech.

V praktické části je proveden koncepční návrh vodovodu a kanalizace ve wellness hotelu s návrhem využití odpadních nebo dešťových vod.

KLÍČOVÁ SLOVA

spotřeba vody, úspory vody, hospodaření s dešťovou vodou, využití šedé vody, zdravotně technická zařízení

ABSTRACT

The topic of this bachelor's thesis are water management systems and their design leading to reducing the amount water consumption. The thesis consists of theoretical and practical section.

The theoretical part is dealing with water consumption, water-efficient practices and equipment, water recycling, rainwater management and using these principles in hotels.

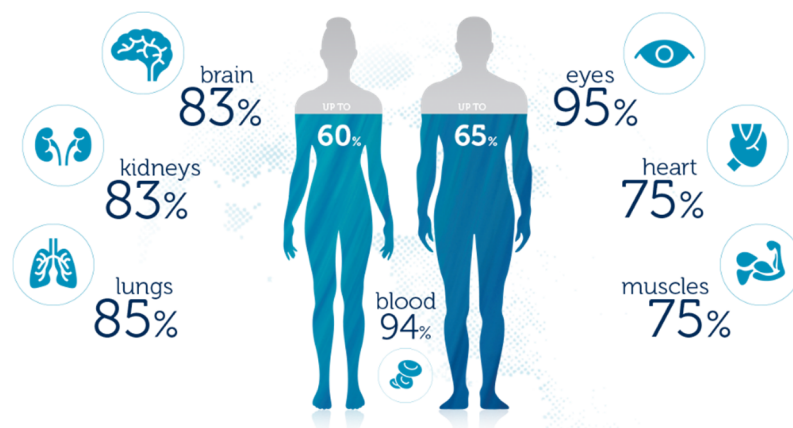
The practical part aims to conceptual design of water and sewage plumbing system with design of greywater or rainwater reuse in a wellness hotel.

KEYWORDS

water consumption, water conservation, rainwater management, greywater reuse, sanitary systems

1 ÚVOD

„Bez vody není život. Voda je drahocenná a pro člověka ničím nenahraditelná surovina.“ [1]



Obr. 1 Voda v lidském těle [2]

Kolikrát během všedního dne obyvatel dnešní Evropy pomyslí na nepostradatelnost vody? Současná konzumní společnost považuje vodu za samozřejmost. Nicméně vzhledem k některým trvajícím tendencím a vyhlídkám do budoucna je velmi pravděpodobné, že světu hrozí vodní krize, která ovlivní nepochybně i nás.

Jedním z trendů je růst světové populace; tam kde není přírůstek způsoben zvyšující se mírou porodnosti, tam je kompenzován stoupající délkou života. Rovněž obyvatelstvo bohatne; s čímž souvisí spotřeba většího množství zdrojů, které si může dovolit čím dál více lidí. V důsledku změn klimatu se zvyšuje průměrná teplota, odpařuje se více vody z povrchových vod, je třeba více vody na zavlažování v zemědělství a období sucha trvají déle. Kvůli těžbě nerostných surovin hydraulickým štěpením, intenzivnějšímu používání hnojiv a pesticidů v zemědělství dochází ke znečišťování vodních zdrojů, čímž se snižuje množství dostupné nezávadné vody. A nakonec ve vodovodních sítích dochází k nezanedbatelným únikům vody. [3, s. 5 - 8]

Dle studie zaměřené na zásoby podzemních vod v ČR pro referenční období 1981 až 2010 provedené Českou geologickou službou vyplývá, že se zvodně nezvládají v souvislosti se změnou klimatu a nadměrnými odběry doplňovat. Jaké výsledky přinesou studie následující zohledňující posledních 7 let, které byly v poslední dekádě nejsušší? [4]

K zabezpečení ochrany České republiky pro zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody schválila vláda ČR v srpnu 2017 dokument „Koncepte ochrany před následky sucha pro území České republiky“ [5]. V konceptu je mimo jiné také zmíněno efektivní hospodaření s dešťovými vodami (HDV) nebo opětovné využití čištěných odpadních vod [6]. A na tyto principy se ve své práci zaměřím i já.

1.1 Motivace

Způsob života a myšlení dnešního člověka bývá často silně odtržen od přírody. Proto je nezbytné navrhovat stavby s ohledem na úspory vody nebo s využitím alternativních zdrojů vody, aby se předcházelo možnému plýtvání této nenahraditelné tekutiny.

1.2 Cíle

Hlavním cílem práce je představit systémy zdravotně technických zařízení a instalací, jejichž smyslem jsou úspory pitné vody v budovách, a následně aplikovat některá opatření se stejným přínosem v konkrétní stavbě.

1.3 Metodika

Studie vhodných systémů a prostředků je syntézou již dávno známých nebo nových poznatků. Zdrojem jsou aktuální zprávy firem věnujících se této problematice, odborné články, související normy a dostupná literatura.

Ve výpočtech v praktické části vycházím zejména z odborné literatury, norem nebo učebních pomůcek. Ve svých úvahách pak ze získaných znalostí.

1.4 Struktura

V teoretické části se nejdříve zaměřím na spotřebu vody v celosvětovém měřítku až po české domácnosti. Potom navážu úsporami vody v pravém slova smyslu, tj. přímými. V dalších kapitolách uvedu možnosti využití dešťové vody a recyklovaných odpadních vod včetně souvisejících technických zařízení. Poslední kapitola studie bude věnována doporučení přímých a nepřímých úspor pitné vody v hotelech.

V praktické části nejdříve provedu nezbytné bilanční výpočty vody, na základě kterých posoudím možnost využití šedých nebo dešťových vod v objektu wellness hotelu. Následně bude proveden návrh vodovodu a kanalizace v rozsahu koncepce projektové dokumentace, to vše s ohledem na snížení spotřeby pitné vody.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



ÚSPORY VODY V BUDOVÁCH
A ŘEŠENÍ PRO HOTELY

A. TEORETICKÁ ČÁST

STUDIE

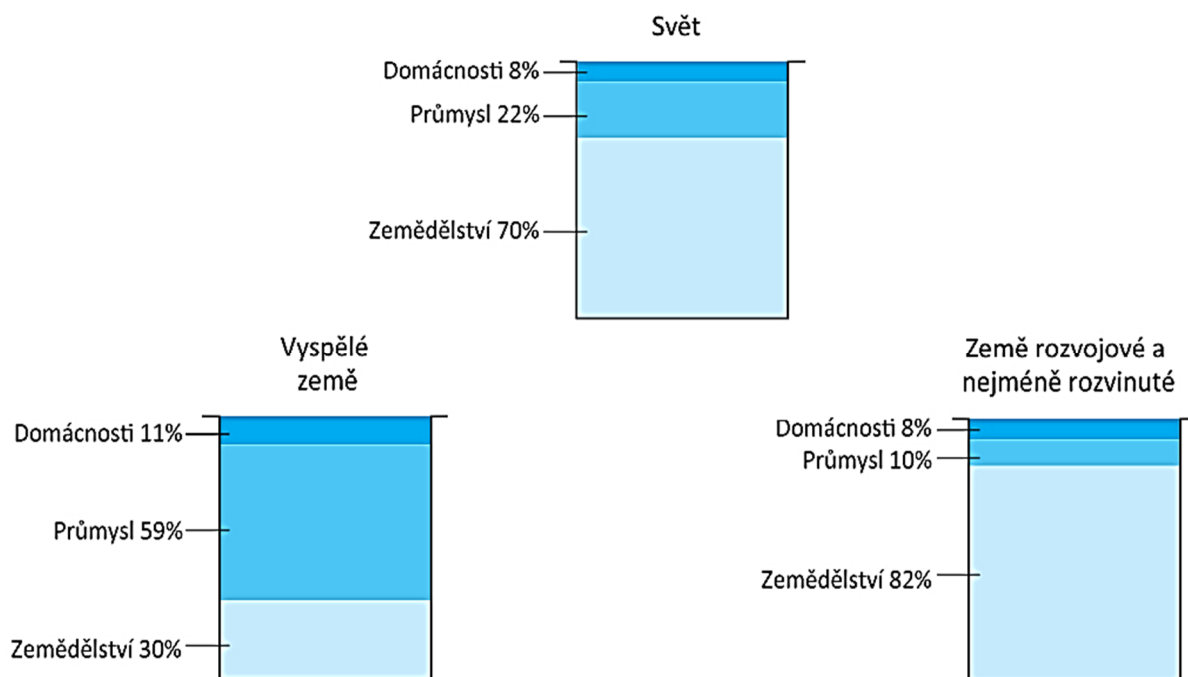
2 SPOTŘEBA VODY

Požadavky na vodu se ve světě zvyšují současně s populačním růstem, průmyslovým rozvojem a nárůstem potřeby vody pro zemědělství. Do roku 2020 se předpokládá zvýšení spotřeby vody o 40 procent, produkce potravin pro uspokojení rostoucího počtu lidí si vyžádá o 17 procent více vody. [7]

Hodnota spotřeby vody vychází z údajů o odběrech podzemních a povrchových vod. „Odběry vod představují spotřebu vody, a to jak obyvateli, tak jednotlivými hospodářskými sektory (veřejná potřeba, průmysl, energetika a zemědělství), přičemž je zvláště zohledněn odběr z povrchových a podzemních zdrojů. Odběry vod vodovody pro veřejnou potřebu zahrnují odběry vod pro domácnosti, ale i služby či využití v průmyslových podnicích (tam, kde je napojení na veřejný vodovod).“ [8]

2.1 Spotřeba vody ve světě

Spotřeba vody je nerovnoměrně rozložena mezi jednotlivá odvětví a oblasti světa. Zemědělství spotřebuje nejvíce vody, objem závisí na množství a způsobu naší spotřeby, klimatických podmínkách a zemědělských metodách. V rozvojových ekonomikách připadá největší odběr vody na zemědělství. Se zvyšující se ekonomickou silou země narůstá spotřeba vody v průmyslu.



Obr. 2 Porovnání spotřeby vody dle vyspělosti ekonomiky (upraveno dle [9, s. 5])

2.1.1 Specifická spotřeba vody

Specifická spotřeba vody (specifické množství vody fakturované celkem) je průměrná spotřeba vody v celé zemi přepočtená na jednu osobu a jeden den. Do této spotřeby se rozpočítává i voda spotřebovaná v průmyslu. [10]

USA	300
Vyspělé západoevropské země	150 – 200
Česká republika	120
Země třetího světa	10
Hygienické minimum deklarované Světovou zdravotnickou organizací	100

Tab. 1 Příklady specifické spotřeby vody (v litrech vody na osobu a den) [10]

2.1.2 Efektivní hospodaření s vodními zdroji

Jednou z možností vedoucí k efektivnímu využití vody je zlepšení managementu vody formou integrovaného řízení vodních zdrojů zabývajícího se poptávkou a dodáváním vody. Jedná se o přístup zohledňující potřeby různých uživatelů a ekosystémů a snahu o zlepšení zásobovacích systémů. [11]

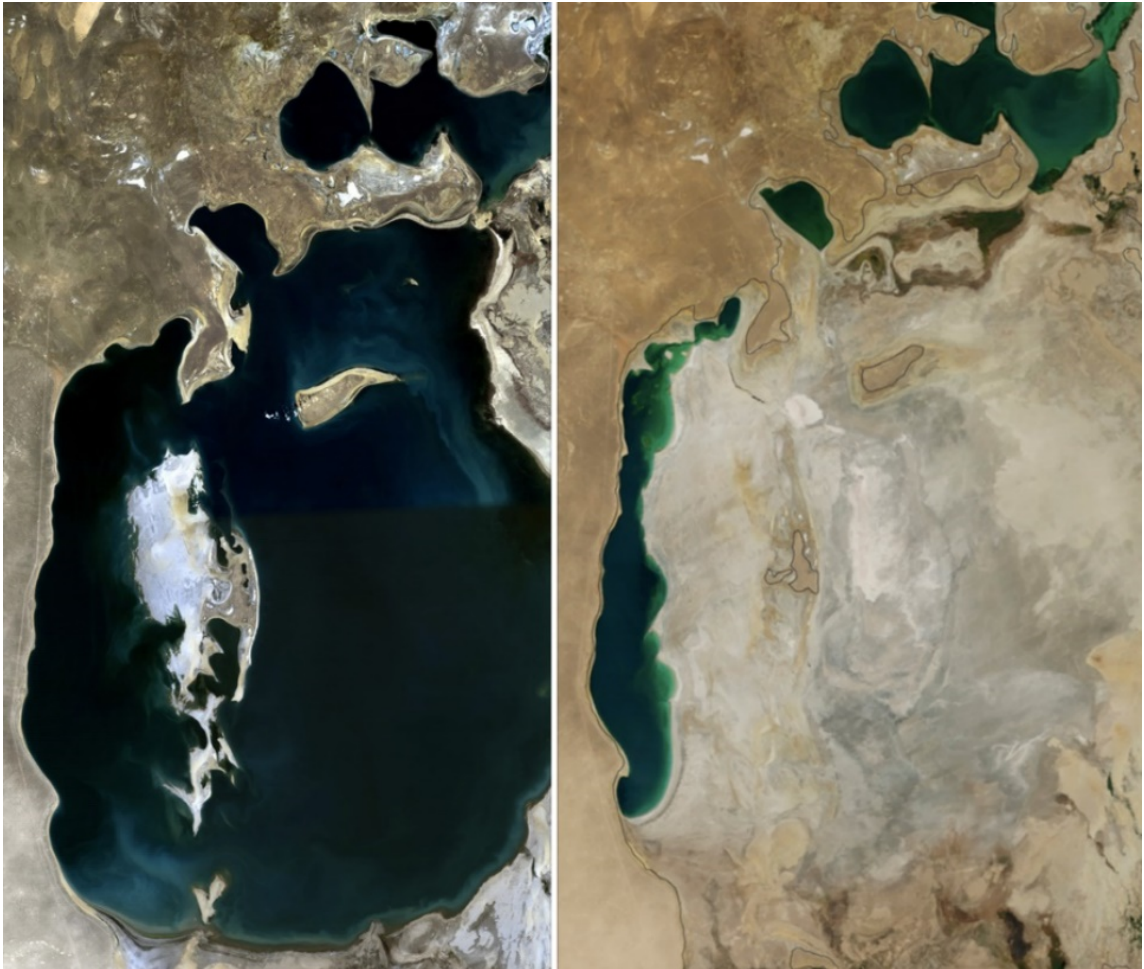
Dle některých odhadů by bylo možné v EU ušetřit až 40 procent celkové množství vody zavedením technologických opatření. Dále je zde velký potenciál úspor vody výrobním průmyslu, nízké ceny vody však dosud odrazovaly od některých potřebných investic. [11]

Zemědělství je vzhledem ke spotřebované vodě, včetně dešťové, největším odběratelem, navíc je také významným znečišťovatelem. Je nutné podporovat tzv. ekologické zemědělství, jehož produkty musí být vyrobeny bez použití chemických látek [12] a s pomocí veřejných financí vybudovat účinnější systémy zavlažování. Dále by typ pěstované plodiny měl odpovídat vodním a klimatickým podmínkám. [11]



Obr. 3 Kapková závlaha, Izrael [13]

Příkladem nesprávného hospodaření s vodními zdroji je projekt ze 60. let minulého století – zavlažování pouští pro účely pěstování bavlníku. Voda byla přiváděna pomocí kanálů vybudovaných na dvou řekách, které se vlévaly do Aralského jezera. Snaha o vytvoření bavlníkových plantážích v poušti vedla k největší ekologické katastrofě lidstva. Nyní je ze dříve 4. největšího jezera světa „jedovatá solná poušť“. [14]



Obr. 4 Porovnání Aralského jezera v roce 1989 a 2014 [15]

Nakonec obyvatelstvo by mělo směřovat svým životním stylem ke snížení osobní vodní stopy, která udává celkový objem sladké vody potřebný k produkci zboží a služeb, jež jsou námi spotřebovány [16]. V Evropě činí vodní stopa 4750 litrů vody na osobu a den, největší je pak v Severní Americe, 7650 litrů vody na osobu a den, a nejmenší v Asii, 3300 litrů vody na osobu a den. Hlavními faktory velikosti vodní stopy je bohatství země, spotřeba masa a průmyslových výrobků, klimatické podmínky a účinnost užití vody v zemědělství. [11]

2.2 Spotřeba vody v Evropě

2.2.1 Odběry podzemních a povrchových vod v Evropě

V evropských státech v průměru 45 procent veškeré vody spotřebuje energetický průmysl, zejména na chlazení, 22 procent zemědělství, 21 procent veřejné zásobování vodou a 12 procent průmysl. V zemích jižní Evropy však podíl vody pro zavlažování je 50–80 procent. V západní Evropě přes 50 procent využívá energetický průmysl a 20 procent ostatní průmysl, v jižní Evropě průmysl odebírá pouze 5 procent, viz diagram 3. [11]

„Odběry vod podle sektorů jsou indikátory vývoje náročnosti jednotlivých sektorů na vodu a odrazem hospodárnosti jejího využívání vzhledem k ceně vodného a stočného [8].“

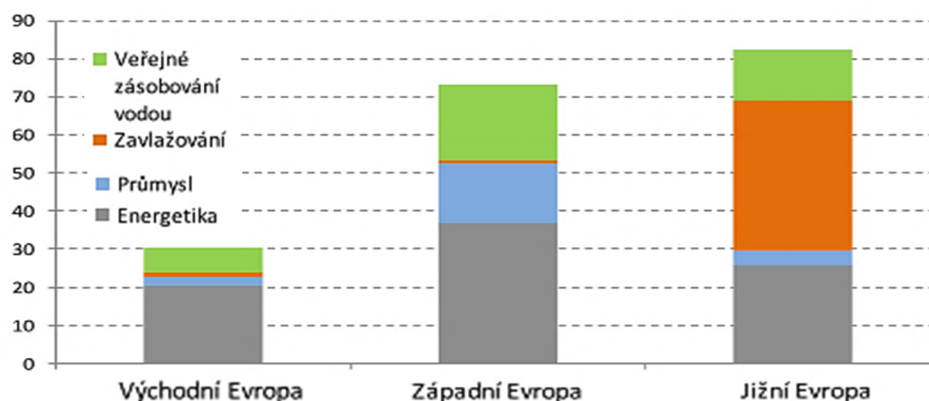


Diagram 3 Odběry vody pro sektory v regionech Evropy, 1997-2007 (v mil. m³/rok) [11]

Avšak dříve, než voda doteče ke koncovému uživateli, značná část se ztratí cestou zásobovacím systémem. Po celém světě dochází k únikům vody. V některých regionech rozvojového světa není možnost financování rekonstrukce vodovodních systémů země. Ve vyspělých státech, například v Německu a Dánsku, bylo dosaženo technické a hospodářské meze, která se už nezabývá s úniky pod 10 procent. [11]

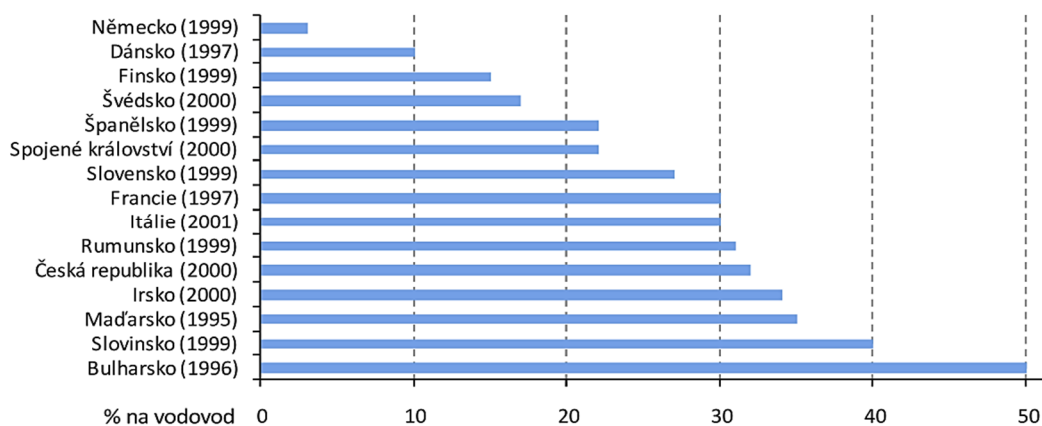


Diagram 4 Ztráty v městských zásobovacích systémech zemí EU [11]

2.3 Spotřeba vody v ČR

2.3.1 Odběry podzemních a povrchových vod v ČR

V posledních 20 letech dochází k dlouhodobému poklesu odběrů vod v ČR v důsledku přeměny národního hospodářství. Minima dosáhly odběry na přelomu 20. a 21. století, v současné době pozorujeme kolísající až stagnující trend vývoje. [8]

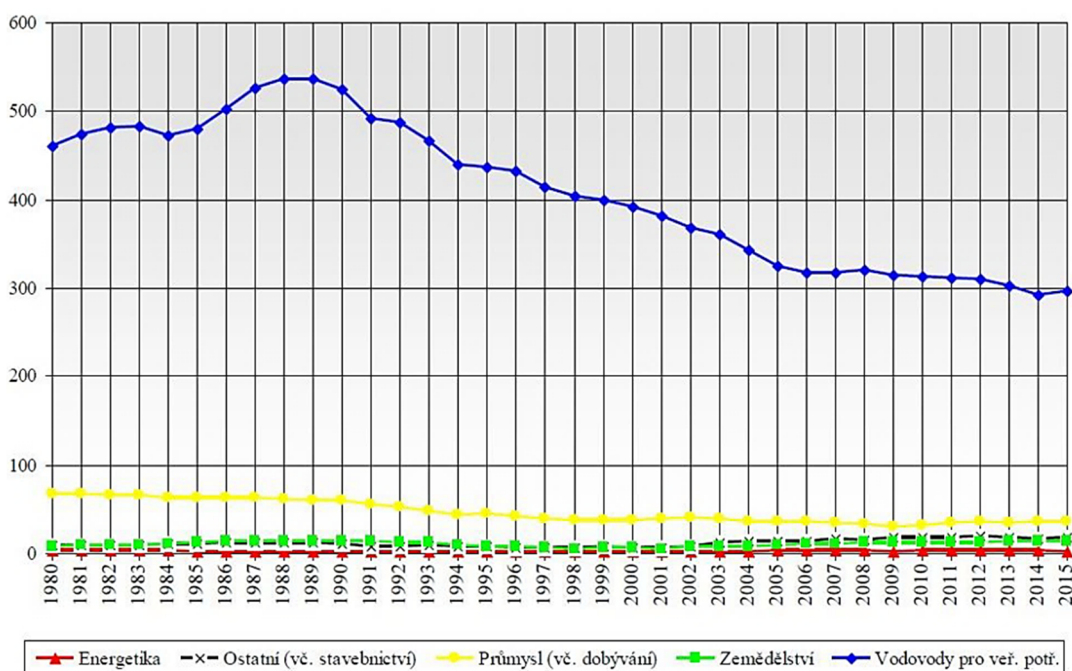


Diagram 5 Odběry podzemních vod v ČR, 1980–2015 (v mil. m³) [17]

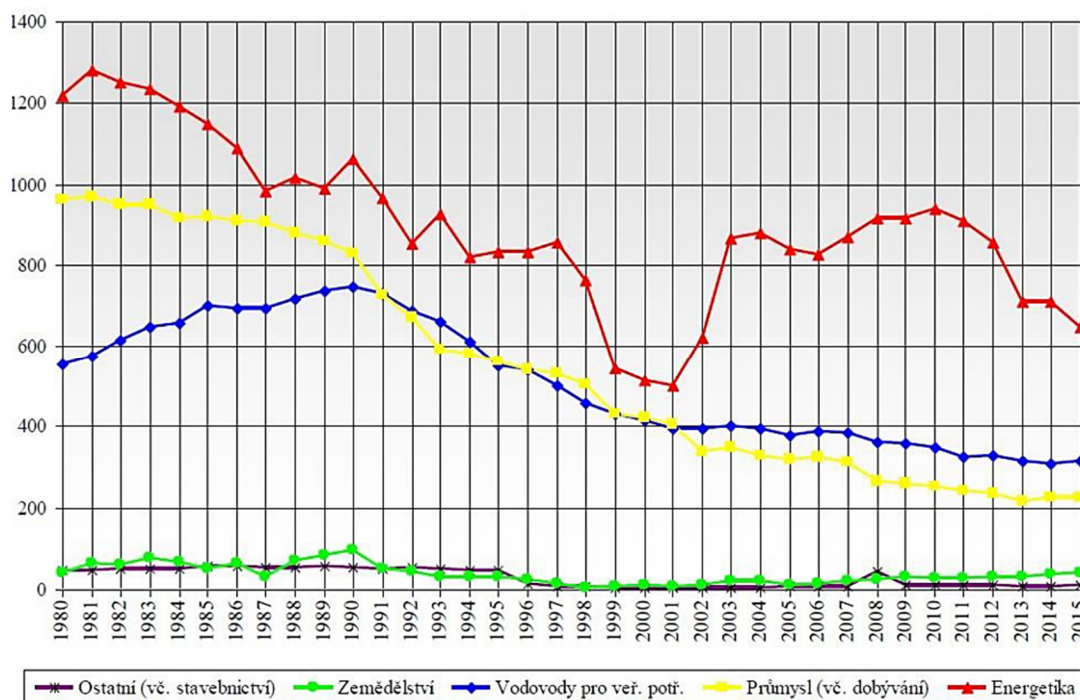


Diagram 6 Odběry povrchových vod v ČR, 1980–2015 (v mil. m³) [17]

Pokles reálné spotřeby vody byl aplikován do Vyhlášky č. 120/2011 Sb. (Novela Vyhlášky č. 428/2001 Sb.) snížením směrných čísel potřeby vody. Potřeba vody je předpokládaný odběr vody spotřebiteli v budovách pro bydlení nebo jiné účely [18]. Nové hodnoty tak již odpovídají v praxi realizovaným úsporám. Například u bytů se nyní počítá s 36 m³.os/rok (dříve 56 m³.os/rok - ústřední příprava teplé vody, 46 m³.os/rok - lokální příprava), u hotelů se pro výpočty nyní používá hodnota 45 m³.lůžko/rok (před novelizací 160 m³.lůžko/rok).

2.3.2 Specifická spotřeba vody v ČR

Rok 1945	100
Rok 1965	300
Rok 1990	170
Rok 2000	137
Rok 2010	120
Rok 2015	132

Tab. 2 Vývoj specifické spotřeby vody v ČR (v litrech vody na osobu a den) [10]

Důvody poklesu objemů vody vyrobené a fakturované jsou způsobeny neustálým růstem vodného a stočného a snahou šetřit, cíleným využíváním efektivnějších a úspornějších spotřebičů. V průmyslu byly zaváděny nové technologie výroby a také došlo k útlumu výroby v některých odvětvích. [19]

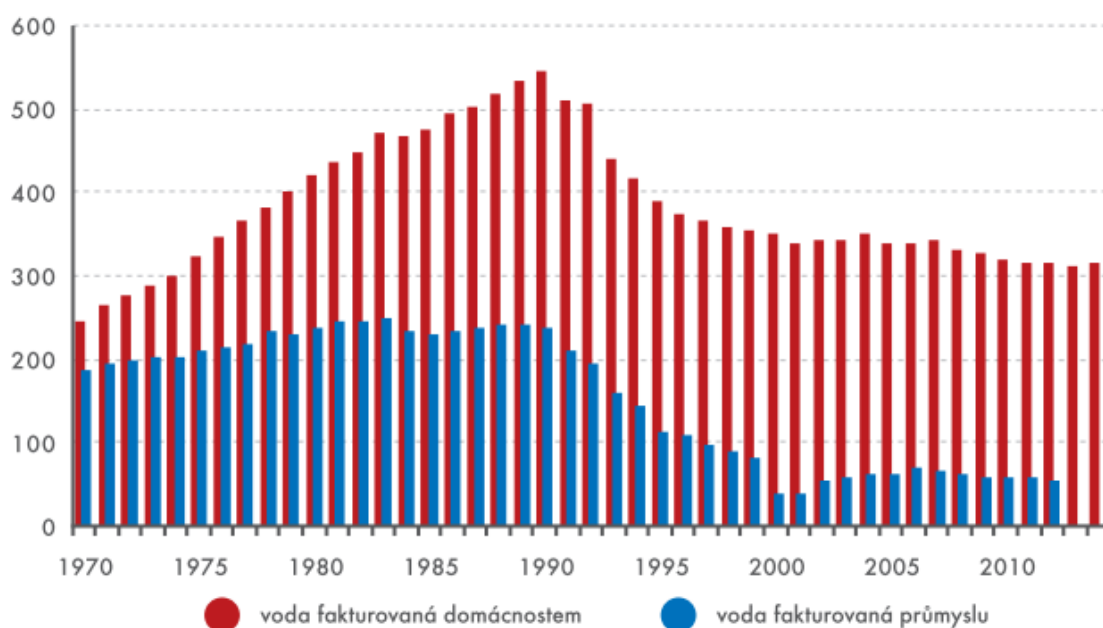


Diagram 7 Specifické množství fakturované vody, 1970–2014 (v mil. m³) [19]

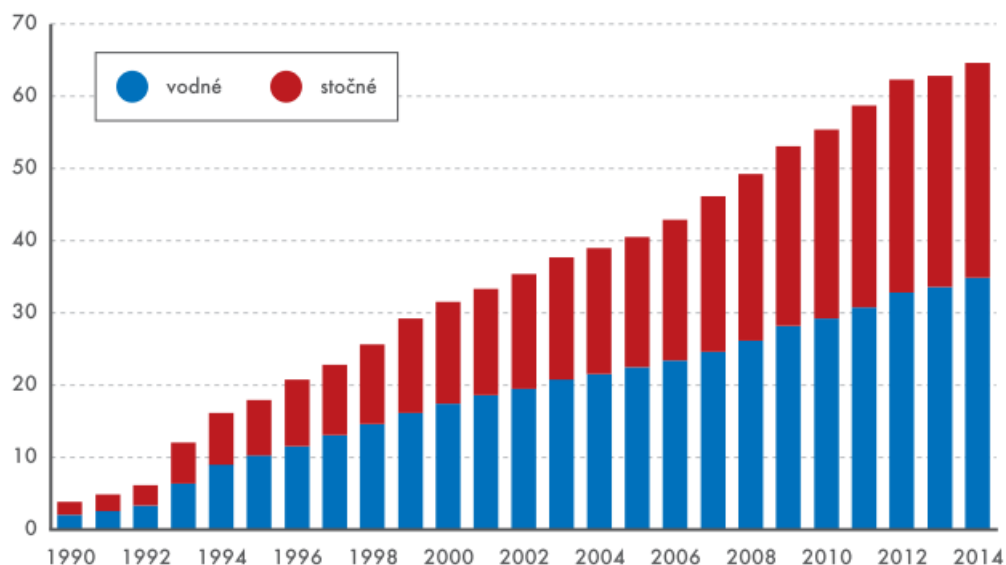


Diagram 8 Vodné a stočné, 1990–2014 (v Kč/m³ bez DPH) [19]

2.3.3 Množství odpadních vod v ČR

Množství odebíraných vod ovlivňuje množství vypouštěných odpadních vod, a tím i nároky na jejich čištění (množství a kapacitu ČOV). Po roce 2010 lze zaznamenat každoroční pokles v objemu vypouštěných vod. V roce 2014 tvořil celkový objem vypouštěných odpadních vod z bodových zdrojů 1 716,9 mil. m³. [20]

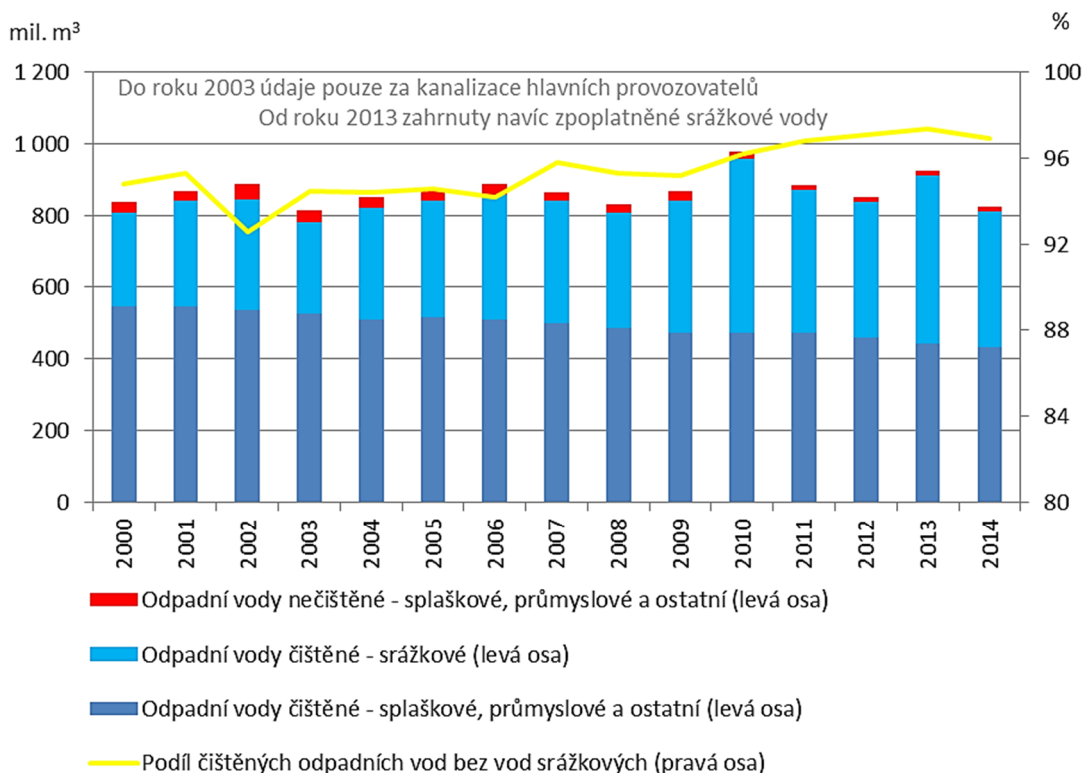


Diagram 9 Čištění odpadních vod vypouštěných do kanalizace, 2000–2014 [21]

2.3.4 Specifická spotřeba vody českých domácností

V roce 2015 průměrná spotřeba pitné vody domácností (specifické množství vody fakturované domácnostem) byla 87,9 litru na osobu a den [22]. Došlo ke zvýšení o 0,6 litru na osobu a den oproti roku 2014, což dokazuje současný kolísající až stagnující trend spotřeby vody [8]. Oproti ostatním krajům je v Praze spotřeba vody přibližně o 20 litrů větší na osobu a den [23], diagram využití vody pražské domácnosti při jednotlivých činnostech odpovídá více západoevropskému modelu spotřeby vody (porovnáno s [11] Obr. 14).

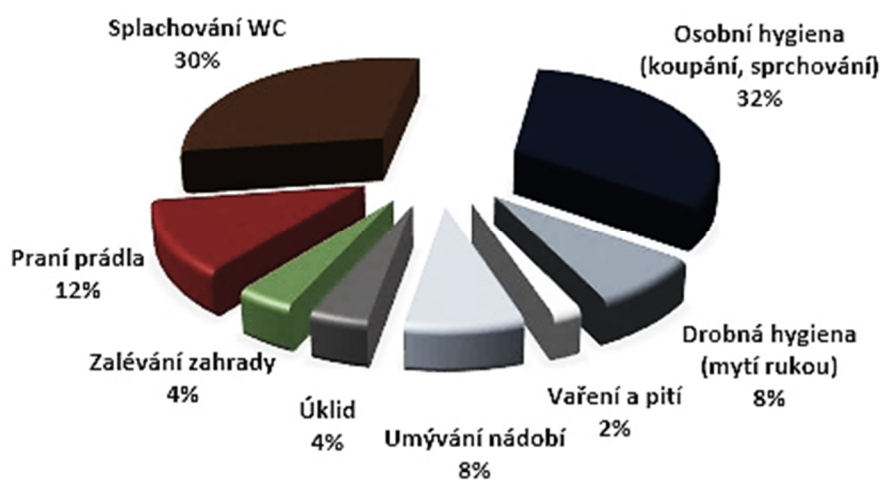


Diagram 10 Diagram využití vody v domácnosti ČR (upraveno dle [9])

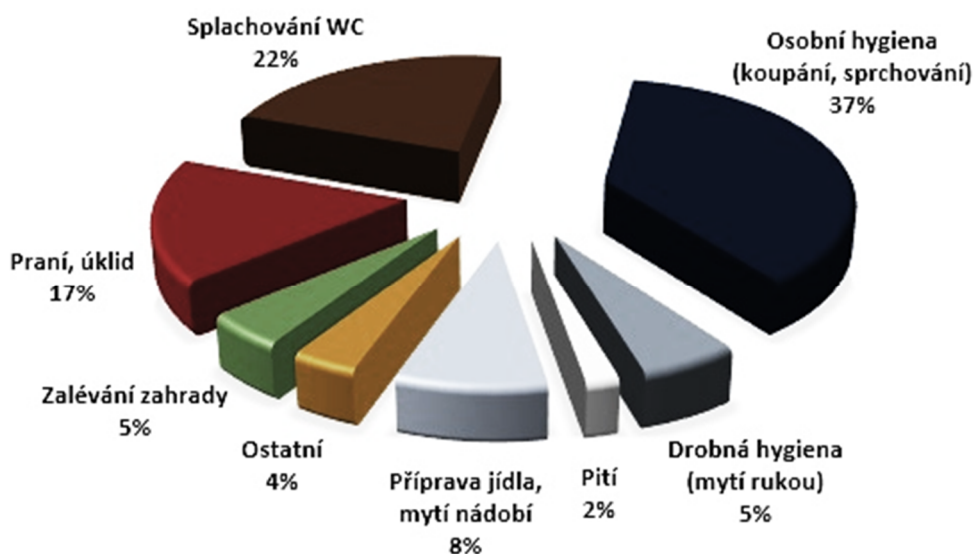


Diagram 11 Diagram využití vody v pražské domácnosti (upraveno dle [23])

2.3.5 Efektivní hospodaření s vodou

Specifická spotřeba vody je ukazatelem naší efektivity při hospodaření s vodou, která vychází z principů přímých úspor kombinovaných s úsporami nepřímými.

Přímé úspory snižují celkovou potřebu vody instalací úsporných spotřebičů, koncových výtokových armatur, vhodným použitím zařizovacích předmětů, moderních závlahových systémů či bez jakýchkoli investic – změnou uživatelských návyků. U novostaveb i stávajících staveb lze tato opatření navrhnout bez omezení. [24]

Nepřímé úspory nahrazují část spotřeby pitné vody jiným zdrojem vody, kde je pitná voda užívána bezúčelně. Zdrojem může být například srážková nebo odpadní voda, voda ze studny nesplňující parametry pitné vody. Alternativní zdroje využíváme pomocí různě sofistikovaných technologií a systémů dle účelu sekundárního použití. Nejjednodušším systémem je pouhá akumulace k bezprostřednímu využití, následuje akumulace s úpravou na kvalitu vody užitkové, popřípadě použití složitějších filtračních metod úpravy vody na kvalitu vody technologické nebo dokonce splňující parametry vody pitné [25]. Zatímco u novostaveb můžeme některý z těchto systémů nepřímé úspory snadnou navrhnout a realizovat, instalaci do stávajících staveb je potřeba prověřit a posoudit celkovou aplikovatelnost. Nutné je zvážit napojení na stávající rozvody zdravotní techniky, prostorové nároky technologie a investiční náklady. [24]

3 PŘÍMÉ ÚSPORY VODY

Proč v této době, kdy zažíváme důsledky klimatické změny na vlastní kůži, někteří lidé stále nešetří vodou? Dne 30. 4. 2017 ČTK zveřejnil průzkum, z kterého vyšlo najevo, že vodou se snaží šetřit 86 procent Čechů. Nejméně vodou šetří mladí do 29 let. 41 procent těch, co nešetří vodou, uvedli jako důvod, že nad úsporami nikdy nepřemýšleli, 21 procent si myslí, že tím neušetří peníze, 15 procent neví, jak by mohli šetřit a 4 procenta si pak stále myslí, že vody je dostatek [26]. Problémem se tedy zdá být informovanost a snaha mladých lidí.

3.1 Vlivy na spotřebu vody v domácnosti

Spotřebu vody můžeme vždycky snížit svými návyky ať už bydlíme kdekoli. Například neumývat nádobí pod tekoucí vodou, případně zapínat myčku až když je plná, při praní volit program odpovídající dávce prádla, vypínat kohoutek při čištění zubů, zastavovat sprchu při mydlení a mytí vlasů, dávat si kratší sprchy do 5 minut.

Pokud se nacházíme v situaci, kdy máme svou domácnost, nesmíme zapomenout myslet na vodu při její vybavování. Při koupi nových spotřebičů a zařízení vybírat ty úsporné, pořídit nádržky u toalet s dvojitým splachováním nebo nainstalovat jednoduché spořiče vody ve sprše a v bateriích. Dále je dobré mít zaizolované potrubí zabraňující prasknutí a využívat alespoň na zahradě dešťovou vodu.

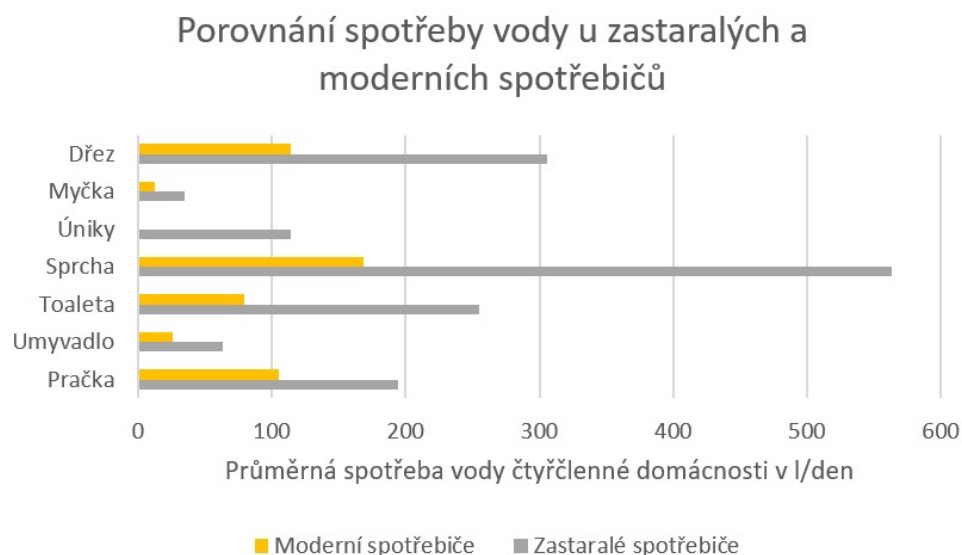


Diagram 12 Spotřeba vody u zastaralých a moderních spotřebičů (upraveno dle [27])

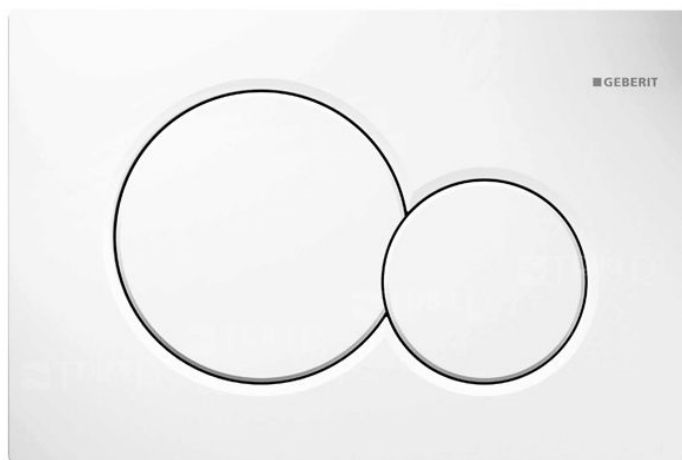
Pokud chceme mít spotřebu vody pod kontrolou a detekovat možné úniky vody, existují elektronická zařízení monitorující spotřebu vody v čase, která online informují uživatele.

3.2 Zařizovací předměty a spotřebiče

3.2.1 Klozety

Úspory vody při splachování dosáhneme nádržkami na dvojitě nebo i trojitě splachování a stop tlačítkem. Dnes je standardní splachování 3 / 6 l (malé / velké spláchnutí) u podomítkových či „kombi“ systémů, ale lze pořídit i systém na 3 / 4,5 l, případně lze u některých výrobců nastavovat splachovací množství. Vzhledem k množství splachovací vody musí být použita odpovídající keramická WC mísa, která je konstruovaná tak, že dojde k dokonalému propláchnutí zápachové uzávěrky.

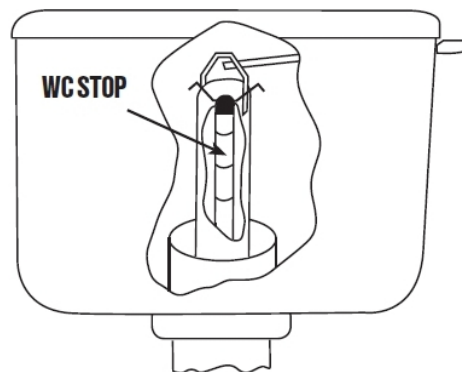
Podle normy ČSN 75 6760 se pro návrh vnitřní kanalizace používá Systém I, který uvažuje pro výpočet dimenzí potrubí pro splachování o objemu 6 l. Při splachování s objemem menším než 6 l je nutné posoudit výpočtem dostatečnou rychlost a stupeň plnění ve svodných potrubích a pro návrh vnitřní kanalizace podle ČSN EN 12056-2 se použije Systém II. Nicméně nedostatečné množství vody, splachování fekálií s méně než 6 litry, může způsobovat poruchy čerpacích stanic odpadních vod. [28]



Obr. 5 Ovládací tlačítko pro dvojitě splachování [29]

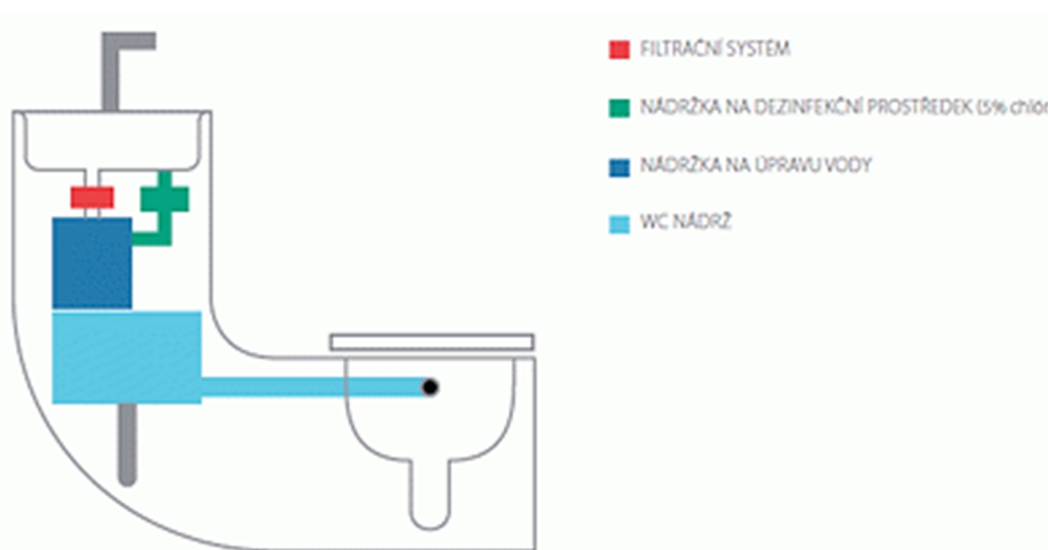
Nefunkční těsnění nádržky znamená protečení až 80 litrů vody za hodinu, opatření tedy spočívá ve výměně tohoto těsnění. [30]

Toalety učiníme úspornými například jednoduchou instalací automatického WC Stopu do splachovací nádržky, který je vhodný pro běžné i dvoutlačítkové toalety. Množství úspory vody lze nastavit pomocí tzv. válečků, které rovněž zabraňují protékání WC [31]. Při malém spláchnutí pak spotřebujeme pouhé 2 litry vody. [30]



Obr. 6 a 7 WC STOP a schéma umístění v přepadové trubici splachovací nádržky [31]

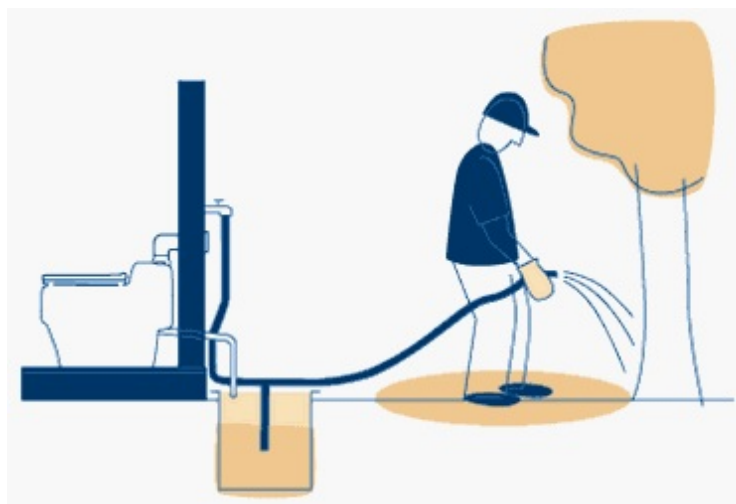
Speciální zařizovací předmět kombinující umyvadlo a klozet využívá recyklované šedé vody na splachování. Ten filtruje odpadní vodu z umyvadla do splachovací nádržky toalety ke splachování s přepadem do kanalizace, případně plovákový systém zajistí automatické doplnění běžným způsobem z vodovodu. [32]



Obr. 8 Schéma systému toalety s nádržkou s recyklovanou vodou z umyvadla [32]

Dalším typem mohou být separační či kompostovací toalety, které nejsou napojeny na vodu ani kanalizaci, ušetří tak až třetinu veškeré vody spotřebované v domácnosti. Ve skandinávských domácnostech i firmách se běžně užívají už dvacet let.

Princípem separační toalety je oddělení tuhé části od tekuté zamezuje kvašení obsahu toalety, tvorbě nepříjemných pachů, tuhý obsah po naplnění zásobníku lze pak vynést na kompost.

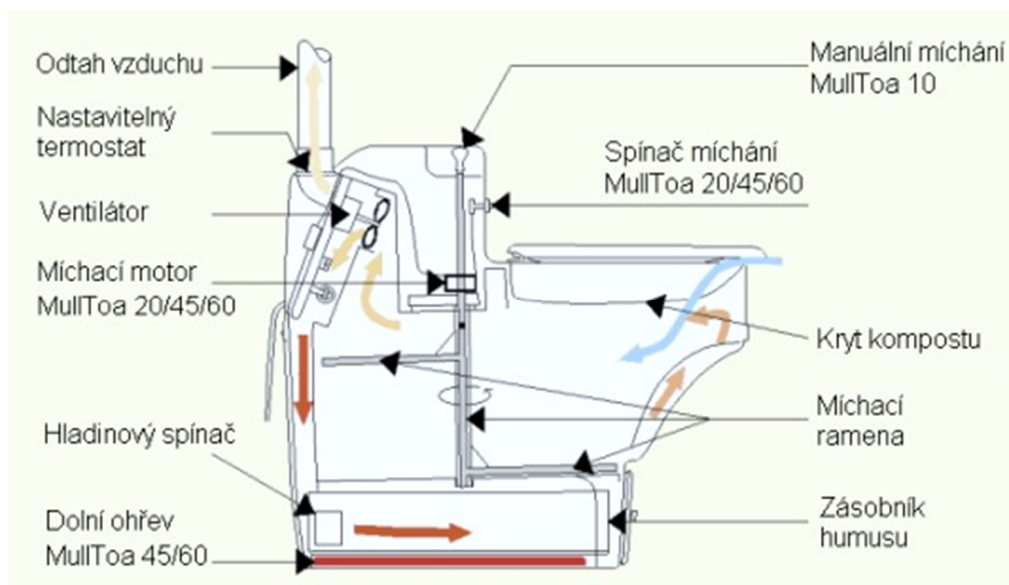


Obr. 9 Schéma napojení separační toalety [33]



Obr. 10 Separační toaleta [33]

Kompostovací toaleta se o tvorbu humusu stará sama. Toalety jsou obstarány ventilátorem pro odtah vzniklých pachů. [33] A co se vzniklým odpadem? Dle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, výkaly ze suchých a kompostovacích toalet mohou spadat v katalogu odpadů do kolonky „kal ze septiků a žump“, a ty se smějí kompostovat, pokud splní mikrobiologické ukazatele podle vyhlášky č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady [34]. Vzniklý humus pak tedy stačí jednou za čas odebrat a separovaná moč může sloužit jako hnojivo.



Obr. 11 Schéma kompostovací toalety [35]

3.2.2 Písoáry

Moderní urinály si vystačí s dávkou 1 l vody ke spláchnutí. Proto alespoň v domácnosti s více muži by bylo vhodné uvažovat o koupi tohoto zařízení.

Dále také existují bezvodé typy písoárů. „V zemích EU jsou povoleny za předpokladu splnění následujících podmínek: musí zachytávat moč a odvádět ji do kanalizace, musí zamezit šíření zápachu z kanalizačního potrubí, musí zamezit odpařování moči ze zápachového uzávěru, světlost odtokového hrdla musí být ve shodě se světlostí kanalizačního odtokového potrubí, musí minimalizovat nárůst a společný účinek bakterií, musí mít certifikát o kvalitě výrobku. Tvorbě zápachu zde zamezuje speciální biologicky odbouratelný dezinfekční prostředek lehčí než moč, který se nalévá do zápachového uzávěru.“ [36]



Obr. 12 a 13 Bezvodý písoár a sanitární biologický čistič [37]

3.2.3 Myčky nádobí

Nejmodernější myčky spotřebují v jednom cyklu 10 litrů vody. Mytím nádobí v napuštěném dřezu spotřebujeme asi 40 litrů vody i s opláchnutím, mytí nádobí pod tekoucí vodou znamená protečení až 200 litrů vody. [30]



Diagram 13 Spotřeba vody na umytí nádobí

3.2.4 Pračky

Nejúspornější dražší modely praček spotřebují 40 litrů vody na 5 kg prádla a 0,9 kWh energií, zatímco levnější modely spotřebují 65-85 litrů vody na stejné množství prádla a okolo 1,1-1,2 kWh [38]. Starší pračky mají spotřebu vody 80 až 90 litrů a elektřiny kolem 2 kWh na cyklus [30]. Vhodné je rovněž zapínat pračku, až když je plná, nebo využít pro méně množství prádla úsporné programy, které spotřebují méně vody.

3.3 Armatury

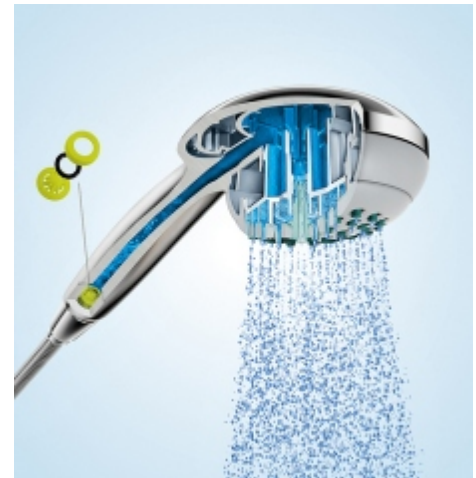
Úsporné armatury musí kromě slíbené hospodárnosti také splňovat požadavky kladené na obyčejné armatury. Jedná se o spolehlivost, funkčnost, odpovídající výkon, trvanlivost, bezpečnost, estetický vzhled a snadnou montáž [39].

3.3.1 Regulační armatury

Některé regulační armatury lze označit za šetřiče vody a mohou sloužit jako doplňky k výtokovým armaturám nebo jsou již v bateriích zabudovány. Jedná se například o perlátor, regulátor toku, stop ventil a spořicí polohovou kartuši. [40]

Perlátor mísí proud vody se vzduchem. I při nižším průtoku vody, 6 litrů za minutu místo běžných 12 litrů za minutu, si vytékající voda zachovává dostatečný proud a díky bublinkám

vzduchu působí měkce. Perlátory mohou být zabudované, případně lze zakoupit pouze koncovku na stávající baterii. Úspora vody se pohybuje okolo 40-50 %.

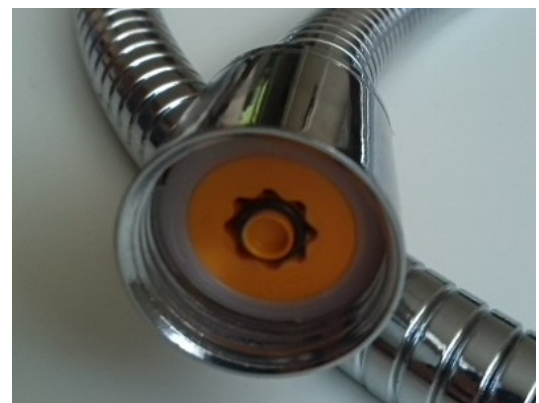
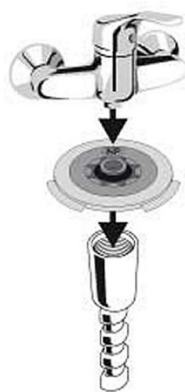


Obr. 14 a 15 Umyvadlová baterie s perlátorem [41] a sprchová hlavice s perlátorem [40]



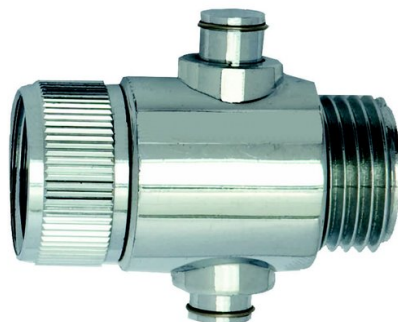
Obr. 16 Perlátor s možností nasměrování proudu vody [41]

Regulátor – omezovač průtoku vody, se našroubuje mezi sprchovou baterii a sprchovou hadicí. Průtok vody lze pak regulovat od 6 do 14 litrů za minutu. V obvyklé sprchové baterii protéká 25 litrů vody za minutu. Dochází tak k 50% úspoře vody a energie. [42]



Obr. 17 a 18 Omezovač průtoku vody ve sprchové hadici [43]

Samostatný plastovo-chromový stop ventil se vkládá mezi sprchovou hadici a její napojení na vodovodní baterii nebo výtokový ventil. Slouží pro dočasné zastavení průtoku vody do hadice a přitom zachová nastavení teploty a tlaku, nenahrazuje hlavní uzavírací zařízení. Ke sprchové hlavici se stop tlačítkem je nutná příslušná sprchová hadice, která je dimenzovaná na vzniklý tlak vody.



Obr. 19 Stop ventil na sprchovou hadici [44]



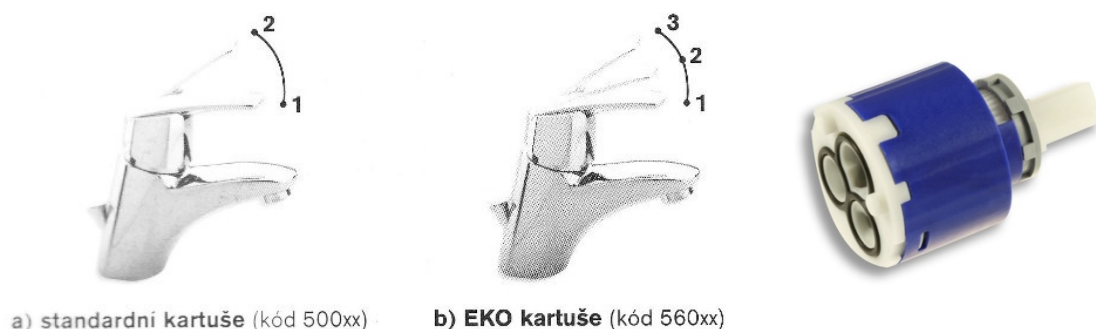
Obr. 20 Sprchová hlavice se stop tlačítkem [45]

3.3.2 Výtokové armatury

Jedná se o vodovodní baterie koupelnové umyvadlové, sprchové nebo vanové a kuchyňské. Speciální kategorii tvoří vodovodní baterie pro handicapované, které musí být ovladatelné i ze sedu.

Nejběžněji používanou armaturou vedoucí k úspoře vody asi o 30–40 % oproti klasickým kohoutkům jsou pákové baterie. Před spuštěním proudu si nastavíme teplotu a pro uzavření

během sekundy zamáčkneme páčku. Tuto baterii lze vybavit omezovačem průtoku vody – dvou až třípolohovou spořicí kartuší, která při lehkém zvednutí páky zamezí ve zvednutí do nejvyšší polohy, ale zůstane například jen v polovině, teče tedy poloviční proud. Pro spuštění maximálního výtoku musíte překonat drobný odpor páky. Existují také typy baterií se světelnými indikátory upozorňujícími na překročení přednastavené doby toku vody. [46]



Obr. 21 a 22 Princip dvoupolohové spořicí kartuše pro pákové baterie a spořicí kartuše [47]

Větším spořičem je bezdotyková baterie, která je vybavena senzorem pohybu. Baterie uvolní pouze nezbytné množství vody na opláchnutí rukou, tekoucí voda má regulátorem přednastavenou teplotu a tlak pomocí omezovači průtoku vody, který lze uzamknout pro spuštění plného proud vody. Úspora činí více než 60 % oproti běžným pákovým bateriím. [46]



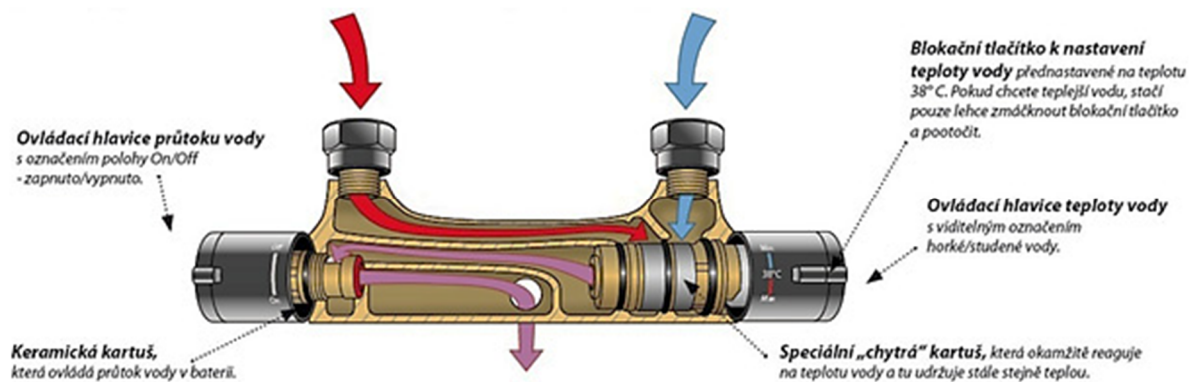
Obr. 23 Umyvadlová bezdotyková baterie [42]

Výrobci rovněž nabízejí kombinované sensorové baterie ke dřezu s pákou. Při provozu na senzor uvolňuje 5 litrů vody za minutu, pákou lze zvolit teplotu a zvýšit průtok vody na 15 litrů za minutu. [46]



Obr. 24 Kuchyňská senzorová baterie ke dřezu KLUDI E-GO s napájením na 6V lithium baterii [48]

Dalším typem jsou baterie s termostatem. Termostatické baterie po nastavení požadované teploty automaticky míchají studenou a teplou vodu, poté už jen zvolíme sílu průtoku. Dosahují až 50 % úspor. Jsou zvláště vhodné ke sprchování.



Obr. 25 Schéma sprchové termostatické baterie [49]

Nejnovější úsporné baterie se označují pojmem organické baterie a vystačí si s pouhými 3,5 litry vody za minutu. Stejně jako perlátor využívá efektu provzdušnění vody. Proud vody je rozdělen do 90 samostatných trysek zabírající širší rozptyl než standardní proud, z nichž pak voda vytéká v podobě tisícovky malých kapek. Výsledný „našlehaný“ proud je dostatečně hustý a na opláchnutí rukou není potřeba delší čas.



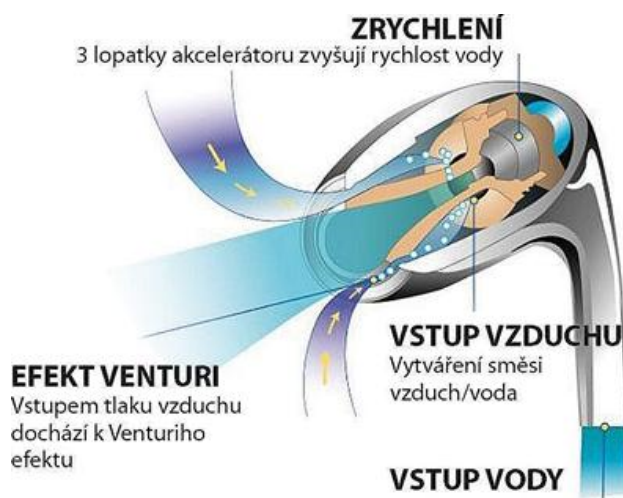
Obr. 26 Umyvadlová baterie s „našlehaným“ proudem vody [50]

Existuje několik typů úsporných sprchových hlavice. Například talířová hlavová sprcha zajišťující sprchový déšť o průtoku 9 l/min, což je více než 50% úspora oproti běžným hlavovým sprchám. [40]



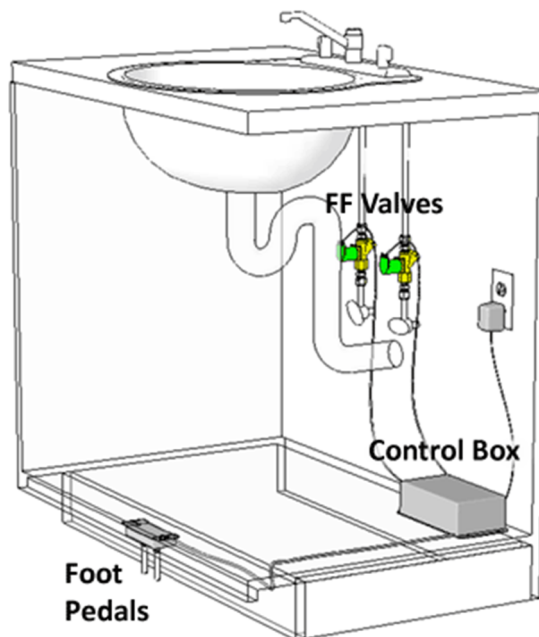
Obr. 27 Talířová sprcha [51]

Sprchové hlavice využívající princip *Venturiho efektu*, který spočívá v nasycení vody velmi malými bublinami vzduchu. Výsledkem je prosycený proud vody se zachováním komfortního pocitu ze sprchování a úspora až 75% spotřeby vody na sprchování.



Obr. 28 Úsporná sprchová hlavice EcoXygen [52]

Dalším šetříčem mohou být nášlapné pedály ke dřezu, kdy voda teče pouze pokud jsou pedály sešlápnuté a nenastává tak doba, kdy voda teče zbytečně.



Obr. 29 Systém pedálů u dřezu [53]

3.4 Rozvody teplé vody

Doba, za kterou začne téci teplá voda z kohoutku, je rovněž rozhodující o spotřebě vody. Podle ČSN EN 806-2 musí rozvody teplé vody zajistit, aby při úplném otevření výtokové armatury vytékala nejpozději do 30 s voda o teplotě 50 °C až 55 °C. Během těchto 30s je tedy například u umyvadla nutné odpustit až 6 l vody pro požadovanou teplotu. V případě objektů bez navržené cirkulace je vhodné zvážit v závislosti na dalších podmínkách objektu návrh lokální systém přípravy teplé vody. [54]

3.5 Zavlažování

Na zavlažování zahrady se vyplatí zavést úsporný systém s časovačem. V případě vegetačních střeš je vhodná kapková závlaha přivádějící vodu přímo ke kořenům rostlin a ušetří až 75 % vody oproti běžným závlahovým systémům. Některé moderní zelené střechy založené na substrátech s vysokou retencí vody si vystačí pouze se srážkami. [24]

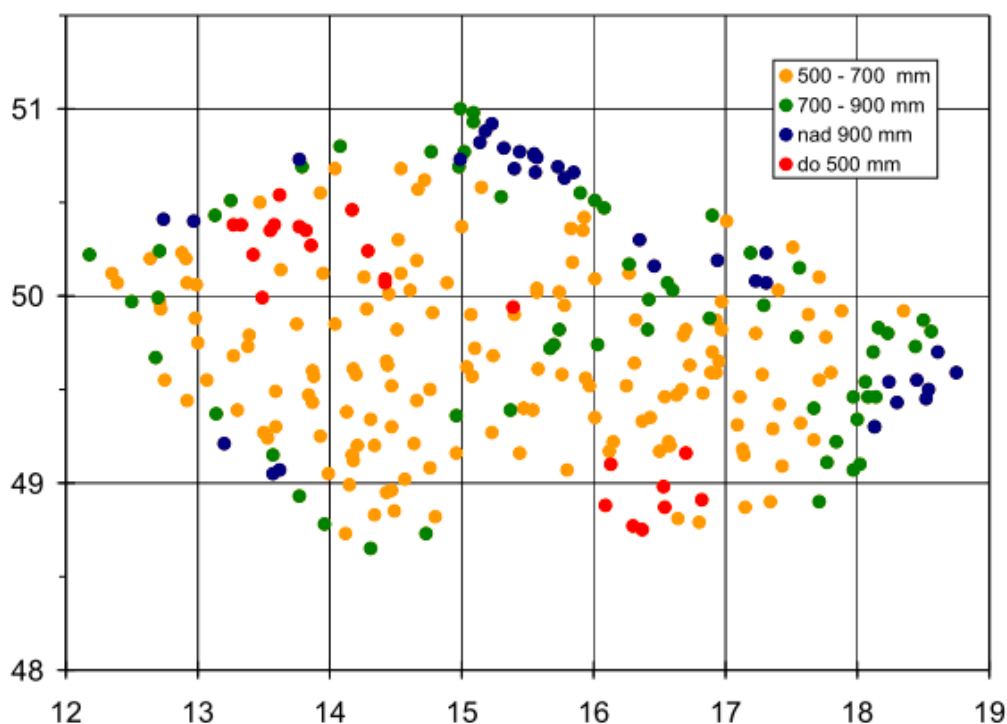
4 VYUŽÍVÁNÍ DEŠŤOVÉ VODY

Česká republika je střechou Evropy, z které odtéká voda přes okolní státy do Černého, Baltského a Severního moře. Veškeré zásoby vody na našem území jsou vytvářeny dešťovými srážkami. Se srážkovou vodou dopadající na naše území proto musíme co nejefektivněji a nejšetrněji hospodařit.

4.1 Hospodaření s dešťovou vodou v ČR

4.1.1 Srážky v ČR

Průměrný srážkový roční úhrn pro ČR v průběhu let 1961–2010 činil přibližně 700 mm. Nejvydatnější srážky jsou v létě (červen, červenec, srpen), a to přibližně 40 % ročního úhrnu, na jaře to je 25 %, na podzim 20 % a v zimě 15 %. Největší srážky jsou potom v pohraničních horských oblastech. Klimatické změny ovlivňují charakter srážek a jejich rozložení v roce, stále více se na průměrném ročním srážkovém úhrnu podílí letní období. [55]



Obr. 30 Rozložení průměrných ročních srážkových úhrnů v ČR, 1961–2012 [55]

V posledních letech sice v Česku spadne přibližně stejné množství srážek, ale v průběhu roku jsou jinak rozloženy. Zatímco povrchová voda se dá zachycovat v přehradách, podzemní voda je závislá čistě na počasí. Pro doplnění podzemních vod jsou rozhodující zimní srážky [56]. Výsledky studie vedenou Českou geologickou službou potvrzují, že zásoby podzemních vod

v ČR nebezpečně ubývají a nestačí se doplňovat důsledkem velkého odběru, nerovnoměrností srážek a nyní častých letních přívalových dešťů, které se nestačí vsáknout [4].

V období od roku 1997 do roku 2016 jsme se několikrát setkali s hydrologickými extrémy, devětkrát nás postihly povodně a čtyřikrát sucho. Řešením obou těchto jevů je zadržování vody v krajině [57]. Největším suchem byla za poslední roky postižena ČR v roce 2015 [58]. Správně hospodaření s dešťovou vodou je tedy nezbytné jak pro ochranu před povodněmi, tak pro zachování zdrojů pitné vody.

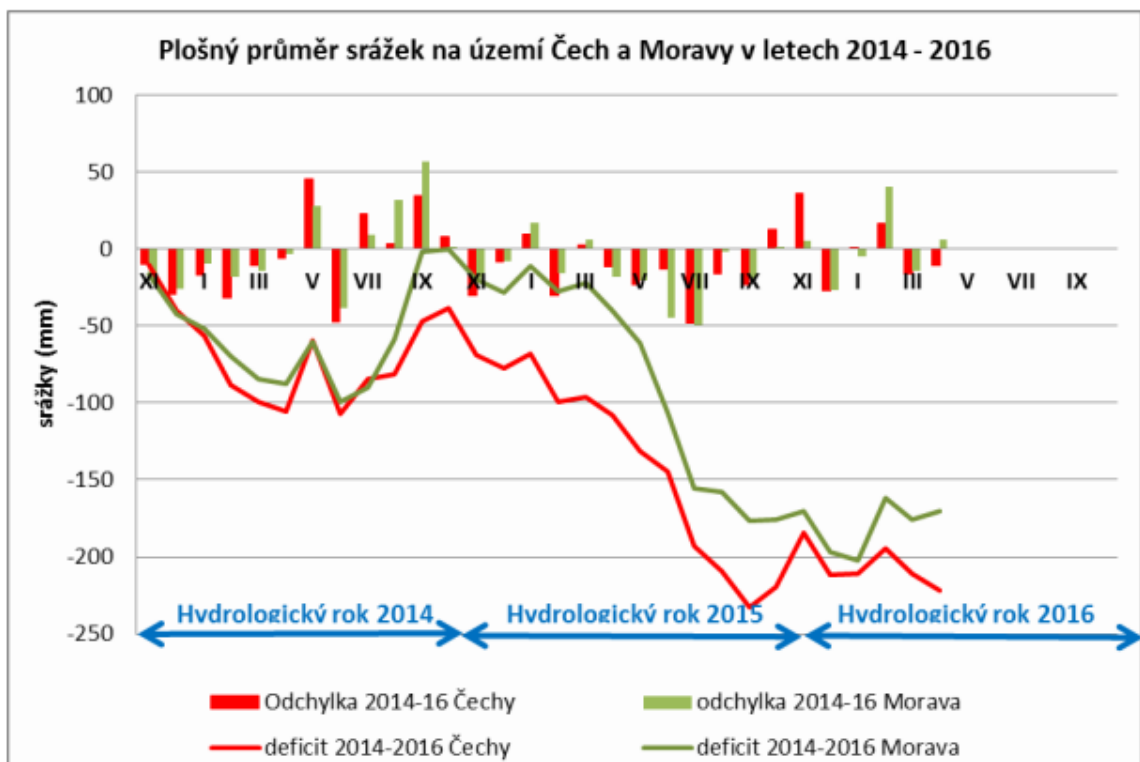
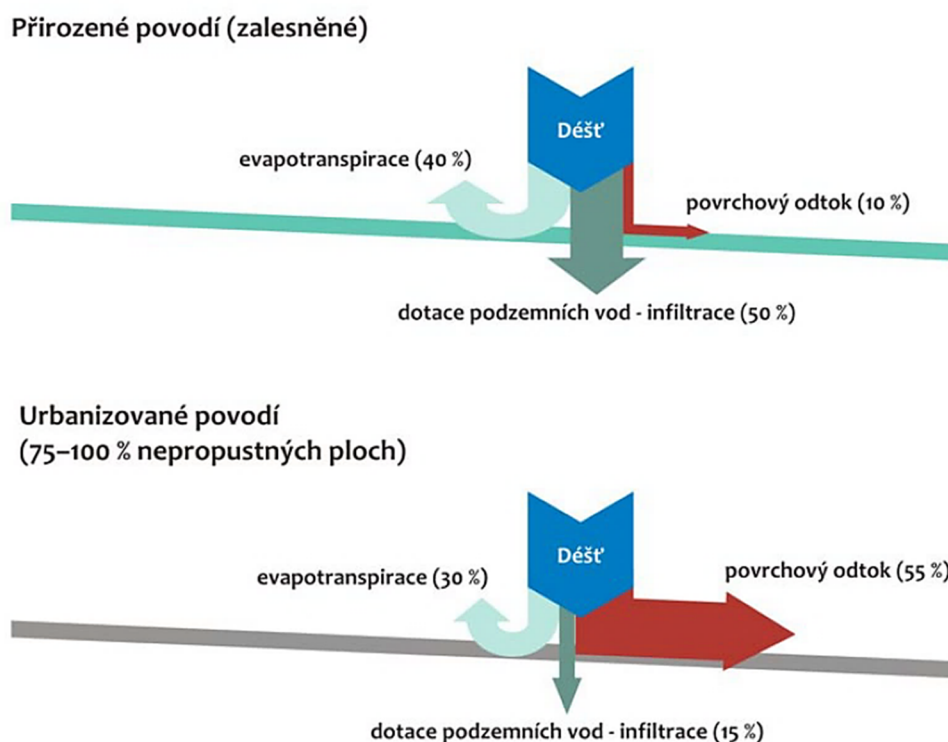


Diagram 14 Plošný průměr srážek na území Čech a Moravy, 2014–2016 [58]

Se suchem v podzemních vodách souvisí vsakování srážkových vod [4]. Přirozený koloběh vody je ovlivněn zastavěnými plochami [59]. Voda ze srážek, která by se v přírodě odpařila a zlepšila mikroklima nebo infiltrovala do podzemních vod, odtéká rychlým odtokem ze zpevněných ploch do vodních toků, případně kanalizace. Při přívalových deštích ale kanalizace nemá dostatečnou kapacitu a vzniká povodňové nebezpečí. Od roku 2010 novelizace vodního zákona č. 254/2001 Sb. přinesla povinnost investorům řešit srážkové vody v rámci výstavby v souladu se stavebním zákonem [60].



Obr. 31 Hydrologický cyklus v závislosti na povrchu [59]

4.1.2 Legislativa

K právním předpisům, které řídí vodní hospodářství v ČR a věnují se srážkové vodě, patří zákon č. 254/2001 Sb. o vodách (vodní zákon), vyhláška č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území a vyhláška č. 269/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby. Z technických norem je to ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod a TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami.

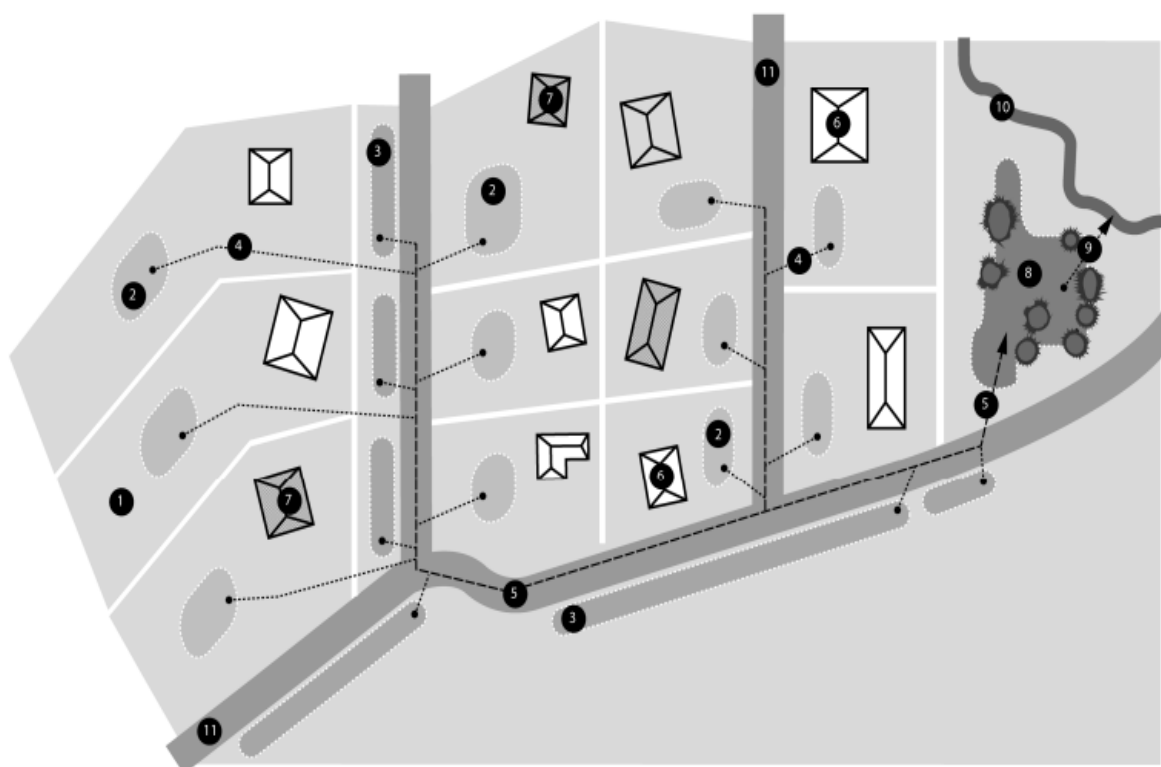
V současné době česká legislativa vede k docílení efektivního hospodaření s dešťovými vodami (HDV). Zákon prostřednictvím vyhlášky č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území, stanovuje nutnost řešení „vsakování nebo odvádění srážkových vod ze zastavěných nebo zpevněných ploch, pokud se neplánuje jejich jiné využití“. Jestliže není plánováno s dešťovou vodou jako s vodou užitkovou, zákon nařizuje přednostně její vsakování, pokud nejsou vhodné podmínky pro vsakování (určuje hydrogeolog, případně vsakovací zkouška), přechází se k zadržování a regulované odvádění oddílnou kanalizací srážkových vod do vod povrchových, poslední možností s nejnižší prioritou je jejich regulované vypouštění do jednotné kanalizace. Zákon upřednostňuje tedy decentrální systémy odvodnění nevyužité dešťové vody na zastavěných nebo zpevněných plochách. [61]

V roce 2013 vyšla oborová norma TNV 75 9011, která řeší nakládání se srážkovými vodami zejména na pozemku stavby a přináší funkční systém přírodě blízkého odvodnění. Ukazuje

metodické pokyny, jak lze decentrální systémy odvodnění navrhovat, stavět, provozovat a spravovat, úřadům, jak je schvalovat, povolovat, kolaudovat. [62]

4.1.3 Přínosy HDV

Důvody pro nutnost HDV jsou bezpečnostní, ekologické a ekonomické. Bezpečnostní význam spočívá v prevenci před povodněmi, tou je zadržováním srážek v místě spadu a zpomalením odtoku nevyužitých srážkových vod. Dalším, převážně ekologickým úkolem efektivního hospodaření s dešťovými vodami je zvyšování zásob podzemní vody pomocí zasakovacích systémů, zlepšení mikroklimatu zpětným výparem do ovzduší ze zelených střech či zatravněvací dlažby nebo vsakovacích příkopů osázených stromy a keři. Akumulaci, úpravu srážkových vod a jejich využívání lze obhájit všemi uvedenými důvody k HDV. Kanalizační sítě jsou často přetíženy a zvětšování jejich kapacit, čistíren odpadních vod, budováním nových je finančně náročné. Využíváním dešťové vody v budovách lze ušetřit velkou část spotřeby pitné vody. [63], [64]



- | | | |
|---|---|---|
| 1 - Pozemek stavby | 5 - Odvodňovací systém | 9 - Odvádění vody z regulovaného odtoku a/nebo bezpečnostního přelivu |
| 2 - Opatření HDV na pozemku nemovitosti | 6 - Zpevněné plochy | 10 - Vodní tok |
| 3 - Opatření HDV k odvodnění komunikace | 7 - Opatření u zdroje (vegetační střechy atd.) | 11 - Komunikace |
| 4 - Odvádění vody z regulovaného odtoku a/nebo bezpečnostního přelivu | 8 - Opatření společné pro více pozemků (vsakovací nádrž, retenční nádrž, mokřad atd.) | |

Obr. 32 Řetězení opatření HDV [62]

4.2 Kvalita a čištění dešťové vody

4.2.1 Znečištění dešťové vody

V zachycené dešťové vodě je znečištění trojího původu. Jedná se o rozpuštěné a nerozpuštěné látky v atmosférických srážkách, nahromaděné nečistoty z povrchu ploch odváděné s dešťovou vodou, znečištění vznikající při kontaktu dešťové vody s materiály. Množství znečištění v dešťovém odtoku závisí na délce bezdeštného období, intenzitě srážek a objem dešťového odtoku. V prvním splachu (přibližně první 1-3 mm deště) je největší koncentrace nečistot, jeho oddělením získáme čistější méně látkově zatíženou vodu. [65]

Dešťová voda po průchodu atmosférou vykazuje hodnotu pH asi 5,6, protože se váže mimo jiné také s CO₂ obsaženým ve vzduchu. Při nižších hodnotách se jedná o „kyselý déšť“, bývá zaznamenáván hlavně ve velkoměstech a průmyslových oblastech [66]. Úprava pH je nenáročná pro zvýšení hodnoty jsou snadno dostupné komerční prostředky.

Za nevhodné střešní krytiny pro sběr a využívání dešťové vody lze označit eternit, který obsahuje azbest, a kovové okapy, střešní krytiny nebo nátěry podléhají korozi a uvolňují toxické látky jako měď, chrom, zinek. Nebezpečné je i stopové množství těchto látek, materiály uvolňující těžké kovy je nutné nahradit. Dešťový odtok ze střech, které obsahují materiály nebo nátěry s pesticidy, musí být zaústěn do kanalizace s odtokem na čistírnu odpadních vod. [65]

4.2.2 Požadavky na kvalitu dešťové vody

Užíváním dešťové vody z hlediska její kvality nesmí dojít k ohrožení zdraví uživatele, ohrožení kvality pitné vody – musí být oddělený rozvod na pitnou a užitkovou vodou včetně výtokové armatury (ochrana pitné vody ve vnitřním vodovodu proti znečištění je řešena zejména v ČSN EN 1717, ČSN 73 6660 a ČSN 75 5490 [22]), omezení komfortu užívání vody a ke kontaminaci životního prostředí, především půdy a podzemní vody (norma ČSN 75 7143 Jakost závlahové vody určuje limitní hodnoty nebezpečných látek pro vodu určenou k zalévání).

Posoudíme-li celkově dešťové vody ze střech vzhledem k jejich znečištění, docházíme k těmto závěrům: na závlahy je dešťová voda ze střech často mnohem vhodnější než pitná voda, pro úklid ji lze použít zpravidla bez omezení, pro splachování WC a pro využití na praní prádla je nutná filtrace [65].

Po úpravě srážkové vody pomocí systému mikrofiltrace a UV záření má kvalitu pitné vody. Lze tvrdit, že srážková voda je potom nejčistší pitná voda, zvláště vzhledem k obsahu reziduí (léků, hormonů, složitých organických látek) [67].

Druh znečištění	Požadavky na složení dešťové vody ze střech			
	Závlahy	Úklid	WC	Praní prádla
Nerozpuštěné látky	Inertní NL jsou neškodné	Při vyšších koncentracích nevhodné	Zpravidla bez významu	Zpravidla nutná úprava (filtrace)
Organické látky	Inertní a lehce odbouratelné jsou neškodné	Zpravidla bez významu		V obvyklých koncentracích bez významu
Těžké kovy	Nebezpečí akumulace v půdní vrstvě			
Pesticidy	Ohrožení rostlin a půdních organismů			
Mikroorganismy	Zpravidla bez významného vlivu		Zpravidla bez významného vlivu	
Barva		Zpravidla bez významu	Zpravidla bez významu	Nebezpečí obarvení
Zápach				Zpravidla bez významu
Agresivita				Podle složení vody a typu pračky
Celkové posouzení	Dešťová voda ze střech je často mnohem vhodnější než pitná voda	Použití zpravidla bez omezení	Použití zpravidla bez omezení	V případě nadbytku dešťové vody a v kombinaci s pitnou vodou pro poslední fázi pracího procesu

Tab. 4 Požadavky na složení dešťové vody ze střech [65]

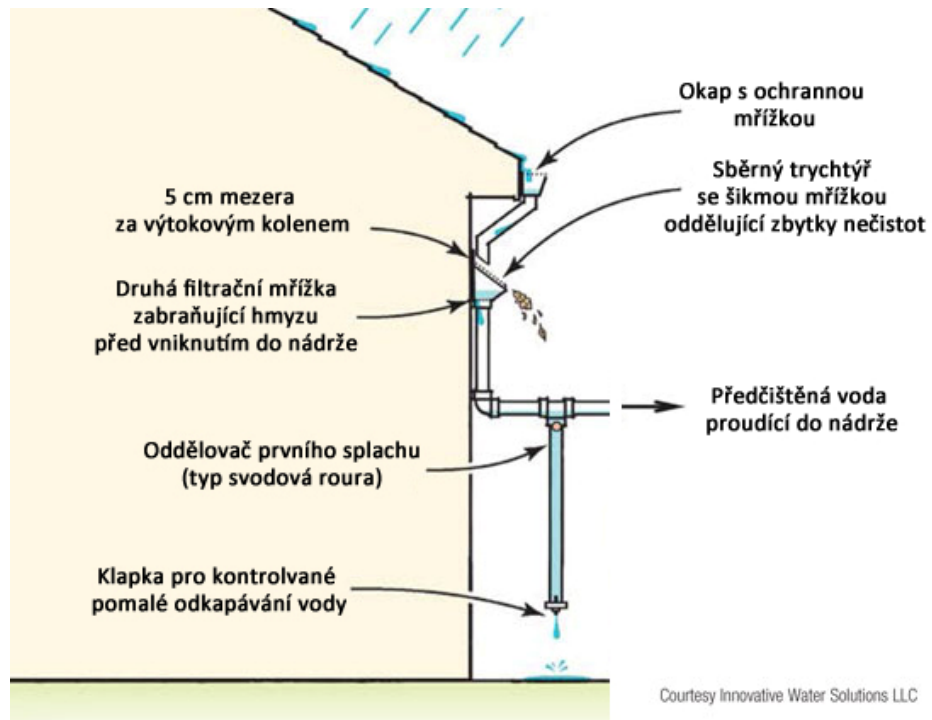
4.2.3 Zajištění kvality dešťové vody [65]

Dle plánovaného způsobu využití vody vycházejí požadavky na typ střešní krytiny, předejdeme tak možnému kontaminování vody nebezpečnými látkami. Zejména pro účely využití jako vody pitné jsou vhodné střechy vegetační nebo z inertních materiálů.

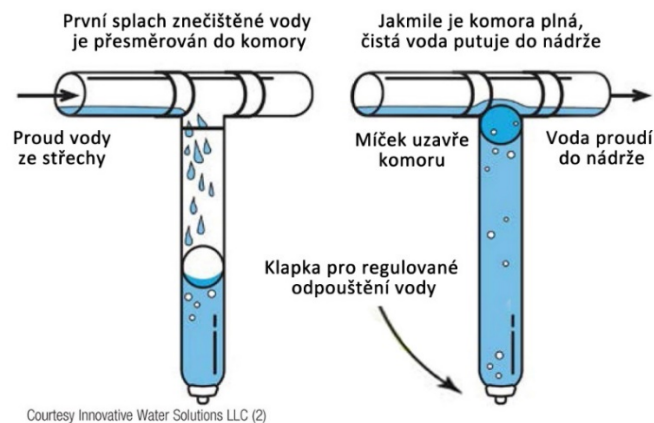
Nejjednodušším zařízením pro vyloučení prvního splachu z vody přiváděné do nádrže se využívá oddělovač prvního splachu, případně plovoucí a usazené nečistoty zůstávají v sedimentační nádrži.

◆ Odlučovač prvního splachu

- voda vtékající do zásobní komory oddělovače musí být předčištěná samočisticím svodovým okapovým filtrem nebo systémem filtračních mřížek, viz Obr. X
- doporučené zejména do oblastí s delšími bezdeštnými obdobími



Obr. 33 Schéma sběru dešťové vody s oddělením prvního splachu (upraveno dle [68])



Obr. 34 Princip systému pro oddělení prvního splachu (upraveno dle [68])

Dešťové vody jsou čištěny sedimentací nebo filtrací. K sedimentaci dochází buď v akumuláční nádrži nebo v usazovací nádrži před akumulací. Filtrováním dešťové vody pomocí různých filtrů dochází k odstranění nečistot a v nich přebývajících bakterií. Pro filtraci se používají svodové, interní nebo externí filtry.

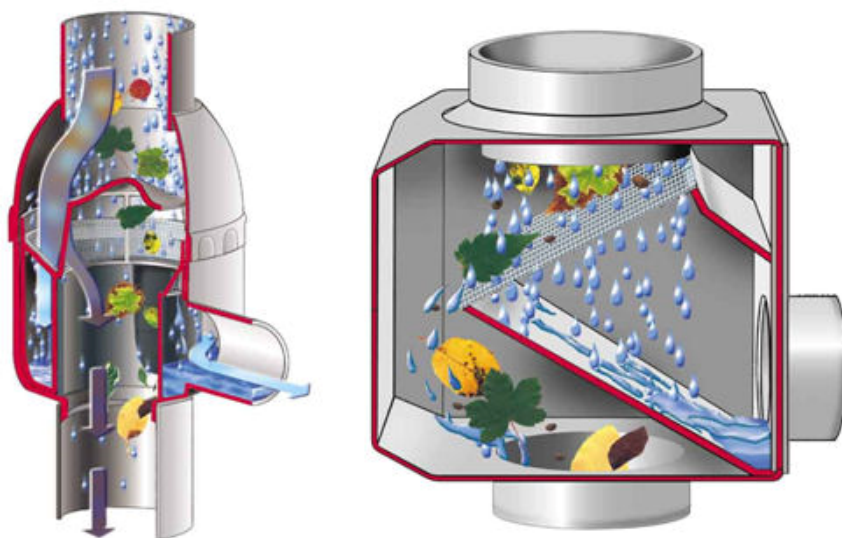
Externí a interní filtry jsou vyráběny ve dvou variantách v závislosti na způsobu likvidace nečistot a přebytečné vody – košíkové a samočisticí filtry. Samočisticí filtry zajistí odtok přebytečné vody a nečistot do kanalizace a není potřeba jejich kontrola a údržba.

◆ Svodové filtry

- nejjednodušší filtrace používaná na čištění vody pro zahradní účely
- montované na okapový svod
- přes nerezové síto filtru přepadá čistá voda a potrubím je přivedena do nádrže
- nečistoty se zbytkovou vodou jsou odváděny do kanalizace nebo k zasakování



Obr. 35 Podokapový filtrační hrnec [65]



Obr. 36 Samočistící svodové okapové filtry [65]

◆ Externí filtry

- samostatné filtrační šachty napojené mezi okapový svod a jímku
- umožňují spojení dvou větví okapových svodů
- košíčkové, samočistící nebo šachtové filtry

◆ Interní filtry

- využívají se v nádrži, mají jeden přítok, odtok vyčištěné vody do nádrže a možnost napojení přepadového sifonu pro odtok přebytečné vody
- košíčkové s vloženým košíkem, závěsné košíčkové nebo samočistící filtry

◆ Košíkové filtry

- externí a interní provedení, filtračním médiem je záchytný vsakovací košík
- vhodné v případě odpouštění přebytečné do drenážního systému
- 100% výtěžnost přefiltrované vody, nutné pravidelné čištění
- pro všechny druhy využití dešťové vody
- košíčky je možné použít jak samostatně, tak jako součást filtrační šachty
- samostatně zavěšený košíček představuje technicky nejjednodušší a cenově nejvýhodnější filtrační jednotku



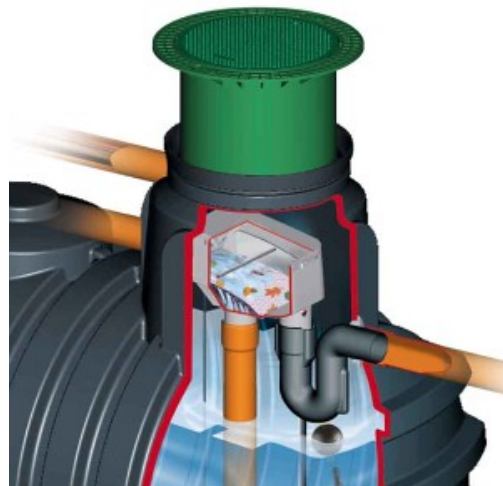
Obr. 37 Filtrační koš [65]



Obr. 38 Filtrační jednotka v akumulací nádrži [65]

◆ Samočisticí filtry

- možné použít v případě napojeného přepadu jímky na kanalizaci
- 90% přefiltrované vody proteče nerezovým sítkem do nádrže a nečistoty jsou spolu se zbytkovou vodou odplavovány do městské kanalizace



Obr. 39 Samočisticí filtr v interním provedení [65]

◆ Šachtový filtr

- plastové tělo se dvěma nátoky, odtokem do jímky a dvěma odtoky do kanálu
- filtrační jednotku tvoří drátěné síto, na které dopadá znečištěná voda



Obr. 40 Šachtový filtr [65]

◆ Filtry pro montáž do tlakového potrubí (kartušový mikrofiltr)

- filtry se zpětným proplachem zajišťují nepřetržitou dodávku filtrované vody
- umísťují se na výtlačné vedení za čerpadlo
- zachytí i nečistoty o velikosti 0,1 mm
- zabezpečí čistou vodu pro bezproblémový chod WC a pračky



Obr. 41 Jemný filtr se zpětným proplachem [65]

4.3 Možnosti využívání dešťové vody v budovách

Způsob využívání srážkové vody ovlivňuje systém akumulace a úpravy vody. Dělí se na systémy se sníženými nároky na jakost srážkové vody pro využívání srážkové vody (pouze pro zavlažování) a na systémy se zvýšenými nároky na jakost srážkové vody a technologické vybavení systému pro využívání srážkové vody (pro splachování WC, praní prádla, úklid a osobní hygienu). [62]

V současné době je možné nahradit až 90 % spotřeby pitné vody v domácnosti využitím dešťové vody jako vody provozní nebo vody určené k tělesné hygieně [67]. Málo znečištěné dešťové vody ze střech nebo teras odváděné přes jednoduchá mechanická čistící zařízení do nádrže lze využít na zalévání rostlin, úklid, praní prádla a splachování toalety. [69]

Voda použitá pro tělesnou hygienu musí mít dle nařízení EU o pitné vodě (EU Bathing Water Regulation) kvalitu stejnou jako voda pitná, této jakosti dosáhneme u dešťové vody membránovou mikrofiltrací a UV filtrem. Za pomoci tohoto systému lze navrhnout na sprchování, koupání a mytí rukou vodu pocházející ze srážek [67]. Membránovou mikrofiltrací se rovněž upravují šedé vody pro další využití, viz kapitola 6.

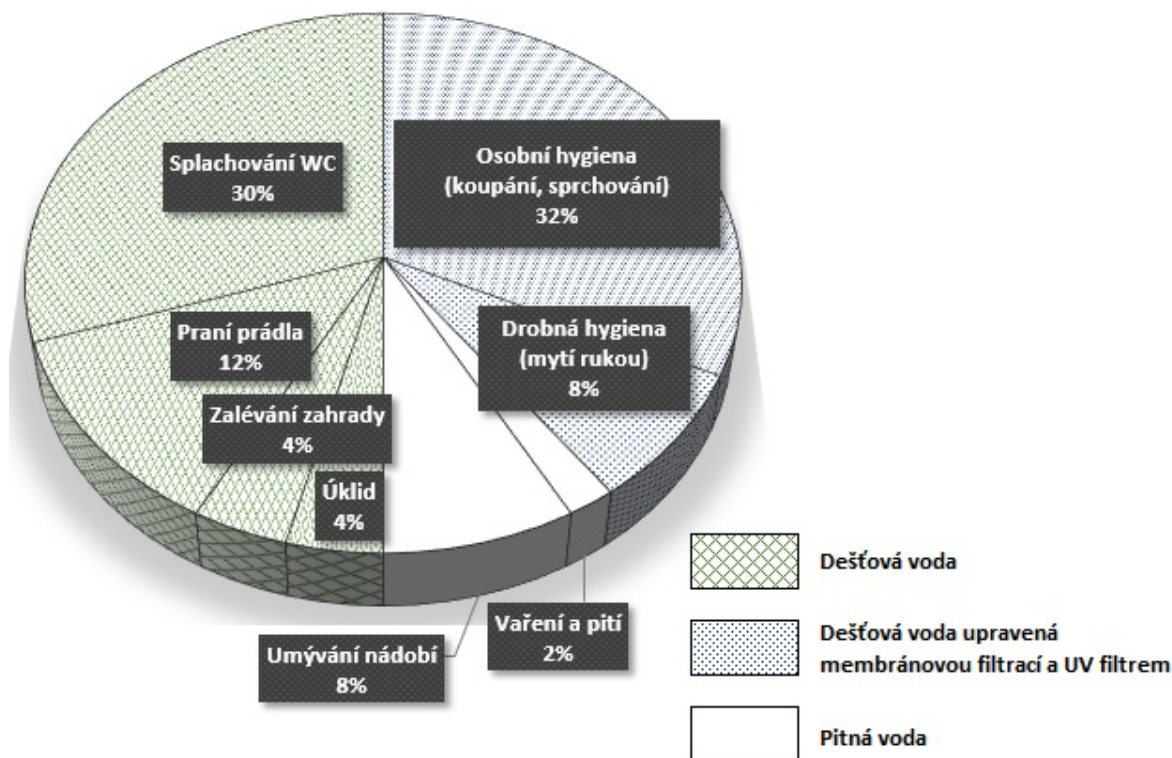
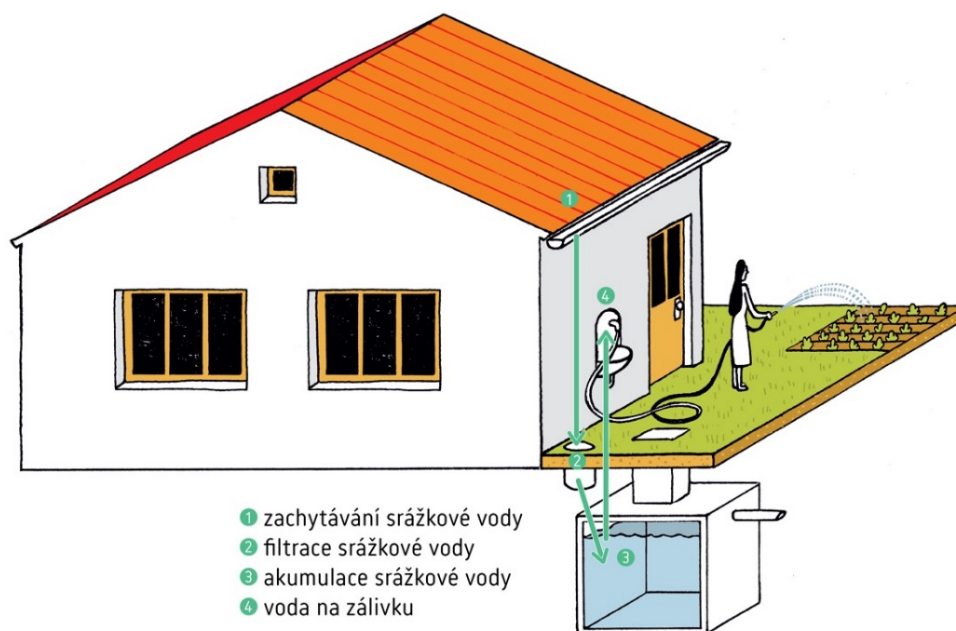


Diagram 15 Využití dešťové vody v domácnosti (upraveno dle [70])

4.3.1 Zavlažování

Dešťová voda je velmi vhodná pro zavlažování rostlin – je chudá na soli, a tak nedochází k zasolování půdy, a neobsahuje chlor.



Obr. 42 Schéma systému s filtrací a podzemní nádrží [71]

Pokud se uvažuje pouze s využitím dešťové vody pro zahradničení, postačuje svedení do zásobní nádrže přes hrubý filtr, například koš v lapači střešních splavenin umístěném na vnějším dešťovém odpadním potrubí v úrovni terénu, nebo drátěné síto ve žlabu. Voda se potom čerpá obvykle ponorným čerpadlem z nádrže přímo do hadice. [18]

4.3.2 Údržba

Na mytí aut a úklid není zapotřebí hygienicky nezávadná pitná voda, postačí dešťová zbavená větších nečistot. K odběrnému místu v objektu nebo úklidové místnosti se zavede rozvod užitkové vody se samostatnou výtokovou armaturou.

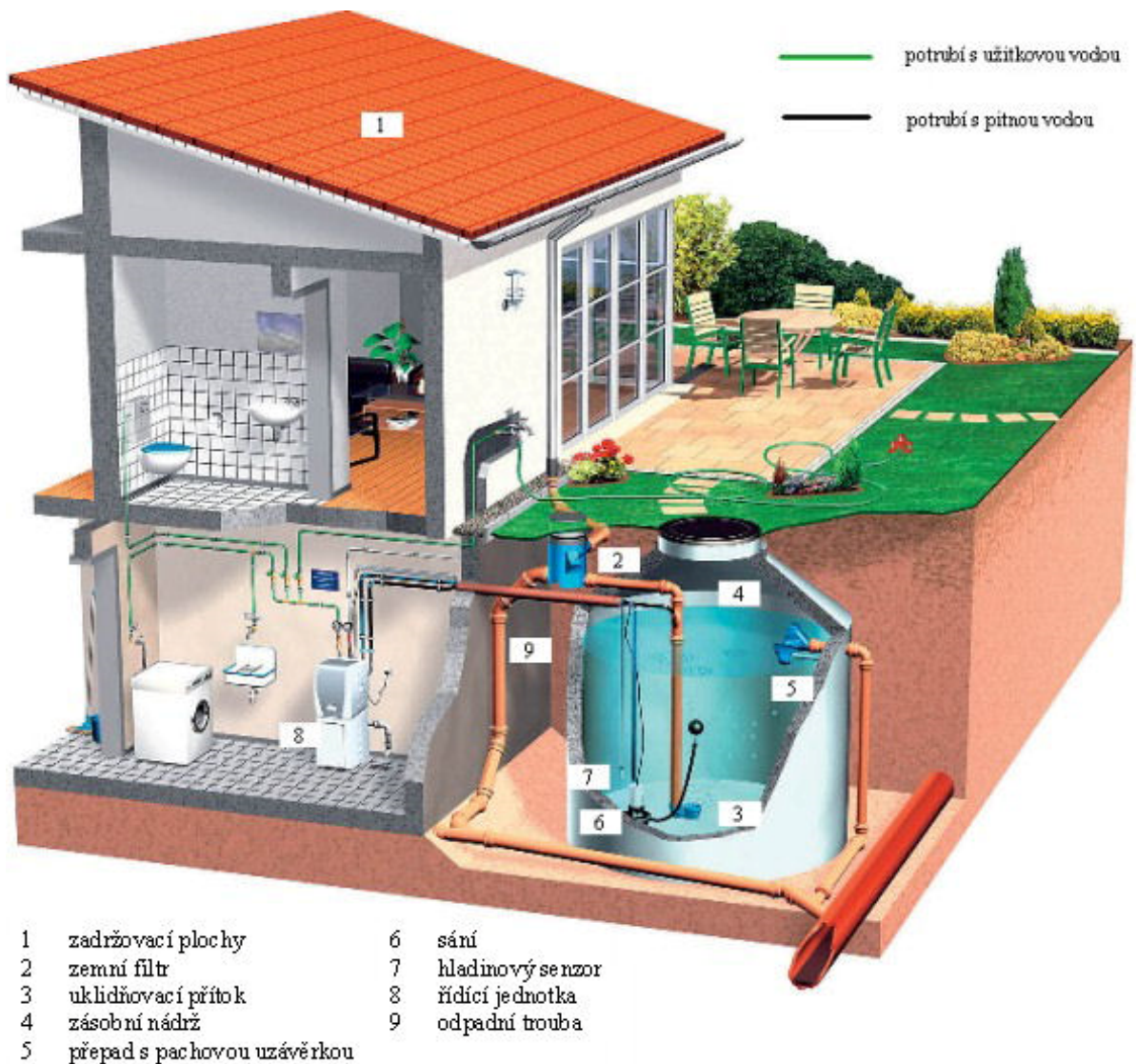
4.3.3 Praní

Dešťová voda se vyznačuje svojí měkkostí, čímž lépe rozpouští prací prášky, nemá tendence se usazovat a tvořit vodní kámen. Dochází tedy ke snížené spotřebě pracích prostředků a snížení opotřebení pračky. Dešťová voda musí být filtrována v kvalitním filtru, svedena do podzemní nádrže a na vodovodním potrubí za čerpadlem musí být instalován mechanický filtr. Do místnosti s pračkou je nutné přivést jak rozvod užitkové vody, tak i rozvod vody pitné pro

možnost napojení. Na trhu jsou k dostání pračky umožňující připojení dvojí vody a pro poslední fázi praní využívají vodu pitnou.

4.3.4 Splachování WC

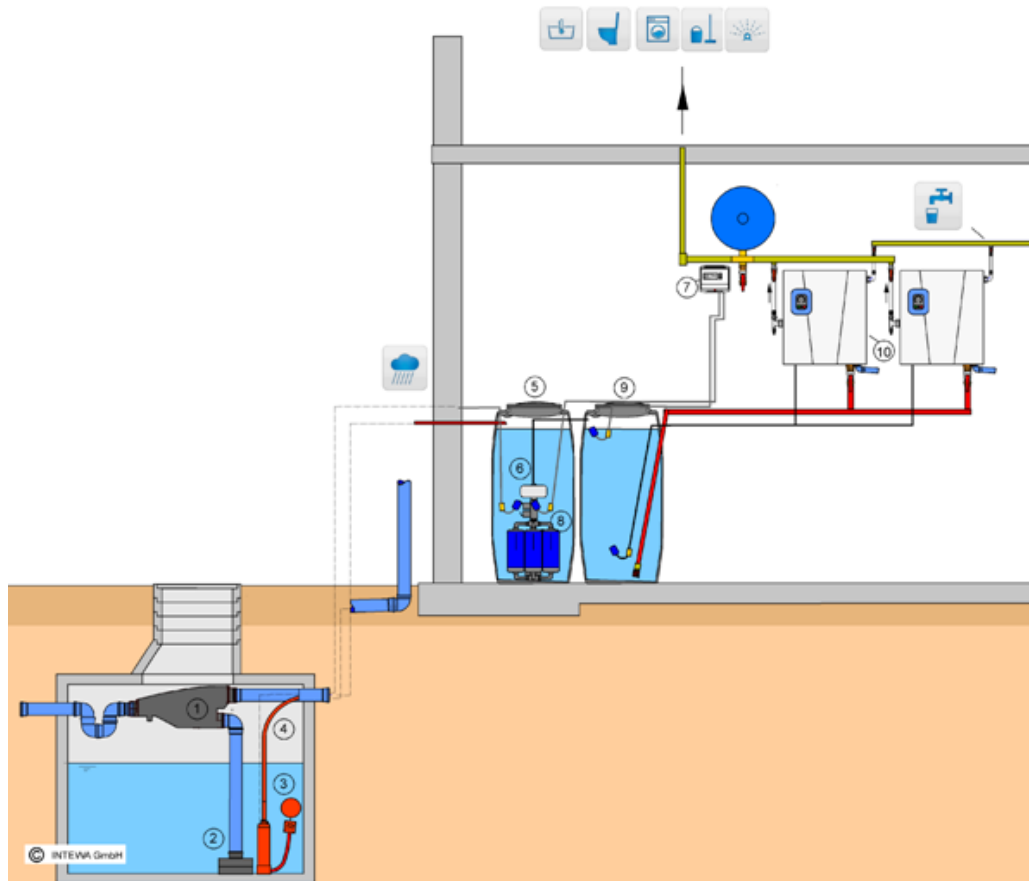
Pro splachování toalety není potřeba voda vysoké kvality. Dešťová voda musí být filtrována ve speciálním filtru a na vodovodním potrubí za čerpadlem musí být instalován mechanický filtr. Krom přívodu přefiltrované užitkové vody se zavádí rozvod pitné vody pro období sucha.



Obr. 43 Příklad technického zařízení pro užívání dešťové vody [69]

4.3.5 Osobní hygiena

Pomocí membránové filtrace a UV filtru lze upravit dešťovou a šedou vodu na vodu určené k lidské spotřebě splňující kvalitativní požadavky EU. Podrobněji k tomuto systému v kapitole 5.

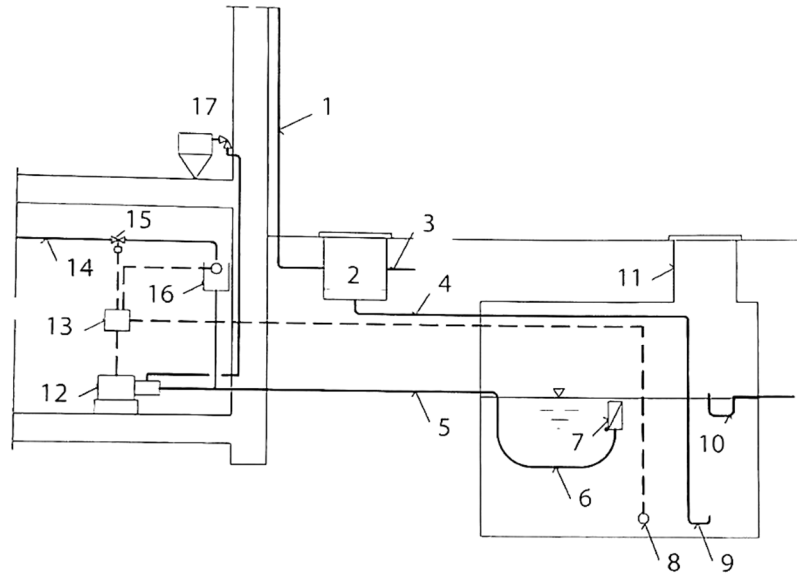


Obr. 44 Systém AS-GW/AQUALOOP s přípravou pitné vody z vody dešťové [67]

4.4 Technická zařízení systémů pro využití dešťové vody

Systém využití dešťových vod sestává z těchto zařízení:

- ◆ Filtry (viz kapitola 5.2.3)
- ◆ Akumulační nádrže
- ◆ Plovoucí sací soupravy
- ◆ Přepadové sifony
- ◆ Čerpací zařízení
- ◆ Řídící doplňovací jednotky
- ◆ Hladinové senzory
- ◆ Tvarovky na uklidnění přítoku
- ◆ Přívodní, odběrné a odpadní potrubí



1 – dešťové odpadní potrubí; 2 – filtr; 3 – napojení na kanalizaci, vsakování apod.; 4 – přívod dešťové vody do nádrže; 5 – sací potrubí; 6 – plovoucí odběrné (sací) potrubí; 7 – zpětný ventil; 8 – čidlo stavu vody; 9 – uklidnění přiváděné vody pomocí kolen; 10 – přeпад do kanalizace se zápachovou uzávěrkou; 11 – vstupní šachta s poklopem; 12 – AT stanice; 13 – elektrické ovládací zařízení; 14 – přívod pitné vody; 15 – elektromagnetický ventil; 16 – přerušovací nádrž pro doplňování pitné vody; 17 – zařízení předmět (záchod)

Obr. 45 Schéma zařízení pro využití dešťové vody [18]

4.4.1 Zásobní nádrže

Dimenzují se přibližně na potřebu vody na 2 až 3 týdny (taková je předpokládaná délka suchého období) [18]. Velikost zásobníku se řídí velikostí střešní plochy nebo předpokládanou spotřebou dešťových vod (vždy se volí menší z obou velikostí).

Nádrž může být nadzemní nebo podzemní. V nadzemních nádržích voda snadněji podléhá zkáze díky teplotním vlivům a světlu, není potřeba instalovat čerpadlo – pouze gravitační napojení zahradní hadice přes kohout (pak nelze využívat v domácnosti). Podzemní nádrže mají poměrně stálou teplotu okolo 10 °C v hloubce 1 m pod terénem, proto nedochází ke zkáze akumulované vody a je možné ji celoročně využívat. Nutná je ochrana proti přístupu světla do zásobníku. [72]



Obr. 46 Podzemní plastová nádrž [73]

Pokud je nádrž umístěná ve sklepe, nemá teplota sklepního prostoru přesáhnout 18°C, aby nevzniklo nebezpečí rozvoje mikroorganismů.

Přívod dešťových vod do nátokového hrdla nádrže se opatřuje uklidňujícím prvkem, aby nebyly rozvířené usazeniny na dně zásobníku. Přes odsávací zařízení umístěné na pružném sacím potrubí se voda odebírá asi 150 mm pod horní hladinou. [65], [74]

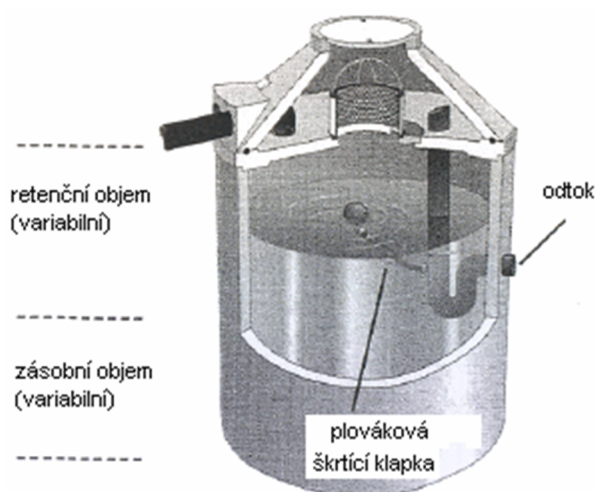
Zásobník je vybaven přítokem a sifonovým přepadem, kdy při přeplnění nádrže odtéká přes zpětnou klapku do kanalizace nebo do vhodného zasakovacího objektu. Dle velikosti a umístění nádrže se volí materiál nádrže, nejčastěji se používají plastové, betonové, sklolaminátové nebo ocelové. [65], [74]

- ◆ **Plastové nádrže svařované** existují v různých tvarech (válcové nebo hranaté). Z výroby jsou tyto nádrže uzpůsobeny pro instalaci filtračního systému a mají připraveny všechny potřebné otvory. Výhodou je, že jsou lehké, snadno zabudovatelné a také se snadno udržují v čistotě díky hladkému povrchu. Ukládají se na betonovou desku nebo do pískového lože a následně je třeba je obetonovat, aby se nezničily tlakem zeminy, případně spodní vody. Nekorodují, mají malou hmotnost, možné využití prostoru variabilním složením, uspořádáním, volba výšky nádrže podle výšky prostoru, jednoduchá montáž a údržba. Neutralizaci kyselé vody lze zajistit kouskem přírodního vápence.
- ◆ **Nesvařované plastové nádrže** mají podstavec, který se zabetonuje do desky, pak stačí obsypat je zeminou. U této nádrže je omezena hloubka uložení do země a také povrch nad ní nesmí být poježděn autem. V případě nebezpečí spodní nebo povrchové vody nebo usazení do snadno propustné zeminy se doporučuje jejich obetonování v síle 15 - 20 cm. [65], [74]



Obr. 47 Plastová nesvařovaná nádrž [75]

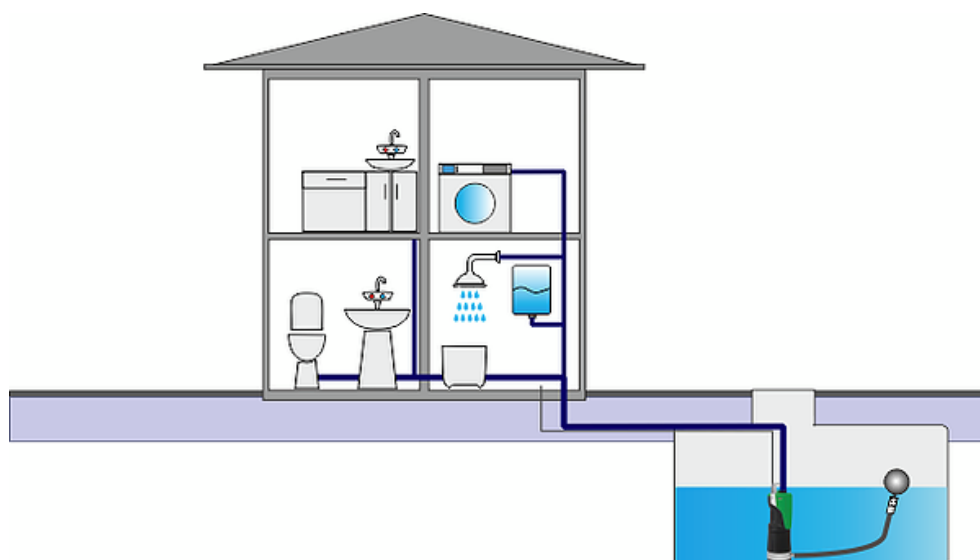
- ◆ **Samonosné monolitické jímky** z polypropylenu nebo sklolaminátu jsou pevné a odolné, vhodné i do velkých hloubek. [65], [74]
- ◆ **Samonosné nádrže speciálního tvaru pro mělké uložení** jsou vhodné tam, kde je vysoká hladina spodní vody nebo skalnaté podloží. [65], [74]
- ◆ **Betonové nádrže** se hodí hlavně pro hluboké uložení, pro lokality s výskytem spodní vody nebo pod plochy s vyšší zátěží. Předností betonových jímek je přirozená neutralizace kyselé dešťové vody, což se v plastových jímkách může zajistit kouskem přirozeného vápence. [65], [74]
- ◆ **Zásobníky s plovákovou škrtkicí klapkou** slouží k retenci pro ochranu stokové sítě i akumulaci pro využití dešťové vody. Regulace odtoku z retence může být provedena škrtkicím otvorem nebo čerpáním pro případ, že výškové poměry nedovolí gravitační napojení na dešťovou kanalizaci. Velikost akumulačního objemu se navrhuje s ohledem na předpokládanou potřebu srážkové vody (závlaha, užitková voda, splachování WC, praní), retenční objem pak s ohledem na lokalitu, na celkový srážkový úhrn a odpovídající intenzity srážek a na citlivost lokality z hlediska ohrožení přívalovým deštěm. [28]



Obr. 48 Zásobník s plovákovou škrtkicí klapkou [65]

4.4.2 Plovoucí sací soupravy

Sací koš je umístěn na plovoucí sací hadici, která je nadnášena plovákem a plave cca 10 cm pod úrovní hladiny. Tím je prakticky vyloučeno nasávání nečistot ze dna nádrže. [76]



Obr. 49 Schéma využití dešťové vody a sací souprava s plovákem [76]

4.4.3 Přepadové sifony

Při přeplnění zásobníku voda odtéká přepadovým uzávěrem do kanalizace. Průměr přepadového zápachového uzávěru musí být větší než přívod vody do zásobníku. Musí být umístěn nad rovinou zpětného vzduť, pokud je to konstrukčně možné. Případně se do potrubí ze zásobníku umístí pojistné zařízení proti vzduť vodě nebo se instaluje ponorné čerpadlo do zásobníku, spouštěné plovákovým spínačem.



Obr. 50 Přepadový sifon do plastové jímky s ochranou proti hlodavcům [77]

4.4.4 Čerpací zařízení užitkové vody

Čerpadla je možné ovládat ručně zasunutím síťového kabelu do zásuvky nebo pomocí tlakové jednotky, která čerpadlo vypne při zastavení odběru vody. Hadici je možné připojit přímo na čerpadlo nebo je při použití tlakové jednotky možné vybudovat klasický rozvod vody s kohoutky.

- ◆ **Ponorná čerpadla** jsou nejjednodušším způsobem čerpání vody. Jsou vybavena plovákovým spínačem, který vypne čerpadlo při nedostatku vody a ochrání ho tak před poškozením. Vhodné například u systému na zavlažování zahrady.



Obr. 51 Ponorné čerpadlo v sudu na dešťovou vodu [78]

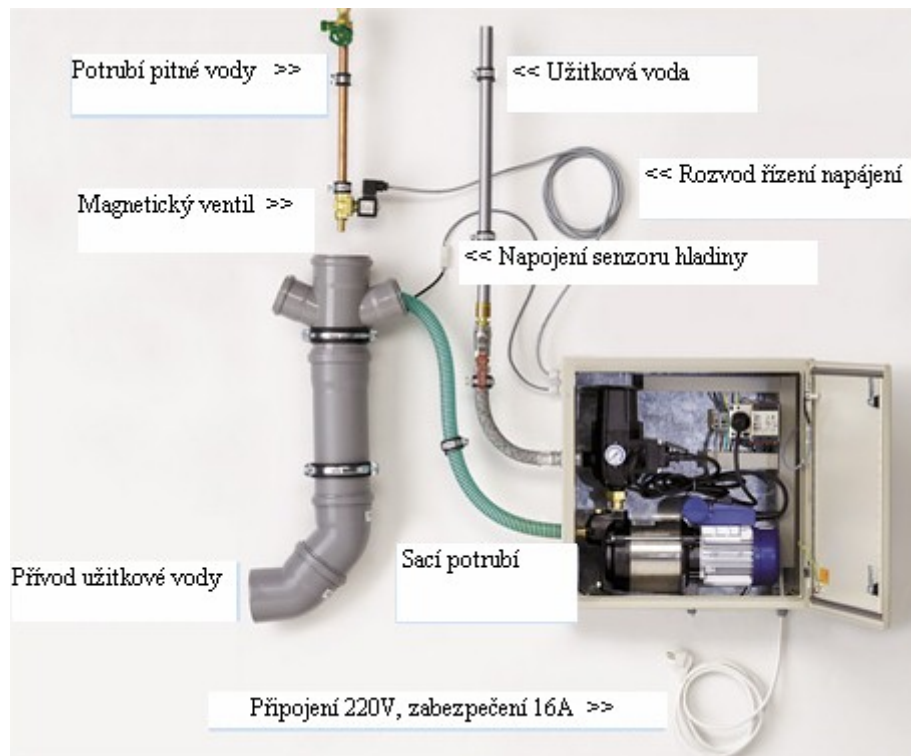
- ◆ **Sací čerpadla** jsou umístěna mimo prostor nádrže a je nutné pro ně najít místo do cca 10-ti metrů od nádrže. K čerpadlu je nutné napojit sací vedení, opatřené sacím košem a zpětnou klapkou. Sací koš může být opatřen plovákem.



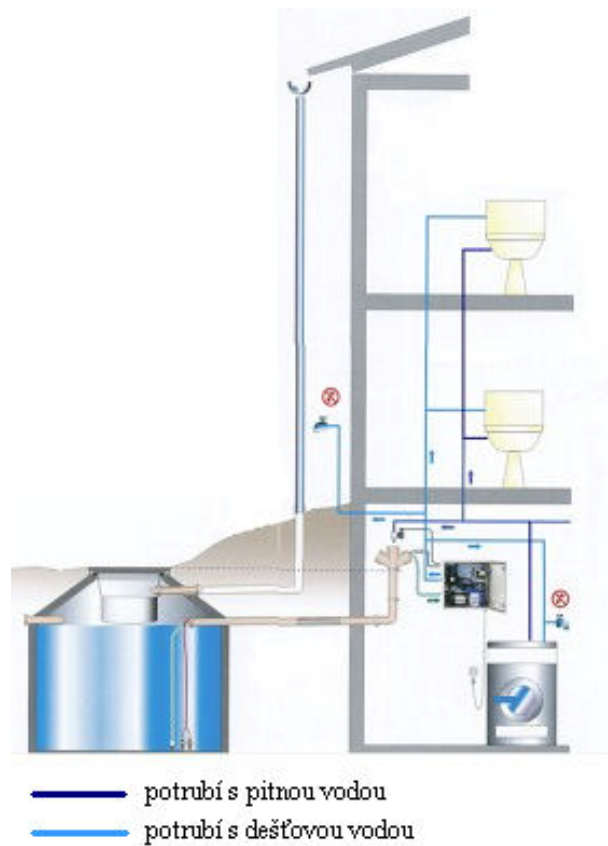
Obr. 52 Zapojení sacího čerpadla v systému využití dešťových vod [69]

4.4.5 Řídící doplňovací jednotky

V případě nedostatku dešťové vody v nádrži jednotka přepne pomocí hladinového spínače odebírání vody z vodovodního řadu při splnění normy ČSN EN 1717 (mezi výtokem z potrubí pitné vody a přítokovou nálevkou musí být zachována vzdálenost odpovídající dvojnásobku vnitřního průměru potrubí s pitnou vodou nebo min. 20 mm, přítok musí být nejméně 150 mm nad možnou hladinou vzduché vod). Z automatické doplňovací jednotky je voda potrubím výtlačku dopravována k využití.



Obr. 53 Řídící doplňovací jednotka [69]



Obr. 54 Schematické znázornění rozvodů dešťové a pitné vody, řízených automatickou doplňovací jednotkou [69]

4.5 Volba technického řešení odvodnění

[62]

Volba způsobu odvodnění (uvedeno postupně od nejpříjemnějšího typu):

- ◆ snížení či prevence vzniku srážkového odtoku v místě vzniku
- ◆ akumulace a využívání
- ◆ vsakování; při nedostatečné vsakovací schopnosti kombinace s retencí s regulovaným odtokem;
- ◆ retence a regulované odvádění srážkových vod do povrchových vod;
- ◆ retence a regulované odvádění srážkových vod kanalizací.

Přípustnost, proveditelnost a technické řešení jednotlivých způsobů HDV je uvedeno v normě TNV 75 9011. V dalších odstavcích stručně uvedu možná řešení odvodu přebytečné dešťové vody. Akumulaci a využití dešťových vod jsem se zabývala v kapitole 5. 4.

4.5.1 Snížení či prevence vzniku srážkového odtoku u zdroje

Technickým řešením jsou vegetační a štěrkové střechy nebo propustné zpevněné povrchy, např. zatravněvací trávničky.



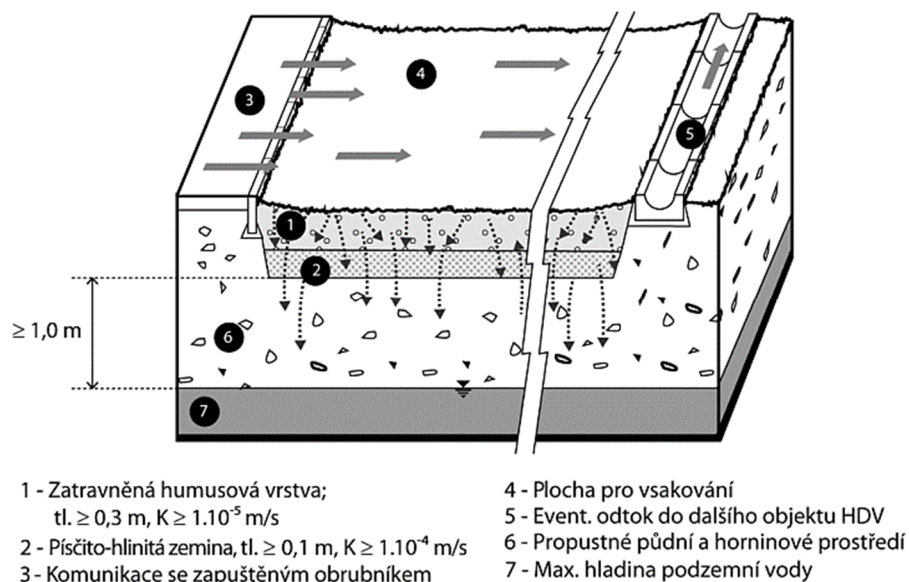
Obr. 55 Extenzivní vegetační střecha. UFA Fabrik, Berlin, DE [79]

4.5.2 Vsakování

U každé stavby musí být proveden geologický průzkum, který zhodnotí možnost vsakování srážkových vod.

Technické řešení ovlivňují prostorové možnosti – velikost vsakovací plochy a retenčního objemu, volba typu vsakovacího zařízení, sklon terénu nad 5% je pro vsakování nevhodný. Přípustnost pro vsakování vod z hlediska znečištění určí ČSN 75 9010.

- ◆ Povrchové vsakování přes souvislou zatravněnou humusovou vrstvu je upřednostňováno, dochází při něm k odstranění znečištění srážkové vody.



Obr. 56 Objekt plošného vsakování [62]

- ◆ Centrální vsakovací nádrž nebo systém průleहů a rýh musí být pro vysoce znečištěné vody doplněn předčištěním k zachycení nerozpuštěných látek.
- ◆ Podzemní vsakovací zařízení s přímým vsakováním do podloží bez průchodu zatravněnou humusovou vrstvou se volí pro nejméně znečištěné srážkové vody.



Obr. 57 Vsakovací blok [63]

4.5.3 Retence

Při odvádění srážkových vod do vod povrchových nebo do jednotné kanalizace je nutné zdržení odtoku prostřednictvím retenčního objektu. Každý retenční objekt musí být vybaven regulátorem odtoku, bezpečnostním přelivem a v případě ohrožení zpětným vzdutím musí být navrženo ochranné zařízení, např. zpětná armatura.

Retenční objekty mohou být suché (poldry, podzemní nádrže) nebo se zásobním prostorem (viz 5.4.1 Zásobníky s plovákovou škrtkou klapkou).



Obr. 58 Podzemní nádrž na 300 m³ dešťové vody pro toalety [80]

4.5.4 Odvádění do povrchových vod

U každé stavby se musí nejdříve zhodnotit dostupnost povrchových vod, stávajících svodnic nebo dešťové kanalizace. Pro menší stavby se řešení považuje za proveditelné při gravitačním odvodnění do vzdálenosti 100 m, u větších staveb do 500 m.

Přípustnost závisí na míře a druhu znečištění srážkových vod, požadované míře ochrany povrchových vod a na ohrožení vodních toků nárazovým přítokem srážkových vod.

Preferovaným technickým řešením je odvedení vod prostřednictvím svodnic. Volba opatření pro předčištění závisí na nutnosti odstraňování určitého druhu znečištění.

4.5.5 Odvádění do jednotné kanalizace

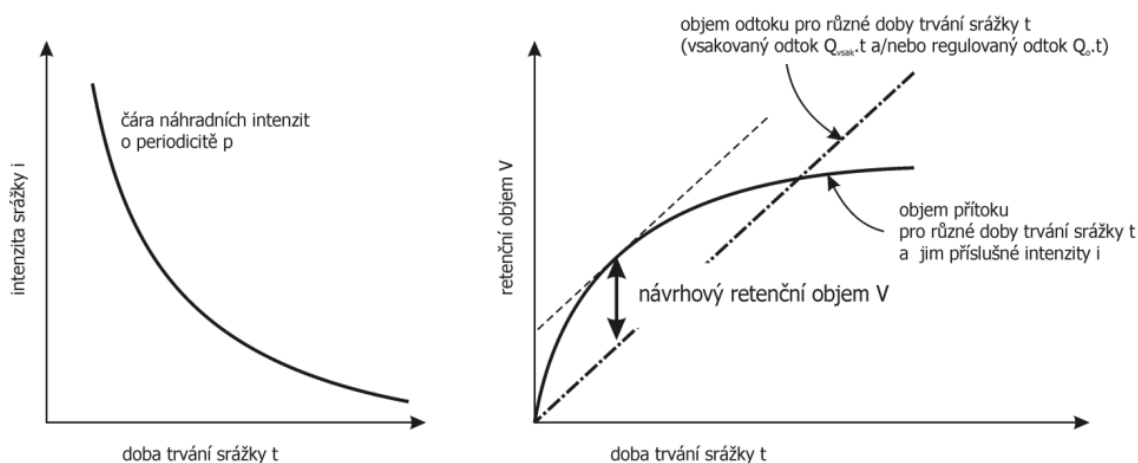
Poslední možnou variantou, nejméně prioritní, je odvod do kanalizace. U staveb se nejdříve posoudí dostupnost jednotlivých stok. Pro menší stavby se řešení považuje za proveditelné při gravitačním odvodnění do vzdálenosti 100 m, u větších staveb do 500 m.

Preferovaným technickým řešením je odvedení vod prostřednictvím svodnic.

4.5.6 Návrhové parametry pro dimenzování objektů HDV

Při návrhu retenčního objemu vycházíme zredukované odvodňované plochy, četnosti přetížení retenčního objemu (periodicita), dobou opakování, přípustný odtok do povrchových vod nebo do jednotné kanalizace a doba prázdnění retenčního objemu, v případě vsakovacích zařízení je dalším parametrem vsakovaný odtok. Hlavními vstupními daty jsou srážková data.

Návrh vychází z bilance přítoku a odtoku do/z retenčního prostoru zařízení pro různé doby trvání. Pro retenční objem V je rozhodující srážka, která způsobí největší rozdíl mezi objemem přítoku a odtoku.



Obr. 59 Schéma dimenzování retenčních prostor jednoduchou metodou návrhu [62]

Dobu dotoku do retenčního prostoru lze zohlednit například podle ČSN 75 6261.

Objekty plošného vsakování bez retenčního objemu V se dimenzují na dobu trvání srážky $t = 15$ min a periodicitu výskytu $p = 0,2$ rok⁻¹.

5 RECYKLACE SPLAŠKOVÝCH ODPADNÍCH VOD

Naší spotřebou vzniká odpad. S recyklací si vybavíme barevné kontejnery a třeba také kompost. Pro většinu z nás je již nemyslitelné přehlížet vznikající pevný odpad a netřídít ho. Ale co taková voda, s kterou jsme se pouze umyli. Nelze ji znovu využít ještě doma a pak až ji považovat za odpadní vodu nevhodnou k jakékoli spotřebě?

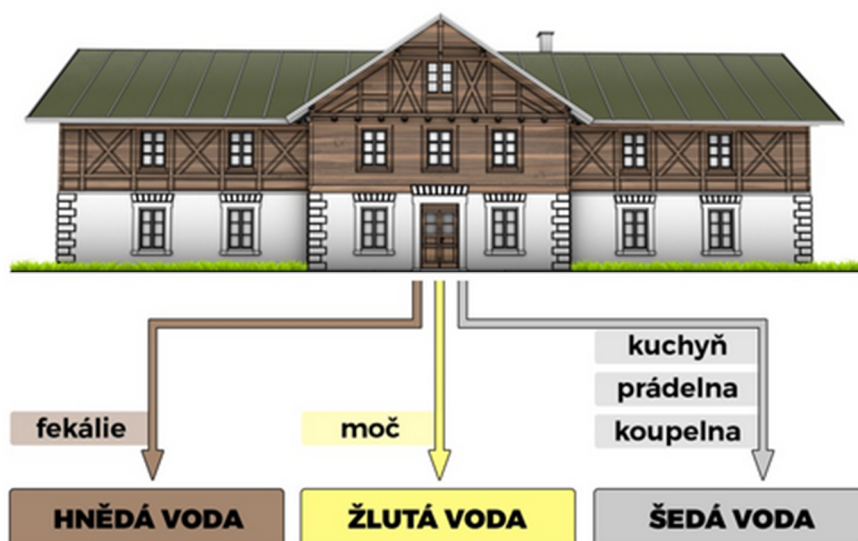
Vzhledem k tomu, že pocít'ujeme v našich podmínkách relativní nadbytek vody, recyklace, resp. využívání vyčištěných procesních nebo odpadních vod, se může zdát jako nákladná zbytečnost a ekologický výmysl. Pokud člověk není ignorant a motivuje ho udržitelnost a ochrana životního prostředí, předcházení sociálně-ekonomickým dopadům změn klimatu, pak ho zajímá jeho spotřeba a možnosti, jak zachovávat přírodní zdroje, mezi které patří i recyklace odpadních vod.

Motivací investorů může být získání některého z certifikátů pro budovy šetrné vzhledem k jejich vlivu na životní prostředí – LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), BREAM (*Building Research Establishment Assessment Method*) nebo český certifikační nástroj SBTtoolCZ. [81]

5.1 Typy splaškových odpadních vod

Dle druhu znečištění splaškové odpadní vody dělíme na šedé a černé vody. Černé vody obsahují fekálie a moč, pokud je využito separace vznikají vody hnědé – pouze tuhá část, kterou lze kompostovat, a žluté – pouze moč, naředěná vodou je využitelná jako hnojivo.

Šedé vody neobsahují fekálie a moč dle definice DIN 4045, jsou to vody z van, sprch, umyvadel, výlevků a praček. Jedná se o odpadní vody snadno upravitelné a jsou vhodné ke znovuvyužití ještě v místě vzniku. Je tedy vhodné přinejmenším černé a šedé vody odvádět odděleně.



Obr. 60 Dělení splaškových odpadních vod [82]

5.1.1 Šedé vody

Dle vzniku šedých vod je dále dělíme na neseparované šedé vody, šedé vody z kuchyní a myček, šedé vody z praček a šedé vody z umyvadel, van a sprch. Dle znečištění je lze dělit na vhodné pro recyklaci (využité při osobní hygieně) a podmíněně použitelné pro recyklaci (z kuchyní, praček). [83]

Pro hodnocení kvality vod obvykle postačí ukazatele CHSK, BSK₅ a pH. CHSK vypovídá o celkovém obsahu organických (oxidovatelných) látek ve vodě. BSK₅ ukazatel množství biologicky čistitelného znečištění. [81]

	Zdroj šedé vody			
	Pračky	Vany, sprchy, umyvadla	Kuchyně, myčky	Neseparovaná šedá voda
BSK ₅ [mg/l]	45-682	19-200	669-756	41-194
CHSK [mg/l]	375	64-8000	26-1600	49-623
pH	9,2-10	5-8,6	6,3-7,4	6,1-8,4

Tab. 5 Hodnoty BSK₅, CHSK, pH v šedých vodách [84] (upraveno dle [81])

5.2 Využívání šedých vod

Šedé vody ze sprch, van, umyvadel vyžadují základní čistící procesy jako je odmaštění, filtrace, sedimentace a hygienické zabezpečení, dezinfekce [85]. Po procesu čištění vzniká voda označována jako bílá, provozní. Provozní vodu je možné využít pro zásobování nádržkových nebo tlakových splachovačů záchodových mís, výlevek nebo pisoárů, výtokových armatur a zařízení pro zalévání zahrad, zavlažovacích zařízení a technologických procesů, které nevyžadují pitnou vodu [83]. Nahromaděnou šedou vodu lze v rodinných domech využívat okamžitě (do 24 hodin) například pro závlahu rostlin.

5.2.1 Legislativa

V zemích s vysokou cenou vody nebo s omezenými zdroji vody je využívání odpadních vod již zavedeno do legislativy i běžné praxe, v Japonsku je dokonce nařízeno splachování WC šedou vodou.

Ve směrnici Rady EU 98/15/ES z roku 1998 o čištění městských odpadních vod je uvedeno: „...kdykoli je to vhodné, měly by být tyto odpadní vody znovu využity“. [25] Nicméně česká

legislativa tuto myšlenku stále nepostihuje. Opětovné využití vyčištěné odpadní vody v ČR neomezuje žádný zákon, vyhláška ani předpis.

Zákon o ochraně veřejného zdraví č. 258/2000 Sb. považuje za pitnou vodu také tu vodu, která je určena k péči o tělo, k čištění předmětů, které svým určením přicházejí do styku s potravinami nebo lidským tělem, a k dalším účelům lidské spotřeby. Proto i voda na úklid musí splňovat určité hygienické požadavky.

Posouzení vhodnosti využití šedé vody probíhá se zohledněním nároků na kvalitu vody v dané oblasti využití [86]. Požadavky na systémy šedých vod a doporučení kvality šedých vod a jejího monitorování řeší britská norma BS 8525 z roku 2010. Norma stanovuje nutnost navržení takových systémů šedých vod, které zajistí výrobu vody pro daný účel, a přitom nevznikne žádné riziko pro zdraví lidí. [86]

V současné době se připravuje česká norma zabývající problematikou šedých vod – ČSN 75 6780 Využití šedých a dešťových vod v budovách a na přilehlých pozemcích.

5.2.2 Jakost provozní vody

Jakost provozní (bílé) vody závisí na jejím použití. Technologie čištění šedých vod musí být navržena pro daný účel tak, aby nevzniklo žádné zdravotní riziko. Sledování kvality vody by mělo být prováděno alespoň během údržby k ověření výkonu systému šedých vod a jeho spolehlivosti.

Jakost bílé vody pro nepitné účely – zásobování splachovačů záchodových mís, výlevek, pisoárů nebo technologických procesů, by měla odpovídat požadavkům na jakost vody ke koupání podle §15 vyhlášky č. 238/2011 Sb. [83]

Jakost provozní vody pro zásobování výtokových armatur a zařízení pro zalévání zahrad nebo postřik zeleně má odpovídat požadavkům na jakost vody pro závlahy podle ČSN 75 7143. [83]

Voda pro lidskou spotřebu musí splňovat standardy kvality pitné vody Směrnice Rady 98/83/ES uvedené v příloze č. 1. [87]

Požadavky na ukazatele jakosti provozní (bílé) vody týkající se zdravotních rizik v sobě zahrnuje britská norma BS 8525-1. Tab. 5 ukazuje orientační hodnoty pro bakteriologické monitorování provozní (bílé) vody. [86]

Parametr	Postřikové aplikace		Bezpostřikové aplikace	
	Tlakové mytí, zahradní rozstřikovač a mytí vozidel	Splachování WC	Zavlažování zahrad	Praní
<i>Escherichia coli</i> počet/100 ml	není zjištěno	250	250	není zjištěno
střevní enterokoky počet/100 ml	není zjištěno	100	100	není zjištěno
<i>Legionella pneumophila</i> počet/100 ml	10	nelze aplikovat	nelze aplikovat	nelze aplikovat
koliformní bakterie celkem počet/100 ml	10	1 000	1 000	10
zákal [NTU]	< 10	< 10	nelze aplikovat	< 10
pH	5–9,5	5–9,5	5–9,5	5–9,5
zbytkový chlór [mg/l]	< 2,0	< 2,0	< 0,5	< 2,0
zbytkový bróm [mg/l]	0,0	< 5,0	0,0	< 5,0

Tab. 6 Orientační hodnoty pro bakteriologické monitorování [84] (upraveno dle [86])

5.2.3 Čištění šedé vody

Technologie čištění šedé vody se podle typu procesu dělí na mechanickou úpravu (s použitím česlí, sedimentačních nádrží, spádových a rotačních sít apod.), chemickou úpravu (procesy založené na koagulaci a elektrokoagulaci – rozklad látek za přítomnosti fotokatalyzátoru), fyzikální úpravu (procesy založené na adsorpci nerozpuštěných látek na filtračním loži pískového filtru nebo membránovou filtraci), biologické čištění (provzdušňování aktivovaného kalu v nádrži). Čisticí proces je nutné doplnit o dezinfekci spočívající v eliminaci a odstranění patogenních organismů z vyčištěné vody. Systémy určené k dezinfekci dělíme na chemické (s použitím chlóru, ozónu apod.) a fyzikální (např. ultrafialovým zářičem). [83]

Podle hodnot BSK₅ a E. Coli se nejnázve vyhodnotí účinnost čistících procesů. E. Coli je bakterie, která se využívá jako nejlepší indikátor fekálního znečištění. BSK₅ je ukazatel množství biologicky čistitelného znečištění, při vyšších hodnotách hrozí biologický růst.

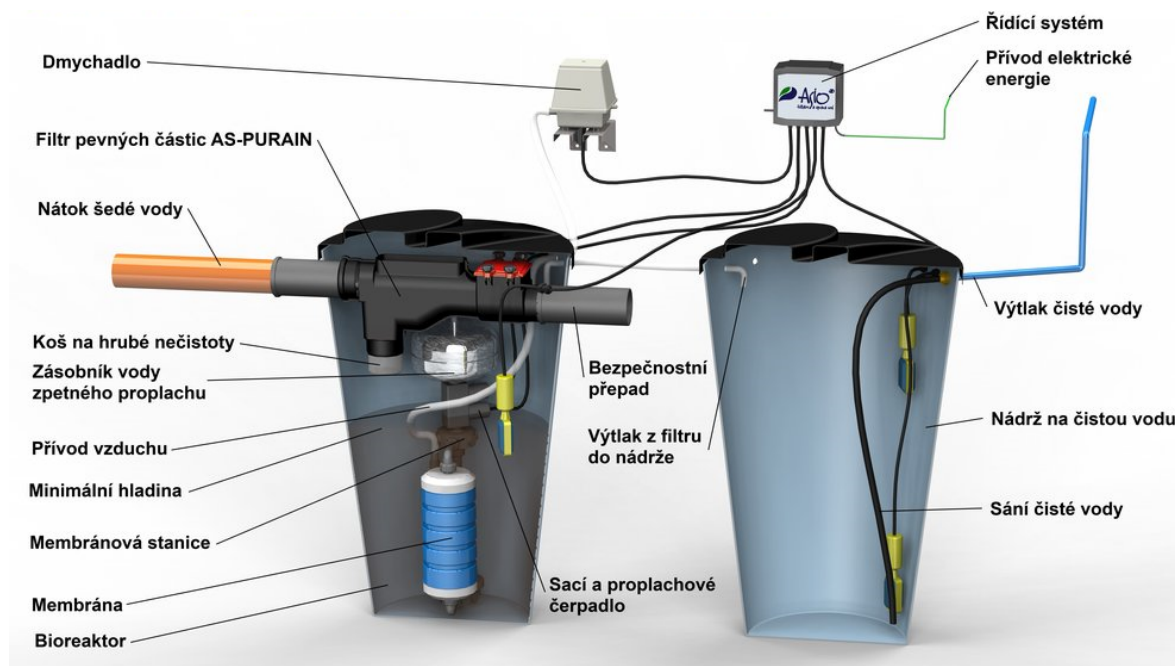
Dle účelu využití šedé vody se můžeme rozhodnout pro následující dostupné systémy úpravy:

- ◆ Filtrace sedimentu – pro aplikace, kde je voda spotřebována v rámci 24 hodin, např. venkovní zavlažování. Využívají se tkaninové filtry s různou hrubostí.
- ◆ Filtrace a desinfekce – pro využití s možností delší doby skladování, pro splachování. Voda se kromě filtrace desinfikuje (nejčastěji chlorem, ozonem nebo kombinací).

- ◆ Biologické čištění s filtrací – vyčištěná šedá voda se kvalitou blíží vodě pitné, z volby desinfekce vychází další využití. Nejběžněji se jedná o proces zvaný membránový bioreaktor (MBR). Ten se skládá z biologického stupně využívajícího aerace, následně voda prochází membránovou mikrofiltrací. MBR technologie je nejvhodnějším řešením vzhledem k údržbě, zatímco pořizovací náklady jsou vyšší. [88]

5.2.4 Popis technologie MBR čistírny

„Odpadní voda natéká přes filtr mechanických nečistot reakční nádrže, kde se voda biologicky čistí. V reakční nádrži je osazen membránový modul, v jehož spodní části je osazen aerační systém. Nad membránovým modulem je umístěno čerpadlo, které podtlakem odsává vodu přes membrány a odvádí již vyčištěnou vodu do akumulární nádrže vyčištěné vody. Voda z akumulární nádrže je čerpána do systému rozvodu provozní vody. Reakční nádrž je opatřena havarijním přepadem. Systém je možno doplňovat pitnou vodou.“ [82]

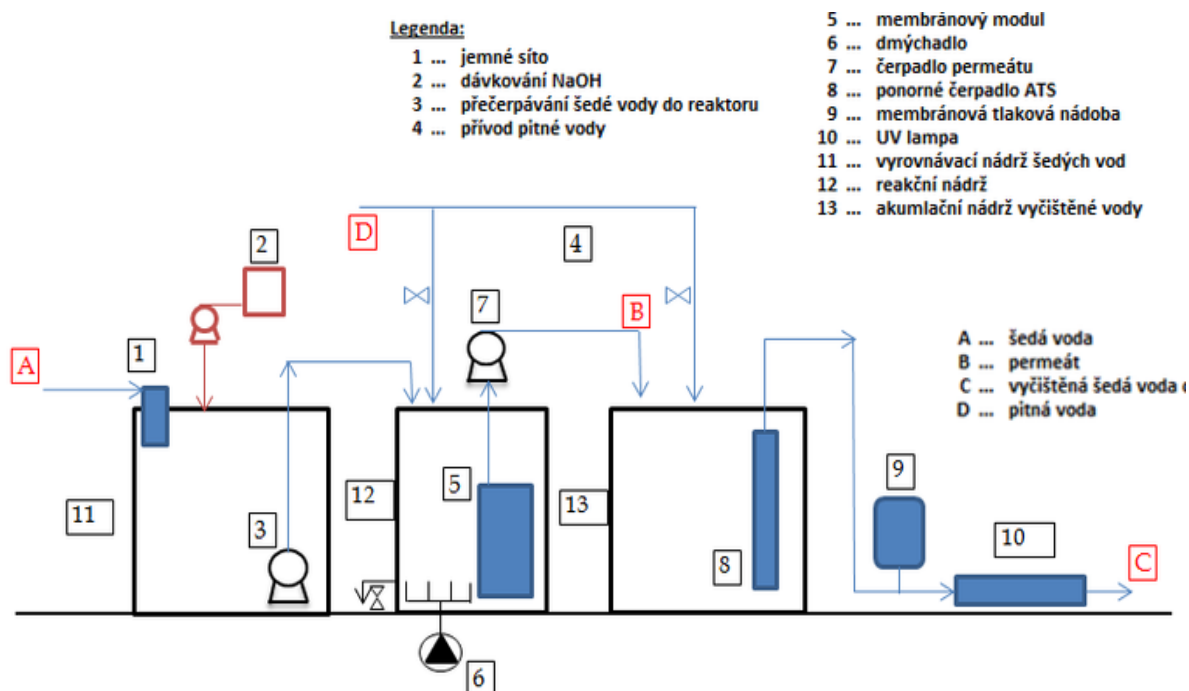


Obr. 61 Systém pro recyklaci šedých vod AS-GW/AQUALOOP [82]

5.3 Dimenzování zařízení pro využití šedé vody

Zjednodušené dimenzování spočívá ve stanovení potřeby provozní (bílé) vody, produkce šedé, dimenzování nádrže provozní vody a posouzení využití šedé vody. [83]

Využití šedé vody je optimální, pokud platí že objem vyprodukované šedé vody je roven nebo vyšší než denní potřeba provozní vody. V bytových a rodinných domech, hotelech, fitness centrech tato nerovnost často platí. Zároveň je zbytečné a neekonomické čistit šedou vodu, pro kterou nenalezneme uplatnění.



Obr. 62 Schéma uspořádání zařízení na čištění šedých vod [81]

5.3.1 Potřeba provozní (bílé) vody a dimenzování nádrže

Šedou vodu můžeme využívat na splachování toalet, závlahu zahrad nebo zelených ploch, na úklid, popřípadě využitím sofistikovanější metody čištění na mytí těla.

Následující tabulka uvádí hodnoty potřeby provozní vody v jednotlivých typech budov a oblastí využití.

Způsob využití provozní vody	Potřeba provozní vody	
	Úsporná zařízení	Neúsporná zařízení
Záchody v domácnosti	24 (l/osoba·den)	45 (l/osoba·den)
Záchody v administrativní budově	12 (l/osoba·den)	22 (l/osoba·den)
Záchody ve škole	6 (l/osoba·den)	12 (l/osoba·den)
Záchody v hotelech	24 (l/osoba·den)	45 (l/osoba·den)
Zalévání zahrady a kropení zeleně	1 l na 1 m ² (duben až září)	
Kropení hřišť	1,2 l na 1 m ² (duben až září)	
Mytí podlah	30 l na 100 m ²	

Tab. 7 Potřeba provozní vody pro různá využití v budově (upraveno dle [89], [90] a [91])

5.3.2 Produkce šedé vody

Produkce šedé vody z koupelen činí v domácnostech asi 36 až 48 % z celkové produkce odpadních vod. V komerčních budovách činí produkce šedé vody z umyvadel cca 27 % z celkové produkce odpadních vod. [89] V hotelech, bazénech nebo wellness centrech šedé vody tvoří až 70 % odpadních vod. [88]

Stanovení přibližné produkce šedé vody může vycházet například z produkce odpadní vody jedním ekvivalentním obyvatelem (EO, který je definovaný produkcí znečištění 60 g BSK₅ za den). Průměrný objem vyprodukované šedé vody se pohybuje mezi 55–112 l/EO.den u rodinných domů. V hotelech, bazénech nebo wellness centrech je spotřeba teplé vody až 400 l/EO.den. [88]

Pro přesnější návrh je třeba uvažovat konkrétní typ zařizovacích předmětů, předpokládaný počet použití za den, průměrnou dobu při užívání a průtok vody. [88]

5.3.3 Vnitřní kanalizace

Předpokládáme oddělené odvádění šedé a černé vody od zařizovacích předmětů. Zpravidla se pro další využití odvádí do čistící nádrže pouze šedé vody ze sprch, van a umyvadel, které jsou nejméně znečištěné. Využívání vod ze dřezů a praček si klade větší nároky na systém čištění. Součástí zařízení na úpravu vody je tedy čistící nádrž a akumulární nádrž na přečištěnou bílou vodu, obě nádrže musí být odvětrány. Kolena na odpadním a svodném potrubí nesmí mít úhel větší než 45°, aby nevznikala pěna. [89]

Oddělení šedé a černé vody předpokládá systém IV vnitřní kanalizace podle ČSN EN 12056-2. Navrhování a dimenzování vnitřní kanalizace pro odvádění šedých vod se provádí běžným způsobem podle ČSN EN 12056-1, 2; ČSN EN 752 a ČSN 75 6760. Při stanovení průtoku odpadních vod se používají výpočtové odtoky pro systém I, popř. systém II uvedené v ČSN EN 12056-2 v souladu s požadavky ČSN 75 6760. [89]

5.3.4 Vnitřní vodovod

Vodovod provozní vody je zpravidla součástí oddílného vnitřního vodovodu a navrhuje se podle ČSN EN 806-1, 2, 3 a ČSN 75 5409. Potrubí, armatury a výtokové armatury pro provozní vodu se označují podle ČSN EN 806-2 a 4 a ČSN 75 5409. U výtokových armatur, např. pro zálivku, je nutné umístění symbolu pro nepitnou vodu podle ČSN EN 806-2. Dimenzování potrubí vodovodu provozní vody se provádí podle ČSN EN 806-3 nebo podle ČSN 75 5455. Vnitřní vodovod zásobovaný z veřejného vodovodu nesmí být přímo spojen s jiným zdrojem vody. [89]



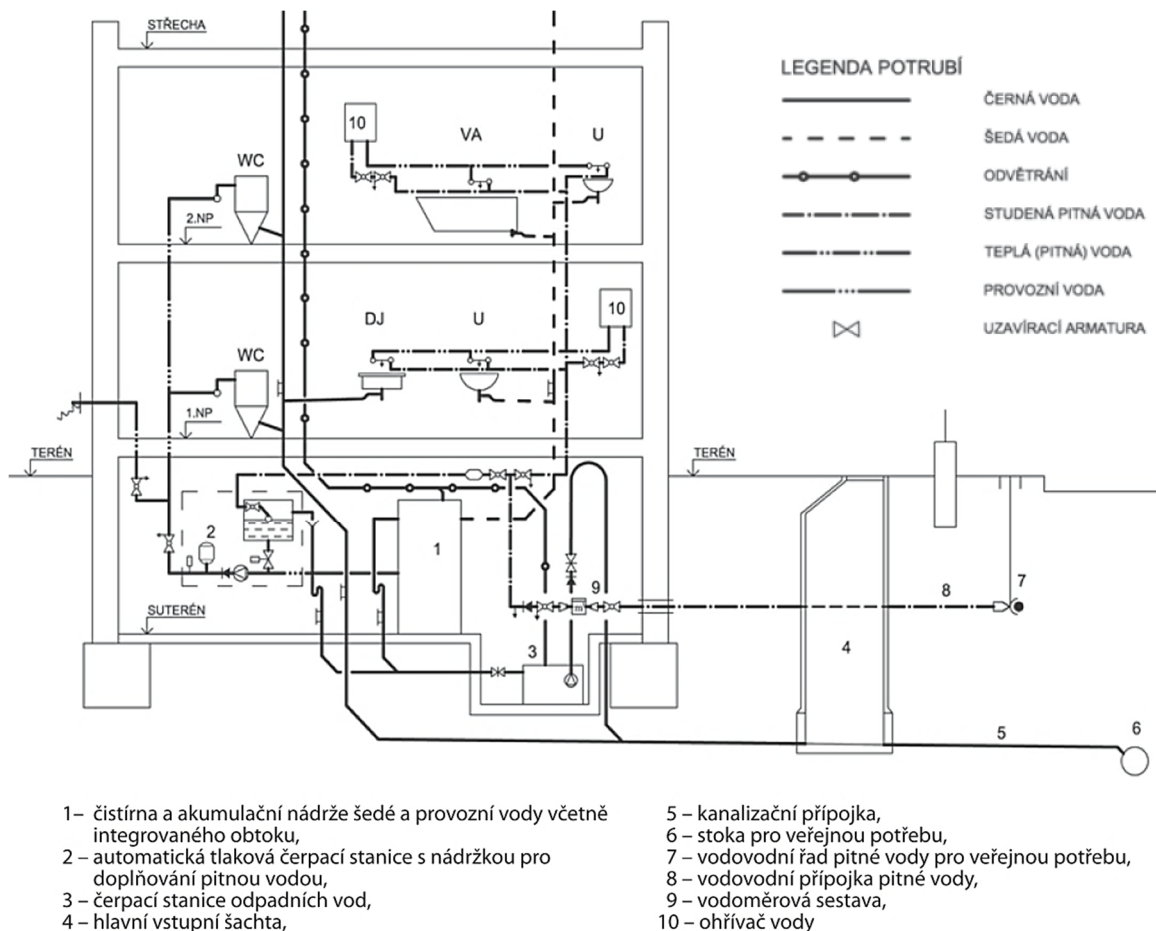
Obr. 63 Symbol „Nepitná voda“ podle ČSN EN 806-2 [86]

5.3.5 Nádrže na šedou nebo provozní (bílou) vodu

Nádrže musí být vodotěsné, odolné proti korozi a jiným vlivům akumulované vody. Nádrže musí být označeny symbolem „Nepitná voda“ podle ČSN EN 806-2. [89]

5.3.6 Požadavky na doplňování vody

Doplňování pitné nebo užitkové vody do vodovodu provozní vody má být prováděno automaticky a musí být řešeno v souladu s ČSN EN 1717 a ČSN 75 5409. Veřejný vodovod musí být chráněný volným výtokem. [89]



Obr. 64 Využití šedé vody z koupelen [83]

5.4 Využívání tepelné energie z odpadních vod

Teplota šedých vod z oblasti van, sprch a praček kolísá mezi 18 a 38 °C.

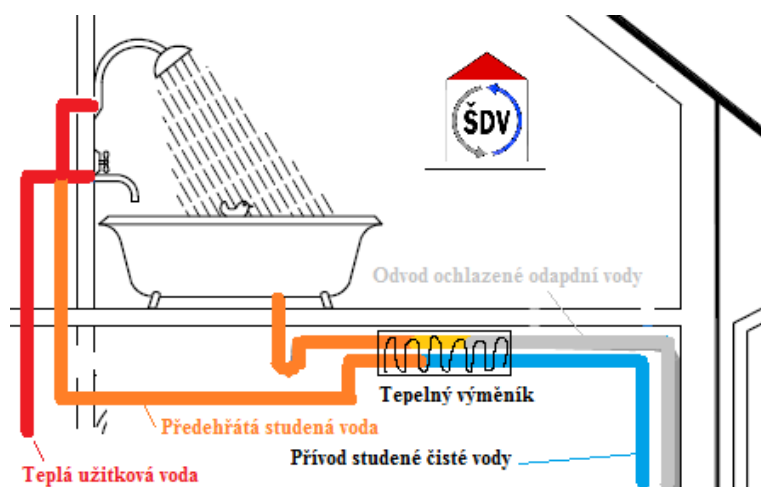
Odebírání tepla z odpadní vody lze provádět lokálně v blízkosti jejich vzniku nebo centrálně z naakumulované vody. Lokální systémy jsou vhodné pro menší stavby, jsou jednodušší a investičně méně náročné. Oproti tomu centrální systémy jsou investičně náročnější, a proto se hodí pro provoze, kde vzniká velké množství odpadních vod, jako jsou například bazény a wellness. [92]

5.4.1 Lokální systémy

K lokálním systémům rekuperace tepla patří předehřev studené vody pro okamžitou spotřebu nebo předehřev studené vody a odvedení do zásobníku teplé vody.

U prvního systému využíváme tepelného výměníku na odváděné odpadní vodě a na přívodu studené vody, teplota předehřáté vody se pohybuje kolem 20 °C.

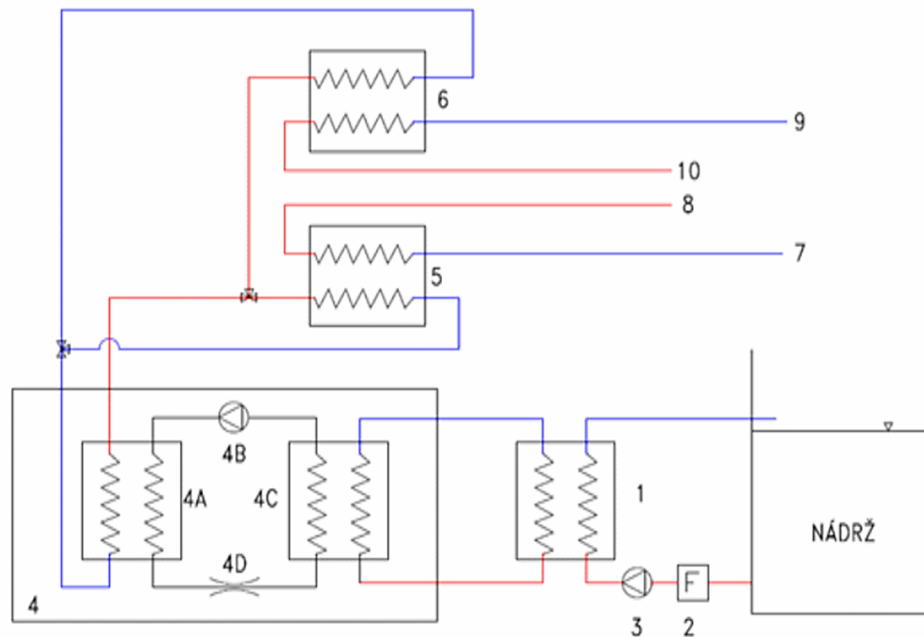
Druhá možnost má menší účinnost, protože dochází ke ztrátám na cestě předehřáté vody do zásobníku, kde se potom dohřívá. [92]



Obr. 65 Možné zapojení lokálního systému předehřevu vody pro okamžitou [92]

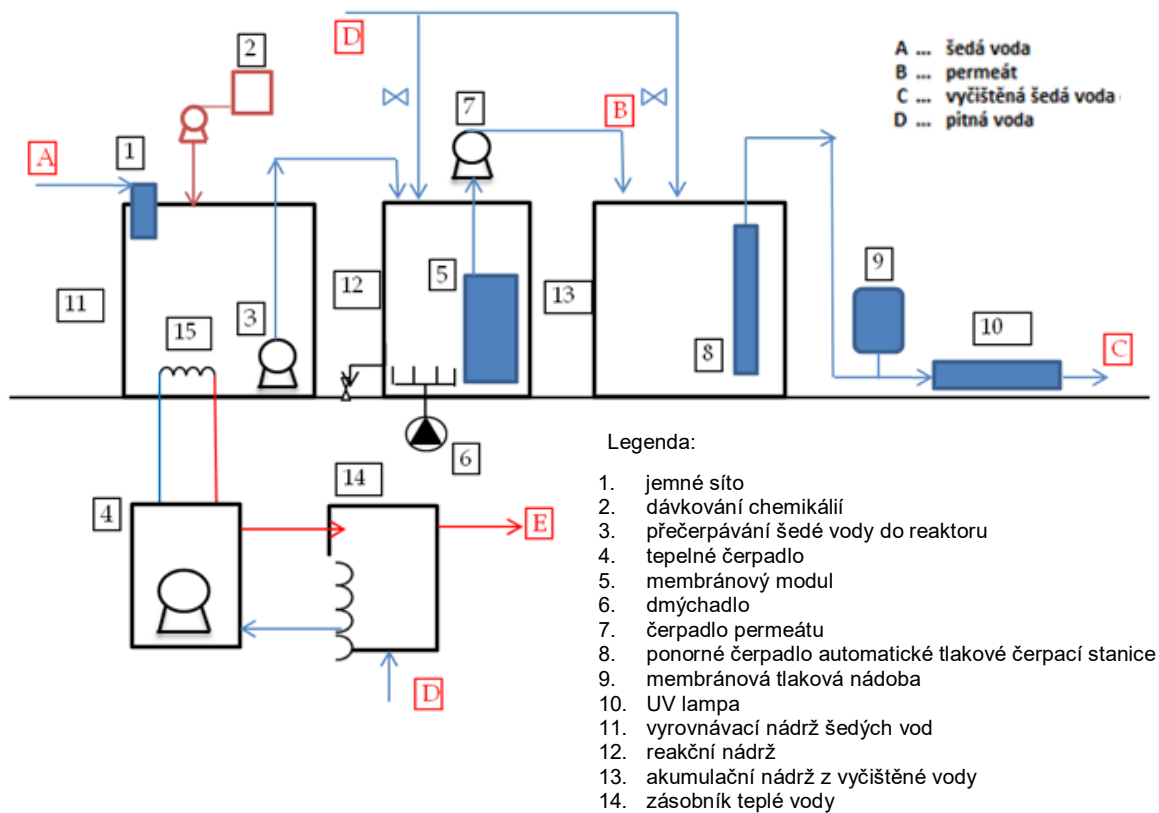
5.4.2 Centrální systémy

Voda se shromažďuje v akumulační jímce, která slouží jako zdroj tepla pro primární okruh tepelného čerpadla. Tepelné čerpadlo musí mít vždy umožněný odběr tepla, proto musíme navrhnout i jiný zdroj tepla v případě nedostatečného nátoky teplé odpadní vody. [92]



Legenda: 1) Deskový výměník, 2) Filtr, 3) Čerpadlo, 4) Tepelné čerpadlo, 4a) Kondenzátor, 4b) Kompresor, 4c) Výparník, 4d) Škrťací ventil, 5) Výměník pro ohřev TUV, 6) Výměník pro předehřev bazénu/jiná aplikace, 7) Přívod vody pro ohřev TUV, 8) Odtok předehřáté TUV, 9) Přívod studené vody z jiné aplikace, 10) Odvod teplé vody pro jiné aplikace.

Obr. 67 Možné zapojení centrálního systému předehřevu vody [92]



Obr. 68 Schéma systému využití šedých vod s rekuperací [93]

6 ŘEŠENÍ PRO HOTELY

Jak už bylo řečeno v úvodu, hotely se jeví jako místo, kde se plýtvá vodou a jsou vhodným objektem pro demonstraci úspor vody. Výhodou šetření vodou v hotelu je pro provozovatele zejména úspora peněz.

Prvním krokem by mělo být měření spotřeby vody v konkrétní budově a vyhodnocení v jakém místě spotřeby a čase se jí hodně spotřebovává. Poté je možné určit způsoby jejího šetření.

Hlavními místy s vysokou spotřebou vody jsou hotelové pokoje, prádelny, bazény a vířivky, kuchyně, bary.

Mezi základní opatření patří aerátory, duální splachovače, zamezení únikům vody a využívání šedé vody. Spotřeba by měla být neustále monitorována.

Investice s krátkou dobou návratnosti: instalace aerátorů na výtokové armatury, instalace úsporných sprchových hlavíc, snížení tlaku distribuce vody, vodovodní baterie se senzory.

Investice s delší dobou návratnosti: sběr dešťové vody pro praní prádla, zalévání rostlin šedou vodou, instalace toalet s malou splachovací nádržkou, využívání šedé vody pro splachování.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



ÚSPORY VODY V BUDOVÁCH
A ŘEŠENÍ PRO HOTELY

B. PRAKTICKÁ ČÁST

PROJEKT

SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ

- [94] K2invest: PECR – APARTMENTS HOTEL, Pec pod Sněžkou [online]. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <http://www.k2invest.cz/pecr>
- [95] VALÁŠEK, Jaroslav. Zdravotnětechnická zařízení a instalace. 1. vyd. Bratislava: Jaga group, 2001. ISBN 80-889-0565-6
- [96] Vyhláška č. 120/2011 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)
- [97] Projekční podklady a pomůcky – Potřeba teplé vody (ČSN 06 0320) - tabulky pro dimenzování zařízení. Tzb.fsv.cvut.cz [online]. Praha [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=3>
- [98] ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování
- [99] Vyhláška č. 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch
- [100] 9/1973 Ú.v.: Směrnice ze dne 20. července 1973 pro výpočet potřeby vody při navrhování vodovodních a kanalizačních zařízení a posuzování vydatnosti vodních zdrojů.
- [101] ČSN EN 15316-3-1: Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení potřeb energie a účinností soustavy - Část 3-1: Soustavy teplé vody, charakteristiky potřeb (požadavky na odběr vody).
- [102] Vyhláška č. 428/2001 Sb. kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích): se změnami: 146/2004 Sb., 515/2006 Sb., 120/2011 Sb., 48/2014
- [103] Český hydrometeorologický ústav [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky, b.r. [cit. 2017-10-20]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/>
- [104] TNV 75 9011: Hospodaření se srážkovými vodami. 2013.
- [105] ČSN 75 9010: Vsakovací zařízení srážkových vod. 2012.
- [106] British Standard BS 8525-1:2010. Greywater systems - Part 1: Code of practice. 2010. Greywater systems - Part 1. BSI, 2010: 46, b.r.

[107] Návrh a posouzení svodného kanalizačního potrubí. Tzb-info.cz [online]. [cit. 2018-01-01]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/76-navrh-a-posouzeni-svodneho-kanalizacniho-potrubu>

[108] ČSN EN 12056-2 Vnitřní kanalizace - Gravitační systémy - Část 2: Odvádění splaškových odpadních vod - Navrhování a výpočet. 2001.

[109] ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace. 2014.

[110] ČSN 75 5455 Výpočet vnitřních vodovodů. 2014.

[111] ČSN 73 0873 Požární bezpečnost staveb. 2003.

SEZNAM POUŽÍVANÝCH ZKRATEK

ZTI – zdravotně technické instalace

NP – nadzemní podlaží

PP – podzemní podlaží

DV – dešťová voda

ŠV – šedá voda

Pozn. – poznámky a úvahy k výpočtům

POZNÁMKA

Architektonicko-stavební řešení bylo inspirováno reálnou stavbou [94] – slouží pouze k upřesnění zadání pro návrh ZTI a není výsledkem nebo předmětem hodnocení této práce.

7 ÚVOD K PRAKTICKÉ ČÁSTI

V praktické části se budu zabývat návrhem zdravotně technických instalací v hotelu s wellness, analyzuji možnost využití šedých nebo dešťových vod a zvolím vhodné technické řešení odvedení nevyužitých srážkových vod. Současně budou provedeny nezbytné výpočty a výkresy.

7.1 Analýza zadání

Úkolem je návrh vodovodu a kanalizace, který povede k efektivnímu využívání vody ve vybraném objektu. Jedná se o koncept řešení projektové dokumentace zdravotně technických instalací s využíváním šedých nebo srážkových vod.

7.2 Popis řešeného objektu

Hotel má 5 nadzemních podlaží 1 podzemní podlaží. V 1. PP se nachází hromadná garáž, v 1. NP jsou obslužné a společné prostory hotelu, obchod a byty správců objektu, ve 2. – 4. NP hotelové pokoje a v 5. NP wellness s terasou. Technická místnost a plynová kotelna se nachází v 1. NP. Strojovna vzduchotechniky a technická místnost pro část wellness je v 5. NP.

V prostorách hotelu se nebudou připravovat teplá jídla.

Hotel bude využívat služeb externí prádelny.

8 BILANČNÍ VÝPOČTY

Výpočetní postupy jsou provedeny dle [95], hodnoty jsou uvažovány dle příslušných norem.

8.1 Vstupní údaje ze zadání

8.1.1 Počet osob

Počet lůžek hotelu: $n_1 = 72$

Ubytovaný personál: $n_2 = 3$

Ostatní zaměstnanci: $n_3 = 3$

Obsluha kavárny a bufetu: $n_4 = 2$

Zaměstnanci obchodu: $n_5 = 2$

Denní počet turistů: $n_6 = 40$

Pozn.:

Počet turistů, kteří mohou navštívit obchod nebo bufet s kavárnou, je odhadnut s přihlédnutím k dané oblasti.

Výpočty budou provedeny pro 100% obsazenost v hotelu.

8.1.2 Podlahová plocha

Komunikační prostory: $A_{\text{kom}} = 448 \text{ m}^2$ (4 NP x 112 m²)

Veřejné prostory: $A_{\text{veř}} = 438 \text{ m}^2$

Společenská místnost: $A_{\text{sp}} = 146 \text{ m}^2$

WC a koupelny: $A_{\text{hyg}} = 288 \text{ m}^2$ (8x 36 m²)

Wellness: $A_{\text{well}} = 384 \text{ m}^2$

Terasa: $A_{\text{ter}} = 501 \text{ m}^2$

8.2 Bilance potřeby pitné vody

8.2.1 Specifická denní spotřeba vody

Specifická denní spotřeba vody pro jednotlivé typy spotřeby je vypočtená ze směrného čísla roční potřeby vody dle [96] přílohy č. 12. Pro úklid a mytí podlah je množství vody uvažováno z potřeby teplé vody dle [98] na 100 m².

Úklid podlah hygienických zařízení, wellness včetně vybavení, terasy v koupací sezoně musí dle hygienických předpisů probíhat denně [99]. Chodby a společné prostory z důvodu většího počtu pohybu osob uvažují rovněž uklízené denně.

Spotřeba	Druh spotřeby vody dle [96] přílohy č. 12	Směrné číslo roční potřeby vody dle [96] přílohy č. 12 (m ³ /rok)	Vypočtená specifická denní spotřeba vody (l/den)
Hoteloví hosté, q ₁₁	Hotely a penziony: Většina pokojů má WC a koupelnu s tekoucí teplou vodou	45	120
Wellness, q ₁₂	Hotely a penziony: denní připouštění bazénu, sauna, wellness	10	30
Bazén ve wellness, q ₁₃	Hotely a penziony: denní připouštění bazénu, sauna, wellness	10	30
Sauny, q ₁₄	Hotely a penziony: denní připouštění bazénu, sauna, wellness	10	30
Kavárna a bufet, q ₁₅	Stravování – kuchyně, jídelna (bezobslužné): Dovož jídla, mytí nádobí, vybavení WC, umyvadla	3	8
Ubytovaný personál, q ₂	Byty: na jednoho obyvatele bytu s tekoucí teplou vodou (teplá voda na kohoutku) za rok	30	100

Ostatní zaměstnanci hotelu, q_{34}	Provozovny místního významu, kde se vody nepoužívá k výrobě: WC, umyvadla a tekoucí teplá voda s možností sprchování	26	70
Zaměstnanci obchodu, q_5	Prodejny s čistým provozem: WC, umyvadla a tekoucí teplá voda	18	50

Spotřeba	Objem dávky dle [98] tab. č. 2	Potřeba vody $m^3/100 m^2$	Vypočtená specifická denní spotřeba vody (l/den a 100 m^2)
Mytí podlahy + úklid, q_6	Objem dávky o teplotě 55 ° C na 100 m^2 je 0,020 m^3 , Objem teplé vody o teplotě 40 ° C připravený smíšením se studenou vodou je 1,5násobný = 1,5 x 0,020 m^3	0,030	30

8.2.2 Průměrná denní potřeba vody

Hotel: $Q_{P,hotel} = n_1 \cdot (q_{11} + q_{12} + q_{13} + q_{14} + q_{15})$ (l/den)

$$Q_{P,hotel} = 72 \cdot (120 + 30 + 30 + 30 + 8) \text{ (l/den)}$$

$$Q_{P,hotel} = 15\,696 \text{ l/den}$$

Ubytovaný personál: $Q_{P,ubyt-pers} = n_2 \cdot q_2$ (l/den)

$$Q_{P,ubyt-pers} = 3 \cdot 100 \text{ (l/den)}$$

$$Q_{P,ubyt-pers} = 300 \text{ l/den}$$

Zaměstnanci: $Q_{P,zaměstnanci} = (n_3 + n_4) \cdot q_{34} + n_5 \cdot q_5$ (l/den)

$$Q_{P,zaměstnanci} = (3 + 2) \cdot 70 + 2 \cdot 50 \text{ (l/den)}$$

$$Q_{P,zaměstnanci} = 450 \text{ l/den}$$

Turisté: $Q_{P,turisté} = n_6 \cdot q_{15}$ (l/den)

$$Q_{P,turisté} = 40 \cdot 8 \text{ (l/den)}$$

$$Q_{P,turisté} = 320 \text{ (l/den)}$$

Úklid: $Q_{P,úklid} = \Sigma A_i \cdot q_6 / 100$ (l/den)

$$Q_{P,úklid} = (448 + 438 + 146 + 288 + 384 + 501) \cdot 30 / 100$$

$$Q_{P,úklid} = 661,5 \text{ l/den}$$

Celková průměrná denní potřeba vody:

$$Q_{P,d} = \Sigma Q_{P,i}$$

$$Q_{P,d} = 15\,696 + 300 + 450 + 320 + 661,5 \text{ (l/den)}$$

$$Q_{P,d} = 17\,428 \text{ l/den}$$

$$Q_{P,d} = 17,43 \text{ m}^3/\text{den}$$

8.2.3 Maximální denní potřeba vody

Koeficient denní nerovnoměrnosti dle [100] (obec do 1000 obyvatel):

$$k_d = 1,5$$

Maximální denní potřeba vody:

$$Q_{P,d,max} = Q_P \cdot k_d \text{ (m}^3/\text{den)}$$

$$Q_{P,d,max} = 17,43 \cdot 1,5 \text{ (m}^3/\text{den)}$$

$$Q_{P,d,max} = 26,15 \text{ m}^3/\text{den}$$

8.2.4 Maximální hodinová potřeba vody

Koeficient hodinové nerovnoměrnosti dle [100] (obec bez sídlišť):

$$k_h = 1,8$$

Denní doba provozu: $z = 24$ hod

Maximální hodinová potřeba vody:

$$Q_{P,h,max} = Q_{P,d,max} \cdot k_h / z \text{ (m}^3/\text{den)}$$

$$Q_{P,h,max} = 26,15 \cdot 1,8 / 24 \text{ (m}^3/\text{den)}$$

$$Q_{P,h,max} = 1,96 \text{ m}^3/\text{hod}$$

8.2.5 Roční potřeba vody

Počet provozních dnů: $d = 365$ dní

Průměrná denní potřeba vody:

$$Q_{p,d} = 17,43 \text{ m}^3/\text{den}$$

Roční potřeba vody:

$$Q_{p,r} = Q_{p,d} \cdot d \text{ (m}^3/\text{rok)}$$

$$Q_{p,r} = 17,43 \cdot 365 \text{ (m}^3/\text{rok)}$$

$$Q_{p,r} = 6\,362 \text{ m}^3/\text{rok}$$

8.3 Bilance potřeby teplé vody

Potřeba teplé vody stanovena výpočtovou metodou dle [101].

Výpočet denní potřeby teplé vody:

Druh spotřeby dle [101]	Specifická potřeba teplé vody $V_{w,f,\text{day}}$ (l/f.den)	Měrná jednotka f	Počet měrných jednotek f (-)	Denní potřeba teplé vody $V_{w,\text{day}} = V_{w,f,\text{day}} \cdot f$ (l/den)
Čtyřhvězdičkový hotel bez prádelny	118	lůžko	75	8850
Kavárna	(20–30) 25	místo k sezení	40	1000
Celkem $V_{w,\text{day}}$				9 950 l/den

Celková denní potřeba teplé vody:

$$V_{w,\text{day}} = 9\,950 \text{ l/den} = 9,95 \text{ m}^3/\text{den}$$

Pozn.:

Počet dávek pro jednu osobu na den nezávisí na místě odběru v rámci hotelu. Hoteloví hosté využívají teplou vodu buď ve svém pokoji, nebo v jiných částech hotelu včetně wellness.

Do počtu měrných jednotek hotelu je započítán i ubytovaný personál.

8.4 Bilance odtoku odpadních splaškových vod

Předpokládá se rovnost mezi spotřebou vody a odtokem vody do kanalizace, $Q_p = Q_s$. Výpočet spotřeby viz kapitola 8.2.

8.4.1 Celkový průměrný denní odtok splaškových vod

$$Q_{s,d} = 17,43 \text{ m}^3/\text{den}$$

8.4.2 Roční odtok splaškových vod

$$Q_{s,r} = 6\,362 \text{ m}^3/\text{rok}$$

8.5 Bilance odtoku srážkových vod

8.5.1 Množství odváděných srážkových vod

Výpočet proveden dle přílohy č. 16 k Vyhlášce č. 428/2001 Sb. [102] - vzorec pro výpočet množství srážkových vod odváděných do kanalizace.

Odtokový součinitel stanoven dle druhu plochy – na tomto objektu jsou odvodňovány střechy s nepropustnou horní vrstvou – druh plochy A.

Hodnota pro dlouhodobý srážkový normál pro danou oblast vychází z dat českého hydrometeorologického ústavu [103].

Druh plochy	Plocha A (m ²)	Odtokový součinitel k (-)	Redukovaná plocha A _r = A·k (m ²)
Plochá střecha s terasou – A	481	0,9	433
Plochá střecha se štěrkem – A	410	0,9	369
Terasa – A	41	0,9	37
	Součet redukovaných ploch: 839 m ²		
Dlouhodobý srážkový normál: 1250 mm/rok = 1,25 m ³ /m ² rok			
Roční množství odváděných srážkových vod Q _{R,r} : 839 m ² · 1,25 m ³ /m ² rok			

8.5.2 Roční odtok srážkových vod

$$Q_{R,r} = 1\,050 \text{ m}^3/\text{rok}$$

9 VYUŽITELNOST ŠEDÝCH NEBO DEŠŤOVÝCH VOD

Přečištěné šedé/srážkové vody budou v hotelu využívány ke splachování, úklidu a zalévání.

O vhodnosti využití bude rozhodující porovnání potřeby provozní vody s množstvím produkovaných šedých nebo zisku dešťových vod.

9.1 Potřeba provozní vody Q_{24}

Potřebu bílé vody stanovím pomocí výpočetního programu „Stanovení produkce šedé vody“ [82], který vychází z platné britské normy pro návrh využití šedé vody BS 8525-1 [106].

Denní potřeba vody ke splachování Q_1 (l/den):

Předpokládaná WC s dvojitou splachovací nádržkou 3/6 l, pisoáry s nádržkou o objemu 1,5 l.

Pro průměrný počet použití jednou osobou během dne vycházím z tabulky uvedené v [82].

	Spotřeba vody dle počtu použití	Počet uživatelů n	Celková potřeba Q_1 (l/den)
Ubytování	$4 \times 3 \text{ l} + 2 \times 6 \text{ l} = 24 \text{ l}$	72	1 296
Personál stálý	$4 \times 3 \text{ l} + 2 \times 6 \text{ l} = 24 \text{ l}$	3	72
Ostatní pracovníci	$3 \times 3 \text{ l} + 1 \times 6 \text{ l}$	7	42
Turisté – muži	$2 \times 1,5 \text{ l} + 1 \times 6 \text{ l} = 9 \text{ l}$	40	360
Turisté – ženy	$2 \times 3 \text{ l} + 1 \times 6 \text{ l} = 12 \text{ l}$	20	240
Toalety celkem			$Q_1 = 2064 \text{ l/den}$

Denní potřeba vody na úklid Q_2 (l/den):

Šedá voda bude využita na úklid podlah s uvažovanou spotřebou 30 litrů na 100 m² dle [98].

	Plocha (m ²)	Počet n	Plocha celkem (m ²)	Spotřeba vody (l/den)	Celková potřeba Q_2 (l/den)
Chodby	112	4	448	$(448/100) * 30$	134
Veřejné prostory	438+146	1	584	$(584/100) * 30$	175
Pokoje WC + koupelny	8	36	288	$(288/100) * 30$	80
Terasa 5. NP	501	1	501	$(501/100) * 30$	150
Terasa 1. NP	41	1	41	$(41/100) * 30$	12
Úklid celkem					$Q_2 = 581 \text{ l/den}$

Denní potřeba vody pro zálivku Q_3 (l/den):

Denní spotřeba vody pro zalévání činí 1 l na 1 m² dle [96].

	Plocha (m ²)	Spotřeba vody (l/den)	Celková potřeba Q_3 (l/den)
Rostliny v objektu	48,7	$(48,7/1) * 1$	48,7
Zálivka celkem			$Q_3 = 48,7$ l/den

Celková denní potřeba provozní vody Q_{24} (l/den):

$$Q_{24} = Q_1 + Q_2 + Q_3 \text{ (l/den)}$$

$$Q_{24} = 2064 + 581 + 48,7 \text{ (l/den)}$$

$$Q_{24} = 2\,694 \text{ l/den}$$

Celková roční potřeba provozní vody Q_r (l/rok):

$$Q_r = Q_{24} \cdot 365 \text{ dní (l/rok)}$$

$$Q_r = 2694 \cdot 365 \text{ (l/rok)}$$

$$Q_r = 983\,310 \text{ l/rok}$$

9.2 Produkce šedé vody Q_{prod}

Množství vyprodukovaných šedých vod stanovím součtovou metodou pomocí výpočetního programu „Stanovení produkce šedé vody“ [82], který vychází z platné britské normy pro návrh využití šedé vody BS 8525-1 [106].

$$Q_{\text{prod}} = \sum_{i=1}^m q_{\text{prod},i} \cdot n_{\text{mj},i}$$

q_{prod} ... produkce šedé vody na měrnou jednotku a den (l/den)

- koupelny hotelu dle hodnot ve výpočetním programu [82]
- wellness dle směrného čísla spotřeby vody [96]

n_{mj} ... počet měrných jednotek stejného druhu

m ... počet druhů měrných jednotek

Produkce šedých vod – hotelové pokoje $Q_{\text{prod},1}$ (l/den):

Druh budovy	Vybavení	Měrná jednotka	q_{prod} (l/den)	n_{mj} (-)	Celková produkce $Q_{\text{prod},h}$ (l/den)
Hotel	Koupelny s vanou/sprchou	lůžko	120	72	8640
Hotel celkem					$Q_{\text{prod},1} = 8640$ l/den

Produkce šedých vod – wellness $Q_{\text{prod},2}$ (l/den):

Druh spotřeby vody dle [96]	Vybavení	Specifická denní spotřeba vody q_{prod} (l/den)	n_{mj} (-)	Celková produkce $Q_{\text{prod},w}$ (l/den)
Hotely a penzióny: denní přípouštění bazénu, sauna, wellness	Wellness, ochlazovací bazén, sauny	30 + 30 + 30	72	6480
Wellness celkem				$Q_{\text{prod},2} = 6480$ l/den

Celková denní produkce šedých vod Q_{prod} (l/den):

$$Q_{\text{prod}} = Q_{\text{prod},1} + Q_{\text{prod},2} \text{ (l/den)}$$

$$Q_{\text{prod}} = 8640 + 6480 \text{ (l/den)}$$

$$Q_{\text{prod}} = 15\,120 \text{ l/den}$$

9.3 Roční zisk dešťové vody V_d

Výpočet byl proveden v kapitole 8.

$$V_d = 1050 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$V_d = 1\,050\,000 \text{ l/rok}$$

9.4 Posouzení využití šedé nebo dešťové vody

9.4.1 Posouzení využití šedé vody

Využití šedé vody je vhodné, pokud platí vztah dle [112]:

$$Q_{\text{prod}} \geq Q_{24}$$

$$Q_{\text{prod}} = 15\,120 \text{ l/den} \geq Q_{24} = 2\,694 \text{ l/den}$$

ŠV pokryjí celou potřebu provozní vody a je vhodné je využívat.

9.4.2 Posouzení využití dešťové vody

Využití dešťové vody je vhodné, pokud platí vztah dle [112]:

$$V_d \geq Q_r$$

$$V_d = 1\,050\,000 \text{ l/rok} \geq Q_r = 983\,310 \text{ l/rok}$$

DV pokryjí celou potřebu provozní vody a je vhodné je využívat.

Na daném objektu je z hlediska množství vod vhodné využívat šedé i dešťové vody bez nutnosti jejich kombinace nebo doplňování pitnou vodou.

9.5 Vyhodnocení

V objektu se nachází wellness, ve kterém se předpokládá vysoká spotřeba vody, stejně jako v hotelových koupelnách. Je tedy z ekonomických (úspora na vodném a stočném) i ekologických důvodů (je zbytečné plýtvat pitnou vodou ke splachování záchodů) vhodné tyto vzniklé šedé vody znovuvyužívat. Výhodou recyklace šedé vody je rovněž možnost rekuperace tepelné energie z ní – nebude součástí tohoto projektu. Potřeba vody a produkce odpadních vod v hotelu je úměrná jeho obsazenosti, nemělo by tedy dojít k nedostatku provozní vody při využívání šedých vod.

Dešťové vody mají být odváděny v dané obci do vodoteče, nejsou tak zatíženy poplatkem pro odvod srážkových vod do kanalizace (úspora pouze na vodném). Pokud nebudou tyto vody využívány v objektu, budou šetrně (regulovaným odtokem) navráceny do koloběhu vody v přírodě neznečištěné (je ekologičtější využívat dešťové vody, nebo je ponechat přírodě?). Dešťové srážky jsou v průběhu roku nerovnoměrné, v obdobích sucha by tak nemusela být pokryta potřeba provozní vody i přes správný návrh.

Závěr: Na základě předchozí úvahy bude proveden návrh hospodaření s dešťovou vodou dle TNV 75 9011 [104] a návrh recyklace šedé vody dle BS 8525-1 [106].

10 HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU

Postup návrhu hospodaření s dešťovou normou proveden dle TNV 75 9011 [104] a Hospodaření se srážkovými vodami ČSN 75 9010 [105].

10.1 Posouzení možností HDV

10.1.1 Snížení či prevence vzniku srážkového odtoku v místě vzniku

Posouzení: Stavebně-architektonické řešení nebo návrh sadových úprav nejsou součástí této práce.

N e p r o v e d i t e l n é .

10.1.2 Akumulace a využívání

Posouzení: Množství srážkových vod nezajistí celkovou potřebu provozní vody objektu – viz kapitola 9.

Ověřit akumulaci DV z terasy v 1.NP na zálivku rostlin.

P r o v e d i t e l n é .

10.1.3 Vsakování

Posouzení: Vsakovací nádrž musí být umístěna pod nezámrznou hloubkou (zde 1,2 m) a současně její spodní dno musí být alespoň 1 m nad hladinou podzemní vody [105], která se zde nachází ve hloubce 3 m pod terénem [113].

N e p r o v e d i t e l n é .

10.1.4 Retence a regulované odvádění srážkových vod do povrchových vod

Posouzení: Na hranici pozemku se nachází vodní tok. Vyhovuje podmínce přípustnosti dostupnost recipientu do 100 m.

Odvádění srážkových vod do řeky je v souladu s územním plánem obce, průtočné množství odtoku stanoví správce povodí.

P r o v e d i t e l n é .

10.2 Vyhodnocení

Pro převážné množství DV – ze střech a teras, bude navržena retenční nádrž, ze které budou DV regulovaným odtokem odváděny do vodního toku.

Bude proveden návrh akumulární nádrže s využitím části vzniklého odtoku z objektu na zálivku rostlin v celém objektu a úklid terasy v 1.NP.

10.3 Návrh retenční nádrže

Návrh retenční nádrže proveden metodou hydrologické bilance pomocí výpočetního programu „NÁVRH OBJEMU RETENČNÍ NÁDRŽE DLE ČSN 75 9010“ [110], který je v souladu s normou ČSN 75 9010 [105]. Povolený odtok byl zjištěn u správce povodí Labe.

DV ze střech objektu budou svedeny odpadním potrubím do retenční nádrže.

Zadržaná dešťová voda bude z retenční nádrže odváděna regulovaným odtokem do vodního toku, pomocí dešťové stoky v délce 5 m. Povolený odtok byl zjištěn u správce povodí Labe.

Stanovení retenčního objemu:

Stanovení vsaku:	bez vsaku
Povolený odtok:	$Q_o = 2,4 \text{ l.s}^{-1}$
Oblast:	horská lokalita
Periodicita:	$p = 0,2$

Druh plochy	Plocha A (m ²)	Odtokový součinitel k (-)	Redukovaná plocha Ar = A·k (m ²)
Plochá střecha s terasou – A	481	0,9	433
Plochá střecha se štěrkem – A	410	0,9	369
Terasa – A	41	0,9	37
	Součet redukovaných ploch: 839 m ²		

Výpočet retenčního objemu pro intenzity deště s dobou trvání od 5 do 120 min:

Doba trvání deště T_c (min)	Návrhové úhrny srážek (mm)	Povrchový odtok Q_d (l/s)	Retenční odtok $Q_r = Q_{d(o)} - Q_o - Q_v$ (l/s)	Retenční objem $V = V_d - Q_{vsak} \cdot T_c$ (m ³)
5	10,4	29,1	26,7	8,3
10	14,5	20,3	17,9	11,1
15	17,0	15,8	13,4	12,5
20	19,4	13,6	11,2	13,9
30	22,7	10,6	8,2	15,3
40	25,7	9,0	6,6	16,4
60	30,0	7,0	4,6	17,3
120	39,7	4,6	2,2	17,0

Stanovení retenčního objemu: $V = 17,3 \text{ m}^3$

Doba prázdnění: $T_o = V / Q_o$ (s)

$$T_o = 17300 / 2,4 \text{ (s)}$$

$$T_o = 7208 \text{ s} = 2,0 \text{ hod} \dots \text{vyhovuje (<72hod)}$$

Návrh: **Prefabrikovaná železobetonová podzemní nádrž 5,5 x 2,8 x 1,95 m o objemu 18 m³.**

10.4 Návrh akumulční nádrže

Návrh proveden dle „PROGRAM VYUŽITÍ SRÁŽKOVÝCH VOD: PROJEKČNÍ A INSTALAČNÍ PODKLADY.“ [114], které jsou v souladu s ČSN 75 9010 [105].

Množství využitelné srážkové vody:

$$Q_{v,r} = h \cdot A \cdot k_s \cdot k_f \text{ (m}^3\text{/rok)}$$

Dlouhodobý srážkový normál: $h = 1250 \text{ mm/rok} = 1,25 \text{ m}^3\text{/m}^2\text{rok}$

Typ plochy: Terasa s dlažbou

Plocha: 41 m^2

Koeficient odtoku střechy: $0,9$

Koeficient účinnosti filtru mechanických nečistot: $0,9$

$$Q_{v,r} = 1,25 \cdot 41 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \text{ (m}^3\text{/rok)}$$

$$Q_{v,r} = 41,5 \text{ m}^3\text{/rok}$$

Potřeba vody:

Dešťová voda bude využívána na zalévání rostlin a úklid terasy v 1. NP.

Potřeba vody pro zalévání: $q_{zal} = 1 \text{ l/m}^2 \cdot \text{den}$ dle [96]

Potřeba vody pro úklid: $q_{ú,1.NP} = 30 \text{ l/100 m}^2 \cdot \text{den}$ dle [98]

Plocha zalévání: $A_{zal} = 48,7 \text{ m}^2$

Plocha pro úklid: $A_{ú,1.NP} = 41 \text{ m}^2$

Denní potřeba vody pro zalévání: $Q_{zal} = q_{zal} \cdot A_{zal} \text{ (l/den)}$

$$Q_{zal} = 1 \cdot 48,7 \text{ (l/den)}$$

$$Q_{zal} = 48,7 \text{ l/den} = 0,0487 \text{ m}^3/\text{den}$$

Denní potřeba vody pro úklid: $Q_{ú,1.NP} = q_{ú,1.NP} \cdot A_{ú,1.NP} \text{ (l/den)}$

$$Q_{ú,1.NP} = 30 \cdot 41/100 \text{ (l/den)}$$

$$Q_{ú,1.NP} = 12,3 \text{ l/den} = 0,0123 \text{ m}^3/\text{den}$$

Celková potřeba: $Q_{P,d} = Q_{zal} + Q_{ú,1.NP}$

$$Q_{P,d} = 0,0487 + 0,0123$$

$$Q_{P,d} = 0,061 \text{ m}^3/\text{den}$$

$$Q_{P,d} = 0,061 \cdot 365$$

$$Q_{P,r} = 22,26 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Předběžné posouzení: $Q_{V,r} = 41,5 \text{ m}^3/\text{rok} > Q_{P,r} = 22,26 \text{ m}^3/\text{rok}$

Využívání DV je vhodné.

Objem nádrže dle spotřeby:

Koeficient optimální velikosti: $a = 20$

$$V_v = Q_{V,s} \cdot a \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_v = 0,061 \cdot 20 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_v = 1,22 \text{ m}^3$$

Objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody:

Výpočet zohledňuje potřebnou zásobu vody na období přestávky mezi dešti.

$$V_p = (Q_{v,r}/365) \cdot a \text{ (m}^3\text{)}$$

Koeficient optimální velikosti: $a = 20$ dní

$$V_p = (41,5/365) \cdot 20 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_p = 2,27 \text{ m}^3$$

Posouzení a návrh:

Posouzení: Množství využitelných srážkových vod $V_v = 2,27 \text{ m}^3$ je o více než 40% vyšší než plánovaná spotřeba této vody $V_p = 1,22 \text{ m}^3$.

Optimalizace: Přebytečná voda bude odvedena do retenční nádrže.

Návrh nádrže: **Samonosná podzemní nádrž o velikosti 1500 l.**

11 VYUŽITÍ ŠEDÝCH VOD

11.1 Produkce šedých vod

$$Q_{\text{prod}} = 15120 \text{ l/den}$$

11.2 Potřeba bílé vody

Navrhují využít šedé vody ke splachování Q_1 a úklid Q_2 celého objektu.

$$Q_{24} = Q_1 + Q_2 \text{ (l/den)}$$

$$Q_{24} = 2064 + 569 \text{ (l/den)}$$

$$Q_{24} = 2\,633 \text{ l/den}$$

11.3 Optimalizace využití šedé vody

Produkce $Q_{\text{prod}} = 15\,120 \text{ l/den}$ výrazně převyšuje potřebu $Q_{24} = 2\,633 \text{ l/den}$.

Navrhují čistit vody z 24 pokojů (8 pokojů v každém podlaží)

Druh budovy	Vybavení	Měrná jednotka	q_{prod} (l/den)	n_{mj} (-)	Celková produkce $Q_{\text{prod,opt}}$ (l/den)
Hotel	Koupelny s vanou/sprchou	lůžko	120	48	5760
24 pokojů = $Q_{\text{prod,opt}}$ l/den					5760

11.4 Návrh čistírny šedé vody

Celková denní produkce šedé vody:	Q_{prod}	15 120	l/den
Celková denní potřeba provozní vody:	Q_{24}	2 663	l/den
Nutnost doplňování dešťovou nebo pitnou vodou:	NE		
Množství doplňované vody:		0	l/den
Minimální objem nádrží:	2 x	2700	l
Doporučená velikost čistírny dle [82]:	AS-GW/SiClaro -3		

Návrh: **AS-GW/SiClaro -3** se dvěma nádržemi o objemu 2 700 l

12 DIMENZOVÁNÍ VNITŘNÍ KANALIZACE

Návrh dimenze potrubí vnitřní kanalizace bude proveden dle ČSN EN 12056-2 a 3 a ČSN 75 6760, který spočívá ve stanovení průtoku odpadních vod a návrhu jmenovité světlosti potrubí s dodržáním empirických zásad uvedených v poznámkách návrhových tabulek. Dimenze přípojovacího potrubí bude stanovena dle nejmenší jmenovité světlosti (DN) přípojovacího potrubí, které je nutno dodržet bez ohledu na vypočtený průtok.

K využívání šedé vody je navrženo oddělené odvádění šedé, černé a dešťové vody. Jedná se o systém vnitřní kanalizace IV dle ČSN EN 12056-2. Výpočtové odtoky stanoveny dle systému I.

12.1 Dimenzování vnitřní kanalizace – splaškové vody

12.1.1 Postup výpočtů a uvažované hodnoty

Průtok splaškových vod Q_{ww} (l/s):

$$Q_{ww} = \max (K \cdot \Sigma DU); DU_{\max}) \text{ (l/s)}$$

$K = 0,7$... součinitel odtoku pro hotely ($l^{0,5}/s^{0,5}$)

ΣDU ... součet výpočtových odtoků (l/s)

DU_{\max} ... maximální výpočtový odtok (l/s)

Výpočtové odtoky DU pro systém I vnitřní kanalizace (l/s):

Označení	Zařizovací předmět	DU (l/s)
MN	Myčka nádobí	0,8
DJ	Kuchyňský dřez	0,8
U	Umyvadlo	0,8
UH	Umyvadlo pro tělesně postižené	0,5
VA	Koupací vana	0,8
WC	Záchodová mísa se splachovací nádržkou (objem 6 l)	2,0
WCH	Záchodová mísa pro tělesně postižené (objem 6 l)	2,0
PM	Pisoár se splachovací nádržkou	0,5
SK	Sprcha - vanička bez zátky	0,6
Um	Umývátko	0,3
PO	Pitná fontánka	0,2
VK	Masážní vana	0,8
OV	Ochlazovací vana	0,8
VL	Keramická výlevka s napojením DN 100	2,5
DD	Velkokuchyňský dřez	0,9

Celkový průtok splaškových vod Q_{tot} (l/s):

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p \text{ (l/s)}$$

Q_{ww} ... vypočtený průtok splaškových vod (l/s)

$Q_c = 0$... trvalý průtok (l/s)

$Q_c = 0$... čerpaný průtok (l/s)

$$Q_{tot} = Q_{ww} \text{ (l/s)}$$

Průtok odpadních vod Q_w ve svodném potrubí nebo přípojce pro oddílnou kanalizaci:

$$Q_w = Q_{ww} + Q_c + Q_p$$

Q_{ww} ... vypočtený průtok splaškových vod (l/s)

Q_c ... trvalý průtok (l/s)

Q_p ... čerpaný průtok (l/s)

Návrh jmenovité světlosti svodného potrubí:

Proveden porovnáním vypočteného průtoku Q_{tot} , Q_r , nebo $Q_{r,w}$ s hydraulickou kapacitou navrženého potrubí Q_{max} – maximální dovolený průtok. Q_{max} musí být větší než vypočtený průtok. Q_{max} stanoveno pomocí online výpočtové pomůcky [107]. Přihlédnuto bude k poznámkách u tabulek ČSN 75 6760.

Svodné potrubí musí mít jmenovitou světlost o stupeň větší než má odpadní potrubí. Je-li dimenze odpadního potrubí zvětšena kvůli zalomení v 1. NP, není nutné zvětšovat dimenzi svodu a jeho minimální světlost je rovna odpadnímu potrubí v 1.NP.

Spád svodného potrubí bude v 1. NP a 1.PP 2%.

Větrací potrubí bude navrženo stejné dimenze jako odpadní potrubí.

12.1.2 Dimenzování potrubí pro šedé vody

Kanalizační potrubí G01, G02, G03, G04, G05, G06, G07, G08

Připojovací potrubí:

Podlaží	Úsek	Druh ZP	Počet ZP	DU	Σ DU	K	Q_{ww}	Q_{max}	DN
			(ks)	(l/s)	(l/s)	($l^{0,5}/s^{0,5}$)	(l/s)	(l/s)	(mm)
2., 3. a 4. NP	1-2	Umyvadlo	1	0,5	0,5	0,7	0,49	0,8	50
	3-2	Vana	1	0,8	0,8	0,7	0,63	0,8	50
	2-4,5,6	Umyvadlo	1	0,5	1,3	0,7	0,80	2,287	70
		Vana	1	0,8					

Odpadní potrubí:

Podlaží	Úsek	Druh ZP	Počet ZP	DU	Σ DU	K	Q_{ww}	Q_{max}	DN
			(ks)	(l/s)	(l/s)	($l^{0,5}/s^{0,5}$)	(l/s)	(l/s)	(mm)
2. NP	4-6	Umyvadlo	3	0,5	1,5	0,7	1,38	2,287	70
		Vana	3	0,8	2,4				
					3,9				

Větrací potrubí: DN 70

Svodné potrubí:

Potrubí zalomena pod stropem 1. NP, těsně nad zalomením (přechod odpadního potrubí na svodné potrubí) zvětšení dimenze na DN 100

$$Q_w = Q_{tot} = Q_{ww} = 1,38 \text{ l/s}$$

Návrh: Potrubí PVC KG jmenovité světlosti DN 100

$$Q_{max} \text{ pro DN 100} = 5,64 \text{ l/s}$$

Posouzení: $Q_{max} = 5,64 \text{ l/s} \geq Q_{r,w} = 1,38 \text{ l/s}$

DN 100 VYHOVUJE

12.1.3 Dimenzování potrubí pro splaškové vody

Kanalizační potrubí S01, S02

Připojovací potrubí:

Podlaží	Úsek	Napojené ZP	Počet	DU	ΣDU	K	Q _{ww}	Q _{max}	DN
			(ks)	(l/s)	(l/s)	(l ^{0,5} /s ^{0,5})	(l/s)	(l/s)	(mm)
2. - 4. NP	1-2	Umyvadlo	1	0,5	0,5	0,7	0,49	0,8	50
	3-2	Vana	1	0,8	0,8	0,7	0,63	0,8	50
	2-8/9/10	Umyvadlo	1	0,5	1,3	0,7	0,80	2,287	70
		Vana	1	0,8					
	4-8	WC (objem 6l)	1	2,0	2	0,7	2,00	5,64	100
	5-6	Dřez	1	0,8	0,8	0,7	0,63	0,8	50
	7-6	Myčka	1	0,8	0,8	0,7	0,63	0,8	50
	6-8/9/10	Dřez	1	0,8	1,6	0,7	0,89	2,287	70
Myčka		1	0,8						

Odpadní potrubí:

Podlaží	Úsek	Druh ZP	Počet	DU	ΣDU	K	Q _{ww}	Q _{max}	DN	
			ZP (ks)	(l/s)	(l/s)	(l ^{0,5} /s ^{0,5})	(l/s)	(l/s)	(mm)	
2. NP	8-10	Umyvadlo	3	0,5	1,5	0,7	2,68	5,64	100	
		Vana	3	0,8	2,4					
		WC (objem 6l)	3	2	6					
		Dřez	3	0,8	2,4					
		Myčka	3	0,8	2,4					
					14,7					
1. NP	10-11	- odpadní potrubí zalomeno pod stropem, nad zalomením zvětšení dimenze na DN 125						2,68	8,64	125

Větrací potrubí: DN 100

Svodné potrubí: Minimální dimenze jako odpadní potrubí v 1.NP.

$$Q_w = Q_{tot} = Q_{ww} = 2,68 \text{ l/s}$$

Návrh: Potrubí PVC KG jmenovité světlosti DN 125

Posouzení: $Q_{max} = 8,64 \text{ l/s} \geq Q_{r,w} = 2,68 \text{ l/s}$

DN 125 VYHOVUJE

Kanalizační potrubí S03

Připojovací potrubí:

Podlaží	Úsek	Napojené ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	ΣDU (l/s)	K (l ^{0,5} /s ^{0,5})	Q _{ww} (l/s)	Q _{max} (l/s)	DN (mm)
2. - 4. NP	4-5	WC (objem 6l)	1	2,0	2	0,7	2,00	5,64	100
	1-3	Dřez	1	0,8	0,8	0,7	0,63	0,8	50
	2-3	Myčka	1	0,8	0,8	0,7	0,63	0,8	50
	3-5/6/7	Dřez	1	0,8	1,6	0,7	0,89	2,287	70
		Myčka	1	0,8					
1. NP	1-2	Umyvadlo	1	0,5	0,5	0,7	0,49	0,55	40

Odpadní potrubí:

Podlaží	Úsek	Druh ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	ΣDU (l/s)	K (l ^{0,5} /s ^{0,5})	Q _{ww} (l/s)	Q _{max} (l/s)	DN (mm)
2. NP	7-8	WC (objem 6l)	3	2	6	0,7	2,30	5,64	100
		Dřez	3	0,8	2,4	0,7			
		Myčka	3	0,8	2,4	0,7			
					10,8	0,7			
1. NP	8	- odpadní potrubí zalomeno pod stropem, těsně nad zalomením zvětšení dimenze na DN 125						8,64	125
	2-8	WC (objem 6l)	3	2	6	0,7	2,35	8,64	125
		Dřez	3	0,8	2,4				
		Myčka	3	0,8	2,4				
		Umyvadlo	1	0,5	0,5				
				11,3					

Větrací potrubí: DN 100

Svodné potrubí:

$$Q_{r,w} = Q_{tot} = Q_{ww} = 2,68 \text{ l/s}$$

Návrh: Potrubí PVC KG jmenovité světlosti DN 125

Posouzení: $Q_{max} = 8,64 \text{ l/s} \geq Q_{r,w} = 2,68 \text{ l/s}$

DN 125 VYHOVUJE

Kanalizační potrubí S04

Připojovací potrubí:

Podlaží	Úsek	Napojené ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	ΣDU (l/s)	K ($l^{0,5}/s^{0,5}$)	Q _{ww} (l/s)	Q _{max} (l/s)	DN (mm)
2. - 4. NP	4-5/6/7	WC (objem 6l)	1	2,0	2	0,7	2,00	5,64	100
	1-3	Dřez	1	0,8	0,8	0,7	0,63	0,8	50
	2-3	Myčka	1	0,8	0,8	0,7	0,63	0,8	50
	3-5/6/7	Dřez	1	0,8	1,6	0,7	0,89	2,287	70
		Myčka	1	0,8					
1. NP	1-2	Umyvadlo	2	0,5	1	0,7	0,70	0,55	40

Odpadní potrubí:

Podlaží	Úsek	Druh ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	ΣDU (l/s)	K ($l^{0,5}/s^{0,5}$)	Q _{ww} (l/s)	Q _{max} (l/s)	DN (mm)
2. NP	7-8	WC (objem 6l)	3	2	6	0,7	2,30	5,64	100
		Dřez	3	0,8	2,4	0,7			
		Myčka	3	0,8	2,4	0,7			
					10,8	0,7			
1. NP	8	- odpadní potrubí zalomeno pod stropem, těsně nad zalomením zvětšení dimenze na DN 125						8,64	125
	2-8	WC (objem 6l)	3	2	6	0,7	2,40	8,64	125
		Dřez	3	0,8	2,4				
		Myčka	3	0,8	2,4				
		Umyvadlo	2	0,5	1				
				11,8					

Větrací potrubí: DN 100

Svodné potrubí:

$$Q_{r,w} = Q_{tot} = Q_{ww} = 2,68 \text{ l/s}$$

Návrh: Potrubí PVC KG jmenovité světlosti DN 125

Posouzení: $Q_{max} = 8,64 \text{ l/s} \geq Q_{r,w} = 2,68 \text{ l/s}$

DN 125 VYHOVUJE

Kanalizační potrubí S05

Připojovací potrubí:

Podlaží	Úsek	Napojené ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	ΣDU (l/s)	K (l ^{0,5} /s ^{0,5})	Q _{ww} (l/s)	Q _{max} (l/s)	DN (mm)
2. - 4. NP	4-5	WC (objem 6l)	1	2,0	2	0,7	2,00	5,64	100
	1-3	Dřez	1	0,8	0,8	0,7	0,63	0,8	50
	2-3	Myčka	1	0,8	0,8	0,7	0,63	0,8	50
	3-5/6/7	Dřez	1	0,8	1,6	0,7	0,89	2,287	70
		Myčka	1	0,8					
1. NP	1-3	Umyvadlo	1	0,5	0,5	0,7	0,49	0,55	40
	2-3	WC (objem 6l)	1	1	2,0	2	0,7	0,55	
	3-9	Umyvadlo	1	0,5	2,5	0,7	1,11	5,64	100
		WC (objem 6l)	1	1					
	4-9	Výlevka	1	2,5	2,5	0,7	1,11	5,64	100

Odpadní potrubí:

Podlaží	Úsek	Druh ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	ΣDU (l/s)	K (l ^{0,5} /s ^{0,5})	Q _{ww} (l/s)	Q _{max} (l/s)	DN (mm)
2. NP	2-8	Umyvadlo	3	0,5	1,5	0,7	2,68	5,64	100
		Vana	3	0,8	2,4				
		WC (objem 6l)	3	2	6				
		Dřez	3	0,8	2,4				
		Myčka	3	0,8	2,4				
					14,7				
1. NP	8	- odpadní potrubí zalomeno pod stropem, těsně nad zalomením zvětšení dimenze na DN 125						8,64	125
	8-9	Umyvadlo	4	0,5	2	0,7	3,11	8,64	125
		Vana	3	0,8	2,4				
		WC (objem 6l)	4	2	8				
		Dřez	3	0,8	2,4				
		Myčka	3	0,8	2,4				
		Výlevka	1	2,5	2,5				
					19,7				

Větrací potrubí: DN 100

Svodné potrubí: $Q_{r,w} = Q_{tot} = Q_{ww} = 2,68$ l/s

Návrh: Potrubí PVC KG jmenovité světlosti DN 125

Posouzení: $Q_{max} = 8,64$ l/s \geq $Q_{r,w} = 2,68$ l/s

DN 125 VYHOVUJE

Kanalizační potrubí S06, S07, S09

Připojovací potrubí:

Podlaží	Úsek	Napojené ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	ΣDU (l/s)	K (l ^{0,5} /s ^{0,5})	Q _{ww} (l/s)	Q _{max} (l/s)	DN (mm)
2. - 4. NP	4-5	WC (objem 6l)	1	2,0	2	0,7	2,00	5,64	100
	1-3	Dřez	1	0,8	0,8	0,7	0,63	0,8	50
	2-3	Myčka	1	0,8	0,8	0,7	0,63	0,8	50
	3-5/6/7	Dřez	1	0,8	1,6	0,7	0,89	2,287	70
		Myčka	1	0,8					

Odpadní potrubí:

Podlaží	Úsek	Druh ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	ΣDU (l/s)	K (l ^{0,5} /s ^{0,5})	Q _{ww} (l/s)	Q _{max} (l/s)	DN (mm)
2. NP	7-8	WC (objem 6l)	3	2	6	0,7	2,30	5,64	100
		Dřez	3	0,8	2,4	0,7			
		Myčka	3	0,8	2,4	0,7			
					10,8	0,7			
1. NP	8	- odpadní potrubí zalomeno pod stropem, těsně nad zalomením zvětšení dimenze na DN 125						8,64	125

Větrací potrubí: DN 100

Svodné potrubí: $Q_{r,w} = Q_{tot} = Q_{ww} = 2,68$ l/s

Návrh: Potrubí PVC KG jmenovité světlosti DN 125

Posouzení: $Q_{max} = 8,64$ l/s \geq $Q_{r,w} = 2,68$ l/s

DN 125 VYHOVUJE

Kanalizační potrubí S08

Připojovací potrubí:

Podlaží	Úsek	Napojené ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	ΣDU (l/s)	K (l ^{0,5} /s ^{0,5})	Q _{ww} (l/s)	Q _{max} (l/s)	DN (mm)
5. NP	1-2	Vířivá vana	1	0,8	0,8	0,7	0,63	2,287	70
2. - 4. NP	4-5	WC (objem 6l)	1	2,0	2	0,7	2,00	5,64	100
	1-3	Dřez	1	0,8	0,8	0,7	0,63	0,8	50
	2-3	Myčka	1	0,8	0,8	0,7	0,63	0,8	50
	3-5/6/7	Dřez	1	0,8	1,6	0,7	0,89	2,287	70
		Myčka	1	0,8					

Odpadní potrubí:

Podlaží	Úsek	Druh ZP	Počet	DU	ΣDU	K	Q _{ww}	Q _{max}	DN
			(ks)	(l/s)	(l/s)	(l ^{0,5} /s ^{0,5})	(l/s)	(l/s)	(mm)
2. NP	2-8	Vířivá vana	1	0,8	0,8	0,7	2,76	5,64	100
		Umyvadlo	3	0,5	1,5				
		Vana	3	0,8	2,4				
		WC (objem 6l)	3	2	6				
		Dřez	3	0,8	2,4				
		Myčka	3	0,8	2,4				
				15,5					
1. NP	8	- odpadní potrubí zalomeno pod stropem, těsně nad zalomením zvětšení dimenze na DN 125						8,64	125

Větrací potrubí: DN 100

Svodné potrubí: $Q_{r,w} = Q_{tot} = Q_{ww} = 2,68$ l/s

Návrh: Potrubí PVC KG jmenovité světlosti DN 125

Posouzení: $Q_{max} = 8,64$ l/s \geq $Q_{r,w} = 2,68$ l/s

DN 125 VYHOVUJE

Kanalizační potrubí S10

Odpadní potrubí:

Podlaží	Úsek	Napojené ZP	Počet	DU	ΣDU	K	Q _{ww}	Q _{max}	DN	
			(ks)	(l/s)	(l/s)	(l ^{0,5} /s ^{0,5})	(l/s)	(l/s)	(mm)	
2. NP		Umyvadlo	4	0,5	2	0,7	3,22	5,64	100	
		Sprcha	2	0,6	1,2					
		Umývatko	1	0,3	0,3					
		Výlevka	1	2,5	2,5					
		Vana	3	0,8	2,4					
		WC (objem 6l)	4	2	8					
		Dřez	3	0,8	2,4					
		Myčka	3	0,8	2,4					
				21,2						
1. NP		- odpadní potrubí zalomeno pod stropem, nad zalomením zvětšení dimenze na DN 125						3,48	8,64	125
		Umyvadlo	5	0,5	2,5	0,7				
		Sprcha	2	0,6	1,2					
		Umývatko	1	0,3	0,3					
Výlevka	1	2,5	2,5							

Vana	3	0,8	2,4
WC (objem 6l)	5	2	10
Dřez	3	0,8	2,4
Myčka	3	0,8	2,4
Pisoárová mísa	2	0,5	1
			24,7

Větrací potrubí: DN 100

Svodné potrubí: $Q_{r,w} = Q_{tot} = Q_{ww} = 3,48 \text{ l/s}$

Návrh: Potrubí PVC KG jmenovité světlosti DN 125

Posouzení: $Q_{max} = 8,64 \text{ l/s} \geq Q_{r,w} = 3,48 \text{ l/s}$

DN 125 VYHOVUJE

Kanalizační potrubí S11

Odpadní potrubí:

Podlaží	Úsek	Napojené ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	ΣDU (l/s)	K ($l^{0,5}/s^{0,5}$)	Q_{ww} (l/s)	Q_{max} (l/s)	DN (mm)
1. NP		Sprcha	4	0,6	2,4	0,7	3,43	5,64	100
		Pitná fontánka	2	0,2	0,4				
		Umyvadlo	4	0,5	2				
		Vana	6	0,8	4,8				
		WC (objem 6l)	4	2	8				
		Dřez	4	0,8	3,2				
		Myčka	4	0,8	3,2				
				24					

Větrací potrubí: DN 100

Svodné potrubí: Potrubí zalomeo pod stropem 1. NP, těsně nad zalomením (přechod odpadního potrubí na svodné potrubí) zvětšení dimenze.

$$Q_{r,w} = Q_{tot} = Q_{ww} = 3,43 \text{ l/s}$$

Návrh: Potrubí PVC KG jmenovité světlosti DN 125

Posouzení: $Q_{max} = 8,64 \text{ l/s} \geq Q_{r,w} = 3,43 \text{ l/s}$

DN 125 VYHOVUJE

Kanalizační potrubí S12

Odpadní potrubí:

Podlaží	Úsek	Napojené ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	ΣDU (l/s)	K (l ^{0,5} /s ^{0,5})	Q _{ww} (l/s)	Q _{max} (l/s)	DN (mm)
1. NP		Vířivá vana	2	0,8	1,6	0,7	3,22	5,64	100
		Umyvadlo	4	0,5	2				
		Vana	4	0,8	3,2				
		WC (objem 6l)	4	2	8				
		Dřez	4	0,8	3,2				
		Myčka	4	0,8	3,2				

Větrací potrubí: DN 100

Svodné potrubí: Potrubí zalomeno pod stropem 1. NP, těsně nad zalomením (přechod odpadního potrubí na svodné potrubí) zvětšení dimenze.

$$Q_{r,w} = Q_{tot} = Q_{ww} = 3,22 \text{ l/s}$$

Návrh: Potrubí PVC KG jmenovité světlosti DN 125

Posouzení: $Q_{max} = 8,64 \text{ l/s} \geq Q_{r,w} = 3,22 \text{ l/s}$

DN 125 VYHOVUJE

Kanalizační potrubí S13

Odpadní potrubí:

Podlaží	Úsek	Napojené ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	ΣDU (l/s)	K (l ^{0,5} /s ^{0,5})	Q _{ww} (l/s)	Q _{max} (l/s)	DN (mm)
5. - 2. NP		Pisoárová mísa	1	0,5	0,5	0,7	1,21	5,64	100
		Umyvadlo	1	0,5	0,5				
		Sprcha	2	0,6	1,2				
		Vířivka	1	0,8	0,8				
					3				
1. NP	- odpadní potrubí zalomeno pod stropem - nad zalomením zvětšení dimenze na DN 125								
		Pisoárová mísa	1	0,5	0,5	0,7	1,64	8,64	125
		Umyvadlo	1	0,5	0,5				
		Sprcha	2	0,6	1,2				
		Vířivka	1	0,8	0,8				
		Výlevka	1	2,5	2,5				
			5,5						

Větrací potrubí: DN 100

Svodné potrubí: $Q_{r,w} = Q_{tot} = Q_{ww} = 1,64 \text{ l/s}$

Návrh: Potrubí PVC KG jmenovité světlosti DN 125

Posouzení: $Q_{max} = 8,64 \text{ l/s} \geq Q_{r,w} = 1,64 \text{ l/s}$

DN 125 VYHOVUJE

Kanalizační potrubí S14

Odpadní potrubí:

Podlaží	Úsek	Napojené ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	Σ DU (l/s)	K ($l^{0,5}/s^{0,5}$)	Qww (l/s)	Qmax (l/s)	DN (mm)	
5. - 2. NP		WC (objem 6l)	2	2	4	0,7	2,00	5,64	100	
					4					
1. NP	- odpadní potrubí zalomeno pod stropem - nad zalomením zvětšení dimenze na DN 125							2,00	8,64	125
			WC (objem 6l)	4	2	8	0,7			

Větrací potrubí: DN 100

Svodné potrubí: Návrh: Potrubí PVC KG jmenovité světlosti DN 125

Posouzení: $Q_{max} = 8,64 \text{ l/s} \geq Q_{r,w} = 2 \text{ l/s}$

DN 125 VYHOVUJE

Kanalizační potrubí S15

Odpadní potrubí:

Podlaží	Úsek	Napojené ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	Σ DU (l/s)	K ($l^{0,5}/s^{0,5}$)	Qww (l/s)	Qmax (l/s)	DN (mm)	
5. - 2. NP		WC (objem 6l)	1	2	2	0,7	2,00	5,64	100	
1. NP	- odpadní potrubí zalomeno pod stropem - nad zalomením zvětšení dimenze na DN 125							2,00	8,64	125

Větrací potrubí: DN 100

Svodné potrubí: Návrh: Potrubí PVC KG jmenovité světlosti DN 125

Posouzení: $Q_{\max} = 8,64 \text{ l/s} \geq Q_{r,w} = 2 \text{ l/s}$

DN 125 VYHOVUJE

Kanalizační potrubí S16

Odpadní potrubí:

Podlaží	Úsek	Napojené ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	Σ DU (l/s)	K ($l^{0,5}/s^{0,5}$)	Q _{ww} (l/s)	Q _{max} (l/s)	DN (mm)
1.NP		WC (objem 6l)	1	2	2	0,7	2,00	5,64	100

Větrací potrubí: DN 100

Svodné potrubí: Potrubí zalomeno pod stropem 1. NP, těsně nad zalomením (přechod odpadního potrubí na svodné potrubí) zvětšení dimenze.

Návrh: Potrubí PVC KG jmenovité světlosti DN 125

Posouzení: $Q_{\max} = 8,64 \text{ l/s} \geq Q_{r,w} = 2,0 \text{ l/s}$

DN 125 VYHOVUJE

kanalizační potrubí S17

Odpadní potrubí:

Podlaží	Úsek	Napojené ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	Σ DU (l/s)	K ($l^{0,5}/s^{0,5}$)	Q _{ww} (l/s)	Q _{max} (l/s)	DN (mm)
1.NP		Umyvadlo	2	0,5	1	0,7	1,00	2,287	70

Větrací potrubí: DN 70

Svodné potrubí: Potrubí zalomeno pod stropem 1. NP, těsně nad zalomením (přechod odpadního potrubí na svodné potrubí) zvětšení dimenze.

Návrh: Potrubí PVC KG jmenovité světlosti DN 100

Posouzení: $Q_{\max} = 5,64 \text{ l/s} \geq Q_{r,w} = 1,0 \text{ l/s}$

DN 100 VYHOVUJE

Kanalizační potrubí S18

Odpadní potrubí:

Podlaží	Úsek	Napojené ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	Σ DU (l/s)	K (l ^{0,5} /s ^{0,5})	Q _{ww} (l/s)	Q _{max} (l/s)	DN (mm)
1. NP		Umyvadlo	1	0,5	0,5	0,7	2,50	5,64	100
		Sprcha	1	0,6	0,6				
		Výlevka	1	2,5	2,5				
					3,6				

Větrací potrubí: odpad zaslepen

Svodné potrubí: Potrubí zalomeno pod stropem 1. NP, těsně nad zalomením (přechod odpadního potrubí na svodné potrubí) zvětšení dimenze.

Návrh: Potrubí PVC KG jmenovité světlosti DN 125

Posouzení: $Q_{\max} = 8,64 \text{ l/s} \geq Q_{r,w} = 2,5 \text{ l/s}$

DN 125 VYHOVUJE

Kanalizační potrubí S19

Odpadní potrubí:

Podlaží	Úsek	Napojené ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	Σ DU (l/s)	K (l ^{0,5} /s ^{0,5})	Q _{ww} (l/s)	Q _{max} (l/s)	DN (mm)
1. NP		WC (objem 6l)	1	2	2	0,7	2,00	5,64	100

Větrací potrubí: odpad zaslepen

Svodné potrubí: Potrubí zalomeno pod stropem 1. NP, těsně nad zalomením (přechod odpadního potrubí na svodné potrubí) zvětšení dimenze.

Návrh: Potrubí PVC KG jmenovité světlosti DN 125

Posouzení: $Q_{\max} = 8,64 \text{ l/s} \geq Q_{r,w} = 2,0 \text{ l/s}$

DN 125 VYHOVUJE

Kanalizační potrubí S20

Odpadní potrubí:

Podlaží	Úsek	Napojené ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	Σ DU (l/s)	K (l ^{0,5} /s ^{0,5})	Q _{ww} (l/s)	Q _{max} (l/s)	DN (mm)
1. NP		Dvojitý dřez	1	0,9	0,9	0,7	0,91	5,64	100
		Myčka	1	0,8	0,8				
					1,7				

Větrací potrubí:

odpad zaslepen

Svodné potrubí: Potrubí zalomeno pod stropem 1. NP, těsně nad zalomením (přechod odpadního potrubí na svodné potrubí) zvětšení dimenze.

Návrh: Potrubí PVC KG jmenovité světlosti DN 125

Posouzení: $Q_{\max} = 8,64 \text{ l/s} \geq Q_{r,w} = 2,0 \text{ l/s}$

DN 125 VYHOVUJE

Kanalizační potrubí S21

Odpadní potrubí:

Podlaží	Úsek	Napojené ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	Σ DU (l/s)	K (l ^{0,5} /s ^{0,5})	Q _{ww} (l/s)	Q _{max} (l/s)	DN (mm)
1. NP		Dřez	1	0,8	0,8	0,7	0,80	2,287	70

Větrací potrubí:

odpad zaslepen

Svodné potrubí: Potrubí zalomeno pod stropem 1. NP, těsně nad zalomením (přechod odpadního potrubí na svodné potrubí) zvětšení dimenze.

Návrh: Potrubí PVC KG jmenovité světlosti DN 125

Posouzení: $Q_{\max} = 8,64 \text{ l/s} \geq Q_{r,w} = 2,5 \text{ l/s}$

DN 125 VYHOVUJE

Kanalizační potrubí S22

Odpadní potrubí:

Podlaží	Úsek	Napojené ZP	Počet (ks)	DU (l/s)	Σ DU (l/s)	K (l ^{0,5} /s ^{0,5})	Q _{ww} (l/s)	Q _{max} (l/s)	DN (mm)
1. NP		Vpust DN100	1	2	2	0,7	2,00	2,287	100

Větrací potrubí: DN 100

Svodné potrubí: Potrubí zalomeno pod stropem 1. NP, těsně nad zalomením (přechod odpadního potrubí na svodné potrubí) zvětšení dimenze.

Návrh: Potrubí PVC KG jmenovité světlosti DN 125

Posouzení: $Q_{\max} = 8,64 \text{ l/s} \geq Q_{r,w} = 2,0 \text{ l/s}$

DN 125 VYHOVUJE

Hlavní svodné potrubí – větev 1

Odpadní potrubí	Σ DU (l/s)
S18	2,50
S19	2,00
S12	3,22
S01	2,68
S20	0,91
S21	0,80
S02	2,68
S16	2,00
S11	3,43
S17	0,70
S13	1,21
S10	3,22
S03	2,35
S14+S15	4,00
S04	2,40
Σ DU	149,00

Výpočet dimenze:

Svodné potrubí					
Sklon	ΣDU	K	Q_{ww}	Q_{max}	DN
	(l/s)	($l^{0,5}/s^{0,5}$)	(l/s)	(l/s)	(mm)
3%	149	0,7	8,54	10,4	125

Hlavní svodné potrubí – větev 2

Odpadní potrubí	ΣDU (l/s)
S22	4,00
S09	10,80
S05	19,70
S07	10,80
S08	15,50
S06	10,80
ΣDU	71,60

Výpočet dimenze:

Sklon	ΣDU	K	Q_{ww}	Q_{max}	DN
	(l/s)	($l^{0,5}/s^{0,5}$)	(l/s)	(l/s)	(mm)
3%	71,60	0,7	5,92	10,4	125

Dimenzování kanalizační přípojky – splaškové vody

Sklon	Plnění	ΣDU	K	Q_{ww}	Q_{max}	DN
		(l/s)	($l^{0,5}/s^{0,5}$)	(l/s)	(l/s)	(mm)
3%	70%	$149 + 71,6 = 220,60$	0,7	10,40	20,2	150

Návrh: PVC-KG SN8 DN 150

Posouzení: $Q_{max} = 20,2 \text{ l/s} \geq Q_{r,w} = 10,40 \text{ l/s}$

DN 150 VYHOVUJE.

12.2 Dimenzování vnitřní kanalizace – dešťové vody

Dle norem ČSN EN 12056-3 Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy – Část 3: Odvádění dešťových vod ze střech - Navrhování a výpočet; ČSN 73 1901 Navrhování střech, ČSN EN 1253-2 Podlahové vpusti a střešní vtoky - Část 2: Střešní vtoky a podlahové vpusti bez zápachové uzávěrky

12.2.1 Postup výpočtů a uvažované hodnoty

Průtok dešťových vod Q_r (l/s):

$$Q_r = r \cdot A \cdot C \text{ (l/s)}$$

$$r = 0,03 \text{ l/s.m}^2 \dots \text{ intenzita deště (l/s.m}^2\text{)}$$

C ... součinitel odtoku dešťových vod

A ... půdorysný průmět odvodňované plochy (m²)

12.2.2 Dimenzování potrubí pro dešťové vody

Odvodnění terasy 5. NP

Půdorysný průmět odvodňované plochy: $A = 481,2 \text{ m}^2$

Vydatnost deště: $r = 0,03 \text{ l/(s.m}^2\text{)}$

Součinitel odtoku: $c = 1,0$ pro spád 3%

Výpočtový průtok: $Q = r \cdot A \cdot c$

$$Q = 0,03 \cdot 481,2 \cdot 1,0$$

$$Q = 14,44 \text{ l/s}$$

Návrh odpadního potrubí:

Světlost vnitřního odpadního potrubí: DN 125

Stupeň plnění: $f = 0,3$

Hydraulická kapacita vtoku: $Q_{vtoku} = 7,0 \text{ l/s}$

Minimální počet vtoků: $n = Q/Q_{vtoku}$

$$n = 27,72/7,0 = 2,06$$

$$n = 3 \text{ vtoky DN 125}$$

Návrh: **3 x DN 125**

Odvodnění ploché střechy 6. NP

Půdorysný průmět odvodňované plochy: $A = 409,9 \text{ m}^2$

Součinitel odtoku: $c = 1,0$ pro spád 3%

Výpočtový průtok: $Q = r.A.c$

$$Q = 0,03.409,9.1,0$$

$$Q = 12,3 \text{ l/s}$$

Návrh odpadního potrubí:

Světlost vnitřního odpadního potrubí: **DN 100**

Stupeň plnění: $f = 0,3$

Hydraulická kapacita vtoku: $Q_{\text{vtoku}} = 4,5 \text{ l/s}$

Minimální počet vtoků: $n = Q/Q_{\text{vtoku}}$

$$n = 12,3/4,5 = 2,73$$

$$n = 3 \text{ vtoky DN 100}$$

Návrh: **3 x DN 100**

Svodné potrubí

Zastřešená plocha: $A = 891,1 \text{ m}^2$;

Součinitel odtoku: $c = 1,0$ pro spád 3%

$$Q_r = r.A.c \text{ (l/s)}$$

$$Q_r = 0,03.891,1.1 \text{ (l/s)}$$

$$Q_r = 26,73 \text{ l/s}$$

Sklon svodného potrubí: $i = 2\%$

Návrh: **DN 200**

Posouzení: $Q_{\text{max}} \text{ pro DN 200} = 30,9 \text{ l/s} \geq 26,73 \text{ l/s}$

Jmenovitá světlost **DN 200** vyhovuje.

Odvodnění terasy 1.NP

Půdorysný průmět odvodňované plochy: $A = 41 \text{ m}^2$

Vydatnost deště: $r = 0,03 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$

Součinitel odtoku: $c = 1,0$ pro spád 3%

Výpočtový průtok: $Q = r \cdot A \cdot c$

$$Q = 0,03 \cdot 41 \cdot 1,0$$

$$Q = 1,23 \text{ l/s}$$

Návrh odpadního potrubí:

Světlost vnitřního odpadního potrubí: **DN 100**

Stupeň plnění: $f = 0,3$

Hydraulická kapacita vtoku: $Q_{\text{vtoku}} = 4,5 \text{ l/s}$

Minimální počet vtoků: $n = 1$ vtok DN 100

Návrh: **1 x DN 100 + pojistný přepad DN 70**

13 DIMENZOVÁNÍ VNITŘNÍHO VODOVODU

V rámci koncepčního návrhu vodovodu bude navržena předběžná světlost přípojky vodovodu a hlavní rozvod bílé vody na základě maximálního výpočtového průtoku dle ČSN 75 5455 Výpočet vnitřních vodovodů, pro konečný návrh by bylo nutné provést podrobné dimenzování všech úseků, stanovení tlakových ztrát a provedení hydraulického posouzení.

13.1 Vodovodní přípojka pitné vody

13.1.1 Maximální výpočtový průtok

Při dimenzování vnitřního vodovodu, který slouží jak pro zásobování objektu, tak pro požární vodovod, se uvažuje, že při odběru požární vody nedochází k odběru vody pro zásobování objektu. Za výpočtový průtok v obou úsecích se uvažuje větší z obou množství.

Typ budovy: b) ostatní budovy s převážně rovnoměrným odběrem

Výpočtový průtok: $Q_D = \sum_{i=1}^m f_i \cdot q_i \cdot \sqrt{n_i}$

q_i ... jmenovitý výtok jednotlivými druhy výtokových armatur a zařízení (l/s)

f ... součinitel výtoku

n ... počet výtokových armatur stejného druhu

m ... počet druhů výtokových armatur

Výpočet:

Druh výtokové armatury	DN	Jmenovitý výtok q_i (l/s)	Součinitel výtoku f (-)	Počet n (-)	Průtok Q_{Di} (l/s)
Výtokový ventil	20	0,4	1	4	0,80
Myčka nádobí	15	0,15	1	40	0,95
Směšovací baterie u umyvadla nebo umývatka	15	0,2	1	52	1,44
Pítko	15	0,2	1	2	0,28
Směšovací baterie u dřezu	15	0,2	1	42	1,30
Směšovací baterie sprchová	15	0,2	1	6	0,49
Směšovací baterie vanová	15	0,3	1	36	1,80
					$Q_{D,pitná} = 7,06$ l/s

Návrh potrubí počítá se současném použití alespoň dvou hydrantů na jednom stoupacím potrubí. Navrhují hydrantové systémy s tvarově stálou hadicí D25 – proudnice ekvivalent 10 mm, které splňují požadavek $Q > 1,1$ l/s pro hotely dle ČSN 13 0873.

Druh výtokové armatury	DN	Jmenovitý výtok q_i (l/s)	Součinitel výtoku f (-)	Počet n (-)	Průtok Q_{Di} (l/s)
Hydrant	25	1,1	1	2	1,41
					$Q_{D,hydrant} = 1,41$ l/s

Maximální výpočtový průtok: $Q_D = \max(Q_{D,pitná}; Q_{D,hydrant})$

$$Q_D = \max(7,1; 1,41) \text{ l/s}$$

$$Q_D = Q_{D,pitná} = 7,1 \text{ l/s}$$

13.1.2 Předběžný návrh světlosti potrubí

Materiál potrubí: PP

Návrhová rychlost: $v = 2,0$ m/s

Vnitřní průměr:
$$d = \sqrt{\frac{4Q_D}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 7,1 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 2}}$$

$$d = 0,067 \text{ m}$$

Návrh: **Vodovodní potrubí PE 100 110x6,6 SDR17 – DN 100.**

13.2 Vodovodní potrubí užitkové vody

13.2.1 Maximální výpočtový průtok

Typ budovy: b) ostatní budovy s převážně rovnoměrným odběrem

Výpočtový průtok:
$$Q_D = \sum_{i=1}^m f_i \cdot Q_{Ai} \cdot \sqrt{n_i}$$

Druh výtokové armatury	DN	Jmenovitý výtok Q_A (l/s)	Součinitel výtoku f (-)	Počet n (-)	Průtok Q_{Di} (l/s)
Výtokový ventil	15	0,2	1	4	0,4
Nádržkový splachovač	15	0,15	1	52	1,08
					$Q_{D,užitek} = 1,48$ l/s

13.2.2 Předběžný návrh světlosti potrubí

Materiál potrubí: PP

Návrhová rychlost: $v = 2,0 \text{ m/s}$

Vnitřní průměr:
$$d = \sqrt{\frac{4Q_D}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,48 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 2}}$$

$$d = 0,031 \text{ m}$$

Návrh: **Vodovodní potrubí PE 100 50x4,6 SDR11 – DN 50**

14 ORIENTAČNÍ VYHODNOCENÍ NÁVRATNOSTI INVESTICE

K orientačnímu vyhodnocení, zda je vhodné realizovat navrhovaný projekt vzhledem k finančním úsporám, využiji výpočet prosté doby návratnosti se zohledněním růstu nákladů na energii a cen vodného a stočného.

14.1 Investiční náklady

Orientační ceny za montáž a materiál za bm bez ohledu na dimenzi uvažována dle konzultace s dodavatelem TZB. Cena technologií určena po konzultaci s dodavatelem čistíren odpadních vod v objektech.

Stavební část – kanalizace

Kanalizace - montáž + materiál:	412 Kč/bm
Délka potrubí:	214 m
Kanalizace celkem:	88 170 Kč

Stavební část – vodovod

Vodovod – montáž + materiál:	315 Kč/bm
Délka rozvodů vody:	275 m
Vodovod celkem:	86 630 Kč

Stavební úpravy

Drážky, prostupy:	odhad 25 000 Kč
-------------------	-----------------

Technologie

Technologická linka (nádrž pro čištění šedé vody a akumulární nádrž pro vyčištěnou vodu, 2x 2700 l)	530 000 Kč
---	------------

INVESTIČNÍ NÁKLADY CELKEM

IN = 729 800 Kč

14.2 Spotřeba energie

Dmychadlo, čerpadlo permeátu, čerpadlo zpětného proplachu, řídicí jednotka – dle výrobce technologické linky:

cca 15 kWh/den

Aktuální cena elektřiny [115]: 3,79 Kč/kWh

Roční růst cen elektřiny [116]: 3,5%

14.3 Provozní náklady

Počet provozních dní v roce: 365 dní

Další náklady dle výrobce technologické linky:

20 000 Kč/rok

Výměna čerpadla po 12 letech: 2 800 Kč

14.4 Vodné a stočné

Vodné včetně 15 % DPH: 46,43 Kč/m³

Roční nárůst ceny vodného [117]: 2,2%

Stočné včetně 15 % DPH: 38,99 Kč/m³

Roční nárůst ceny stočného [117]: 3,5%

Množství využívané šedé vody: $Q = 2663 \text{ l/den} = 972 \text{ m}^3/\text{rok}$

14.5 Doba návratnosti

Jedná se o jednoduchou ekonomickou metodu pro orientační vyhodnocení uvažované investice.

Doba návratnosti se určí pomocí kumulovaného peněžního toku (KCF).

Kdy v prvním roce $KCF = \text{investiční náklady (IN)}$.

V dalších letech $KCF = KCF \text{ v předchozím roce} + \text{peněžní tok (CF)}$

Peněžní tok (CF) = úspory – výdaje

Doba návratnosti: $KCF = 0$

Výpočet v jednotlivých letech:

Rok	Úspora	Výdaje	CF	KCF
0		729 800 Kč		- 729 800 Kč
1	83 028 Kč	40 750 Kč	42 278 Kč	- 687 522 Kč
2	85 348 Kč	41 476 Kč	43 871 Kč	- 643 650 Kč
3	87 667 Kč	42 203 Kč	45 464 Kč	- 598 186 Kč
4	89 986 Kč	42 929 Kč	47 057 Kč	- 551 129 Kč
5	92 305 Kč	43 655 Kč	48 650 Kč	- 502 478 Kč
6	94 625 Kč	44 381 Kč	50 243 Kč	- 452 235 Kč
7	96 944 Kč	45 108 Kč	51 837 Kč	- 400 398 Kč
8	99 263 Kč	45 834 Kč	53 430 Kč	- 346 969 Kč
9	101 583 Kč	46 560 Kč	55 023 Kč	- 291 946 Kč
10	103 902 Kč	47 286 Kč	56 616 Kč	- 235 330 Kč
11	106 221 Kč	48 013 Kč	58 209 Kč	- 177 122 Kč
12	108 541 Kč	51 539 Kč	57 002 Kč	- 120 120 Kč
13	110 860 Kč	49 465 Kč	61 395 Kč	- 58 725 Kč
14	113 179 Kč	50 191 Kč	62 988 Kč	4 263 Kč
15	115 498 Kč	50 918 Kč	64 581 Kč	68 844 Kč
16	117 818 Kč	51 644 Kč	66 174 Kč	135 018 Kč
17	120 137 Kč	52 370 Kč	67 767 Kč	202 785 Kč

14.6 Vyhodnocení

Dle jednoduché metody pro vyhodnocení návratnosti investice, vidíme, že náklady se nám začnou vracet až po 14 letech za uvedených předpokladů. Životnost čistíren šedých vod se uvádí 30 let [118]. KCF ve 30 letech vychází na 1 222 723 Kč, což by mělo pokrýt náklady na novou čistírnu s přebytkem asi 500 000 Kč.

15 ZÁVĚR

Cílem této závěrečné práce byl návrh vodovodu a kanalizace s využitím šedých nebo dešťových vod v hotelu pro úspory pitné vody.

Výpočtová část obsahuje základní bilanční výpočty, výpočet množství využitelných odpadních vod a získaných dešťových vod, výpočet potřeby provozní vody. Na základě těchto výpočtů byla vyhodnocena využitelnost odpadních a dešťových vod. Provedeno bylo také dimenzování přípojek.

Po vyhodnocení bilancí byla navržena byla čistírna šedých vod a akumulární nádrž na dešťové vody. Přecházené šedé vody pokryjí celou potřebu vody pro splachování a úklid objektu. Akumulované dešťové vody budou využívány pro zalévání rostlin v objektu.

Pro návrh systému využití šedých vod byla vypočítána orientační návratnost investice. Byly vyčísleny investiční náklady, stanoveny roční provozní náklady a roční úspory na vodném a stočném. Provedený návrh má návratnost po 14 letech provozu. Po ekonomické stránce se nejedná o příliš zajímavý projekt, ale tuto investici lze vyhodnotit jako ekologicky i ekonomicky výhodnou. Cíl práce – úspory vody, byl splněn i s ohledem na finance.

Rozsah projektu jsem zvolila dle svého uvážení s ohledem na zadání a vypracovala s využitím příslušných norem a studijních materiálů.

BIBLIOGRAFIE

- [1] *EVROPSKÁ VODNÍ CHARTA*. Štrasburk, 1968.
- [2] Human Body - Water. In: <https://skeptics.stackexchange.com/> [online]. b.r. [cit. 2017-10-13]. Dostupné z: <https://i.stack.imgur.com/Pe4NS.png>
- [3] SIEGEL, Seth. *Budiž voda: izraelská inspirace pro svět ohrožený nedostatkem vody*. Vydání první. Praha: Aligier s.r.o., 2016, 382 s. ISBN 978-80-906420-2-7.
- [4] MRÁZOVÁ, Šárka. *Podzemních vod v Česku hrozivě ubývá* [online]. Právo, 2017 [cit. 2017-10-13]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/domaci/433057-podzemnich-vod-v-cesku-hrozive-ubywa.html>
- [5] Příprava realizace opatření pro zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody. In: *EAGRI: Voda* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2015 [cit. 2017-10-13]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/legislativa/dalsi-metodicke-pomucky/zakon-o-vodach/priprava-realizace.html>
- [6] *Koncepce ochrany před následky sucha pro území ČR*. Ministerstvo zemědělství České Republiky, 2017.
- [7] *Voda nad zlato*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2003. Planeta (Ministerstvo životního prostředí).
- [8] CENIA, . *Metodika sestavování klíčových indikátorů životního prostředí pro oblast vodního hospodářství a zemědělství*. 2012.
- [9] WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT., . *Water facts and trends*. Geneva, Switzerland: World Business Council for Sustainable Development, 2005. ISBN 29-402-4070-1.
- [10] ONDEO, . Spotřeba vody. In: *Ondeo.cz* [online]. Skupina SUEZ environnement / ONDEO v České republice, b.r. [cit. 2017-10-21]. Dostupné z: <http://www.ondeo.cz/cs/co-chcete-vedet-o-vode/informace-spotrebitelum-vody/spotreba-vody>
- [11] LUTTER, Stephan, Christine POLZIN, Stephan GUILJUM, Thomas PATZ, Monika DITTRICH, Lisa KERNEGGER a Ariadna RODRIGO. *Využívání vody: Jak plýtvání surovinami ohrožuje vodní zásoby Země*. Vídeň: GLOBAL 2000 Verlagsges.m.b.H., 2000.
- [12] Dopad zemědělství na znečištění vody. In: *Ucebnice3.enviregion.cz* [online]. b.r. [cit. 2017-05-13]. Dostupné z: <http://ucebnice3.enviregion.cz/voda/zneisteni-vod/dopad-zemedelstvi-na-zneisteni-vody/o>
- [13] HÁNDLOVÁ, Magdalena. Automatická mikrozávlaha spoří vodu i váš čas. In: *Magazin-zahrada.cz* [online]. 2013 [cit. 2017-10-21]. Dostupné z: <https://magazin-zahrada.cz/automaticka-mikrozavlaha-spori-vodu-i-vas-cas/>
- [14] KAMODY, Miroslav. Aralské jezero - symbol lidské chamtivosti. In: *REFRESHER.cz* [online]. 2015 [cit. 2017-10-22]. Dostupné z: <https://refresher.cz/24319-Aralske-jezero-symbol-lidske-chamtivosti>

- [15] NASA [online]. b.r. [cit. 2017-10-22]. Dostupné z: <https://www.nasa.gov/>
- [16] HÁK, Tomáš a Lucie LANDOVÁ. VODA VIRTUÁLNÍ, PŘESTO SKUTEČNÁ. *Vesmír* [online]. 2014 [cit. 2017-21-10]. Dostupné z: <http://vesmir.cz/2014/07/16/voda-virtualni-presto-skutecna/>
- [17] VLASÁK, Oldřich a František BARÁK. SDRUŽENÍ OBORU VODOVODŮ A KANALIZACÍ ČR, Z.S. *Ceny vody v roce 2017*. Praha, 2017.
- [18] VRÁNA, Jakub. *Technická zařízení budov v praxi: [příručka pro stavaře]*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. Stavitel. ISBN 978-80-247-1588-9.
- [19] VESELÁ, Miloslava, Soňa HORÁČKOVÁ a Zdeněk KOBES. Statistika vody. *Statistika&My: Měsíčník českého statistického úřadu*. Praha: Český statistický úřad, 2015, 5(062015), 19-26. ISSN 1804-7149.
- [20] VYTEJČKOVÁ, Veronika. Množství vypouštěných vod z kanalizací do vod povrchových v roce 2014. In: *ENViweb.cz* [online]. 2015 [cit. 2017-10-21]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/covky/103902/mnozstvi-vypoustenych-vod-z-kanalizaci-do-vod-povrchovych-v-roce-2014>
- [21] ČSÚ, . Čištění odpadních vod vypouštěných do kanalizace (rok 2000 – 2014). In: *Enviprofi.cz* [online]. ČSÚ, 2014 [cit. 2017-10-21]. Dostupné z: https://www.enviprofi.cz/33/cistení-odpadních-vod-vypouštěných-do-kanalizace-rok-2000-2014-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox_Z-RTrrcB2e48PYZvgfCKgYM/
- [22] SPOTŘEBA VODY V ČR SE LONI ZVÝŠILA O 0,6 LITRU NA OSOBU A DEN. In: *Nase-voda.cz* [online]. Nature media, s.r.o., 2016 [cit. 2017-10-21]. Dostupné z: <http://www.nase-voda.cz/spotreba-vody-cr-se-loni-zvysila-06-litru-na-osobu-den/>
- [23] Spotřeba vody: Praha. In: *Pvk.cz* [online]. Praha: Pražské vodovody a kanalizace, a.s., 2017 [cit. 2017-10-21]. Dostupné z: <http://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/>
- [24] *Šance pro budovy* [online]. b.r. [cit. 2017-10-15]. Dostupné z: <http://www.sanceprobudovy.cz/>
- [25] DOLEJŠ, Petr a Marek HOLBA. Opětovné využití vody v ČR. Včetně odpadní. In: *Scmagazine.cz* [online]. 2016 [cit. 2017-10-21]. Dostupné z: <http://www.scmagazine.cz/casopis/04-16-04-16/opetovne-vyuziti-vody-v-cr-vcetne-odpadni?locale=cs>
- [26] ČTK, . Průzkum: Vodou se snaží šetřit 86 procent Čechů, kvůli penězům. In: *České noviny* [online]. Česká tisková kancelář, 2017 [cit. 2017-10-27]. ISSN: 1213-5003. Dostupné z: <http://www.ceskenoviny.cz/zpravy/pruzkum-vodou-se-snazi-setrit-86-procent-cechu-kvuli-penezum/1479461>
- [27] COPE, Kristen a Bruce DVORAK. Household Water Use: Typical Uses and Conservation Practices. In: *NEBRASKA DROUGHT RESOURCES* [online]. b.r. [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <http://droughtresources.unl.edu/household-water-use>

- [28] KOPAČKOVÁ, Dagmar. Doporučení EU - splachovací nádržky na maximálně 5 litrů vody a Ecolabel. *TZB-info* [online]. 2013 [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/10596-doporučení-eu-splachovací-nadržky-na-maximalne-5-litru-vody-a-ecolabel>
- [29] Geberit SIGMA Ovládací tlačítko. In: *Koupelny.cz.cz* [online]. b.r. [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <https://www.koupelny.cz.cz/geberit-sigma-ovladaci-tlacitko-sigma01-alpska-bila/d34886>
- [30] KOHOUTOVÁ, Zuzana. Kolik vody spotřebujete a kde všude se dá ušetřit. *Mladá fronta DNES* [online]. MAFRA, a. s., 2008 [cit. 2017-10-27]. ISSN 1210-1168. Dostupné z: http://finance.idnes.cz/kolik-vody-spotrebujete-a-kde-vsude-se-da-usetrit-fbw-viteze.aspx?c=A080331_012434_viteze_hla
- [31] *WATERSAVERS.eu* [online]. Brno, b.r. [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <http://www.watersavers.eu/>
- [32] KOPAČKOVÁ, Dagmar. Úspora vody na splachování v revolučním řešení. In: *TZB-info.cz* [online]. 2011 [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/zarizovaci-predmety/8126-uspora-vody-na-splachovani-v-revolucnim-reseni>
- [33] DAVIDOVÁ, Markéta. Toaleta, co se nesplachuje a nezapáchá. Nadchne ekologa, ušetří peníze. *IDNES.cz* [online]. MAFRA, a. s., 2014 [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: http://bydleni.idnes.cz/separacni-a-kompostovaci-toaleta-dqj-/koupelna.aspx?c=A140414_123613_koupelna_rez
- [34] BERÁNKOVÁ, Martina. Odpadní voda – odpad nebo poklad?. In: *Vtei.cz* [online]. VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T. G. MASARYKA, veřejná výzkumná instituce, 2016 [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <http://www.vtei.cz/2016/04/odpadni-voda-odpad-nebo-poklad/>
- [35] Kompostovací toaleta MullToa 65. In: *Ecoshop.cz* [online]. b.r. [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: http://www.ecoshop.cz/vyrobek/429/0*60_kompostovaci-toalety/
- [36] 4. ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY. *FaST.VSB.cz* [online]. b.r. [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/tzb-1/4.html>
- [37] Bezvodný pisoár ECOSTEP-P1. *ECOstep.sk* [online]. b.r. [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: Operační program Rozvoj lidských zdrojů E-learningové prvky pro podporu výuky odborných a technických předmětů Číslo projektu: CZ.O4.01.3/3.2.15.2/0326
- [38] TŮMOVÁ, Martina. Ekonomické praní – jak nejvíce ušetřit?. In: *Nazeleno.cz* [online]. 2008 [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/bydleni/usporne-spotrebice/ekonomicke-prani-jak-nejvice-usetrit.aspx>
- [39] KABELE, Karel. *Energetické a ekologické systémy 1: zdravotní technika, vytápění*. 2. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2011. ISBN 978-80-01-04722-4.
- [40] Úsporné vodovodní baterie ušetří i tisíce korun ročně. In: *Bydleniprokazdeho.cz* [online]. 2015 [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <http://koupelny-wc.bydleniprokazdeho.cz/koupelny-a-wc/usporne-vodovodni-baterie-usetri-i-tisice-korun-rocne.php>

- [41] Perlátor usmerní vodu a ušetří peníze. In: *Kupelny-manual.sk* [online]. 2013 [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <http://www.kupelny-manual.sk/vytokovy-perlator-usmerni-vodu-usetri-peniaze/>
- [42] KOVAČKOVÁ, Monika. Šetříme vodou. In: *Hyperbydleni.cz* [online]. 2012 [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <http://interier.hyperbydleni.cz/koupelny/2025-setrime-vodou/>
- [43] EWS omezovač průtoku vody pro sprchy 6 l/min., oranžová vložka do hadice (spořič vody). In: *Sporicevody.eshop-zdarma.cz* [online]. b.r. [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: [http://sporicevody.eshop-zdarma.cz/g28.NEOPERL+omezova%E8+pr%F9toku+vody+pro+sprchy+6+l+min.,+%E8ern%E1+vlo%9Eka+do+hadice+\(spo%F8i%E8+vody\).html](http://sporicevody.eshop-zdarma.cz/g28.NEOPERL+omezova%E8+pr%F9toku+vody+pro+sprchy+6+l+min.,+%E8ern%E1+vlo%9Eka+do+hadice+(spo%F8i%E8+vody).html)
- [44] Náhradní díly a dolpňky ke sprchovým soupravám. In: *Sagittarius.cz* [online]. b.r. [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <http://www.sagittarius.cz/cz/nahradni-dily-a-dolpnky-ke-sprchovym-soupravam#02108-jezdec>
- [45] Sprchové koncovky. *Velkoobchod-man.eu* [online]. b.r. [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <http://www.velkoobchod-man.eu/sc-sprchove-koncovky.html>
- [46] Vodovodní baterie, se kterými ušetříte. In: *TZB-info.cz* [online]. Keramika Soukup, 2014 [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/armatury-pro-vodovod/10778-vodovodni-baterie-se-kterymi-usetrite>
- [47] Kartuše pro pákové baterie metalia 40 ECO. In: *Hezkekoupelny.cz* [online]. b.r. [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <http://www.hezkekoupelny.cz/vodovodni-baterie/kartuse-pro-pakove-baterie-metalia-40-eco/>
- [48] KLUDI E-GO 422000575 elektronická dřezová jednopáková baterie DN 15 chrom. In: *Topeninejlevneji.cz* [online]. b.r. [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <https://www.topeninejlevneji.cz/cz/e-shop/1259208/c75515-kuchyne/slevovy-poukaz-v-hodnote-100-kc-kludi-e-go-422000575-elektronicka-drezova-jednopakova-spanbaterie-dn-15-chrom-span.html>
- [49] Sprchové termostatické baterie. In: *Koupelny-venta.cz* [online]. b.r. [cit. 2017-05-26]. Dostupné z: <http://www.koupelny-venta.cz/sprchove-termostaticke-baterie,200055/0/>
- [50] Revoluční zážitek z vody. In: *Hansgrohe.cz* [online]. b.r. [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <http://www.hansgrohe.cz/16807.htm>
- [51] KLUDI A-QA hlavová sprcha 200x200mm, DN15, chrom. In: *Koupelny-ptacek.cz* [online]. b.r. [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <https://www.koupelny-ptacek.cz/sprcha-hlavova-kludi-a-qa-6653005-00-200x200mm-1-2-chrom#>
- [52] Úsporné sprchové hlavice EcoXygen. In: *Usporne-sprchy.cz* [online]. b.r. [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <http://www.usporne-sprchy.cz/>
- [53] Deluxe Bath Stainless Steel Foot Operated Faucet Control. In: *Footfaucet.net* [online]. b.r. [cit. 2017-10-15]. Dostupné z: <http://www.footfaucet.net/DlxBathStainlessSteel.htm>
- [54] Příprava teplé vody. *Tzb-info.cz* [online]. b.r. [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody>

- [55] STŘEŠTÍK, Jaroslav, Jaroslav ROŽNOVSKÝ, Petr ŠTĚPÁNEK a Pavel ZAHRADNÍČEK. Změna ročních a sezonních srážkových úhrnů v České republice v letech 1961-2012. In: *Extrémy oběhu vody v krajině*. Mikulov: Nakladatelství Českého hydrometeorologického ústavu, 2014. ISBN 978-80-87577-30-1.
- [56] Vlastnosti a zdroje vody. *TZB info* [online]. 2017 [cit. 2017-11-03]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody>
- [57] MŽP, . Boj MŽP se suchem. In: *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha, 2016 [cit. 2017-11-03]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_160609_TK_sucho/\\$FILE/ppt_sucho_90616.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_160609_TK_sucho/$FILE/ppt_sucho_90616.pdf)
- [58] ČHMÚ, . Máme se dál obávat sucha i v roce 2016?. In: *Český hydrometeorologický ústav* [online]. b.r. [cit. 2017-11-03].
- [59] SLAVÍKOVÁ, Lenka, Vojtěch BAREŠ, Richard BENEŠ, Jiřina JÍLKOVÁ, Lenka SLAVÍKOVÁ, David STRÁNSKÝ a Michaela VALENTOVÁ. *Ochrana před povodněmi v urbanizovaných územích*. Vyd. 1. Praha: IREAS, Institut pro strukturální politiku, 2007. ISBN 978-80-86684-48-2.
- [60] VLASÁK, Oldřich. MÝTY O LEGISLATIVĚ TÝKAJÍCÍ SE ODVODU SRÁŽKOVÝCH VOD. In: *Naše voda: Informační portál o vodě* [online]. 2015 [cit. 2017-11-03]. Dostupné z: <http://www.nase-voda.cz/myty-legislative-tykajici-se-odvodu-srazkovych-vod/>
- [61] *Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území*. In: . b.r., ročník 2006.
- [62] *TNV 75 9011: HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI*. Praha, 2013.
- [63] SAMEK, Ondřej. Motivace k hospodaření s dešťovou vodou. In: *Tzbinfo* [online]. GLYNWED s.r.o., 2013 [cit. 2017-11-03]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/9961-motivace-k-hospodareni-s-destovou-vodou>
- [64] VÍTEK, Jiří, David STRÁNSKÝ, Ivana KABELKOVÁ, Vojtěch BAREŠ a Radim VÍTEK. *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR*. Vydání první. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec, 2015. ISBN 978-80-260-7815-9.
- [65] DVOŘÁKOVÁ, Denisa. Využívání dešťové vody (I) - kvalita a čištění, Možnosti využívání dešťové vody a k tomu potřebná technická zařízení. In: *TZB-info.cz* [online]. 2007 [cit. 2017-11-04]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cistení>
- [66] PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 4., aktualiz. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT Praha, 2009. ISBN 978-80-7080-701-9.
- [67] RINGELSTEIN, Oliver. MŮŽEME SE SPRCHOVAT DEŠŤOVOU VODOU? NYNÍ UŽ ANO!. In: *Asio.cz* [online]. INTEWA GmbH, ASIO, spol. s r.o., 2015 [cit. 2017-11-04]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/385.muzeme-se-sprchovat-destovou-vodou-nyni-uz-ano>
- [68] HREN, Stephen. From Well Water to Rainwater: A Whole-House Water System. *Home Power* [online]. 2012, (149) [cit. 2017-11-04]. Dostupné z:

<https://www.homepower.com/articles/home-efficiency/design-construction/well-water-rainwater>

- [69] DVOŘÁKOVÁ, Denisa. Využívání dešťové vody (II) - možnosti použití dešťové vody a části zařízení, Kvalita dešťové vody a její čištění. In: *TZB-info.cz* [online]. 2007 [cit. 2017-11-04]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>
- [70] DEVELOPMENT., World Business Council for Sustainable. *Water facts and trends*. Geneva, Switzerland: World Business Council for Sustainable Development, 2005. ISBN 2940240701.
- [71] *Dešťovka* [online]. Praha: Státní fond životního prostředí ČR, 2017 [cit. 2017-11-04]. Dostupné z: <https://www.dotacedestovka.cz/>
- [72] Jak využívat dešťovou vodu na zahradě i v domácnosti. In: *IMateriály.cz* [online]. Business Media, s. r. o., 2012 [cit. 2017-11-04]. Dostupné z: http://imaterialy.dumabyt.cz/rubriky/tzb/jak-vyuzivat-destovou-vodu-na-zahrade-i-v-domacnosti_104304.html
- [73] Jak vybrat akumulární nádrž na dešťovou vodu?. In: *Az-shop.cz* [online]. b.r. [cit. 2017-11-04]. Dostupné z: <https://www.az-shop.cz/plastove-nadrze/jak-vybrat-nadrz>
- [74] KOUCKÝ, Lukáš. Jak vybudovat v domácnosti rozvody dešťové vody? Jak a kde dešťovou vodu správně uskladnit?. In: *Wiki.ekoporadna.cz* [online]. 2014 [cit. 2017-11-04]. Dostupné z: http://wiki.ekoporadna.cz/index.php?title=Jak_vybudovat_v_dom%C3%A1cnosti_rozvod_y_de%C5%A1%C5%A5ov%C3%A9_vody%3F_Jak_a_kde_de%C5%A1%C5%A5ovou_vodu_spr%C3%A1vn%C4%9B_uskladnit%3F
- [75] ZÁVESKÁ, Dominika. *Proč a jak zachytávat dešťovou vodu* [online]. In: . 2013 [cit. 2017-11-04]. Dostupné z: <https://homebydleni.cz/zahrada/rady-a-tipy/proc-a-jak-zachytavat-destovou-vodu/>
- [76] EASY E-DEEP-X plovoucí sací souprava. In: *Easypump.cz* [online]. REMONT ČERPADLA s.r.o., 2016 [cit. 2017-11-04]. Dostupné z: <https://www.easypump.cz/e-deep-x-1200-sani>
- [77] Přepadový sifon do plastové jímky. In: *Dobrejimky.cz* [online]. CULATELO s.r.o., b.r. [cit. 2017-11-04]. Dostupné z: <http://www.dobrejimky.cz/ostatni-prislusenstvi-pro-destovou-vodu/33-prepadovy-sifon-do-plastove-jimky.html>
- [78] Proteco čerpadlo do sudu na dešťovou vodu. In: *Zelenazahrada.eu* [online]. b.r. [cit. 2017-11-04]. Dostupné z: http://www.zelenazahrada.eu/index.php?Proteco_cerpadlo_do_sudu_na_destovou_vodu&detail=7851
- [79] Vsakovací tunely. In: *Belis.cz* [online]. UNISORT s.r.o., b.r. [cit. 2017-11-04]. Dostupné z: [http://www.belis.cz/vsakovani-destove-vody\[1\]](http://www.belis.cz/vsakovani-destove-vody[1])
- [80] NEHASIL, Ondřej. Proč se musí dešťová voda zdržovat v místě spadu?. In: *TZB-info.cz* [online]. 2012 [cit. 2017-11-04]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/8687-proc-se-musi-destova-voda-zdrzovat-v-miste-spadu>

- [81] BARTONÍK, Adam, Marek HOLBA, Karel PLOTĚNÝ a Jiří PALČÍK. ZNOVUVYUŽITÍ ŠEDÝCH A DEŠŤOVÝCH VOD V BUDOVÁCH. In: *Asio.cz* [online]. ASIO, spol. s r.o., VŠCHT, ÚTVP, BÚ AV ČR, 2012 [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/110.znovuvyuziti-sedych-a-destovych-vod-v-budovach>
- [82] *Asio.cz: Čištění a úprava vod* [online]. ASIO, spol. s r.o., b.r. [cit. 2017-10-27]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/>
- [83] VRÁNA, J., J. RAČEK, P. HLUŠTÍK a J. RAČEK. Využití šedé vody ve zdravotních instalacích. *Český instalatér*. 2013, (22013), 14-18.
- [84] *British Standard BS 8525-1:2010. Greywater systems - Part 1: Code of practice*. UK: BSI, 2010:46, b.r.
- [85] RAČEK, Jakub, Renata BIELA, Petr HLUŠTÍK a Jaroslav RAČEK. Využití šedých a dešťových vod v budovách - projekt TAČR. In: *Sanhyga 2011*. Piešťany: Slovenská spoločnosť pre techniku prostredia ZSVTS Bratislava, 2011. ISBN 978-80-89216-42-0.
- [86] BIELA, Renata. Šedé vody, jejich kvalita a možnost využití. *Slovak: Časopis oboru vodovodů a kanalizací*. 2012, **21**(2), 11-13.
- [87] KOS, Miroslav. Souhrnné stanovisko EUREAU k použití recyklované šedé vody a využití alternativních zdrojů vody v domácnosti: Využití dešťové vody a recyklované "šedé vody" v domácnostech. *SOVAK: Časopis oboru vodovodů a kanalizací*. 2012, **21**(2), 16-18.
- [88] DREW, Bob a Vladimír JIRMUS. RECYKLACE ŠEDÉ VODY – NEVYUŽITÝ ZDROJ UVNITŘ BUDOVY. In: *Asio.cz* [online]. Ecovie Environmental (USA), ASIO, spol. s r.o., 2016 [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/538.recyklace-sede-vody-nevyuzity-zdroj-uvnitr-budovy>
- [89] *DIN 1989-1:2002-04 Regenwassernutzungsanlagen - Teil 1: Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung*. In: . Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., 2002.
- [90] IDEAL STANDARD S.R.O., . *Řešení pro hotely: Informativní průvodce požadavky na hotelové koupelny*. Teplice, 2011. Dostupné také z: http://www.idealstandard.cz/fileadmin/templates/main/res/material_CZ/service-support/documentation-center/brochure/IS_Multisuite_Multiproduct_Bro_CZ_Hotel-2011.pdf
- [91] *Projekční podklady a pomůcky - Potřeba teplé vody (ČSN 06 0320) - tabulky pro dimenzování zařízení* [online]. In: . ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra technických zařízení budov, b.r. [cit. 2017-10-20]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=3>
- [92] BARTONÍK, Adam. RECYKLACE TEPLA V BUDOVÁCH – ŠEDÉ VODY. In: *Asio.cz* [online]. 2012 [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/61.recyklace-tepla-v-budovach-sede-vody>
- [93] PLOTĚNÝ, Karel. Využití šedých a dešťových vod v budovách. In: *TZB-info.cz* [online]. 2013 [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/10121-vyuziti-sedych-a-destovych-vod-v-budovach>

- [94] *K2invest: PEČR - APARTMENTS HOTEL, Pec pod Sněžkou* [online]. b.r. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <http://www.k2invest.cz/pecr>
- [95] VALÁŠEK, Jaroslav. *Zdravotnětechnická zařízení a instalace*. 1. vyd. Bratislava: Jaga group, 2001. ISBN 80-889-0565-6.
- [96] Vyhláška č. 120/2011 Sb.: Vyhláška, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů Česká republika*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2011.
- [97] Projekční podklady a pomůcky - Potřeba teplé vody (ČSN 06 0320) - tabulky pro dimenzování zařízení. *Tzb.fsv.cvut.cz* [online]. Praha, b.r. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=3>
- [98] *ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování*. 2006.
- [99] Vyhláška č. 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch. In: *Č. 87/2011 Sbírky zákonů na straně 2938*. Česká republika, 2011. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-238>
- [100] *9/1973 Ú.v.: Směrnice ze dne 20. července 1973 pro výpočet potřeby vody při navrhování vodovodních a kanalizačních zařízení a posuzování vydatnosti vodních zdrojů*. In: . Praha: Ministerstvo lesního a vodního hospodářství České socialistické republiky, 1973. Dostupné také z: <https://www.epravo.cz/vyhledavani-aspi/?Id=32306&Section=1&IdPara=1&ParaC=2>
- [101] *ČSN EN 15316-3-1: Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení potřeb energie a účinností soustavy - Část 3-1: Soustavy teplé vody, charakteristiky potřeb (požadavky na odběr vody)*. b.r.
- [102] Vyhláška č. 428/2001 Sb. kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích): se změnami: 146/2004 Sb., 515/2006 Sb., 120/2011 Sb., 48/2014 Sb. In: . č. 161/2001 Sbírky zákonů na straně 9066, 2001. Dostupné také z: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/vyhlaska-c-428-2001-sb-kterou-se-provadi-zakon-c-274-2001-sb>
- [103] *Český hydrometeorologický ústav* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky, b.r. [cit. 2017-10-20]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/>
- [104] *TNV 75 9011*. Praha, 2013.
- [105] *ČSN 75 9010*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [106] *British Standard BS 8525-1:2010. Greywater systems - Part 1: Code of practice.: 2010. Greywater systems - Part 1*. BSI, 2010: 46, b.r.

- [107] Návrh a posouzení svodného kanalizačního potrubí. *Tzb-info.cz* [online]. b.r. [cit. 2018-01-01]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/76-navrh-a-posouzeni-svodneho-kanalizacniho-potrubu>
- [108] ČSN EN 12056-2 *Vnitřní kanalizace - Gravitační systémy - Část 2: Odvádění splaškových odpadních vod - Navrhování a výpočet*. 2001.
- [109] ČSN 75 6760 *Vnitřní kanalizace*. 2014.
- [110] ČSN 75 5455 *Výpočet vnitřních vodovodů*. 2014.
- [111] ČSN 73 0873 *Požární bezpečnost staveb*. 2003.
- [112] PLOTĚNÝ, Karel. Využití šedých a dešťových vod v budovách. In: *TZB-info.cz*. 2013. Dostupné také z: <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/10121-vyuziti-sedych-a-destovych-vod-v-budovach>
- [113] ČGS [online]. b.r. [cit. 2017-10-03]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet>
- [114] PROGRAM VYUŽITÍ SRÁŽKOVÝCH VOD AS-REWA: PROJEKČNÍ A INSTALAČNÍ PODKLADY. In: *Asio.cz* [online]. Asio, spol. s.r.o., b.r. [cit. 2017-11-12]. Dostupné z: http://www.asio.cz/?download=_/materialy-as-rewa/pip_rewa_v2016_11_10.pdf
- [115] *Skupina ČEZ* [online]. b.r. [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/>
- [116] *ČR má jednu z nejnižších cen elektřiny pro domácnosti i průmysl v EU* [online]. b.r. [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/elektrina/cr-ma-jednu-nejlevnejsich-cen-elektriny-domacnosti-i-prumysl-eu/>
- [117] *Analýza sociální únosnosti aktuálních reálných cen vodného a stočného a jejich dopady na výdaje jednotlivých skupin domácností*. Praha: Ministerstvo práce a sociálních věcí, 2015.
- [118] PLOTĚNÝ, Karel a Adam BARTONÍK. Rešerše – hospodaření s vodou. *Šance pro budovy*. 2015, **082015**, 1-41.
- [119] DREW, Bob a Vladimír JIRMUS. RECYKLACE ŠEDÉ VODY – NEVYUŽITÝ ZDROJ UVNITŘ BUDOVY. In: *Asio.cz*. Ecovie Environmental (USA), ASIO, spol. s r.o, 2016. Dostupné také z: <http://www.asio.cz/cz/538.recyklace-sede-vody-nevyuzity-zdroj-uvnitř-budovy>
- [120] *Study on Water Performance of Buildings*. European Commission, EC, 2009.

POUŽITÝ SOFTWARE

Microsoft Office Word 2016

Microsoft Office Excel 2016

Adobe Photoshop CS5

AutoCAD 2018

Citace PRO

euroCALC

SEZNAM PŘÍLOH

Číslo přílohy	Kód přílohy	Název
1	01-TZ	TECHNICKÁ ZPRÁVA
2	02-VD	VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE