



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

NÁVRH RODINNÉHO DOMU SE ZAMĚŘENÍM NA EKOLOGICKÉ HOSPODAŘENÍ S VODOU

THE DRAFT OF FAMILY HOUSE WITH FOCUS ON THE ECOLOGICAL WATER
MANAGEMENT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

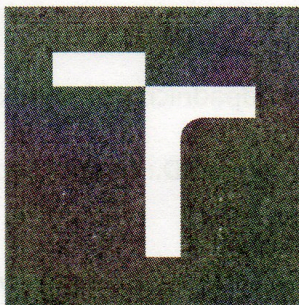
Jaroslava Stupavská

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL KRIŠKA, Ph.D.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM B3656 Městské inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU Bakalářský studijní program
STUDIJNÍ OBOR 3647R025 Městské inženýrství
PRACOVIŠTĚ Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

STUDENT Jaroslava Stupavská

NÁZEV Návrh rodinného domu se zaměřením na ekologické hospodaření s vodou

VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE Ing. Michal Kriška, Ph.D.

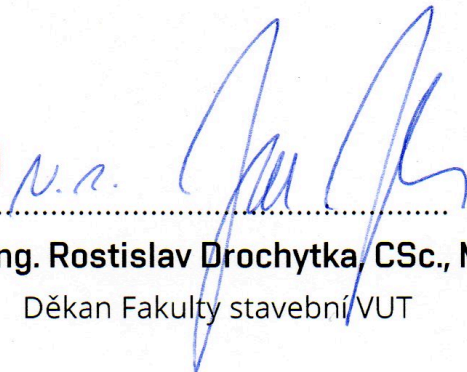
DATUM ZADÁNÍ 30. 11. 2016

DATUM ODEVZDÁNÍ 26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016


.....
prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Vedoucí ústavu




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

PODKLADY A LITERATURA

- 1) Kriška, M., Němcová, M.: Kořenové čistírny odpadních vod - METODICKÁ PŘÍRUČKA PRO POVOLOVÁNÍ, NÁVRH, REALIZACI A PROVOZ, 2015
- 2) Rozkošný, M., Kriška, M., Šálek, J., Bodík, I., Istenič, D.: Natural Technologies of Wastewater Treatment, 2014., 138 p., ISBN: 978-80-214-4831-5
- 3) Databáze vědeckých článků sciencedirect.com
- 4) Normy ČSN a aktuální nařízení vlády, související s nakládáním s vodami a technickým řešením pro jednotlivé navržené objekty

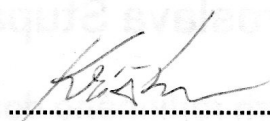
ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Práce bude řešit dvě části - návrh rodinného domu a koncepčně řešené nakládání se všemi druhy vod, které se v objektu a na pozemku budou vyskytovat. Hlavní soustředění se bude zaměřovat na dělení vody a vyřešení jednotlivých čistících stupňů, které budou vycházet z ekologicky příznivého řešení - tj. znovuvyužití vod, jejich recyklace a s největší pravděpodobností. Prioritou řešení je návrh bezodtokového uspořádání, kdy je přebytečná voda využita pro závlahu travního porostu na pozemku.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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



.....

Ing. Michal Kriška, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Cieľom práce je optimálny návrh rodinného domu so zameraním na ekologické hospodárenie s dažďovou a odpadovou vodou v domácnosti. Práca je rozdelená do štyroch častí, prvá časť sa venuje návrhu rodinného domu, druhá opisuje vodu ako médium používané v domácnostiach, v tretej časti sa venujem baleným domovým čistiarnam odpadových vôd a v poslednej časti približujem problematiku koreňových čistiarní odpadových vôd. Mojou prioritou bol návrh rodinného domu s bezodtokovým riešením hospodárenia s vodou. Pre navrhnutý rodinný dom vo Veľkej nad Veličkou je čistenie odpadových vôd zabezpečené vertikálnou koreňovou čistiarnou odpadových vôd, akumulácia v jazierku spoločne s prefiltrovanými dažďovými vodami a ich znovu využitie v objekte ako vody úžitkovej a na záhrade k závlahe. Súčasťou praktickej časti hospodárenia s vodou je návrh objektu kalového hospodárstva. Vďaka tomuto riešeniu je možné ušetriť nemalé financie na úspore pitnej vody a taktiež zlepšiť mikroklimu parcely, na ktorej je navrhnutý rodinný dom. Mojou prácou som chcela ukázať to, že každá domácnosť dokáže efektívne a úsporne hospodáriť s dažďovou a odpadovou vodou, čo môže mať veľký význam pri kolobehu vody v prírode.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Rodinný dom, hospodárenie s vodou, odpadová voda, čistiareň odpadových vôd, vertikálny filter, využitie vôd

ABSTRACT

The aim of my work is an optimal design of a detached house focused on ecological management of rainwater and household waste water. The work is divided into four parts: the first part deals with the design of the family house, the second part describes water as a medium used in households, in the third part I am dealing with packed home waste water treatment plants, and in the last, the fourth part, I approach the issue of root waste water treatment plants. My priority is the design of the family house with a water – saving solution. For the designed family house in Velká nad Veličkou, sewage treatment is provided by a vertical root waste water treatment plant, accumulation in the pond together with the filtered rainwater and their reuse in the facility as service water and in the garden irrigation. In the practical part of water management is the design of a sludge management facility. As the grassland is located around the house, a suitable irrigation solution is the location of the sprayers. Thanks to this type of solution, it is possible to save considerable money in management of drinking water and also to improve the microclimate site where the designed family house was built. In my work I wanted emphasise each household is able to efficiently and economically handle rainwater and waste water that can have a great impact on the water cycle in nature.

KEY WORDS

The detached house, management of water, waste water, vertical filter, water use

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA VŠKP

Jaroslava Stupavská *Návrh rodinného domu se zaměřením na ekologické hospodaření s vodou*. Brno, 2017. 87 s., 17 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Michal Kriška, Ph.D.

PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som bakalársku prácu spracovala samostatne a že som uviedla všetky použité informačné zdroje.

V Brne dňa 6. 5. 2017

Jaroslava Stupavská
autor práce

POĎAKOVANIE

Na tomto mieste by som rada poďakovala Ing. Michalovi Kriškovi, Ph.D. za odborné vedenie mojej bakalárskej práce, za cenné rady a čas strávený pri konzultáciach. Taktiež by som rada poďakovala svojej rodine za podporu a pomoc pri študovaní.

V Brne dňa 6. 5. 2017

Jaroslava Stupavská
autor práce

Obsah

1. Úvod	10
2. Rodinný dom	11
2.1. Návrh RD.....	11
2.1.1. Rozmery RD	12
2.1.2. Podlažnosť RD.....	17
2.1.3. Miestnosti RD	17
2.2. Dokumenty potrebné ku stavbe RD	18
3. Voda.....	19
3.1. Druhy vôd v obytných budovách	20
3.1.1. Pitná voda.....	20
3.1.2. Úžitková voda	21
3.1.3. Odpadová voda.....	21
3.1.4. Zrážková voda	22
3.2. Hospodárenie s vodou v domácnosti	22
3.2.1. Používanie vody v súčasných domácnostiach	23
3.2.2. Spôsoby zníženia spotreby vody.....	24
3.3. Hospodárenie s dažďovou vodou	29
3.3.1. Množstvo zrážkových vôd.....	30
3.3.2. Zloženie zrážkovej vody	32
3.3.3. Nakladanie s dažďovou vodou.....	33
3.4. Hospodárenie s odpadovou vodou.....	35
3.4.1. Vlastnosti a zloženie odpadovej vody.....	35
3.4.2. Nakladanie s odpadovou vodou	37
3.4.3. Úprava odpadovej vody.....	37
3.5. Zachytávanie splaškových vôd.....	40
3.5.1. Žumpy	40
3.5.2. Septiky	41
3.5.3. Zemný filter	42
4. Domové čistiarnie odpadových vôd	43
4.1. Anaeróbne čistiarnie odpadových vôd	43
4.2. Aeróbne čistiarnie odpadových vôd	44
4.2.1. Biodiskové DČOV	44
4.2.2. DČOV s biofiltrami	45
4.2.3. DČOV s aktivačnou nádržou	45
5. Koreňové čistiarnie odpadových vôd	49
5.1. Mokrade	49
5.1.1. Prirodzené mokrade	49

5.1.2.	Umelé mokrade	50
5.2.	Vegetačné koreňové čistiarne	50
5.2.1.	Princíp čistenia odpadovej vody vo VKČ	52
5.2.2.	VKČ s horizontálnym prúdením	53
5.2.3.	VKČ s vertikálnym prúdením	53
5.3.	Usporiadanie VKČ	55
5.3.1.	Predčistenie	55
5.3.2.	Filtračné lože	56
5.3.3.	Vegetačné koreňové pole	56
5.3.4.	Kalové hospodárstvo	57
5.4.	Bezodtokové riešenie	58
6.	Praktická časť	59
6.1.	Obsah a cieľ	59
6.2.	Všeobecná charakteristika záujmového územia	59
6.3.	Popis RD	61
6.3.1.	Dispozičné a prevádzkové riešenie	61
6.3.2.	Hlavné stavebné konštrukcie	61
6.3.3.	Technické vybavenie	62
6.4.	Návrh hospodárenia s odpadovou vodou	63
6.5.	Výpočet množstva odpadových a zrážkových vôd	63
6.5.1.	Výpočet množstva odpadových vôd	63
6.5.2.	Návrh mechanického predčistenia	64
6.5.3.	Kalové hospodárstvo	66
6.5.4.	Návrh KČOV	66
6.5.5.	Výpočet množstva zrážkových vôd	68
6.5.6.	Prevádzka systému	76
7.	Záver	77
	Zoznam použitých zdrojov	79
	Zoznam obrázkov	84
	Zoznam tabuliek	85
	Zoznam garfov	85
	Zoznam použitých skratiek a symbolov	86
	Zoznam príloh	87

1. Úvod

„Keď si človek postaví dom, vždy spozoruje, že sa pritom priučil niečomu, čo mal vedieť, skôr ako začal stavať.“

-Friedrich Wilhelm Nietzsche

Pred tým ako človek začne stavať nový rodinný dom, by si mal položiť otázku „prečo stavať“. Mnohí si chcú splniť sen o samostatnom rodinnom bývaní a to buď v prímestskej časti krajiny alebo odľahlejšie ale za to bližšie k prírode. S rastúcim prehľadom v danej problematike je človek neustále zahlcovaný novými možnosťami, ktorými možno všetky ľudské sny a túžby naplniť a navrch pridať hodnoty, ktoré má novostavba. V súčasnej dobe väčšia časť obyvateľstva hľadá vhodné miesto pre svoj život v pokojnom prostredí prírody. Tu sa naskytuje príležitosť, ako čo najlepšie využívať vodné zdroje, ktoré nám poskytuje toto prostredie. Zahŕňa to v sebe jednak zachytávanie a znovu využitie dažďovej vody ako vody úžitkovej. Takisto dôležitá časť je využitie odpadovej vody, ktorú je možné vhodným spôsobom vyčistiť a použiť v každodennom živote. Existuje veľa druhov domových čistiarní odpadových vôd, ktoré sú finančne dostupné ale je nutné počítať s priebežnou kontrolou, častým nastavovaním a riešením problémov, čo je doprevádzané neustále sa navyšujúcimi prevádzkovými nákladmi. Krajine bližšie a ekologickejšie je využitie prírodných spôsobov čistenia odpadových vôd. Prvotné investície sú síce vyššie ale takmer bez údržbových prevádzkových nákladov vráti vložené investície. Najviac sú rozšírené kombinácie septiku alebo anaeróbného separátoru so zemným filtrom alebo vegetačnou koreňovou čistiarnou. Nízke prevádzkové náklady, dobrá účinnosť čistenia a možnosť prerušovanej prevádzky sú veľkými výhodami tohto systému. Pri bezodtokovom riešení hospodárenia s dažďovou a odpadovou vodou v rodinnom dome sa musíme zamýšľať nad správnym naložením s týmito vodami a zobrať do úvahy všetky možné alternatívy, a až potom vybrať tú najviac vhodnú. Každá stavba má špecifické hodnoty, s ktorými je nutné počítať, zohľadniť ich a nakoniec prekonzultovať s užívateľom.

Cieľom bakalárskej práce je samotný návrh riešenia, ktoré splňuje vyššie popísané dôvody k ekologickejšiemu hospodáreniu s vodou.

2. Rodinný dom

Rodinný dom (ďalej RD) je podľa ČSN 73 4301 stavba pre bývanie, ktorá svojim usporiadaním odpovedá požiadavkám na rodinné bývanie a v ktorej je viac ako polovica podlahovej plochy miestností a priestorov určená k bývaniu. RD môže mať najviac tri samostatné byty, dve nadzemné a jedno podzemné podlažie a podkrovia.

2.1. Návrh RD

Projekt RD sa dá získať dvomi cestami. Je možné si vybrať katalógový projekt alebo navštíviť projektanta, ktorý projekt navrhne podľa potrieb a požiadaviek klienta. Veľa ľudí si vyberie katalógový dom v očakávaní, že tieto projekty sú lacnejšie. Cena katalógového projektu RD typu bungalov so zastavanou plochou 100m² sa pohybuje pri prepočte aktuálneho kurzu okolo 20 250 - 21 600 Kč. Cena takého istého RD od projektanta je cca 32 400Kč.^[1] Katalógový dom je síce lacnejší ale v podobe aký je navrhnutý, ho na stavebnom úrade nepovolajú. Tieto projekty totižto neobsahujú situáciu stavby a jednotlivé prípojky sietí. Ak sa zráta suma na vytýčenie a naprojektovanie sietí k projektu, môže dosiahnuť hodnotu ako projekt na mieru. U projektanta je možné meniť dispozíciu k svojim potrebám. Navyše sú často poskytované i služby navyše, ako napríklad konzultácie počas výstavby. Domy z katalógov taktiež nemusia vyhovovať zlým geologickým a hydrogeologickým podmienkam a tým sa zakladanie RD stáva komplikovanejšie a je potreba požiadať projektanta o prídavný projekt so zapracovaním stavby do terénu, pripojením na inžinierske siete a miestne komunikácie.

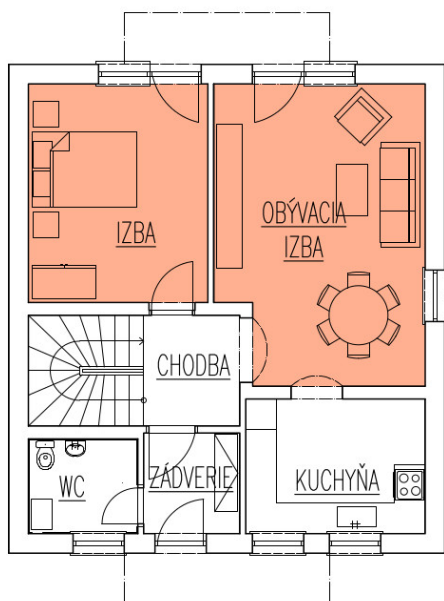
2.1.1. Rozmery RD

Pre lepšie pochopenie počítania rozmerov RD uvádzam znázornenie jednotlivých plôch v RD.

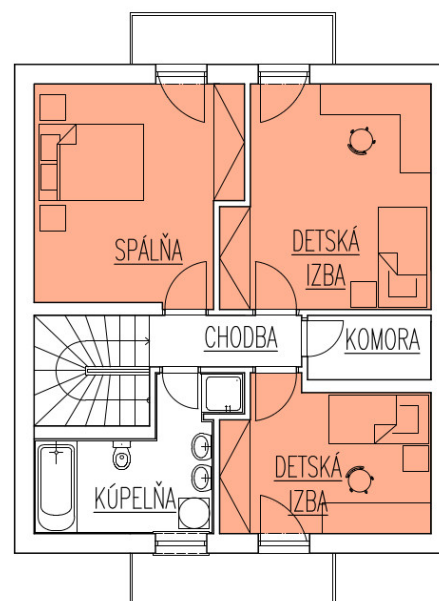
Obytné miestnosti

Obytná miestnosť, je taká, ktorá svojím stavebno - technickým riešením, vybavením spĺňa podmienky na trvalé bývanie. Do obytnej plochy patria : obývacie, detské izby, spálne, hobby izby a pod. Medzi obytné miestnosti sa nepočíta príslušenstvo RD. Kuchyňa s plochou väčšou ako je 12m², sa považuje za obytnú miestnosť. Približné rozmery rodinného domu sa dajú vypočítať priradením plochy jednotlivých miestností v dome. Minimálne rozmery miestností sú dané normou ČSN 73 4301 – obytné budovy.

PODORYS 1.NP



PODORYS 2.NP



Obrázok 1: Príklad obytnej plochy RD

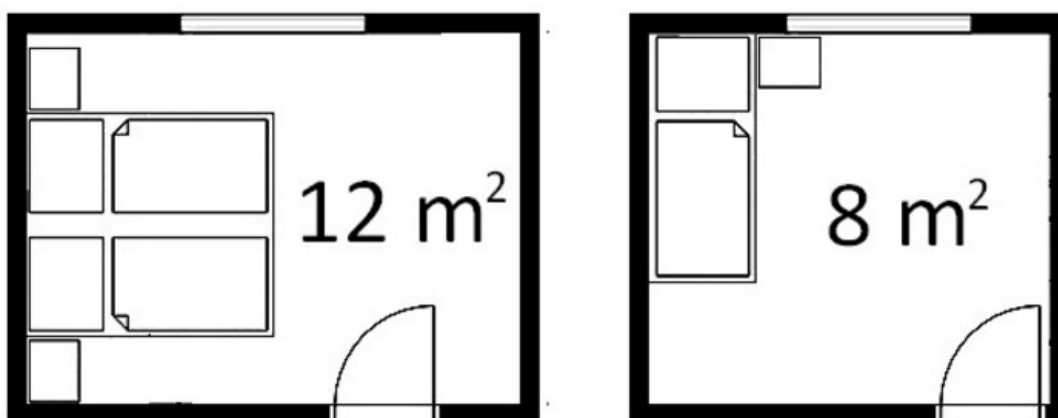
Obytná miestnosť, ktorá je určená k trvalému bývaniu musí mať minimálnu podlahovú plochu 8m^2 , pokiaľ tvorí byt jedna obytná miestnosť, musí mať podlahovú plochu najmenej 16m^2 .^[2]

Funkční využití obytné místnosti	Nejmenší plocha místnosti v m^2	Charakteristika bytu
Obývací pokoj bez stolování	16m^2 (20m^2)	u bytů s 1 a 2 obytnými místnostmi
	18m^2 (22m^2)	u bytů s 3 až 4 obytnými místnostmi
	20m^2 (24m^2)	u bytů s více než 4 obytnými místnostmi
Obývací pokoj se stolováním	16m^2 (20m^2)	u bytů s 1 a 2 obytnými místnostmi
	21m^2 (24m^2)	u bytů s 3 až 4 obytnými místnostmi
	24m^2 (26m^2)	u bytů s více než 4 obytnými místnostmi
Obývací pokoj bez stolování s 1 lůžkem	16m^2 (20m^2)	u bytů s 1 a 2 obytnými místnostmi
	20m^2 (24m^2)	u bytů s 3 obytnými místnostmi
Obývací pokoj se stolováním s 1 lůžkem	18m^2 (22m^2)	u bytů s 1 a 2 obytnými místnostmi
Ložnice s 1 lůžkem	8m^2 (12m^2)	
Ložnice se 2 lůžky	12m^2 (17m^2)	

POZNÁMKA Údaje v závorkách udávají doporučené nejmenší plochy místnosti bytu pro těžce pohybově postižené osoby.

Tabuľka 1: Doporučené najmenšie plochy obytných miestností v závislosti na veľkosti bytu^[2]

Spálňa s dvomi posteľami musí mať najmenšiu podlahovú plochu aspoň 12m^2 . Pracovná kuchyňa u bytov s viac ako obytnými miestnosťami musí mať minimálne 8m^2 . Ak bude dom dvojposchodový netreba zabúdať na schodisko, ktoré má mať minimálny rozmer 5m^2 .



Obrázok 2: Minimálne rozmery spálne a detskej izby

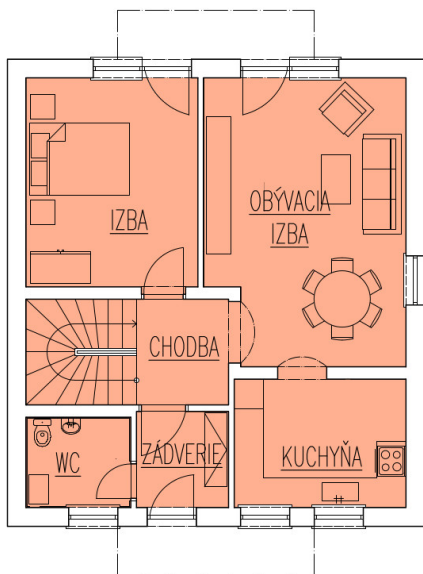
Užitná plocha

Užitná plocha sa podľa nariadenia komisie (ES) č. 1503/2006 meria vo vnútri vnútorných stien, ale nezahŕňa:

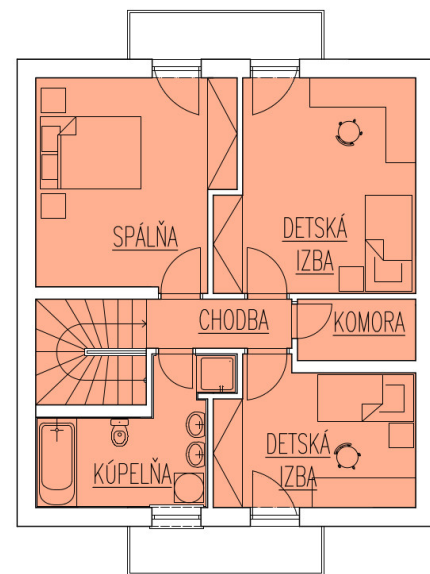
- o konštrukčné plochy (napr. plochy komponentov, ktoré vytyčujú hranice stavby, podpory, stĺpy, šachty, komíny)
- o funkčné plochy pre pomocné využitie (napr. plochy, kde sú umiestnené zariadenia kúrenia a klimatizácie alebo energetické generátory)
- o priechodzie priestory (napr. schodiskové šachty, výťahy, eskalátory)

Súčasťou celkovej užitej plochy obytnej budovy sú plochy používané ako kuchyne, obývacie izby, spálne a miestnosti s príslušenstvom, pivnice a spoločné priestory používané majiteľmi bytových jednotiek.

PODORYS 1.NP



PODORYS 2.NP

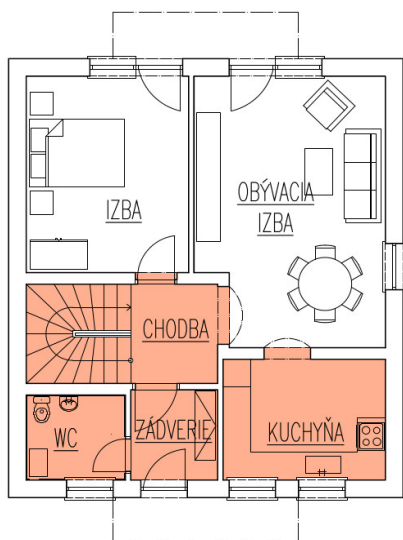


Obrázok 3: Príklad úžitkovej plochy RD

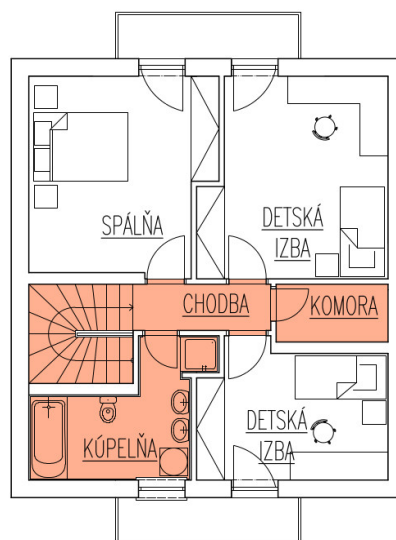
Príslušenstvo RD

Sem patria miestnosti, ktoré plnia komunikačné, hospodárske funkcie alebo slúžia na osobnú hygienu. Sú to najmä predsieň, chodby, komory, schodiská, chodby, komory, technické miestnosti, toalety a kúpeľne.

PODORYS 1.NP

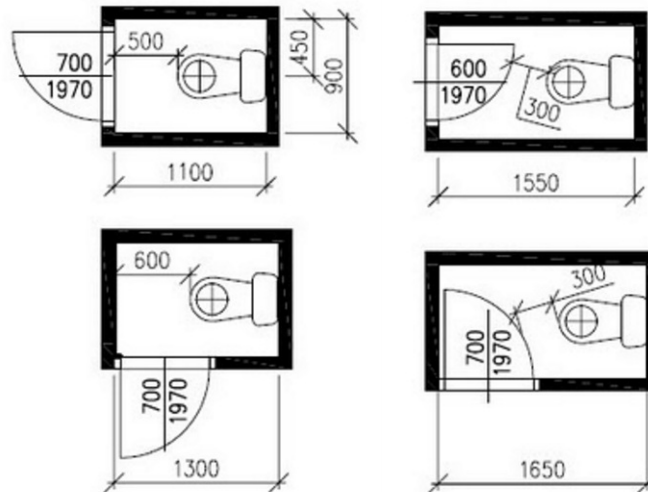


PODORYS 2.NP



Obrázok 4: Príklad príslušenstva RD

Norma ČSN 73 4301 uvádza, že ak je jediná záchodová misa, musí byť v byte s 3 - 4 obytnými miestnosťami umiestnená v samostatnej miestnosti. Jediná záchodová misa v byte môže byť umiestnená v kúpeľni len v byte s 1 - 2 obytnými miestnosťami. Norma nie je záväzná, ale záleží od stavebných úradov ako sa k nej postaví. Pokiaľ je v byte jediný záchod, nesmie byť prístupný z obytnej miestnosti alebo kuchyne. Druhý záchod môže byť prístupný priamo zo spálne, pokiaľ slúži len pre potrebu jej užívateľov. ^[3]



Obrázok 5: Minimálne rozmery záchodu s otváraním dverí von (vľavo) a otváraním dverí dovnútra (vpravo)

Minimálna šírka záchodu je 900 mm. Minimálna dĺžka závisí od toho, ako je splachovaná záchodová misa. Môže byť splachovaná z nádržky pod stropom alebo tlakovým splachovačom. Vtedy je minimálna dĺžka 1100 mm, pri otváraní dverí von alebo 1500 mm, pri otváraní dverí dovnútra. Ak je misa splachovaná nádržkou položenou na mise alebo so závesnou splachovacou misou dĺžky 640 - 680 mm, potom je minimálna dĺžka 1200 mm (1300 mm pri bočnom otváraní dverí), pri otváraní dverí von, alebo 1550 mm, pri otváraní dverí dovnútra. Minimálna výška miestnosti je 2300 mm a dvere musia mať minimálnu šírku 700 mm.

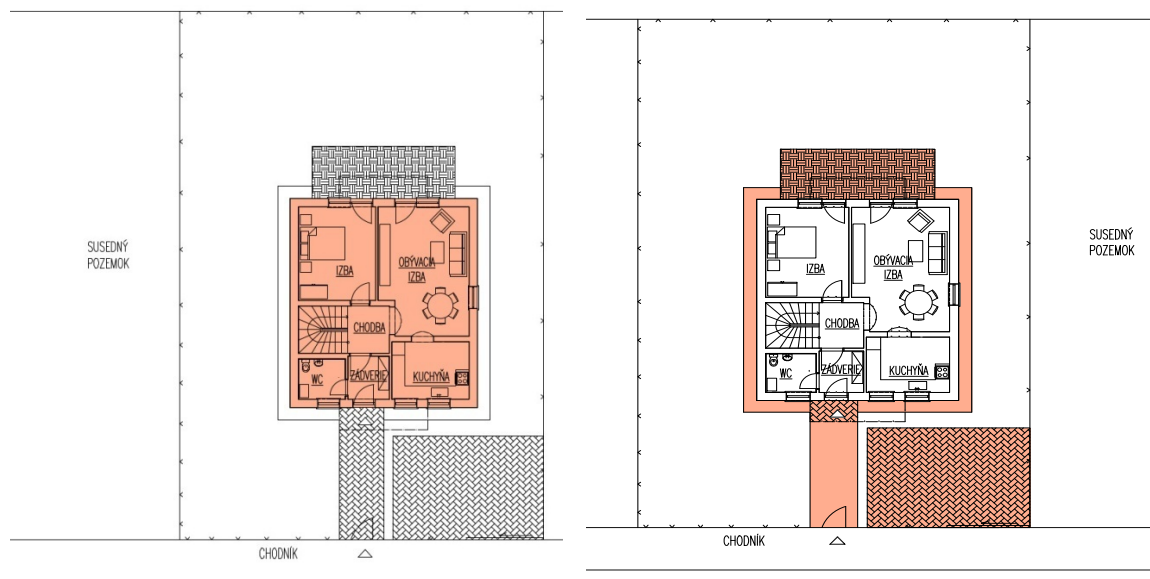
Zastavaná plocha

Zastavaná plocha je plocha podlažia, resp. plocha, ktorá je v kontakte s terénom. Pri výpočte približnej plochy domu je dôležité nezabudnúť pripočítať hrúbku steny. Súčtom miestností a stien dostaneme predbežný pôdorysný rozmer domu.

Spevnená plocha

Index spevnených plôch udáva pomer medzi plochou spevnených plôch a plochou pozemku. Spevnené plochy sú plochy so stavebnou úpravou, ktoré nie sú zastavané stavbou. Patria sem dláždené chodníky, okapové chodníky, príjazdové cesty, terasy na úrovni terénu, exteriérové schodiská - teda všetky upravené

povrchy na teréne, z ktorých nemôže dažďová voda vsakovať prirodzeným spôsobom do zeme.



Obrázok 6: Príklad zastavanej plochy RD (vľavo) a spevnenej plochy (vpravo)

2.1.2. Podlažnosť RD

V súčasnosti sú najčastejšie rozšírené prízemné domy typu bungalov, hlavne kvôli jednoduchosti konštrukcie rodinného domu. Pri tomto type domu sa dá dosiahnuť veľká úspora hlavne vtedy, keď sa komplikovaný tesársky krov nahradí priehradovými konštrukciami. Medzi najväčšie nevýhody bungalovu patria plošné nároky na pozemok a taktiež nevhodnosť stavať do svažitého terénu. Ak je pozemok vo svahu je lepšie zvoliť dom s čiastočným alebo celkovým podpivničením. Ak je pozemok príliš úzky, je lepšie zvoliť bungalov s obytným podkrovím.

2.1.3. Miestnosti RD

Počet izieb v rodinnom dome sa určuje podľa počtu osôb, ktoré budú rodinný dom obývať. Počet požadovaných sociálnych zariadení sa stanoví taktiež z predpokladu užívateľov. Podľa vyhlášky 268/2009 Sb. musí každý byt mať aspoň jednu

záchodovú misu a jednu kúpeľňu. U každej samostatnej prevádzkovej jednotky sa počet mís stanovuje podľa účelu jednotky a počtu jej užívateľov v súlade s príslušnými normovými hodnotami. Záchod nesmie byť prístupný priamo z pobytovej miestnosti, alebo z obytnej miestnosti, ak ide o jediný záchod v byte. Kúpeľňa, toaleta a spálňa sa zaraďujú medzi nočné miestnosti. Medzi denné patrí kuchyňa, jedáleň a obývacia izba. Denná a nočná časť by mala byť dispozične oddelená. Rodinné domy by mali mať aj technickú miestnosť, no môžeme sa stretnúť aj s prípadom kedy ju nemajú. V takýchto prípadoch je vykurovanie a ohrev teplej vody zabezpečené plynovým alebo elektrickým kotlom, ktorý je najčastejšie umiestnený v kúpeľni. Vykurovať sa dá i podlahovými odporovými rohožami alebo elektrickými konvektormi.

2.2. Dokumenty potrebné ku stavbe RD

Stavba rodinného domu začína výberom vhodného pozemku. Kvalita stavebnej parcely je rovnako dôležitá ako stavba samotná. Dispozícia a tvar rodinného domu sa dajú prerobiť, ale tvar pozemku je možno zmeniť len veľmi ťažko, ak vôbec.

Po výbere pozemku sa musí overiť, či je možné na vybranej parcele postaviť rodinný dom. Možnosť výstavby sa dá zistiť v územnom pláne danej obce. Dobré je v ňom skontrolovať i okolité pozemky a celkové urbanistické riešenie obce a jej okolia. Môže sa stať, že v okolí vybraného pozemku je plánovaná výstavba priemyselnej zóny, alebo sa v budúcnosti počíta s vybudovaním rýchlostnej komunikácie. Ak je pozemok pod ochranou poľnohospodárskeho pôdneho fondu je nutné podať žiadosť o vyňatie. Predmetom odňatia je podľa zákona 334/1992 Sb. § 9 ods. 4 plocha potrebná pre stavbu a súvisiace spevnené plochy, pričom podmienky nevyhnutné k zaisteniu ochrany poľnohospodárskeho pôdneho fondu sa stanovujú na celú plochu poľnohospodárskej pôdy dotknutej stavbou.

Po kúpe pozemku a spracovaní projektovej dokumentácie rodinného domu je nutné podať žiadosť o územné rozhodnutie o umiestnení stavby. Na podnet podateľa žiadosti začne stavebný úrad územné konanie. Ak všetko prebehne bez

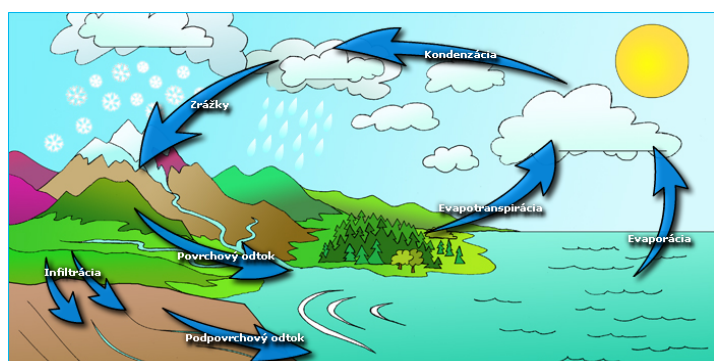
pripomienok, stavebný úrad vydá rozhodnutie o umiestnení stavby. Po odsúhlasení rozhodnutia o umiestnení stavby je nutné požiadať o stavebné povolenie alebo ohlásenie stavby. V závere stavebného konania, ktoré je zahájené po podaní žiadosti o stavebné povolenie, stavebný úrad vydá stavebné povolenie. Zahájenie stavby je možné až po nadobudnutí právnej moci rozhodnutia. Dokončenú stavbu, pokiaľ vyžadovala stavebné povolenie alebo ohlásenie stavby, je možné začať užívať podľa stavebného zákona na základe oznámenia o užívaní stavby alebo kolaudačného súhlasu.

3. Voda

Voda je nezastupiteľný prírodný zdroj, ktorý podmieňuje existenciu živých organizmov. Je základnou zložkou biomasy všetkých živých buniek. Z celkového množstva sladkej vody na planéte potrebujú ľudia k životu iba zlomok, svojou činnosťou však spôsobujú znečistenie tejto vody. Dôsledkom je nielen zložitejšie získanie pitnej vody, ale taktiež rozsiahle škody celého životného prostredia. Za posledných 150 rokov sme stratili z krajiny približne 50% vegetácie trvale nasýtenej vodou.^[4]

Čistá pitná voda je drahocenná a jej hodnota neustále narastá. Podľa mnohých štúdií je voda v súčasnosti zo všetkých prírodných zdrojov najviac ohrozená v dôsledku jej intenzívneho vyčerpávania pre potreby sídiel a priemyslu a jej následným znečisťovaním.

Voda je základný životný prvok a je v záujme každého z nás, aby sme spôsobu jej využitia, úsporám a čisteniu venovali pri navrhovaní, výstavbe a prevádzke sídiel patričnú pozornosť.^[5]



Obrázok 7: Kolobeh vody v prírode^[6]

3.1. Druhy vôd v obytných budovách

Základné druhy vôd, ktoré sa vyskytujú v obytných budovách sú: voda pitná, úžitková, odpadová a zrážková. Podľa zdroja môžeme vody rozdeliť na povrchovú, podzemnú a zrážkovú.

3.1.1. Pitná voda

Súčasťou kolobehu a komplexu zachádzania s vodami je i voda pitná. Podľa definície pitnej vody, ktorá je obdobne zakotvená i v zákone 258/2000 Sb. a vyhláške MZe ČR 252/2004 Sb § 3 je pitná voda zdravotne nezávadná, ktorá ani pri trvalom požívaní nevyvolá ochorenie alebo poruchy zdravia prítomnosťou mikroorganizmov alebo látok ovplyvňujúcich akútnym, chronickým či neskorším pôsobením zdravia fyzických osôb a ich potomstva, jej zmyslovo postihnuteľné vlastnosti a akosť nebránia jej požívaniu a užívaniu pre hygienické potreby fyzických osôb.

Kvalita pitnej vody a jej bezpečnosť sa určuje prostredníctvom súboru ukazovateľov kvality vody, reprezentujúcich fyzikálne, chemické, biologické a mikrobiologické vlastnosti vody. Limitné hodnoty ukazovateľov sú podľa ich zdravotného významu rozlišované ako doporučená hodnota, medzná hodnota a najvyššia medzná hodnota. Prekročením najvyšších medzných hodnôt sa vylučuje použitie tejto vody ako pitnej. Z hodnotených ukazovateľov sa najčastejšie posudzujú- pH, tvrdosť, mangán a železo, dusičnany, amoniak a bakteriálne znečistenie.

Súčet obsahu vápnika a horčíka vo všeobecnosti udáva tvrdosť vody. Čím voda vykazuje vyššiu tvrdosť, tým bude väčšia spotreba pracích práškov a môžeme očakávať aj viac prevádzkových problémov s potrubím a armatúrami z dôvodu ich inkrustácie.

Vyšší obsah mangánu a železa môže spôsobovať žlté škvrny na zariadeniach predmetoch, poprípade môže prísť k rastu železitých baktérií v potrubí a ich

vyplaveniu vo väčšom množstve - častá zámena s hrdzou. Vysoké koncentrácie spôsobujú nepríjemnú chuť vody.

Ak sa pitná voda kontaminuje odpadovou vodou prejaví sa to na prekročení hodnôt amoniaku, zvyčajne i bakteriálnym znečistením. Dusičnany sú nebezpečné pre kojencov a deti. Ak voda určená pre pitie nevyhovuje požiadavkám určeným pre pitnú vodu, je potrebné ju upravovať. [7]



Obrázok 8: Dôsledok inkrustácie na armatúrach [8]



Obrázok 9: Železité usadeniny v potrubí [9]

3.1.2. Úžitková voda

Úžitkovou vodou sa rozumie voda, ktorá nie je určená pre ľudskú potrebu k pitiu alebo vareniu a zároveň je zdravotne nezávadná. Môže sa využívať na umývanie, kúpanie a pre výrobné účely. Na úžitkovú vodu sa nevyžadujú tak prísne kritéria, pokiaľ ide o fyzikálne vlastnosti, ako na pitnú vodu. Nesmie ale obsahovať toxické látky a zo zdravotného hľadiska musí spĺňať väčšinu požiadaviek pitnej vody.

3.1.3. Odpadová voda

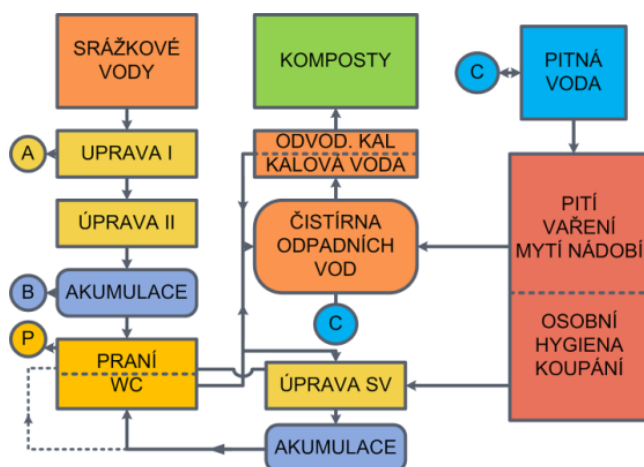
Odpadová voda sa vyznačuje zhoršenou kvalitou vďaka pôsobeniu ľudskej a inej činnosti. Vzniká použitím pitnej alebo odpadovej vody. Podrobnejšie sa odpadovej vode venujem v kap. 3.4.

3.1.4. Zrážková voda

Vodný zákon aj zákon o vodovodoch a kanalizáciach používa pojem zrážková voda. Ide o vodu, ktorá je zo zrážok buď dažďových alebo snehových. Kvalita vody je často premenlivá a závisí na veľa okolnostiach. Nečistoty povrchu, na ktorý voda dopadá, sú splachované a môžu byť silne znečistené obzvlášť pri dlhodobom období bez zrážok. Koncentrácia organického znečistenia sa môže priblížiť ku koncentráciám znečistenia vôd splaškových, preto je snaha tieto vody zachytiť, vyčistiť a znovu využiť.

3.2. Hospodárenie s vodou v domácnosti

Voda sa v prírode pohybuje v kolobehu, ktorého súčasťou je pitná voda, znečistená voda a použitá voda. Spôsob zaobchádzania s použitou vodou priamo ovplyvňuje kvalitu a množstvo pitnej vody tým viac, čím je k dispozícii menej vody alebo je jej nedostatok. K hospodárnemu užívaniu vody v budovách patrí najmä úsporné používanie vody, a to predovšetkým nahradenie pitnej vody vodou úžitkovou. Cieľom úsporného hospodárenia vodou je minimalizovať spotrebu pitnej vody s čím súvisí aj ekonomický aspekt hospodárenia s vodou v domácnosti. Za týmto účelom sa využíva spätné používanie dažďovej, ale i upravenej splaškovej vody. Takto akumulované a upravené vody sa môžu znovu použiť na upratovanie, splachovanie záchodov alebo zalievanie záhrady.^[10]



Legenda:

- A) ľahce upravená srážková voda I
- B) kvalitne upravená srážková voda II
- C) čistěná odpadná voda
- P) pitná voda
- ŠV) šedé vody

Obrázok 10: Schéma vodného hospodárstva domu s maximálnym využitím recyklovanej vody^[11]

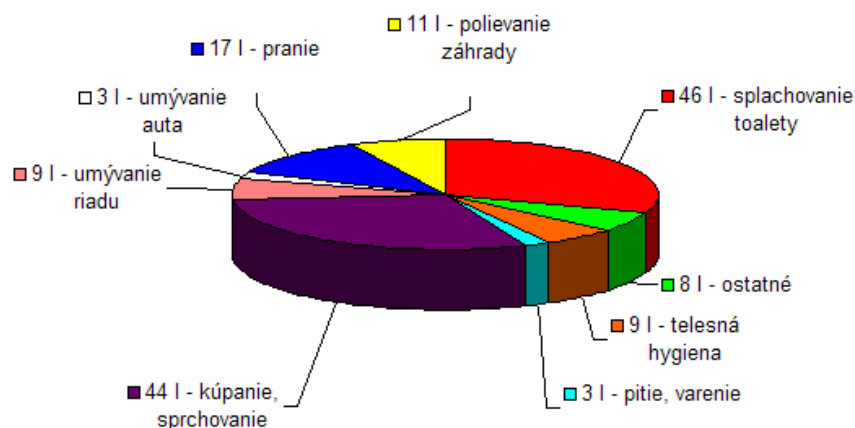
Hospodárenie s vodou vo všeobecnosti ponúka nasledovné spôsoby úspory:

- oddelené zásobovanie vodou inštaláciou oddelených vodovodných rozvodov na vodu pitnú a úžitkovú;
- splachovanie záchodov filtrovanou šedou vodou z domácností;
- redukcia a regulácia prietoku vody v armatúrach a záchodových splachovačoch;
- rastlinné čistiarne odpadových vôd;
- maximálne zachytávanie dažďovej vody a jej následné využitie n polievanie, čím sa zabezpečí návrat tejto vody do kolobehu;

3.2.1. Používanie vody v súčasných domácnostiach

V domácnostiach sa dnes používa väčšinou pitná voda, hoci nároky na kvalitu vody môžu byť úplne rozdielne. V dôsledku globálneho znečisťovania životného prostredia a vôd by sa nešetrné zaobchádzanie s pitnou vodou malo zmeniť.

Priemerná spotreba vody na jedného obyvateľa bytu s tečúcou teplou vodou je podľa vyhl. 120/2011 Sb. 35 m³ za rok.



Graf 1: Priemerná potreba vody v domácnosti pri 150 l/ob/deň ^[12]

Kúpeľňa

Najviac vody sa jednoznačne minie v kúpeľni. Staršie typy toaliet s klasickou nádržkou pri jednom spláchnutí minú až 10 litrov vody. Značné množstvo vody dokážu odčerpať aj staršie sprchy, resp. staršie hlavice na sprchách. Môže to byť až 20 litrov a minútu. Taktiež staršie typy práčok môžu spotrebovať aj 80-90 litrov vody na jeden cyklus.^[13]

Kuchyňa

Pri priemernom prúde vytečie do odpadu 5 litrov vody za minútu. Pokiaľ sa pustí kohútik naplno môže to byť až 1 liter za 3 sekundy. Ak sa umýva riad pod tečúcou vodou niekoľkokrát denne, môže sa spotreba vyšplhať na 70 litrov.^[13]

3.2.2. Spôsoby zníženia spotreby vody

Spôsoby zníženia spotreby vody možno rozdeliť do dvoch skupín a to na priame a nepriame.

PRIAME ÚSPORY

Docielime ich vhodným použitím zariadení, výmenou batérií, zmenou návykov, použitím závlahových systémov.

PERLÁTORY, ŠETRIČE VODY A BATÉRIE

Vďaka perlátorom, ktoré sú súčasťou batérie, sa voda mieša so vzduchom a tým sa zdá byť objemnejšia. Vo výsledku je teda spotrebovanej vody menej. Na trhu je možno dostať i úsporné perlátory, ktoré fungujú s možnosťou nastavenia prietoku vody. Batéria s perlátorom ušetrí 50-60 % vody v porovnaní s batériou, ktorá perlátor nemá. Perlátor je možno zakúpiť aj dodatočne. Senzorové batérie sú dnes bežné na verejných toaletách. Vodu ovláda infračervený senzor, ktorý ju pustí iba vtedy, keď sú pod batériou ruky. Takto voda zbytočne neodteká ani pred ani po

umytí rúk. Sensorové armatúry sa dajú využiť prevažne na umývanie rúk, ako v prípade umývadielka na toalete.



Obrázok 11: Príklady perlátorov a dávkovačov do sprchy ^[14]



Obrázok 12: Sensorová bezdotyková batéria ^[15]

ZMENA NÁVYKOV

Len obyčajné umytie riadu v napustenom dreze a nie pod tečúcou vodou dokáže ušetriť viditeľné množstvo vody. Umývanie týmto spôsobom spotrebuje aj 15 litrov vody, samozrejme toto číslo závisí od veľkosti drezu a od množstva vody, ktorú použijeme na umývanie.

Výmenou sprchovania sa za kúpanie dokážeme ušetriť približne 50 litrov vody na osobu na deň. V obchodoch už možno dostať úsporné hlavice s prietokom 4-7 litrov za minútu, čo je menej ako prietok bežnej hlavice, ktorý je okolo 10 litrov za minútu.

PRÁČKA

Práčky vyrobené pred desiatimi rokmi spotrebovali o polovicu viac vody ako súčasné modely. Hodnoty vody potrebnej na pranie závisia na veľa faktoroch a preto je dôležité pozerať hlavne na výrobcu, voľby programov a typy materiálov bielizne. Netreba zabúdať, že novšie modely práčok dokážu kvalitne vyprať špinavú bielizeň i pri nižších teplotách. Napríklad práčka Samsung WW10H9600EW dokáže pomocou mimoriadne ekologického programu v studenej vode (15°C) vyprať rovnako účinne ako v teplej vode. Na pranie sa dá využiť aj voda recyklovaná, ktorá je vhodným spôsobom upravená. Mäkká dažďová voda lepšie rozpustí pracie

prostriedky a tým pádom sa ich spotrebuje menej. Taktiež sa nevytvára a neusadzuje vodný kameň, takže nie je nutné pridávať zmäkčovače vody a pračka sa menej opotrebuje. Dnes je už možné v obchode dostať práčku s dvoma oddelenými prípojkami na vodu.

UMÝVAČKA RIADU

I tu platí to isté ako u práčok. Umývačka riadu BEKO DFN 26220 W dokáže spotrebovať 10 litrov na jeden cyklus. Staršie potrebovali na jeden cyklus aj 50 litrov na jeden cyklus.

TOALETY

Klasické toalety majú len jednu variantu splachovania. Nové dokážu šetrnejšie splachovať s možnosťou 9 alebo 6 litrov, alebo ešte úspornejšie a to 4,5 alebo 3 litre. Existujú i úspornejšie riešenia ako napríklad toalety s minimálnou spotrebou vody, chemické toalety, suché toalety a pod.

MIKROZÁVLAHA

Patrí medzi najnovšie metódy zavlažovania. Princíp je založený na úspornom dávkovaní vody, ktorá je cielene dodávaná priamo ku koreňom rastlín a do ich blízkej oblasti.

Rozvod vody je zabezpečený tenkými trubkami s veľkým množstvom aplikátorov. Vďaka tejto metóde je zabránené vyparovaniu vody a tým príde k úspore až dvoch tretín klasického zavlažovania. Na celý systém sa využívajú plastové hadice vďaka čomu je lacný a možno ho prispôbiť každej potrebe a podmienkam. Rastlina dostane len toľko kvapiek vody, koľko potrebuje pre svoj rast. Týmto spôsobom dokážeme ušetriť až dve tretiny spotreby vody oproti tradičnej zálievke. Netreba opomenúť ani fakt, že kvapková závlaha účinne zabraňuje vzniku plesní tým, že voda je dodávaná ku koreňom a nestrieka priamo na listy. Taktiež sa zamedzuje rast buriny.^[16]



Obrázok 13:Detail aplikátora kvapkovej závlahy^[17]

Mikropostrek je druhom mikrozávlahy. Jeho zavlažovacie prvky sa pripájajú rovnako ako kvapkače na zavlažovacie potrubie.



Obrázok 14:Detail aplikátora mikropostreku^[17]

Mikrozávlahy sa skladajú z rôznych typov kvapkačov, trysiek, mikropostrekovačov, mikroporéznych trubiek, regulátorov prietoku, filtrov, kvapkacích trubiek a montážnych pomôcok. Použitie ohybných plastových trubiek je spoločným znakom mikrozávlahy. Trubky je možné umiestniť na povrchu pozdĺž rastlín či kríkov alebo ich rozviesť pod zem či mulčovaciu kôru. Rozprašovacie trysky

a mikropostrekovače majú väčšiu spotrebu vody no majú i väčšie výtokové otvory než kvapkače a tým nie sú tak náročné na čistotu vody než kvapková závlaha.^[16]

NEPRIAME ÚSPORY

Použitím vlastných zdrojov vody, zrážkovej vody a recyklovanej vody, je možné zaradiť do nepriamych úspor vody. Tieto vody môžeme použiť ako vodu úžitkovú. Úžitkovou vodou sa môže splachovať toaleta, prať bielizeň alebo zalievať záhrada. 31% - 32% celkového množstva vody v domácnosti sa použije na splachovanie toaliet, na pranie je to asi 12%.^[18]

STUDŇA

Vhodnou úpravou podzemnej vody môžeme nahradiť pitnú vodu vodou zo studne. Táto voda musí spĺňať všetky kritéria ako voda pitná. Pri budovaní studne sa musí brať ohľad na náklady stavby vodného diela, kvalita čerpanej vody, poprípade úprava tejto vody na vodu vhodnú na pitie. Podľa môjho názoru nie je studňa dobrý zdroj úžitkovej vody z dôvodu čerpania podzemnej vody.

DAŽĎOVÁ VODA

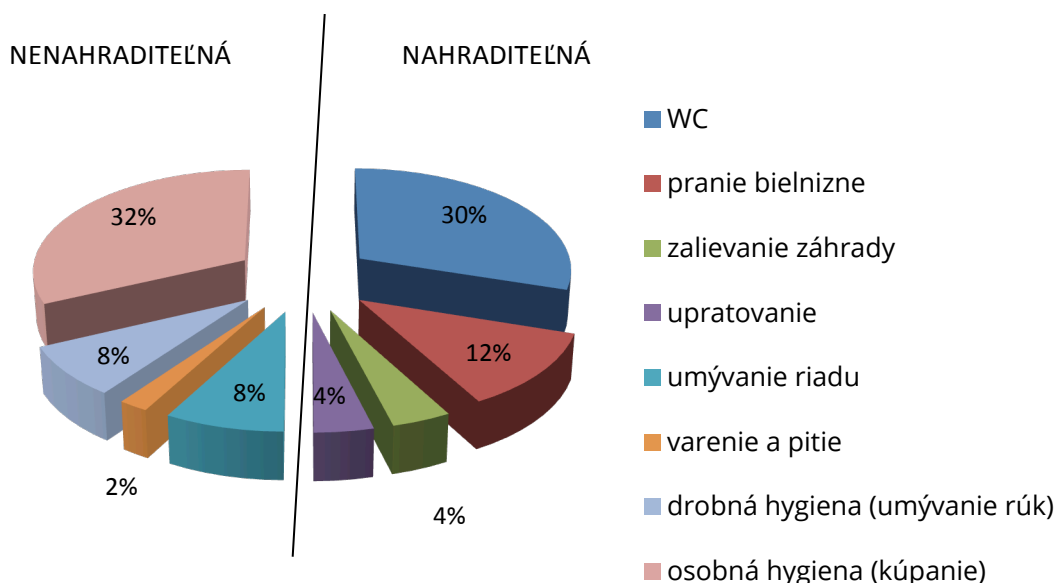
Voda zachytená zo strechy rodinného domu sa dá využiť ako voda na pranie, umývanie, splachovanie a zalievanie. Málo znečistené zrážkové vody sa odvádzajú cez jednoduché zariadenie do akumuláčnej nádrže. Vyžadujú len nenáročné mechanické spôsoby čistenia a niekedy je potrebné doplniť hygienické zabezpečenie. Akumulačná nádrž sa dimenzuje na objem úžitkovej vody. Zvyčajne sa dimenzuje na 2 až 3 týždne suchého počasia. Podrobnejšie o dažďovej vode je v kap. 3.3..

VYUŽITIE ŠEDEJ VODY

Šedou vodou sa podľa normy EN 12056 označujú splaškové vody neobsahujúce fekálie a moč. Sú to vody, ktoré odtekajú z umývadiel, sprích, vaní, drezov apod. Po úprave je možné šedú vodu využívať ako vodu úžitkovú, bielu, pre splachovanie záchodov, pisoárov a zalievanie záhrad. V domácnostiach činí produkcia šedej vody cca 55% z celkovej produkcie odpadových vôd. Nádrž na akumuláciu šedej vody sa dimenzuje na dennú potrebu úžitkovej vody. [11]

3.3. Hospodárenie s dažďovou vodou

Takmer každý stavebný objekt má predpoklady na využívanie zrážkovej vody z povrchového odtoku. Plocha, z ktorej je voda zachytávaná a odvádzaná do akumulačnej nádrže, je tvorená buď strešnou konštrukciou alebo spevnenou plochou terénu. Strecha s plochou 160m² dokáže zabezpečiť priemernú celoročnú potrebu vody pre štvorčlennú rodinu, samozrejme za predpokladu, že výdatnosť zrážok by bola pravidelná a zrážková voda by bola pitná. V našich podmienkach sa táto voda využíva ako voda úžitková a dokáže nahradiť približne 50% potreby rodinného domu. [18]



Graf 2: Diagram ukážky množstva možnej náhrady pitnej vody vodou dažďovou

Princípom hospodárenia so zrážkovou vodou je maximálne napodobnenie prirodzených odtokových pomerov v území. Štvrtina objemu zrážkovej vody dopadajúcej na povrch územia infiltruje v povodiach s prirodzeným vegetačným krytom a iba 10-13% reprezentuje povrchový odtok.^[11] V urbanizovaných územiach je veľký podiel nepriepustných plôch, v centrách aj viac ako 70%.^[11] Dopadajúca dažďová voda nemôže do podzemných vôd prirodzene infiltrovať. Taktiež úroveň výparu je oproti prirodzeným podmienkam znížená.^[19]

Stokovou sieťou odteká dažďová voda preč z urbanizovaného územia. Zvýšený objem povrchového odtoku a zvýšená rýchlosť majú za následok zmenu hydrologického režimu. Hlavnou snahou hospodárenia s dažďovou vodou v dome je vytvorenie decentralizovaného spôsobu odvodnenia, teda nakladanie s dažďovými vodami v mieste ich vzniku a navrátenie ich späť do prirodzeného kolobehu vody. Najvhodnejšie je vodu infiltrovať.

3.3.1. Množstvo zrážkových vôd

Približné stanovenie prítoku dažďových vôd sa vyjadří z obecného vzťahu:

$$Q = \psi * S_s * q_s \quad [10^{-3}m^3s^{-1}] \quad (3.1)$$

Q ... maximálny odtok dažďových vôd [l/s]

ψ ... súčiniteľ odtoku

S_s ... plocha povodia [ha]

q_s ... intenzita smerodajného dažďa uvažovanej periodicity

Pri stanovení objemu alebo odtoku zrážkovej vody, ktorá pritečie do zasakovacieho zariadenia, je potrebné poznať súčiniteľ odtoku zrážkovej vody, ktorý je závislý na druhu odvodňovanej plochy a na jej sklone. Hodnoty súčiniteľa odtoku sú podľa normy ČSN 75 6101 v tabuľke 2.

Způsob zástavby a druh pozemku		Součinitel odtoku ψ při konfiguraci území (-)		
		rovinné (do 1 %)	svažitě (1 až 5 %)	prudce svažitě (nad 5 %)
Budovy	v uzavřených blocích (vydlážděné nebo zastavěné dvory)	0,70	0,80	0,90
	v uzavřených blocích (uvnitř bloku zahra- dy)	0,60	0,70	0,80
	v otevřených blocích	0,50	0,60	0,70
	při volné zástavbě	0,40	0,50	0,60
Rodin- né domky	sdružené v zahradách	0,30	0,40	0,50
	izolované v zahradách	0,20	0,30	0,40
Sady, hřiště		0,10	0,15	0,20
Zelené pásy, zahrady, louky		0,05	0,10	0,15
Lesy		0,00	0,05	0,10

Tabuľka 2: Hodnoty súčiniteľu odtoku podľa ČSN 75 6101

Je potrebné taktiež poznať intenzity zrážok s periodicitou a rôznou dobou trvania. Pokiaľ nie sú známe presnejšie údaje pre dané miesto je možné počítať s orientačne stanovenými hodnotami intenzity zrážok. Pre miesta s nadmorskou výškou viac ako 700 m n.m. je potrebné intenzity zisťovať individuálne. ^[4]

Místo	doba trvání deště (min)								
	5	10	15	15	15	15	30	60	60
	periodicita deště								
	1	1	5	1	0,5	0,2	1	1	0,5
	intenzita deště (l/s.ha)								
Brno	220	163	62	129	161	203	76	44	74
České Budějovice	200	144	56	113	144	190	69	40	72
Hradec Králové	250	155	55	113	143	182	66	37	62
Jihlava	220	157	54	121	158	210	72	42	75
Karlovy Vary	212	139	52	107	139	184	65	38	68
Olomouc	260	172	62	130	162	206	77	45	73
Ostrava	242	167	66	128	157	198	76	44	73
Plzeň	218	150	51	116	150	196	68	40	69
Praha	240	163	57	126	164	217	72	41	75
Zlín	243	174	69	138	170	213	82	48	78
Znojmo	260	180	57	136	175	229	82	47	82

Tabuľka 3: Intenzita dažďov v niektorých mestách ^[20]

Pri výpočte akumulácie zrážok zo striech sa používa rovnica:

$$V_d = (A * \psi_d * h_r * \eta) / 1000 \text{ [m}^3\text{/rok]} \quad (3.2)$$

A ... pôdorysný priemet plochy strechy [m²]

ψ_d ... súčiniteľ využitia zrážkovej vody

h_r ... priemerný ročný úhrn zrážok [mm]

η ... hydraulická účinnosť filtru mechanických nečistôt [-]

3.3.2. Zloženie zrážkovej vody

Zrážková voda je voda, ktorá pri prechode atmosférou a stykom s povrchom nebola inak znečistená. Pred dopadom na povrch obsahuje zrážková voda veľa látok, konkrétne rozpustené plyny a látky zachytené prechodom cez atmosféru. Zrážková voda sa po dopade na povrch obohacuje o ďalšie látky, ktoré sa v nej rozpustia alebo sú unášané po ceste do recipienta. Kvalita vody závisí od toho, z akého povrchu tečie. Voda zo strechy budovy obsahuje vysoký podiel rozpustených kyslíčnikov (CO₂ a SO₂, pH môže klesnúť až pod hodnotu 5,5) a premenný podiel organických a anorganických látok (peľ, vtáčí trus, prach, výluhy zo strešnej krytiny, ťažké kovy apod.). Zloženie zrážkových vôd sledujú pracovníci Českého hydrometeorologického ústavu.

Podľa ČSN 75 7221 sa kvalita zrážkových vôd podľa koncentrácie znečisťujúcich látok vo vzťahu k možnému ohrozeniu podzemnej vody pri ich vsakovaní delí na 3 kategórie:

- a) Nezávadná zrážková voda, tr. akosti I, neznečistená voda
- b) Prípustná zrážková voda, tr. akosti II, mierne znečistená voda
- c) Nepripustná zrážková voda, tr. akosti III-IV, znečistená, silne znečistená a veľmi silne znečistená voda

Pri bez dažďovom období sú na nepriepustných plochách uložené polutanty z rôznych zdrojov, ktoré sú následne zmývané dažďovými zrážkami. Nerozpustené látky, organické látky, živiny a toxické zlúčeniny vrátane ropných látok a ťažkých kovov sú najdôležitejšími polutantami.

3.3.3. Nakladanie s dažďovou vodou

Užívanie dažďovej vody v objektoch a na jednotlivých pozemkoch je spojené s niekoľkými pozitívnymi efektmi. Dažďovou vodou možno nahradiť v súčasnej dobe približne 40 až 50% spotrebovanej vody v domácnostiach.^[21] Vďaka tomu dochádza k zníženiu spotreby pitnej vody a jej dopravy do miesta spotreby, čo má ekonomický i ekologický prínos.

Spotreba vody v nehnuteľnostiach určených pre bývanie je daná spotrebou vody pre niekoľko základných potrieb. V rodinných domoch a objektoch určených na bývanie je možné uvažovať o štyroch oblastiach využitia dažďovej vody namiesto vody pitnej. Jedná sa o splachovanie toalety, pranie bielizne, upratovanie a závlahu záhrady.

Technické riešenie užívania

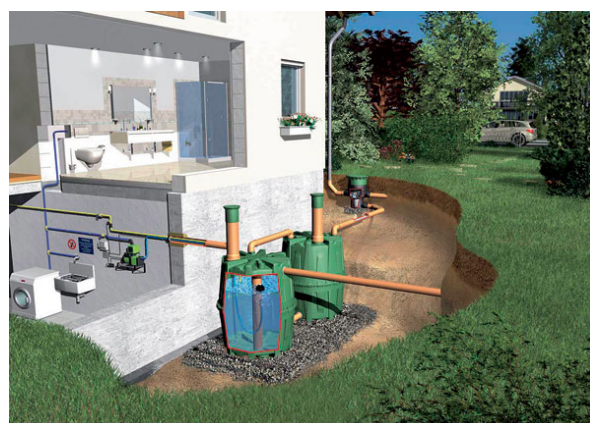
Vzhľadom k celkovej úrovni znečistenia atmosféry a odvodňovaných plôch je jediným podstatným zdrojom pre zachytenie zrážkového odtoku za účelom využívania dažďovej vody voda odtekajúca zo striech budov. Voda je odvedená dažďovými zvodmi do akumulčných nádrží odkiaľ je ďalej rozvádzaná do domu ako voda úžitková. Voda zo striech budov je taktiež znečistená látkami z atmosféry a oplachom strešných plôch. Je teda vhodné oddeliť prvú časť dažďa (1-3 mm zrážkového úhrnu) obtokom mimo nádrž. Žiadúce je umiestnenie filtra pred vtok do akumuláčnej nádrže pre zachytenie hrubých nečistôt.

Druh znečistení	Požiadavky na složení dešťové vody ze střech			
	Závlahy	Úklid	WC	Praní prádla
Nerozpuštěné látky	Inertní NL jsou neškodné	Při vyšších koncentracích nevhodné		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	Zpravidla bez významu		
Mikroorganismy	Zpravidla bez významného vlivu		Zpravidla bez významného vlivu	Zpravidla bez významného vlivu
Barva			Zpravidla bez významu	Nebezpečí obarvení
Zápach				Zpravidla bez významu
Agresivita vody				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 prачního procesu

Tabuľka4: Požiadavky na zloženie dažďovej vody zo striech [22]

Akumulačné nádrže sa môžu umiestniť vonku pri budove ako podzemné, alebo vnútri budovy v podzemných priestoroch, aby bola voda chránená pred slnečných žiarením a mala nízku teplotu. Odporúča sa vybaviť miestnosť, kde je nádrž umiestnená, odvetraním pre redukciu zápachu a zníženiu vlhkosti v miestnosti. U nádrží budovaných mimo nehnuteľnosti musí byť akumulačná nádrž umiestená v nezámrznej hĺbke. [23]

V budove je voda vedená samostatnými rozvodmi k miestu čerpania. Základnými prvkami rozvodného systému vody sú domová vodáreň, filtračná jednotka, vodomer a záložný prívod pitnej vody pre pokrytie prípadného nedostatku vody dažďovej. Tento prívod je v akumulačnej nádrži umiestnený



Obrázok15: Príklad umiestnenia akumulačnej nádrže zrážkovej vody pod zem [23]

nad maximálnu hladinu dažďovej vody aby nedošlo k priamemu styku dažďovej a pitnej vody. Hlavná akumulačná nádrž je vybavená bezpečnostným prelivom

z nádrže, aby nedošlo k preplneniu a následnému výtoku z nádrže. Spôsoby využitia zrážkových vôd v dome závisia na ich množstve, akosti, spôsobe úpravy ai.

Jedná sa o tieto možnosti:

- využívanie väčšiny vody zo zrážok priamo na zelených strechách k zabezpečeniu evapotranspirácie, čiže k umožneniu výparu vody z rastlín
- využitie upravenej a hygienizovanej (dezinfikovanej) vody na splachovanie toaliet, pranie bielizne, zalievanie, čistenie domácich priestorov

3.4. Hospodárenie s odpadovou vodou

Obytné domy produkujú odpadové vody, ktoré je nutné pravidelne odstraňovať a likvidovať. Odpadové vody je možno likvidovať dvomi spôsobmi: centrálné v čistiarnach odpadných vôd alebo decentralizovane v mieste ich vzniku. Decentralizované zneškodňovanie odpadových vôd ponúka využitie a spracovanie odpadovej vody, ktorú možno spätne použiť na mieste, kde je produkovaná. Využitie vhodne upravených odpadových vôd je cieľom k dosiahnutiu ako zodpovedne hospodáriť s vodou.

3.4.1. Vlastnosti a zloženie odpadovej vody

Podľa EN 12056 sa odpadové vody z hygienických miestností delia na čierne a šedé vody. Čierne vody sú splaškové vody, ktoré obsahujú moč a fekálie. Sú nositeľmi živín a energie. Ak sú separované od ostatných odpadových vôd je ich možné vhodnou technológiou upraviť na prírodné hnojivo a ďalej využívať. Čierne vody sa ďalej delia na hnedé a žlté odpadové vody.

Šedé (sivé) vody sú splaškové vody neobsahujúce fekálie a moč. Sú produkované z umývadiel, vaní, sprích, drezov a pod. Šedú vodu je možné po úprave využívať ako

vodu úžitkovú, tzv. bielu vodu pre splachovanie záchodov, pisoárov a zalievanie záhrad.

Kolísanie hodnôt znečistenia je charakteristické pre šedé odpadové vody a vyplýva z rozdielneho životného štýlu. Najmenej sú znečistené vody zo sprch a umývania. Podľa zaťaženia sa táto voda delí na použiteľnú a podmiennečne použiteľnú. Použiteľná je z umývadiel, vaní a sprch a podmiennečne použiteľná z oblasti kuchyne a umývačky riadu.



Obrázok16: Delenie odpadových vôd z domácností^[24]

Podrobnejší predpis pre využitie šedej vody v Českej republike zatiaľ chýba a preto je možné využiť napríklad britskú normu BS 8525-1, kde sú uvedené vedľa technických požiadaviek i požiadavky na ukazovatele akosti úžitkovej vody.

Parametr	Aplikace postřikem	Aplikace bez postřiku		
	Tlakové mytí, zahradní postřikovač a mytí vozidel	Splachování WC	Zavlažování zahrad	Praní
Escherichia coli počet/100 ml	Nezjištěno	250	250	Nezjištěno
Střevní enterokoky počet/100 ml	Nezjištěno	100	100	Nezjištěno
Legionella pneumophila počet/100 ml	10	N/A	N/A	N/A
Koliformní bakterie ^{B)} počet/100 ml	10	1000	1000	10

Tabuľka5: Orientačné hodnoty pre bakteriologické monitorovanie prevádzky (bielej) vody podľa BS 8525 - 1

3.4.2. Nakladanie s odpadovou vodou

Základným prvkom pre využitie odpadovej vody pre domácnosti sú malé domové čistiarne odpadových vôd (ďalej len DČOV). Odporcovia DČOV uvádzajú ako nevýhodu problémy so zaistením prevádzky. V súčasnosti je navrhnutý nový systém kontrolovania čistiarní. MŽP (ministerstvo životného prostredia) vymenuje osoby, ktoré tieto kontroly vykonávajú. Každá DČOV má byť podľa tohto systému skontrolovaná minimálne jedenkrát za dva roky. Do budúcnosti sa uvažuje o tom, že by boli DČOV vybavené čidlami pre zber dát o prevádzke. Tieto dáta by boli posielané na ústredňu, vďaka čomu by bolo možné sledovať proces čistenia. Tým by sa eliminovala hlavná nevýhoda DČOV.^[11]

Na druhej strane majú DČOV veľa výhod. Medzi najväčšie patrí ekonomické hľadisko v prípade osamelostojacich nehnuteľností a taktiež ekologické hľadisko, čo sa týka recyklácie odpadovej vody a tým aj zníženie množstva vypúšťanej odpadovej vody do prostredia.^[11]

3.4.3. Úprava odpadovej vody

O systéme čistenia odpadových vôd rozhoduje množstvo produkovaných látok, stupne ich znečistenia a vypúšťania v čase. K dispozícii je celá rada produktov a riešení od nádrží na vyvážanie, cez prírodné spôsoby čistenia až po špičkovú technologickú zariadenia umožňujúce viacnásobné použitie odpadovej vody. Decentralizované spôsoby nakladania s odpadovými vodami v súčasnosti delíme na riešenie pomocou intenzívnych technológií, založených na použití výrobkov umožňujúcich intenzifikáciu procesov a na riešenie pomocou prírodných extenzívnych technológií. Často sa používajú kombinácie oboch spôsobov.

Riešenie pomocou intenzívnych technológií

Technológie čistenia tvoria dva spôsoby, prvý je založený na aeróbných a druhý na anaeróbných biologických procesoch. Aeróbne biologické procesy sa v súčasnosti požívajú najčastejšie, buď sa baktérie použité na biologické čistenie vznášajú vo forme vločiek, alebo sú usadené na nosiči. Popríklad sú na trhu dostupné zariadenia využívajúce kombinácie týchto technológií.

U domových čistiarní sa nedá zabrániť, aby do nich nebolo vyliate menšie množstvo dezinfekčných prostriedkov. Odstraňovanie tukov, ktoré prebieha v septikovej časti, kde je uskladnený kal, chráni čistiareň pred skolabovaním. V praxi sa dnes využívajú zariadenia na čistenie odpadových vôd, ktoré pracujú s intenzívnymi procesmi. ^[11]

Sú v nich vytvorené optimálne podmienky, vďaka ktorým dochádza k zvýšeniu koncentrácie mikroorganizmov schopných rozkladať biologické znečistenie. Tieto podmienky môžu byť aeróbne, prebiehajú s využitím oxidačných procesov, alebo anaeróbne, kedy k rozkladu organických látok dochádza anaeróbnymi procesmi.

Aeróbne procesy sú intenzívnejšie a spravidla sa s nimi dosahuje vyššia úroveň čistenia, naopak anaeróbne potrebujú väčšie objemy, ale majú menšiu potrebu energie a vyprodukujú menej kalu. Typov domových čistiarní je niekoľko. Líšia sa ako po stránke technologickej, tak i po stránke úžitkovej hodnoty. Každá technológia má svoje výhody i nevýhody. Z toho dôvodu je lepšie si pri rozhodovaní nechať poradiť a to aj preto, že výrobky určené na čistenie vôd musia prejsť tzv. certifikáciou. Cieľom certifikácie je hlavne ochrana spotrebiteľa a úspora času pri

Firma Sídlo P.O.Box 21, B-1050	
08	
EN 12566-3 Balená domovní čistírna odpadných vod pro čištění splaškových (domovních) odpadných vod	
–Referenční kód (číslo) výrobku: –Materiál:	
Účinnost čištění:	
Stupeň výkonnosti čištění při zkoušce zjištěném organic-kém denním zatížení BSK ₅ = 0,9 kg/d	BSK ₅ : 80 % CHSK: 80 % NL: 80 %
Kapacita čištění (jmenovitá hodnota):	
–Jmenovité organické denní zatížení (BSK ₅)	1,2 kg/d
–Jmenovitý denní průtok (Q _n)	3 m ³ /d
Vodotěsnost (zkouška vodou):	Vyhověla normě
Pevnost v tlaku :	Vyhověla normě
Trvanlivost:	Vyhověla normě

Obrázok 17: Príklad tzv. ES prehlásenia ^[11]

povoľovaní týchto objektov. Projektant aj zákazník si môžu vyžiadať od výrobcu tzv. ES prehlásenie (CE), čo je vlastne prehlásenie, že ČOV vyhovela po stránke stability a bezpečnosti. Bez tohto prehlásenia by dnes už nemala byť povolená žiadna ČOV využívajúca typový výrobok. ^[11]

Prírodné spôsoby čistenia odpadových vôd

Tieto spôsoby využívajú prírode blízke samočistiace procesy, ktoré prebiehajú v pôde, vo vode a v mokraďovom prostredí. Na čistiacom procese sa podieľajú vegetácia, pôda, vodné a mokraďové prostredie vytváraním vhodného filtračného, sedimentačného a sorpčného prostredia. Súčasne zaisťujú podmienky pre rozvoj mikroorganizmov, ktoré sa podieľajú na čistiacom procese. Rastliny využívajú nutrienty, predovšetkým dusík, fosfor a draslík k tvorbe biomasy. Pri čistení splaškových vôd decentralizovaných domov sa najčastejšie uplatňujú práve prírodné spôsoby čistenia.

Prednosťou prírodných spôsobov čistenia je priaznivé začlenenie čistiarenskeho zariadenia do životného prostredia, pomerne jednoduché technologické prevedenie, nižšie prevádzkové náklady, nízka spotreba energie, pomerne rýchlym zapracovaním a dobrom čistiacom účinku v krátkej dobe po zahájení prevádzky.

Slabým miestom je pomerne veľká náročnosť na plochu, nízka účinnosť pri odstraňovaní amoniakálneho dusíku v anaeróbnom filtračnom prostredí koreňových čistiarní. Problematika kyslíkového režimu a nitrifikácie amoniaku bola výskumne uspokojivo vyriešená zariadením druhej generácie. ^[25]



Obrázok 18: Malá vegetačná koreňová čistiareň ^[11]

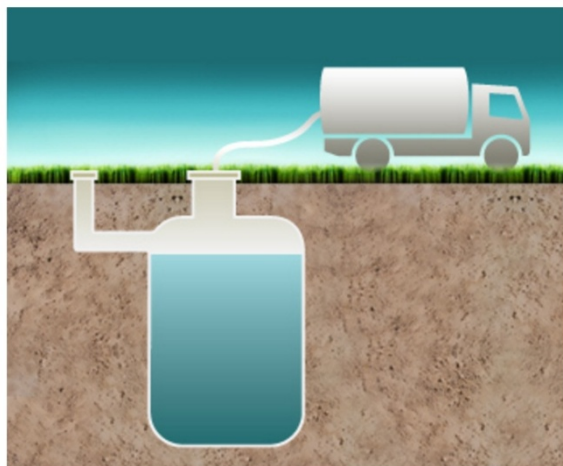
V Českej republike patria k najrozšírenejším prírodným spôsobom čistenia odpadných vôd koreňové čistiarne, pôdne (zemné) filtre, biologické nádrže, predovšetkým dočistovacie biologické nádrže, v malom rozsahu sa vyčistená voda

využíva na závlahy. Z celosvetového hľadiska jednoznačne prevláda závlaha čistenými odpadnými vodami.^[11]

3.5. Zachytávanie splaškových vôd

3.5.1. Žumpy

Žumpa je podzemná bezodtoková vodotesná nádrž, ktorá sa používa k akumulácii splaškových vôd. Podľa ČSN 75 6081 – Žumpy sa tieto nádrže budujú výhradne tam, kde sa nedá splaškové odpadové vody alebo odpadové vody s toxickými látkami odvádzať do stokovej siete s centrálnou čistiarňou odpadových vôd, alebo kde tieto odpadové vody nemôžu byť z ekonomických alebo iných dôvodov čistené v samostatnej malej čistiarni odpadových vôd, v samostatnej čistiarni priemyselných odpadových vôd alebo zneškodňované iným spôsobom.

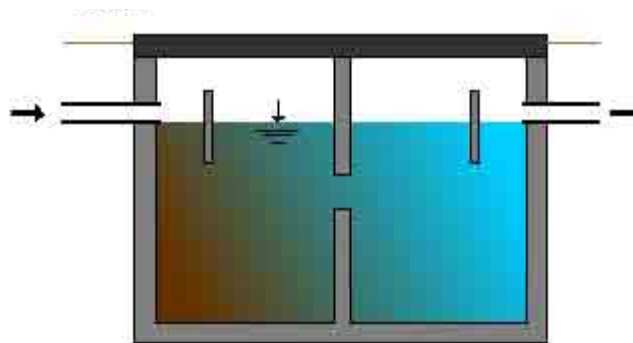


Obrázok19: Schéma žumpy^[26]

Do žumpy sa nesmú privádzať žiadne iné vody okrem odpadových. Všetky privedené a akumulované odpadové vody musia byť zo žumpy vyvezené a hygienicky nezávadne zneškodnené. Podľa zákona 254/2001 Sb. – Zákon o vodách a o zmene niektorých zákonov (vodný zákon) je nutné doklady o likvidácii odpadových vôd zo žump uchovávať minimálne po dobu 3 rokov a je povinnosť predložiť ich na vyžiadanie vodoprávneho úradu.

3.5.2. Septiky

Septik je objekt, ktorý slúži väčšinou k mechanickému predčisteniu komunálnych odpadových vôd. Jedná sa o prietokovú nádrž (prítok, odtok), ktorá je rozdelená na dve alebo tri komory. Preto je primárne využívaný na zachytenie nerozpustných látok (NL). Zachytením NL a prípadnými aeróbnymi procesmi dôjde k zníženiu organického zaťaženia (BSK_5 a CHSK). Uvažuje sa, že sa zníži hodnota znečistenia okolo 30% (hodnota závisí na dobe zdržania). Septiky sa zvyčajne používajú ako predstupeň pred ďalším stupňom čistenia – napr. zemný filter, vegetačná ČOV a pod. Dôležitý, z hľadiska funkcie, je dostatočný objem septiku. Orientačne to je $0,6 \text{ m}^3/\text{obyvateľa}$. Nevýhodou septikov je väčší objem než DČOV a tak sú aj náklady na obstaranie vyššie. Septiky majú nižší čistiaci účinok a tak by sa mali používať predovšetkým tam, kde je nerovnomerná prevádzka.



Obrázok20: Septik^[27]

Prírodné spôsoby čistenia vyžadujú kvalitné mechanické predčistenie, ktoré je schopné zachytiť nerozpustené látky. Toho sa dá doceliť doplnením klasických septikov o vložený sieťový filter na zachytenie hrubších nečistôt s jednoduchým mechanickým drtičom, lapákom tuku a systémom prepážok zachycujúcich plávajúci kal.^[11]

Výpočet veľkosti septiku:

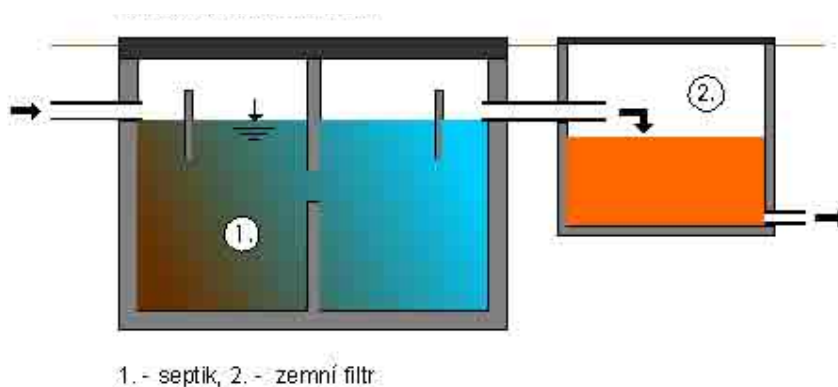
$$V = a * n * q * t \text{ [m}^3\text{]} \quad (3.3)$$

Kde a je súčiniteľ vyjadrujúci kalový priestor (1,5), n počet obyvateľov, q špecifická spotreba vody, t doba zdržania (3-5 dní).

3.5.3. Zemný filter

Pieskový alebo iný filter sa zvyčajne umiestňuje za septik k dočisteniu vďaka čomu sa podstatne zvýši účinnosť čistenia. Funkcia zemného filtru je založená na súčasne prebiehajúcich procesoch biochemických a fyzikálne-chemických.^[28] Sú to zariadenia, ktoré patria do skupiny prírodných spôsobov čistenia vôd rovnako ako koreňové čistiarene odpadových vôd a biologické nádrže. Podľa usporiadania sa delia na filtre s prúdením vertikálnym, horizontálnym a radiálnym, s vegetáciou a bez vegetácie.

Môžu byť použité pre čistenie predčistenej odpadovej vody v septiku (návrh v súlade s ČSN 75 6402) alebo po mechanicko-biologickom čistení (domová čiastiareň odpadových vôd). Zemný filter sa skladá z hornej rozvážacej drenáže, filtračného lôžka a dolnej zbernej drenáže. Objekt zemného filtru je oddelený od okolitého terénu vodotesnou fóliou.



Obrázok21: Septik so zemným filtrom ^[27]

Medzi výhody zemných filtrov patrí ekologický charakter zariadenia, možnosti priaznivého začlenenia do životného prostredia, jednoduché technické prevedenie, pomerne nízke investičné a prevádzkové náklady, minimálna potreba energie, možnosti nárazového preťaženia a pod. Medzi nevýhody patrí možnosť zanesenia nátokovej časti filtru, nižší účinok pri odstraňovaní amoniaku, pomerne veľká plošná náročnosť. ^[11]

4. Domové čistiarne odpadových vôd

Domových čistiarní odpadných vôd (ďalej len DČOV) je niekoľko druhov, ktoré sa od seba líšia po technologickej stránke a stránke úžitkovej hodnoty. Najčastejším spôsobom čistenia je biologický proces, ktorý prebieha v biologickej časti. V tomto priestore dochádza vplyvom pôsobenia organizmov a ich enzýmov k rozkladaniu organických látok. Čím viac mikroorganizmov pripadá na redukciu jednotky znečistenia, tým bude voda lepšie vyčistená. ^[11] Podľa toho, či je vo vode prítomný kyslík (rozpustený zo vzduchu), sa procesy delia na aeróbne a anaeróbne. Ďalej sa delia podľa toho, či sú mikroorganizmy prevažne vo vznose, vtedy sa jedná o aktivačný proces alebo sú prisadnuté na nosiči, biofilmové procesy (biofiltre, biodisky, nosiče biomasy). Keďže sú DČOV brané ako vodné diela je nutné vybaviť stavebné povolenie, územné rozhodnutie a povolenie k nakladaniu s vodami. Ak sa jedná o DČOV s označením CE nie je nutné stavebné povolenie ale stačí len ohlásenie vodoprávnemu úradu.

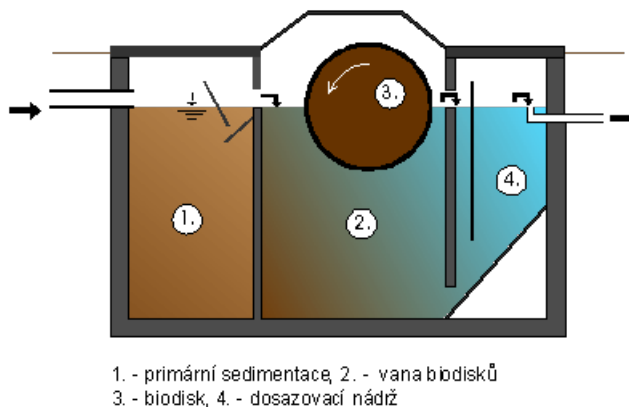
4.1. Anaeróbne čistiarne odpadových vôd

Tento typ čistiarní sa odporúča používať tam, kde nie sú objekty trvalo obývané alebo ako predčistenie pred vegetačné čistiarne odpadných vôd. Jedná sa o jeden z najstarších spôsobov čistenia, pretože predstaviteľ tohto spôsobu čistenia je septik. Intenzívny výskum a intenzifikácia procesov priniesla tomuto spôsobu čistenia nový rozvoj. Nízka potreba energie, schopnosť čistenia i bez napojenia na energiu, nízka produkcia kalu patrí medzi veľké výhody anaeróbných ČOV. Nevýhodou je potreba väčších objemov a dosahovanie nízkych odtokových parametrov. Nízka schopnosť odstrániť nutrienty a vysporiadať sa s amoniakálnym dusíkom patrí k ďalším nevýhodám. Takmer vždy sa preto navrhuje ďalší čistiaci stupeň – zemný filter v prípade malých, nepravidelne užívaných zdrojov alebo s aeróbnym dočistením. ^[11]

4.2. Aeróbne čistiarene odpadových vôd

4.2.1. Biodiskové DČOV

Základom tohto druhu ČOV sú disky, ktoré sú osadené na ose tvoriace rotor. Tieto disky sa otáčajú a brodia v čistenej vode. Princíp čistenia spočíva v mikroorganizmoch prisadnutých na biodiskoch. Kyslík sa do vody dostane len minimálne, a tak je vo vode len malé množstvo vložiek vo vznose.

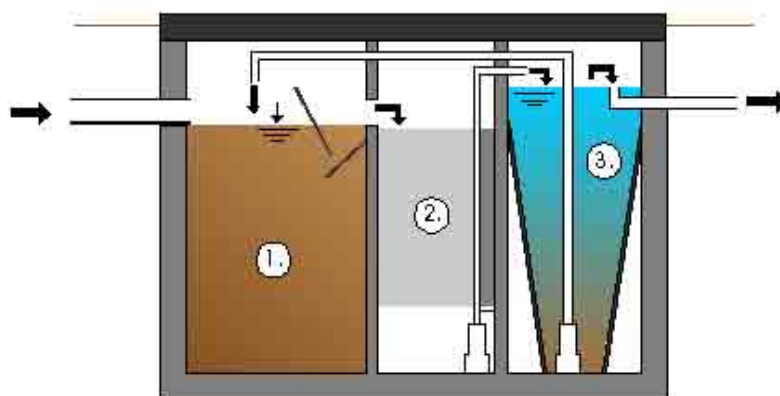


Obrázok22: Domová čistiareň s biodiskom [27]

V minulosti sa táto technológia často využívala, predovšetkým pre svoju jednoduchosť prevádzky a nízku spotrebu elektrickej energie. V súčasnosti v ČR je neprávom považovaná za problematickú. Tento názor pochádza z nevhodného použitia tejto technológie na lokalitách s vyšším zaťažením, tj. s hodnotami BSK₅ nad 400mg/l. Výhodné použitie je aj dnes vhodné tam, kde je voda veľmi málo znečistená, napr. pri hodnotách do 100 mg/l. Na odtoku je potom možné dosiahnuť hodnoty aj pod 10 mg/l a je plne funkčná, narozdiel od inej technológie napr. aktivácie, kedy by táto technológia pracovala s problémami, ak vôbec. Technológia biodiskových ČOV je dnes nahradzovaná kombináciou aktivácie a nárostových kultúr, alebo samostatnou aktiváciou a to predovšetkým z cenových dôvodov. [11]

4.2.2. DČOV s biofiltrami

Princípom čistenia odpadovej vody sú mikroorganizmy, ktoré sú prisadnuté na pevnom poklade, bionosiči, na ktorý sa kropiacim zariadením rozstrekuje odpadová voda. Biologický filter je zložený z roštového dna a náplne, ktorá môže byť plastová alebo klasická z prírodného kameňa. Vzduch, ktorý je privádzaný prirodzeným prúdením roštovým dnom zabezpečuje biologický proces, ktorý je základnou podmienkou pre dobrú funkciu biofiltru. Technológia DČOV s biofiltrami sa skladá z mechanického predčistenia - usadzovacej nádrže, biofiltra a dosadzovacej nádrže. Kultúra mikroorganizmov, ktorá sa po určitom čase vytvorí na povrchu náplne biofiltru, rozkladá prítomné organické látky v odpadovej vode. Na voľbe náplne a objemu závisí účinnosť procesu. Vhodne nadimenzovaný biofilter dosahuje účinnosť 80-90 % BSK₅. V ČR sa táto technológia vyskytuje ale veľmi sa nepoužíva z dôvodu dostupnosti lacnejších a menej náročných technológií. [28]



1. - primární sedimentace, 2. - biologický filter
3. - dosazovací nádrž

Obrázok23: Domová čistiareň s biofiltrom [27]

4.2.3. DČOV s aktivačnou nádržou

Spôsob čistenia odpadovej vody pomocou aktivácie je založený na mikroorganizmoch, ktoré sú udržiavané vo vznose v aktivačnej nádrži pomocou prevzdušňovacieho zariadenia. Je to najbežnejší spôsob čistenia. Zostava základného usporiadania aktivácie pozostáva z aerovanej nádrže, tj. reaktoru, kde

dochádza k procesu čistenia odpadovej vody za súčasnej produkcie aktivovaného kalu. Odtiaľ odteká zmes vyčistenej odpadovej vody a kalu do separačnej nádrže (dosadzovacej), v ktorej sa oddelia obe zložky pomocou sedimentácie. Vyčistená odpadová voda je vypúšťaná do recipienta alebo na ďalší stupeň čistenia, pričom zahustený aktivovaný kal z dosadzovacej nádrže je späť vrátený do aktivačnej nádrže. Tým je udržiavaná prevádzková koncentrácia aktivovaného kalu v nádrži (2-5 kg/m³).^[28] Prevádzkovaním, tj. priebežné privádzanie kyslíka, sa v aktivácii vytvoria aeróbne podmienky. Najviac používaným spôsobom je jemno bublinková aerácia. Vďaka aerácií je nádrž miešaná a tým dochádza k dokonalému kontaktu aktivovaného kalu a odpadovej vody. Základnými parametrami sú zaťaženie kalu, vek kalu, doba zdržania, spotreba kyslíku a kalový index. Tieto parametre spolu súvisia a zmena jedného vyvolá vo väčšine prípadov zmenu ostatných.^[27]

$$B_x = (Q \cdot S) / V \cdot X \text{ [kg/(kg.d)]} \quad (4.1)$$

Kde Q je prítok odpadovej vody [m³/d], S koncentrácia odpadovej vody vyjadrená parametrom BSK5 [kg/m³], V objem aktivačnej nádrže [m³], X prevádzková koncentrácia kalu [kg/m³].

Na základe veľkosti parametru B_x je možné rozlíšiť základné delenie aktivácie:

Typ aktivácie	Vek kalu [d]	Zaťaženie kalu B _x [kg/(kg.d)]	Doba zdržania [h]	Účinnosť čistenia na BSK5 [%]
Nízko zaťažená	> 25	0,05 - 0,1	24 - 72	90 - 98
Stredne zaťažená	3 - 15	0,2 - 0,5	4 - 12	80 - 90
Vysoko zaťažená	< 3	> 1,0	1 - 2	70 - 80

Tabuľka 6: Parametre aktivácie^[28]

Doposiaľ známe aktivačné čistiare odpadových vôd s kalom vo vzhľadom môžeme deliť na systémy s kontinuálnym, diskontinuálnym prietokom a systém TOPAS.^[27]

Systémy s kontinuálnym prietokom

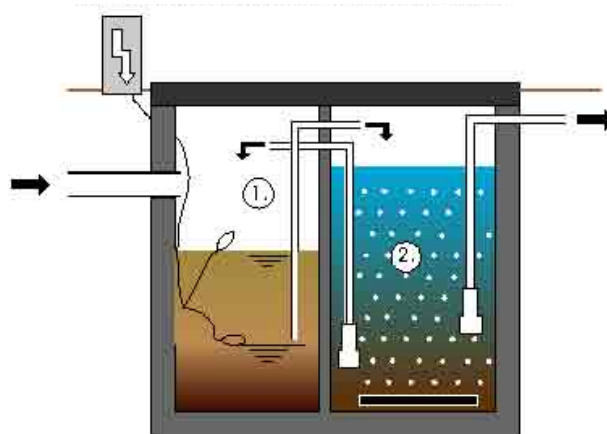
Tieto systémy väčšinou obsahujú nádrž primárnej sedimentácie, kde dochádza k zachyteniu hrubých nečistôt a odkiaľ je predčistená odpadová voda odvedená do

samostatnej aktivačnej nádrže s jemno bublinkovým prevzdušňovacím systémom. Z aktivačnej nádrže zmes vyčistenej odpadovej vody s kalom odteká do dosadzovacej nádrže, kde kal klesá do kónického dna a vyčistená voda bez kalu stúpa k prepadu do odtoku. Pomocou vzduchovej pumpy (mamutky) je kal väčšinou trvalo vrátený do aktivačnej nádrže.

Zvyčajne vyžadujú obsluhu používané malé aktivačné čistiarene s kontinuálnym prietokom vzhľadom na zvyšujúcu sa hustotu aktivovaného kalu, ktorá nastáva v procese odbúravania organického znečistenia. Parametre čistenia sa zhoršujú pri nedodržaní predpísaných úkonov. Niektoré typy malých ČOV pracujú s väčšími nádržami a s väčšou hustotou kalu, čím odpadá obsluha, ale kal je nutné odvážať k likvidácii na čistiareň odpadových vôd minimálne jeden krát za rok. [27]

Systemy s diskontinuálnym prietokom

U týchto systémov sú odpadové vody privádzané do vyrovnávacej nádrže a z nej postupne prečerpávané do aktivačnej nádrže. Aktivačný proces sa preruší po vyčistení vody, tj. zastaví sa prevzdušňovanie a prípadné premiešavanie vody v aktivačnej nádrži a po usadení kalu možno prečerpať už vyčistenú vodu. Potom sa opäť spustí napúšťanie aktivačnej nádrže a opísaný cyklus sa opakuje. V porovnaní s kontinuálnym čistením odpadá dosadzovacia nádrž. Tento systém zvyčajne vyžaduje aspoň minimálne elektronické zariadenie na udržanie jednotlivých fáz čistiaceho procesu. [29]

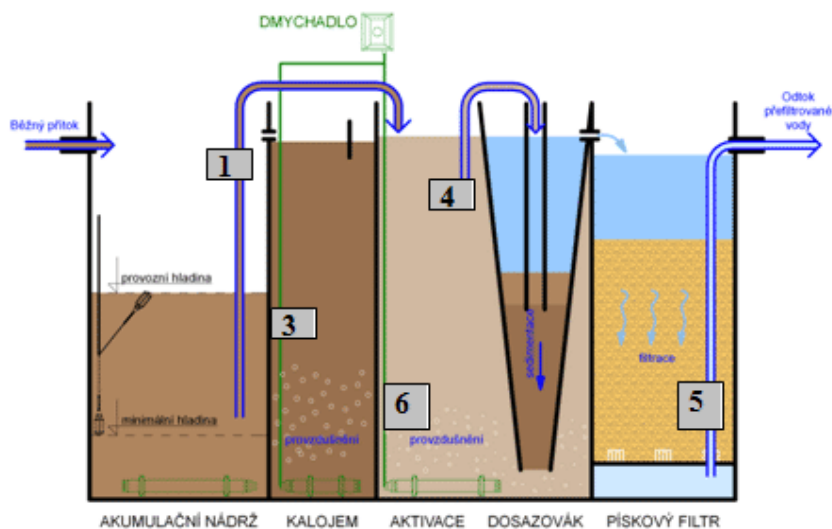


1. - primárni sedimentace, 2. - aktivační nádrž

Obrázok24: Domová čistiareň s diskontinuálnym prietokom [27]

Systém TOPAS

Tieto typy čistiarní sú určené k čisteniu všetkých znečistených odpadných vôd produkovaných v domácnostiach. Systém riešenia spočíva v maximálnom dôraze na automatickú prevádzku a minimalizácie nárokov na obsluhu.



Obrázok25: Schéma čistiarne TOPAS v prietokovej fáze ^[30]

Obsluha pozostáva iba z dozoru nad automatickým odčerpaním kalu z vyrovnávacej nádrže 1 krát za pol roka a z akustickej alebo vizuálnej kontroly správnych funkcií čistiarne. Výhodou systému je flexibilita pri premenlivom zaťažení. Dočasným nedostatkom prítoku odpadových vôd sa častým prepínaním chodu čistiarne dopĺňajú živiny do aktivačnej nádrže vyrovnávacej komory, kde dochádza k ich uvoľňovaniu zo zmesi primárneho a prebytočného kalu. Regulácia výkonu čistiarne podľa zaťaženia je automaticky regulovaná časovačom chodu umiestneným v objekte. Technologický postup čistenia systému TOPAS tkvie v prítoku surovej odpadovej vody do vyrovnávacej nádrže. Táto nádrž súčasne slúži k primárnej sedimentácii a skladovaniu prebytočného kalu. Rozdiel oproti iným systémom spočíva vo vyrovnávacej funkcii tejto nádrže. Tu sú akumulované nárazové prítoky odpadovej vody z domácnosti v kritických časoch a postupne sú mamutkou surovej vody po zachytení hrubých nečistôt prečerpávané do aktivačnej nádrže, kde dochádza k biologickému čisteniu aktivovaným kalom vo vznášaní. Zmes vyčistenej vody a aktivovaného kalu následne nateká pri dne do kónickej

dosadzovacej nádrže. Tu kal zostávajúci pri dne prepadá späť do aktivačnej komory a vyčistená voda stúpa k hladine, kde následne odteká z čistiarne. Tento typ čistiarne je charakterizovaný samoreguláciou všetkých čistiacich procesov od automatického odkalovania aktivačnej nádrže až po samoreguláciu výšky hladiny v akumulačnej nádrži. To všetko bez nárokov na prítomnosť elektronických riadiacich systémov. Z uvedených dôvodov, ako aj z hľadiska naplnenia prísnych ekologických, hygienických, priestorových, cenových kritérií a z hľadiska mimoriadneho užívateľského pohodlia pri jeho prevádzke, spĺňa všetky požiadavky kladené na domové čistiarne odpadových vôd. ^[27]

5. Koreňové čistiarne odpadových vôd

5.1. Mokrade

Pod pojmom mokraď si môžeme predstaviť neustále, či len po určité obdobie zatopené územie alebo územie s pôdou, ktorá je ustavične nasýtená podzemnou vodou. Jedná sa o územia, ktoré tvoria akýsi prechod medzi suchozemskými a vodnými ekosystémami, napríklad bažiny, tône, rašeliniská, slatiniská, lužné lúky a lesy. ^[31]

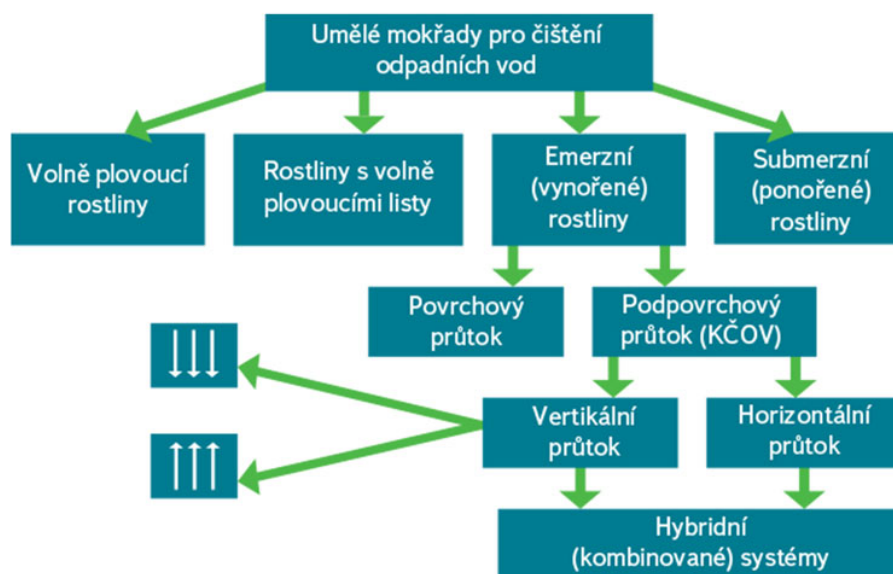
5.1.1. Prirodzené mokrade

Sú už viac ako sto rokov využívané pre čistenie odpadových vôd. Vo veľa prípadoch však išlo len o vypúšťanie ako o čistenie. Hlavným dôvodom bol fakt, že mokrade boli až do 60. rokov minulého storočia pokladané za bezcenné biotopy. Nekonrolované vypúšťanie odpadových vôd zapríčinilo vo viacerých prípadoch nenávratné zničenie celej rady mokraďov. V posledných desaťročiach vďaka intenzívnemu štúdiu mokraďových systémov nastal výrazný obrat v chápaní významu role mokraďov v prírode a nekonrolované vypúšťanie odpadových vôd do prirodzených mokraďov sa v civilizovaných krajinách znížilo na minimum. ^[32]

5.1.2. Umelé mokrade

Systémy umelých mokraďov sú navrhované a stavané tak, aby pri čistení odpadových vôd boli využívané procesy, ktoré prebiehajú v prirodzených mokraďoch. Prvé pokusy čistenia vody s využitím schopností mokraďov boli vykonané v 50. rokoch minulého storočia v Nemecku. Od tej doby boli realizované stavby koreňových čistiarní.

Rozdelenie umelých mokraďov (UM) pre čistenie odpadových vôd je znázornené na obr. 26. Najbežnejšie delenie UM je možné vykonať na základe typu použitých rastlín. Umelé mokrade, ktoré využívajú emerznú (tj. vynorenú) vegetáciu, je možné ďalej rozdeliť podľa prietoku odpadovej vody (podpovrchový a povrchový prietok). UM s podpovrchovým prietokom, tzv. koreňové čistiarne, je možné ďalej rozdeliť podľa smeru prietoku na vertikálny a horizontálny.

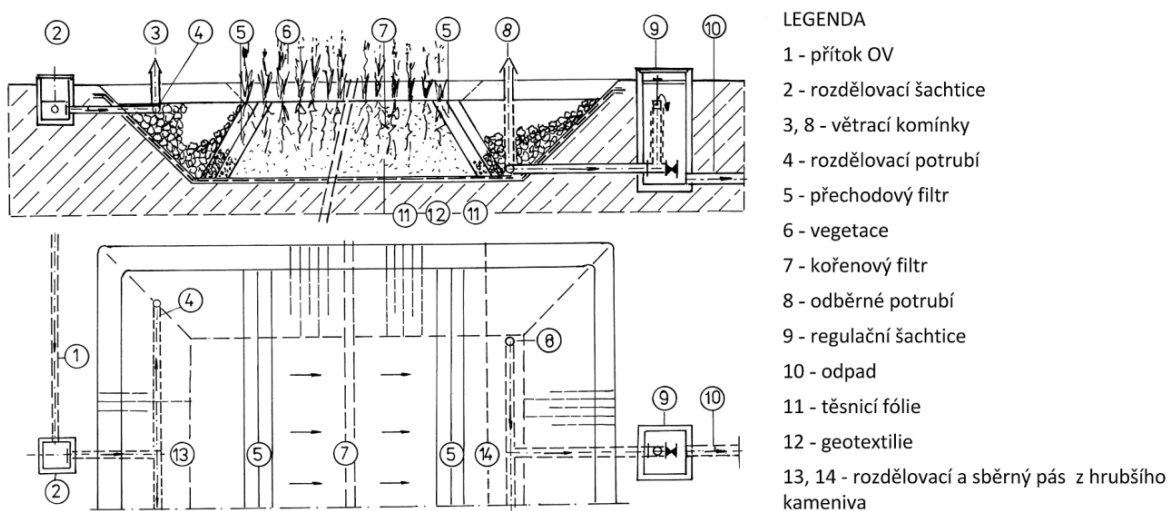


Obrázok26: Základné rozdelenie koreňových čistiarní OV ^[33]

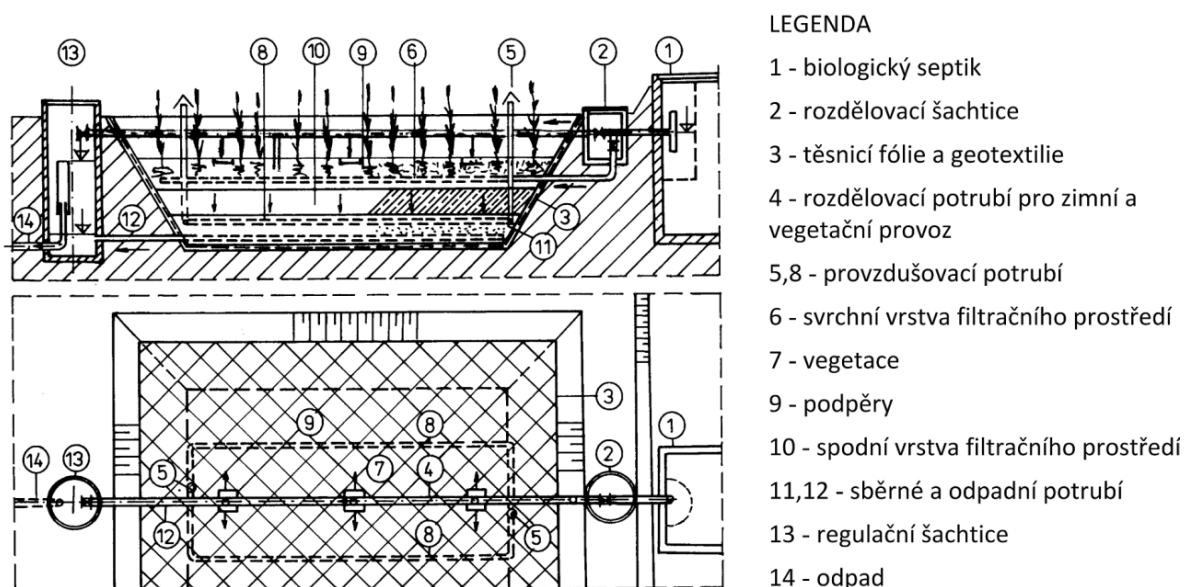
5.2. Vegetačné koreňové čistiarne

Patria medzi prírodné technológie čistenia odpadových vôd. Sú to umelo budované zemné filtre vysadené mokraďovou vegetáciou s definovaným filtračným prostredím, tzv. koreňovým filtrom. Najčastejšia vegetácia je trst obýčajná, lesknica

kanárska a orobinec. Základným princípom tohto spôsobu čistenia odpadovej vody je prietok substrátom, ktorý je vysadený mokraďovou vegetáciou. Aby nedochádzalo k upchávaniu substrátu a následnému povrchovému odtoku, musí byť dostatočne priepustný. Pri priechode odpadovej vody substrátom dochádza k čisteniu, ktoré sa uskutočňuje komplexom chemických, fyzikálnych a biologických procesov.^[11] U VKČ môže voda prúdiť filtrom horizontálne alebo vertikálne. Jednotlivé varianty sú znázornené na nasledujúcich obrázkoch.



Obrázok27: Rez koreňovým filtrom s horizontálnym prúdením a odtokovou regulačnou šachticou ^[11]



Obrázok28: Rez filtrom s mokraďovou koreňovou vegetáciou a vertikálnym prúdením ^[11]

5.2.1. Princíp čistenia odpadovej vody vo VKČ

Ako vyplýva z charakteru koreňovej čistiarne je vhodným riešením biologického čistenia odpadových vôd, predovšetkým pri prerušovanej prevádzke zdroja odpadových vôd, pri veľkom kolísaní koncentrácie a množstva odpadových vôd a pri prítoku zriedených odpadových vôd, napr. z jednotnej kanalizácie.^[11] Pomocou fyzikálnych procesov filtrácie a sedimentácie sú odstraňované nerozpustené látky, organické látky sú odstraňované prevažne mikrobiálnou aeróbnou i anaeróbnou respiráciou. Koloidné častice môžu byť odstraňované z odpadovej vody vďaka filtrácií, sedimentácií alebo adsorpciou.

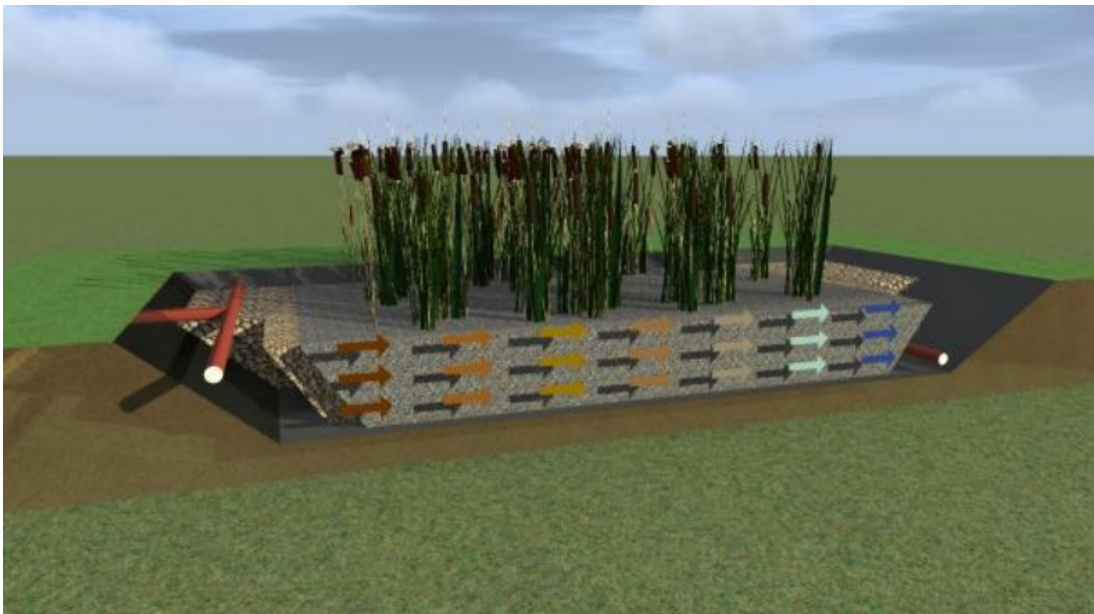
V určitom množstve dochádza k odstraňovaniu dusíku za pomoci amonifikácie, nitrifikácie a denitrifikácie. Fosfor je vo VKČ odstraňovaný predovšetkým adsorpciou a zrážaním vo filtračnom lôží, prípadne absorpciou rastlinami a následným zberom nadzemnej biomasy. Materiály, ktoré sú bežne využívané pre filtráciu však majú veľmi malú sorpčnú kapacitu, a preto je odstraňovanie fosforu v koreňových čistiarniach pomerne nízke. Pre splaškové vody väčšinou nepresahuje 50%.^[32]

Zo súhrnov zisťovaných dlhodobých účinností VKČ v Českej republike vyplýva, že VKČ sú veľmi efektívne pri odstraňovaní organických a nerozpustených látok.^[34]

VKČ s koreňovými filtrami s horizontálnym podpovrchovým prúdením, tj. trvalo naplnené filtre, nie sú moc efektívne pri odstraňovaní amoniaku, z dôvodu nedostatku kyslíku vo filtračnom lôží, a fosforu. Keďže bežne používané kamenivo má malú sorpčnú schopnosť zrážať a sorbovať fosfor je možné použiť materiály so zvýšenou sorbčnou schopnosťou a tým výrazne zlepšiť elimináciu fosforu. V takomto prípade je ale nutné navrhnuť systém tak, aby bolo možné jednoducho vymieňať tento materiál, napr. využitie gabiónov alebo vriec. Vplyv vegetácie na priebeh čistiacich procesov, vrátane odberu živín, závisí na druhu a zdravotnom stave porastu, jeho hustote a zapojení, charaktere rozvoja biomasy, rastovej fázy – aktuálna časť ročného obdobia.^[35]

5.2.2. VKČ s horizontálnym prúdením

Smer prúdenia odpadovej vody je horizontálny. Samostatný filter nie je možné použiť ako jediné čistiace jednotku, vždy musí byť voda mechanicky predčistená, aby nedochádzalo ku kolmatácií filtra. Pri správnom návrhu mechanického stupňa nemôže prísť k upchaniu filtra, postupné usadzovanie na povrchu je vždy spôsobené vyplavovaním nerozpustených látok z predchádzajúceho, mechanického stupňa čistenia. Horizontálne filtre trpia nedostatočnou účinnosťou odstránenia amoniakálneho dusíku. Často sa na odtoku vytvára na výusti šedo-biely povlak, ktorý je charakteristický pre silne anaeróbne prostredie, v ktorom sa produkuje rozkladom organickej hmoty sírovodík. Ten sa zráža v šachticiach a v odtokovom potrubí. ^[11]

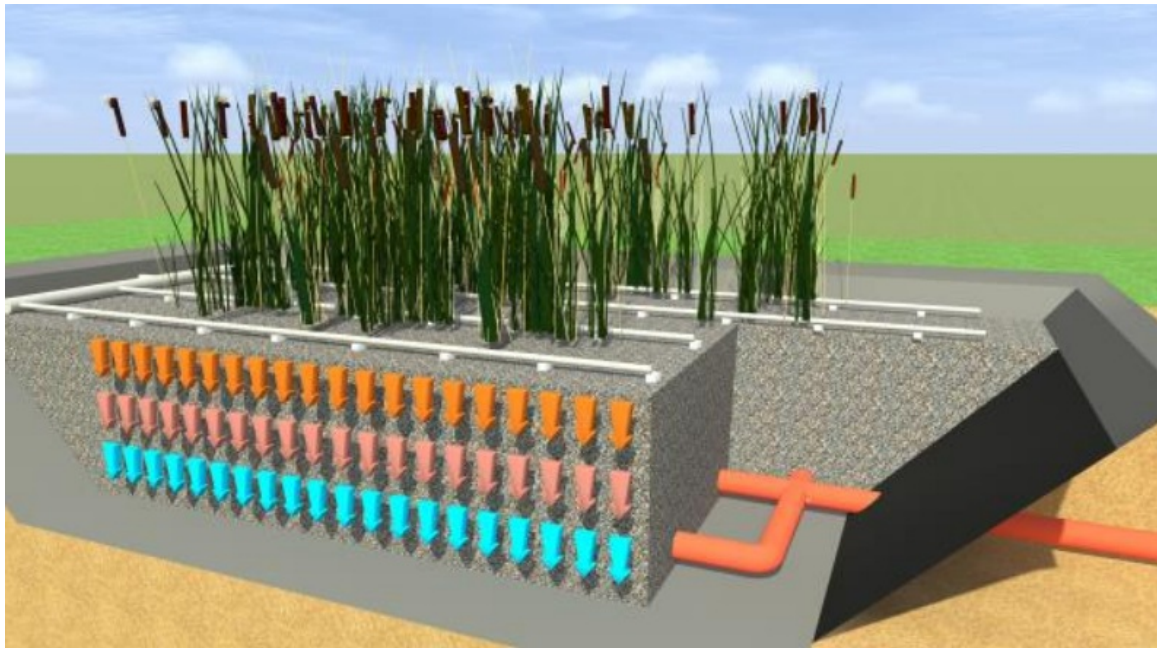


Obrázok 29: Schéma horizontálneho filtra ^[36]

5.2.3. VKČ s vertikálnym prúdením

Ako je naznačené na obrázku č. 30, tento filter funguje na princípe pretekania odpadovej vody vo vertikálnom smere zhora nadol. Samotný filter je rovnako

hlboký ako horizontálny, avšak líši sa zrnitosťou filtračného materiálu, ktorý je u vertikálneho filtra jemnejší. Predovšetkým je odlišný usporiadaním rozdeľovacieho potrubia spoločne s predradeným zariadením, ktoré umožňuje nepravidelné napúšťanie filtra. Vo VKČ s vertikálnym prúdením prevláda aeróbnе prostredie, ktoré zaisťuje aj odstránenie amoniakálneho dusíku.



Obrázok 30: Schéma vertikálneho filtra ^[36]

Dimenzovanie vertikálneho filtra vychádza zo skúseností a noriem v Rakúsku. Po viac ako 10 rokoch prevádzky nie je ani náznak kolmatačných procesov, nevyskytuje sa zápach z filtrov a súčasne sa odtokové znečistenie pohybuje veľmi blízko nulovým hodnotám ($N-NH_4^+ < 1,0 \text{ mg/l}$). Návrh veľkosti filtračného poľa vychádza z koncentrácie znečistenia $CHSK_{Cr}$. ČSN 75 6402 uvádza plošné zaťaženie filtra $U_{CHSK} = 15 - 20 \text{ g}_{CHSK}/m^2/\text{deň}$, ktoré priteká na vertikálny filter. Výsledkom výpočtu je teda denné zaťaženie $CHSK_{Cr}$ pritekajúce z mechanického stupňa čistenia, odstránenie $CHSK_{Cr}$ filtrom. Následne je treba na známu veľkosť filtra navrhnuť rozdeľovacie potrubie, ktorým priteká maximálne 5 - 10 dávok za deň. Hydraulické zaťaženie by nemalo presiahnuť maximálnu hodnotu $h_v = 125 - 150 \text{ mm}/\text{deň}$. Výhodou vertikálne pretekaných filtrov je odolnosť voči silne rozkolísaným prietokom. Spoľahlivo vyčistia pri rozrastenej vegetácií i víkendovo prevádzkované objekty.^[11]

Název vrstvy	Materiál	Výška (mm)
Svrchní vrstva	Praný říční štěrk 4/8 mm	50 – 100
Hlavní filtrační vrstva	Drcený štěrk 2/4 mm*	500 – 600
Přechodový filtr	Drcený štěrk 4/8 mm	50 – 100
Drenážní vrstva	Drcený štěrk 8/16 mm	200
Kompenzační vrstva**	Písek	0 – 50
Těsnění	Hydroizolace PVC 1,5 mm krytá oboustranně geotextilií 500 g/m ²	-
Pískový podsyp**	Písek	0 – 50

* je možná aplikace frakce 1/4, 1/5, 2/5 podle možností nejbližšího lomu

** (vhodné, ale není bezpodmínečně nutné)

Tabuľka 7: Zloženie vrstiev u vertikálneho filtra s vegetáciou ^[36]

Výškový profil vertikálneho filtra je rozdelený na niekoľko vrstiev, pričom na povrchu filtračného materiálu je umiestnené rozdeľovacie potrubie a pri dne filtra je zberné drenážne potrubie. Častý a doporučený tvar vertikálneho filtra je obdĺžnikový s dlhším rozmerom v smere rozvodného potrubia.

5.3. Usporiadanie VKČ

5.3.1. Predčistenie

Nerozpustné látky, ktoré by mohli upchať filtračné lôže, sú odstraňované na stupni predčistenia. Na začiatku systému je preto zaradené mechanické predčistenie. V prípade nedokonalého predčistenia sa dostatočne neodstránia nerozpustné látky, ktoré môžu následne upchať filtračné lôže. Pre domové čistiarne odpadových vôd je možné použiť septik alebo usadzovaciu nádrž. ^[32]

5.3.2. Filtračné lože

Rozhodujúcim činiteľom výsledného čistiaceho účinku je substrát filtračného lôže. Porézne filtračné prostredie musí byť dostatočne priepustné, prietočné, schopné zachytiť fosfor a tiež umožniť rast mokraďových rastlín. Filtračné lôže je väčšinou 60 až 80 cm hlboké v závislosti na hĺbke zakorenenia vybraných druhov mokraďových rastlín. Najvhodnejším materiálom sú riečne štrkopiesky s oválnymi zrnami, prevážne kremičitého pôvodu, drvené lomové kamenivo. V súčasnej dobe sa pre filtračné lôže využívajú hrubozrnné materiály, napr. štrk, drvené kamenivo, so zrnitosťou min. 4-8, resp. 8-16 mm. Je výhodné používať iba jednu frakciu, pretože pri použití viacej frakcií môže prísť k ich nedokonalému premieseniu a môžu sa neskôr začať vytvárať skratové prúdy vo filtračnom lôži. Rozvodné a zberné zóny sú vyplnené hrubým kamenivom (50 - 200 mm), aby sa odpadová voda rozviedla po celom profile nátokovej hrany. Filtračné lôže je oddelené od podlažia nepriepustnou vrstvou, najčastejšie plastovou fóliou (PVC, PE), aby nedochádzalo k nekontrolovateľným priesakom do podlažia a následnému znehodnoteniu podzemných vôd.^[32] Odpadové vody sú na filtračné pole distribuované pomocou plastových potrubí (PVC, PE, ai.) DN110 až DN150 a odvádzaná zberným potrubím rovnakých profilov. Potrubia nie sú ukladané do nezámrznej hĺbky kvôli požiadavkam na výškové usporiadanie čistiarene vo vzťahu k prítoku a zaústeniu odtoku. Rozdeľovacie potrubie má za úlohu rovnomerne rozdeliť mechanicky predčistenú odpadovú vodu po celej šírke vtokovej časti filtra. Veľmi dôležité je pravidelné čistenie rozdeľovacieho potrubia a výtokových otvorov.

5.3.3. Vegetačné koreňové pole

Nadzemnú časť rastlín vytvára mikroklímu, púta živiny, zaistuje transpiráciu a plní estetickú funkciu. Časť rastlín ponorených vo vode znižuje erózný účinok prúdiacej vody, plní filtračnú funkciu, zvyšuje sedimentačný účinok, odoberá živiny z vodného prostredia. Podpovrchová časť mokraďových rastlín zvyšuje predovšetkým bakteriálne oživenie v okolí koreňov, púta na biomasu časť

rastlinných živín, zvyšuje prísun kyslíku do koreňovej zóny, znižuje množstvo mikroorganizmov, korene stabilizujú povrch filtra a pod. Rastliny sa tiež podieľajú na bakteriálnom oživení a odbere časti živín, predovšetkým fosforu a dusíku. ^[37]

5.3.4. Kalové hospodárstvo

Klasický spôsob nakladania s kalom je jeho odčerpanie a vývoz na ČOV. Efektívnejšie, modernejšie a prírodné spôsoby sú v mieste produkcie a čistenia odpadovej vody. Princíp spočíva v odvodnení kalu, čím dôjde k zmenšeniu jeho objemu, a následnej stabilizácii. Stabilizovaný kal sa využíva ku kompostovaniu v záhradníctve. Prírodné spôsoby odvodnenia kalu sa delia na dva spôsoby a to

odvodnenie pomocou kalových polí alebo použitie mokraďových rastlín na odvodnenie kalu. Kalové polia tvoria plytké nádrže, väčšinou betónové. Na dne, ktoré musí byť nepriepustné, je umiestnená drenážna vrstva. Voda, ktorá odteká z kalového pola, musí byť čistená. ^[11]



Obrázok 31: Kalové pole s výsadbou trsti obyčajnej ^[11]

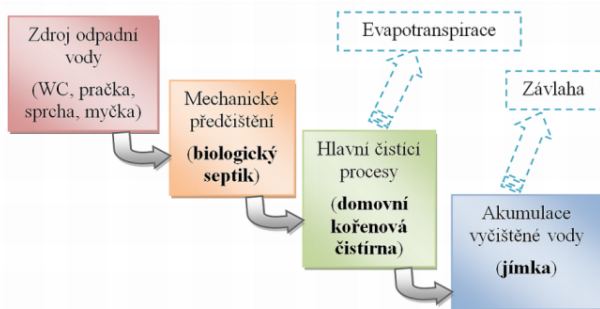
Druhou možnosťou pre odvodnenie kalu je využitie mokraďových rastlín. Tieto rastliny privádzajú do podložja kyslík a z kalu využívajú živiny. Použitím mokraďových rastlín na odvodnenie stabilizovaného kalu dochádza k redukcii o 98%. Mokraďové rastliny sú osadené do zemného telesa. Dno je vysypané vrstvou piesku, kde sa nachádza drenážne potrubie. Vrstva piesku zabezpečuje čistenie kalovej vody najmä o nerozpustené látky. Táto vrstva je dôležitá predovšetkým vtedy, pokiaľ nepríde k zapracovaniu prvej vrstvy mineralizovaného kalu a vzrastu mokraďových rastlín. Voda je zvedená do ČOV, septiku alebo iného použiteľného zariadenia. Hĺbka telesa závisí na dobe akumulácie, ktorá je väčšinou 6 až 20 rokov. Po naplnení kapacity sa rastliny pokosia a ponechajú na mieste. Týmto príde k

zvýšení hmoty v organickom substráte. Po vysušení substrátu sa vyťaží a použije priamo k rastlinám alebo sa kompostuje a použije sa neskôr.^[11] Pre manipulovanie s kalom na pozemku je nutné požiadať o žiadosť k nakladaniu s odpadom na príslušnom obecnom úrade s rozšírenou pôsobnosťou.

5.4. Bezodtokové riešenie

Množstvo malých DČOV z drobných, zvyčajne decentralizovaných stavieb, nemá možnosť zaústenia čistených odpadových vôd do vhodného recipientu, prípadne investičné náklady na výstavbu odpadovej stoky by prevyšovali náklady na čistiareň. Riešením je najst' spôsob ako ekonomicky a ekologicky naložiť s vyčistenými odpadovými vodami. Jedným z riešení je ich čiastočné alebo úplné bezodtokové riešenie.^[11]

Bezodtokové usporiadanie DČOV spočíva v kombinácii vlastnej čistiacej prevádzky so zariadením, ktoré je schopné využiť všetky vyčistené odpadové vody. Do skupiny týchto zariadení patria umelé riadené mokrade, plytké evaporačné nádrže, závlaha čistenými odpadovými vodami, infiltrácia čistenej odpadovej vody do podzemných vôd v súlade so zákonom o vodách a vyhlášky NV. 57/2016 Sb. ai.^[11]



Obrázok 32: Schéma bezodtokového systému pri využití evapotranspirácie^[11]



Obrázok 33: Pohľad na bezodtokové usporiadanie (systém biologická ČOV - koreňová ČOV - biologická nádrž)^[11]

6. Praktická časť

6.1. Obsah a cieľ

Druhou časťou mojej bakalárskej práce je využitie poznatkov z prvej, teoretickej časti. Pozemok, na ktorý budem navrhovať rodinný dom sa nachádza v obci Veľká nad Veličkou. Návrh zahŕňa jednoduchú štúdiu rodinného domu pre lepšiu vizuálnu predstavu a riešenie ekologického hospodárenia s vodou, o ktoré má majiteľ parcely záujem kvôli novej výstavbe rodinného domu. Dažďová a odpadová voda bude čistená, akumulovaná v jazierku a ďalej využitá na splachovanie toaliet a zalievanie záhrady. Výsledkom mojej práce budú 2 riešenia, z ktorých si majiteľ bude môcť vybrať najvhodnejšie. Konkrétne sa jedná o parcelu číslo 3312/144 s celkovou výmerou 5672 m² – viď. príloha č.1. Klasifikácia druhu pozemku je orná pôda, čo znamená, že spevnené a zastavané plochy budú po odsúhlasení vyňaté z pôdneho fondu a bude sa môcť pokračovať vo vybavení príslušných náležitostí k RD (ohlásenie stavby, stavebné povolenie a oznámenie o užívaní stavby).

6.2. Všeobecná charakteristika záujmového územia

Obec Veľká nad Veličkou sa nachádza v okrese Hodonín v Juhomoravskom kraji. K 1.1. 2016 tu žilo 2906 obyvateľov. Katastrálna výmera obce je 25,9 km². Obec leží v údolí rieky Veličky na severnom úpätí Bielych Karpát. Nadmorská výška je 300 m.n.m. Vo Veľkej nad Veličkou sa nachádza materská a základná škola, obecná pošta, knižnica, obchody a pohostinstvá.



Obrázok 34: Mapa s vyznačeným miestom lokalizácie Veľká nad Veličkou [38]



Obrázok 35: Severo-západný pohľad na riešený pozemok (foto Jaroslava Stupavská)

Horninové typy, ktoré sa v obci nachádzajú sú piesok, štrk, piesčito - hlinité až hlinito -piesčité sediment, pieskovec a ílovec. Konkrétny pozemok je v oblasti flyšového pásma s výskytom pieskovca a ílovca. ^[39]

Obec Veľká nad Veličkou spadá do Západokarpatskej podprovincie bielokarpatského bioregiónu. ^[40] Podľa klimatického regiónu je zatriedená do mierne teplej oblasti MT10.

	MT 10
Počet letných dní	40 - 50
Počet dní s priemernou teplotou 10° C a více	140 - 160
Počet mrazových dní	110 - 130
Počet ledových dní	30 - 40
Průměrná teplota v lednu v °C	-3 - -4
Průměrná teplota v červenci v °C	17 - 18
Průměrná teplota v dubnu v °C	7 - 8
Průměrná teplota v říjnu v °C	7 - 8
Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více	100 - 120
Srážkový úhrn ve vegetačním období	400 - 450
Srážkový úhrn v zimním období	250 - 300
Počet dní se sněhovou pokrývkou	60 - 80
Počet dní zamračených	120 - 150
Počet dní jasných	40 - 50

Tabuľka 8: Číselná charakteristika klimatickej oblasti MT 10 (podľa E. Quitt, 1975)

6.3. Popis RD

6.3.1. Dispozičné a prevádzkové riešenie

Rodinný dom je riešený ako samostatne stojaci objekt, nepodpivničený, s jedným nadzemným podlažím a obytným podkrovím. Svojím dispozičným riešením uspokojí nároky na bývanie 4 člennej rodiny. Hlavný vstup do RD je situovaný z čelnej, severozápadnej strany objektu. RD je prístupný ešte zo zadnej strany, z terasy. Hlavná vstupná hala na prízemí slúži ako hlavný komunikačný priestor RD. Z haly sú prístupné všetky miestnosti na prízemí. Pravá časť dispozície prízemnia je riešená ako veľkopriestor miestností kuchyne, jedálne a obývacej izby. Z obývacej izby je priamy výstup na terasu. V druhej časti prízemnia sa nachádza hostovská izba a kúpeľňa s toaletou. Vo vstupnej hale na prízemí je umiestnené schodisko do podkrovia. Podkrovie slúži ako nočná časť RD. Nachádzajú sa tu tri izby, kúpeľňa a miestnosť pre odkladanie vecí potrebných na upratovanie. Z miestnosti č. 202 a 203 je prístupný balkón na zadnej strane objektu. Z miestnosti č. 205 je prístupný balkón čelnej strane objektu (viď. prílohy č. 04 a 05). Dom je situovaný obytnými plochami na juh, okrem jednej miestnosti, ktorá je orientovaná na severozápad.

6.3.2. Hlavné stavebné konštrukcie

Základové konštrukcie sú navrhnuté ako základové pásy z prostého betónu.

Nosné murivo celého objektu je navrhnuté z tehál POROTHERM. Obvodové murivo je z tehál POROTHERM 38 T - hrúbky 380 mm. Vnútorne nosné murivo je z tehál POROTHERM 25 - hrúbky 250 mm. Deliace priečky sú z tehál POROTHERM 11,5 - hrúbky 150 mm.

Stropná konštrukcia nad 1.NP je navrhnutá z keramických stropných nosníkov HF a keramických stropných dosiek HURDIS.

Konštrukcia krovu je navrhnutá ako drevená väznicová sústava s fošňovými krokvami hrúbky 75 mm. Strešná krytina je navrhnutá z betónovej tašky BRAMAC - ALPSKÁ TAŠKA, bridlicovej farby.

Vonkajšia omietka je navrhnutá BAUMIT THERMOEXTRA hr. 40 mm, opatrená povrchovou omietkovou vrstvou bielej farby.

Vonkajšie drevené konštrukcie sú opatrené povrchovým náterom bielej farby.

Okná a vchodové dvere sú navrhnuté plastové s izolačným trojsklom bielej farby.

6.3.3. Technické vybavenie

Vykurovanie: Teplovodné, elektrické.

- Elektrický PROTHERM 15K, s menovitým výkonom 15 kW.

Príprava TÚV:

- Elektrické vykurovanie: Príprava TÚV je zabezpečené pomocou elektrického ohrievača vody tlakového EO V 150 Trend (1,8 kW) Tatramat.

Vodovod: Napojenie na verejnú vodovodnú sieť, voda bude po dome vedená potrubím PPR.

Splašková kanalizácia: Nemožnosť napojenia na verejnú kanalizáciu z dôvodu vysokých nákladov na napojenie sa. Navrhujem bezodtokové riešenie likvidácie odpadových vôd.

Elektroinštalácia: Napojenie vlastnou podzemnou prípojkou na verejnú elektrickú sieť.

6.4. Návrh hospodárenia s odpadovou vodou

V rámci hospodárenia s vodou budú v dome všetky vodovodné batérie osadené perlátormi. Keďže je dom navrhnutý pre 4 ľudí, kapacitu práčky by som navrhla od 7kg a viac z dôvodu väčšieho množstva bielizne na jedno pranie. Toalety som volila s kombinovaným splachovaním 3 / 4,5 l.

6.5. Výpočet množstva odpadových a zrážkových vôd

Do celkového výpočtu odpadových vôd v RD zahrňam všetky vody, ktoré budú z domu odtekať alebo sa budú vyskytovať na jeho povrchu.

6.5.1. Výpočet množstva odpadových vôd

Vstupné hodnoty:

Počet EO = 4

Špecifická spotreba vody "q" = 100 l/os/deň (zvolené)

Výpočet :

Denný prítok : $Q_{24} = EO * q = 4 * 100 = 400$ l/deň

Maximálny prítok : $Q_d = Q_{24} * k_d = 400 * 1,5 = 600$ l/deň

Minimálny prítok : $Q_h = (Q_{24} * k_d * k_h) / 24 = (400 * 1,5 * 7,2) / 24 = 180$ l/hod

Počet pripojených obyvateľ	30	40	50	75	100	300	400	500
Součiniteľ maximálnej hodinovej nerovnomernosti k_h	7,2	6,9	6,7	6,3	5,9	4,4	3,5	2,6

Tabuľka 9: Súčinitele maximálnej hodinovej nerovnomernosti k_h
(podľa ČSN 75 6402)

Látky	Ukazatele špecifického znečistenia						
	Látky			Ostatní			
	Minerální	Organické	Celkem	BSK ₅	CHSK	N _{celk}	P _{celk}
Nerozpuštěné:							
a) usaditelné	10	30	40	20	40	1	0,2
b) neusaditelné	5	10	15	10	20	-	-
Rozpuštěné	75	50	125	30	60	10	2,3
Celkem	90	90	180	60	120	11	2,5

V obcích s hospodářským zvířectvím se doporučuje uvažovat N_{celk} 15 g/d na 1 EO až 20 g/d na 1 EO.

Tabuľka 10: Orientačné hodnoty produkcie špecifického znečistenia na 1 obyvateľa (populačný ekvivalent) v g/deň (podľa ČSN 75 6402)

6.5.2. Návrh mechanického predčistenia

Pre výpočet som použila rovnicu 3.3 :

$$V = a * n * q * t \quad [m^3]$$

Kde : V celkový účinný priestor septiku

a súčiniteľ vyjadrujúci kalový priestor (zvyčajne a = 1,5);

n počet pripojených obyvateľov;

q špecifická spotreba vody v l/deň;

t stredná doba zdržania v dňoch (zvyčajne t = 5);

Účinný priestor septiku nesmie byť menší ako 3 m³.

Ako súčiniteľ kalového priestoru som volila 1,5. Počet pripojených obyvateľov je rovný 4. Špecifická spotreba vody je 100 l/os/deň. Dobu zdržania som zvolila 5 dní.

Výpočet:

$$V = 1,5 * 4 * 100 * 4 = 3,00 \text{ m}^3$$

Pri návrhu sa podľa normy k vypočítanému účinnému priestoru septiku pripočíta objem kalového priestoru o veľkosti 50% - 60% z objemu účinného priestoru septiku. Zvolila som anaeróbny separátor AS-ANASEP 4.8 od firmy ASIO, spol. s.r.o., ktorý je určený k anaeróbnemu predčisteniu odpadových vôd a následnej účinnej separácii nerozpustených látok. Objem anaeróbného separátoru je 4,79 m³, priemer 1,9 m a výška 2,5 m. Je vhodný na čistenie odpadových vôd z domácností a veľkou výhodou je jeho použitie do objektov, ktoré sú nerovnomerne obývané. Jedná sa v podstate o štvorkomorový septik s priestormi pre separáciu nerozpustených látok, ktorý pri vhodných výškových pomeroch funguje gravitačne. Pozemok sa zvažuje smerom na severzápad a preto som za septikom navrhla akumuláciu nádrž s čerpadlom, ktoré bude vodu automaticky pulzne dávkovať na filtračné pole koreňovej čistiare. Potrubie na filtre má 50 otvorov, vďaka čomu je voda rovnomerne rozdelená. Pulzné vypúšťanie bude 8 krát za deň, pričom na jeden pulz je čerpaných 50 l odpadovej vody. Výkon čerpadla je 1500l/hod, čo je pri prepočte 24 l/min. Doba čerpania na jeden pulz sú približne 2 minúty.



Obrázok36: Anaeróbny separátor AS - ANASEP ^[41]

6.5.3. Kalové hospodárstvo

Predpokladaná produkcia kalu za deň od 1 EO je 2,16l. Potom objem kalu za 1 rok je:

$$VKAL = 4 * 2,16 = 8,64 \text{ l/deň} = 3,154 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Odkalenie septiku je navrhnuté 2x za rok z prvej komory a 1x za rok z ostatných komôr. Kal bude ukladaný do kalového poľa, ktoré je navrhnuté na pôdorysné rozmery 1,0 x 1,0 m v spodnej časti a 3,0 x 1,0 m v hornej časti s výškou 1m. Kalová voda bude vrátená do akumuláčnej šachty ku znovu čisteniu. Takto sa bude kal zhromažďovať 10 rokov a potom sa kalové pole vypustí, vysuší a vyťaží. Vzniknutá sušina bude kompostovaná. K nakladaniu s kalom na vlastnom pozemku je nutné mať povolenie k nakladaniu s odpadom, ktoré vydáva v tomto prípade odbor životného prostredia Veselí nad Moravou.

ukazovateľ	produkcia [g/ob/deň]	konc. na prítoku [mg/l]	účinnosť anaeróbného separátoru [%]	konc. za anaeróbnym separátorom [mg/l]
CHSK	120	1200	50	600
BSK5	60	600	60	240
NL	55	550	70	165
N-NH4	13	130	5	123,5
Pc	2	20	10	18

Tabuľka 11: Vypočítané koncentrácie ukazovateľov s použitím anaeróbného separátoru AS - ANASEP^[41]

6.5.4. Návrh KČOV

Vertikálne KČOV je navrhnutá podľa schopnosti odstrániť CHSK, tak ako je popísané v teoretickej časti. Anaeróbnym separátorom odstráni polovicu tohto ukazovateľa a VKČ podľa výzkumu a skúseností s fungujúcimi vertikálnymi čistiarňami je odstránenie CHSK 15 g/m²/deň. Počet obyvateľov, ktorí budú produkovať odpadovú vodu je rovný 4, pričom každý vyprodukuje za deň 120 g CHSK_{cr}, čo je po prepočítaní 480 g_{CHSK}/deň. Anaeróbnym separátorom odstráni polovicu znečistenia, čo je rovno 240 g_{CHSK}/deň. V norme ČSN 75 6402 je možné pri

vertikálnej KČOV počítať s hodnotou plošného zaťaženia $U_{\text{CHSK}} 15 - 20 \text{ g/m}^2/\text{deň}$. Uvažujem skôr s nižšou hodnotou, teda $15 \text{ g}_{\text{CHSK}}/\text{m}^2/\text{deň}$. Minimálna veľkosť KČOV je teda $240 / 15 = 16 \text{ m}^2$. Pôdorysné rozmery volím 2,8 m a 6 m a výška 1m vid'. príloha č. 08. Sklon svahu filtru je 1:1. Na filtračnom poli bude osadená trst' obyčajná po 5 ks na 1 m^2 .

ukazovateľ	účinnosť filtru [%]	konc. za filtrom [mg/l]	kg/rok	Limit NV 57/2016 Sb.
CHSK	80	120	17,52	150
BSK5	85	36	5,26	40
NL	90	16,5	2,41	30
N-NH4	85	18,525	2,70	20
Pc	10	16,2	2,37	-

Tabuľka 12: Vypočítané koncentrácie ukazovateľov s použitím anaeróbného separátoru AS - ANASEP a KČOV s porovnaním prípustných hodnôt podľa NV 57/2016 Sb.

Na výtok KČOV navrhujem kontrolnú šachtu AS-VODO od firmy ASIO, ktorá slúži pre odber vzorkov. Pre vybudovanie a prevádzku domovej čistiarne je potrebné získať povolenie nakladania s vodami. To sa vydáva na dobu max. 10 rokov. V povolení je prikázaný odber vzorkov 2 krát za rok. Po uplynutí platnosti požiadava prevádzkovateľ o vydanie nového povolenia nakladania s vodami. Vyčistená odpadová voda bude z KČOV odvedená pomocou drenážneho potrubia gravitačne do akumuláčného jazierka. Odtiaľ bude voda prečerpávaná pomocou sacieho potrubia. Pre zaistenie rozvodu úžitkovej vody navrhujem centrálnu jednotku AS-RAINMASTER ECO od spoločnosti ASIO. Toto zariadenie má samostatnú akumuláčnú nádrž na dažďovú vodu i na pitnú a tak sa nikdy nestane, že by sa zmiešali. Ak nebude dostatok vody v jazierku, centrála automaticky prepne na prítok vody pitnej. V prípade závlahy bude dopravená potrubím a hadicou ku komponentu na zalievanie (vid'. príloha 09). Sacie potrubie je umiestnené v ochrannom potrubí DN 100.

6.5.5. Výpočet množstva zrážkových vôd

Ročný zisk zrážkovej vody V_d som stanovila podľa rovnice 3.2:

$$V_d = A * \Psi_d * h_r * \eta / 1000 \quad [\text{m}^3/\text{rok}]$$

Kde A ... pôdorysný priemet plochy strechy [m^2] = 116 m^2 (celá plocha strechy)

Ψ_d ... súčiniteľ využitia zrážkovej vody = 0,8

h_r ... priemerný ročný úhrn zrážok [mm] = 543 mm

η ... hydraulická účinnosť filtru = 0,9 (samočistiaci šachtový filter MINIMAX)

$$Q = (116 * 0,8 * 543 * 0,9) / 1000 = 45,35 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Táto hodnota je však len orientačná a bolo nutné výpočet rozpísať na jednotlivé mesiace z dôvodu zistenia potreby vody z hľadiska vegetačného obdobia a výparu vody z jazierka. Pre lepšiu kvalitu dažďovej vody navrhujem mechanické predčistenie pomocou samočistiaceho šachtového filtra MINIMAX od firmy UNISORT s.r.o., ktorý má variabilne nastaviteľnú inštaláciu do hĺbky od 485-955 mm. Šachta má 3 otvory, nátokový a výtokový v úrovni filtračného sita a pri dne pre odtok vyčistenej vody. Výškový rozdiel medzi nátokom a výtokom je 100 mm.



Obrázok 37: Šachtový filter MINIMAX^[45]

Návrh č.1

Pri tomto návrhu bezodtokového riešenia hospodárenia s vodou som využila dažďovú vodu z polovice celkovej plochy strechy. Mojou prioritou bolo dosiahnuť čo najnižšiu hodnotu zostatkovej vody v jazierku po ročnej bilancii, optimálne

rozmery jazierka a určenie plochy, ktorú je možné zalievať. Priebeh výpočtu je znázornený v nasledujúcej časti.

Hodnoty potrebné k výpočtu:

Počet osôb v RD: 4

Špecifická spotreba vody: 100 l/deň (odhad)

Potreba vody na splachovanie: 30 l/deň (odhad)

Výmera záhrady: 165 m² (vypočítané)

Veľkosť plochy jazierka: 35 m² (vypočítané)

plocha strechy: 58 m²

Hydraulická účinnosť filtru: 0,9 (daná výrobcom)

Súčiniteľ využitia zrážkovej vody: 0,8

Voda potrebná na závlahu: 3l/m²

Celý výpočet som rozdelila na jednotlivé mesiace s prihľadnutím na vegetačné a nevegetačné obdobie. Cieľom bolo stanovenie veľkosti jazierka a plochy, ktorú bude možné zalievať s prebytkovou vodou, ktorá sa nevyužije na splachovanie. Pre lepšie pochopenie spôsobu vyčíslenia bilancie uvediem výpočet pre mesiac máj. Ako prvé som stanovila množstvo spotrebovanej vody a to vynásobením počtu osôb, špecifickou spotrebou vody a počtom dní v mesiaci:

$$4 * 100 * 31 = 12\ 400\text{l/mesiac}$$

Pre vyčíslenie potrebnej vody pre splachovanie som vynásobila počet osôb, potrebu vody na splachovanie a počet dní:

$$4 * 30 * 31 = 3720\text{l/mesiac}$$

Keďže máj patrí do vegetačného obdobia, musela som do výpočtu zahrnúť i potrebu vody na zalievanie, konkrétne vynásobenie plochy záhrady, množstvo vody k závlahe a počet dní v mesiaci kedy sa bude zavlažovaná plocha zalievať:

$$165 * 3 * 31 = 15\ 345\text{l/mesiac}$$

Do jazierka priteká voda zachytávaná zo strechy a tak som pripočítala množstvo vody, ktoré mi do jazierka pritečie vynásobením plochy strechy, z ktorej mi bude voda pritekať, súčiniteľa využitia zrážkovej vody, hydraulickej účinnosti filtra a úhrnu zrážok pre daný mesiac prevzatý z dlhodobého zrážkového normálu stránok ČHMÚ:

$$58 * 0,8 * 0,9 * 65 = 2\ 714,4\text{l/mesiac}$$

Jihomoravský	S	26	68	26	46	49	52	122	43	13	46	31	12	533
	N	30	30	29	38	65	75	64	61	41	34	42	33	543
	%	87	227	90	121	75	69	191	70	32	135	74	36	98

Tabuľka 13: Hodnoty územných zrážok z roku 2016 (S = úhrn zrážok, N= dlhodobý zrážkový normál, %= úhrn zrážok v percentách normálu)^[42]

Odpadovú i zrážkovú vodu budem akumulovať v jazierku a tak mi do výpočtu vstúpil výpar z jazierka. Pre dané mesiace sú vždy iné výpary, ktoré súvisia s klimatickými zmenami podnebia. Hodnotu výparu som použila z tabuľky 16. Hodnotu $6,2\text{m}^3/\text{mesiac}$, ktorá je uvedená pre plochu veľkú 100m^2 , som previedla na výpar z 1m^2 . Vyšla mi hodnota $62\text{mm}/\text{m}^2$. Touto hodnotou som pre násobila veľkosť plochy jazierka a vyčíslila výpaz z danej plochy:

$$62 * 35 = 2\ 170,0\text{l/mesiac}$$

Celkovú bilanciu vody v danom mesiaci som stanovila podľa toho, či voda do jazierka priteká alebo z neho odteká. Do jazierka mi priteká spotreba vody a zrážková voda zachytená zo strechy. Naopak z neho čerpám vodu pre

splachovanie a závlahu. Taktiež výparom vody mi z jazierka odchádza určité množstvo vody. Bilancia vody pre mesiac máj je:

$$12\,400 + 2\,714,4 - 3\,720 - 15\,345 - 2\,170 = - 6\,120,6 \text{ l/mesiac}$$

měsíc	výpar z plochy 100m ²
Leden	3,0 m ³ /měs.
Únor	2,8 m ³ /měs.
Březen	6,1 m ³ /měs.
Duben	6,0 m ³ /měs.
Květen	6,2 m ³ /měs.
Červen	9,0 m ³ /měs.
Červenec	12,4 m ³ /měs.
Srpen	9,3 m ³ /měs.
Září	6,0 m ³ /měs.
Říjen	6,2 m ³ /měs.
Listopad	3,0 m ³ /měs.
Prosinec	3,0 m ³ /měs.

Tabuľka 14: Strata výparom ^[43]

Keďže je pre množstvom vody za mesiac máj záporné znamienko znamená to, že hladina jazierka bude s najväčšou pravdepodobnosťou v tomto mesiaci klesať. Nasledujúce tabuľky znázorňujú priebeh bilancie vody v konkrétnych mesiacoch. Pre rýchlejšie zorientovanie sa v tabuľkách som zvolila grafickú úpravu textu tak, že množstvo vody, ktoré mi do jazierka priteká, je zelenou farbou a množstvo, ktoré odteká, je červenou farbou.

Nevegetačné obdobie

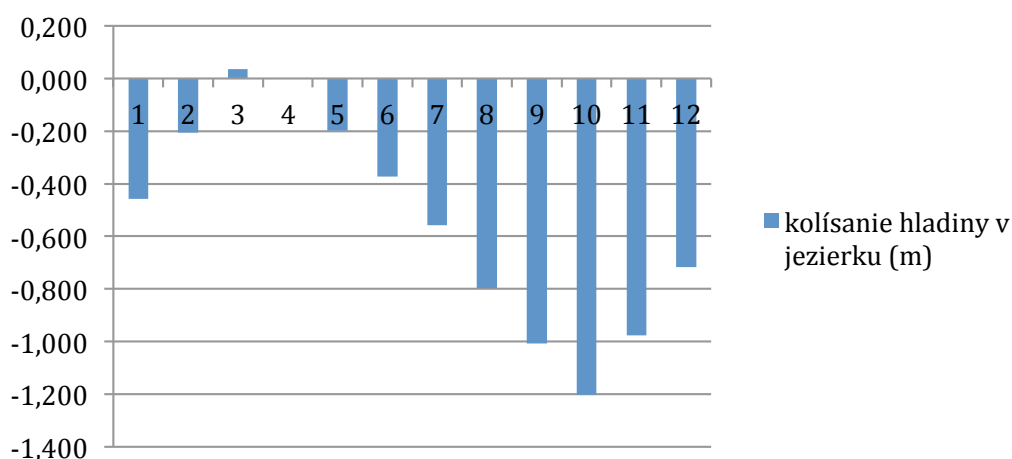
	Október	November	December	Január	Február	Marec
počet dní	31	30	31	31	29	31
spotreba vody (l/mesiac)	12400	12000	12400	12400	11600	12400
splachovanie (l/mesiac)	3720	3600	3720	3720	3480	3720
zalievanie záhrady (l/mesiac)	0	0	0	0	0	0
úhrn zrážok (mm/mesiac)	34	42	33	30	30	29
zrážková voda (l/mesiac)	1419,84	1753,92	1378,08	1252,8	1252,8	1211,04
Výpar (l/100 m ²)	6200	3000	3000	3000	2800	6100
mm/mesiac/m ²	62	30	30	30	28	61
Výpar z jazierka (l/mesiac)	2170,0	1050,0	1050,0	1050,0	980,0	2135,0
Bilancia vody v mesiaci (litre)	7929,8	9103,9	9008,1	8882,8	8392,8	7756,0

Vegetačné obdobie

	Apríl	Máj	Jún	Júl	August	September
počet dní	30	31	30	31	31	30
spotreba vody (l/mesiac)	12000	12400	12000	12400	12400	12000
splachovanie (l/mesiac)	3600	3720	3600	3720	3720	3600
zalievanie záhrady (l/mesiac)	14850	15345	14850	15345	15345	14850
úhrn zrážok (mm/mesiac)	38	65	75	64	61	41
zrážková voda (l/mesiac)	1586,88	2714,4	3132	2672,64	2547,36	1712,16
Výpar (l/100 m ²)	6000	6200	9000	12400	9300	6000
mm/mesiac/m ²	60	62	90	124	93	60
Výpar z jazierka (l/mesiac)	2100,0	2170,0	3150,0	4340,0	3255,0	2100,0
Bilancia vody v mesiaci (litre)	-6963,1	-6120,6	-6468,0	-8332,4	-7372,6	-6837,8

Graf kolísania hladiny v jazierku:

kolísanie hladiny v jezierku (m)



Záver návrhu č. 1

Pri návrhu zachytávania dažďovej vody z polovice plochy strechy a akumulovania vyčistenej odpadovej vody mi ako vhodné riešenie vyšlo navrhnutie jazierka o ploche 35 m² s celkovou hĺbkou 1,3 m. Maximálna plocha záhrady, ktorá sa dá zalievať množstvom vody 3 l/m²/deň je 165 m². Vzhľadom k malej ploche závlahy navrhujem zavlažovanie pomocou štvorcového zavlažovača ZoomMaxx značky GARDENA, kedy je možné presunúť komponent a zavlažovať aj inú plochu. Zavlažovač má nastaviteľný prietok vody a rovnako tak i plochu, ktorú bude zalievať. Na výtokovej armatúre úžitkovej vody navrhujem zavlažovacie hodiny WT 4, na ktorých si užívateľ nastaví čas potrebný k závlahe. V prípade vybudovania záhrady pre plodiny by som navrhla kvapkovú závlahu, kde je nutné zohľadniť množstvo vody potrebné k danej plodine a taktiež klimatické podmienky (teplota,

zrážky). Pri sčítaní bilancie vody zostane v jazierku 8979 l vody, ktorá sa môže využiť na zalievanie v prípade sucha alebo pri dodatočnej výsadbe okrasných drevín alebo kvetov. Pri nadbytočnom množstve vody v jazierku je možnosť odčerpania a vyvezenia vody. S týmto výsledkom sa dá ešte pracovať, napríklad zmenšiť plochu zalievanej záhrady a zvýšiť frekvenciu polievania na dva krát za deň s tým istým množstvom vody.

Návrh č.2

Postup výpočtu pri tomto návrhu je rovnaký ako v predchádzajúcom riešení avšak tu využívam vodu z celej plochy strechy.

Hodnoty potrebné k výpočtu:

Počet osôb v RD: 4

Špecifická spotreba vody: 100 l/deň (odhad)

Potreba vody na splachovanie: 30 l/deň

Výmera záhrady: 200 m² (vypočítané)

Veľkosť plochy jazierka: 40 m² (vypočítané)

plocha strechy: 116 m²

Hydraulická účinnosť filtru: 0,9 (daná výrobcom)

Súčiniteľ využitia zrážkovej vody: 0,8

Voda potrebná na polievanie: 3 l/m²

Keďže v návrhu č.1 som uvádzala výpočet v mesiaci máj, ktorý je braný ako vegetačný, vyčíslenie bilancie vody v návrhu č.2 priblížim prepočtom v nevegetačnom období v mesiaci január, ktorý má rovnaký počet dní ako mesiac máj. Množstvo vody, ktoré je spotrebované domácnosťou sa nemení, teda **12 400 l/mesiac**. Taktiež sa nemení ani hodnota vody potrebnej pre splachovanie, ktorá

je **3 720 l/mesiac**. V nevegetačnom období nie je nutná závlaha a preto nie je voda odoberaná z jazierka k polievaniu, teda je dosadená hodnota **0 l/mesiac**. Zrážok je v tomto období pomenej ale i tak je s nimi potrebné počítať, preto znova pre násobím plochu strechy, v tomto prípade 116 m², súčiniteľ využitia zrážkovej vody, hydraulickú účinnosť filtru a množstvo zrážok, ktoré dopadnú na strechu RD:

$$116 * 0,8 * 0,9 * 30 = 2505,6 \text{ l/mesiac}$$

V zimných mesiacoch je nutné taktiež počítať s výparom z jazierky. Preto som znovu prepočítala 3000 l/100m² na množstvo vody, ktoré sa vyparí na 1 m², čo mi vyšlo na 30 l/m². Toto číslo som pre násobila veľkosťou plochy jazierka:

$$30 * 40 = 1200 \text{ l/mesiac}$$

Bilanciu vody som počítala rovnako ako v prvom návrhu:

$$12\,400 + 2\,505,6 - 3\,720 - 0 - 1200 = + 9\,985,6 \text{ l/mesiac}$$

Výpočtom v mesiaci január mi vyšla kladná hodnota, ktorá znamená, že v tomto mesiaci bude hladina jazierka s najväčšou pravdepodobnosťou stúpať.

Nasledujú tabuľky s podrobným vyčíslením prepočítaných hodnôt v jednotlivých mesiacoch a graf znázorňujúci kolísanie hladiny v jazierku.

Nevegetačné obdobie

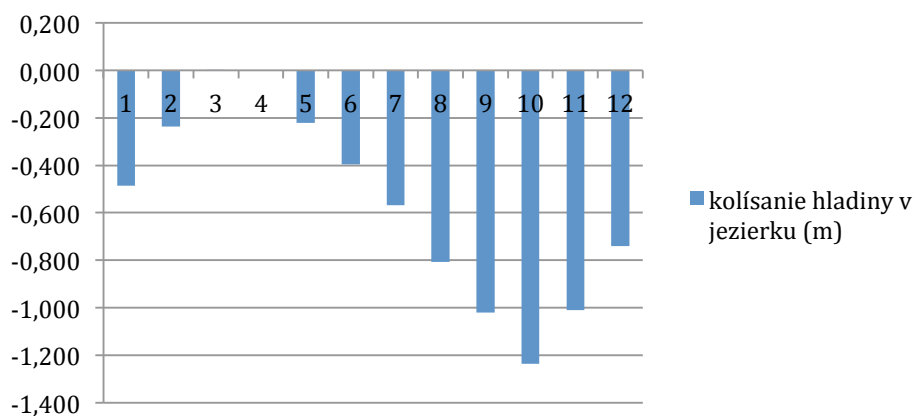
	Október	November	December	Január	Február	Marec
počet dní	31	30	31	31	29	31
spotreba vody (l/mesiac)	12400	12000	12400	12400	11600	12400
splachovanie (l/mesiac)	3720	3600	3720	3720	3480	3720
zalievanie záhrady (l/mesiac)	0	0	0	0	0	0
úhrn zrážok (mm/mesiac)	34	42	33	30	30	29
zrážková voda (l/mesiac)	2839,68	3507,84	2756,16	2505,6	2505,6	2422,08
Výpar (l/100 m ²)	6200	3000	3000	3000	2800	6100
mm/mesiac/m ²	62	30	30	30	28	61
Výpar z jazierka (l/mesiac)	2480,0	1200,0	1200,0	1200,0	1120,0	2440,0
Bilancia vody v mesiaci (litre)	9039,7	10707,8	10236,2	9985,6	9505,6	8662,1

Vegetačné obdobie

	Apríl	Máj	Jún	Júl	August	September
počet dní	30	31	30	31	31	30
spotreba vody (l/mesiac)	12000	12400	12000	12400	12400	12000
splachovanie (l/mesiac)	3600	3720	3600	3720	3720	3600
zalievanie záhrady (l/mesiac)	18000	18600	18000	18600	18600	18000
úhrn zrážok (mm/mesiac)	38	65	75	64	61	41
zrážková voda (l/mesiac)	3173,76	5428,8	6264	5345,28	5094,72	3424,32
Výpar (l/100 m ²)	6000	6200	9000	12400	9300	6000
mm/mesiac/m ²	60	62	90	124	93	60
Výpar z jazierka (l/mesiac)	2400,0	2480,0	3600,0	4960,0	3720,0	2400,0
Bilancia vody v mesiaci (litre)	-8826,2	-6971,2	-6936,0	-9534,7	-8545,3	-8575,7

Graf kolísania hladiny v jazierku:

kolísanie hladiny v jezierku (m)

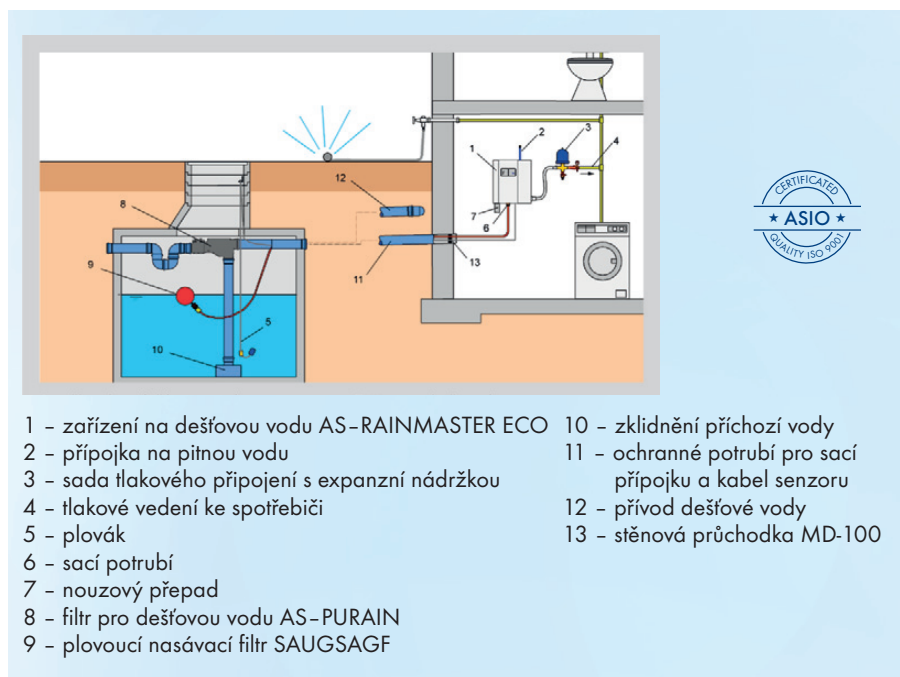


Záver návrhu č. 2

Pri zachytávaní zrážkovej vody z celej plochy strechy a so zväčšením jazierka o 5 m² je možné zavlažovať plochu záhrady o výmere 200 m² s množstvom vody 3 l/m²/deň. Druh závlahy by som volila rovnaký ako v návrhu č. 1. Po sčítaní bilancii mi v jazierku ostane 8 748 l, s ktorými je možné dodatočné zalievanie záhrady. Pri teplejšom počasí je možné začať zavlažovanie už v marci.

6.5.6. Prevádzka systému

Celý systém hospodárenia s dažďovou a odpadovou vodou je plne automatický. Rozvod úžitkovej vody je zabezpečený pomocou centrálnej jednotky AS-RAINMASTER ECO so zabudovaným čerpadlom. Voda sa do centrálnej jednotky čerpá pomocou sacieho potrubia, umiestneného v ochrannom potrubí. Prepnutie pri nedostatku vody na vodu pitnú je automatické. Je potrebné jedenkrát za rok vyskúšať pretlak v expanznej nádobe a každého polroka vyčistiť sací filter v zásobníku úžitkovej vody. Povinnosťou užívateľa je dva krát za rok odobrať vzorky v šachte za vertikálnou koreňovou čistiarňou odpadových vôd. V anaeróbnom separátore je nutné dodržiavať pravidelné vyvezenie kalu. Trst' na koreňovej čistiarni je vhodné na konci vegetačného obdobia pokosiť.



Obrázok 38: Schéma čerpania vody s centrálnou jednotkou AS-RAINMASTER ECO ^[41]

7. Záver

Moja práca sa delí na dve časti, teoretickú a praktickú. Ako prvé v teoretickej časti riešim návrh rodinného domu z architektonického a legislatívneho hľadiska. Zamerala som sa na prehľadné rozdelenie plôch a miestností RD, typy domov v súčasnej dobe a na konci som len veľmi okrajovo písala o dokumentoch potrebných k stavbe domu.

Hlavná časť mojej bakalárskej práce v teoretickej časti je venovaná hospodáreniu s vodou v domácnosti. Ako prvé som uviedla rozdelenie vôd v domácnosti, ďalej som sa venovala hospodáreniu s vodou v súčasnej dobe, nakladaniu s ňou a jej znovu využitiu v mieste jej vzniku. Praktická časť je rozdelená na dve časti a to na textovú (kap. 5) a výkresy (prílohy 01-09). V textovej časti je popis riešeného územia a parcely, návrh dispozičného riešenia, návrh hlavných stavebných konštrukcií a návrh technického vybavenia RD. Práca ďalej obsahuje úsporné opatrenia zamerané na šetrenie s pitnou vodou použitím vhodných zariadených predmetov. Súčasťou je taktiež výpočet množstva odpadových vôd z domácnosti, návrh ich čistenia pomocou certifikovaného anaeróbného separátoru a koreňovej čistiarne, akumulácia týchto vôd v jazierku spolu s výpočtom množstva dažďových vôd zachytených zo strechy RD a ich znovu využitiu v rámci objektu a parcely.

Vzhľadom k zmenám v podnebí a hroziacim suchám si viac uvedomujeme, že musíme s vodou hospodáriť a nakladať s väčšou rozvahou. Využitie zrážkových vôd je v súčasnosti celkom známe a ľudia sa stále viac snažia zachytiť tieto vody a využiť ich vhodným spôsobom. Napríklad použitie vhodného zavlažovacieho systému dokáže ušetriť nielen čas ale i financie. Majitelia objektov, ktoré sa nedajú napojiť na kanalizáciu, sa musia rozhodnúť, akým spôsobom budú čistiť odpadovú vodu, ako s ňou a vyprodukovanými odpadmi budú nakladať. Rodinné domy situované na väčších pozemkoch s vhodným sklonom terénu môžu využiť koreňové čistiarne. Toto riešenie je zo začiatku nákladnejšie, ale keďže na svoj chod nepotrebuje elektrickú energiu majiteľ ušetrí na jej prevádzke. Zakomponovanie koreňovej

čistiarne do prírody je taktiež veľkou výhodou. Zrážkové a odpadové vody dokážu nahradiť z časti pitnú vodu a tým sa šetria zdroje pitnej vody.

Pre konkrétny RD, kde nie je možné napojenie na kanalizáciu, bolo navrhnuté komplexné hospodárenie s vodami od zaistenia a odporúčenia priamych úspor, cez akumuláciu dažďových vôd až po návrh čistenia odpadových vôd a ich znovu využitie i s dažďovými vodami. Čistenie odpadových vôd bolo navrhnuté použitím anaeróbného separátoru ako prvého stupňa čistenia a následné dočistenie a úprava vody vo vertikálnej koreňovej čistiarni odpadových vôd. Pre predčistenú odpadovú vodu a zachytenú dažďovú vodu bola navrhnutá spoločná akumulácia v jazierku a využitie v domácnosti ako vody úžitkovej a k zalievaniu vypočítanej plochy záhrady.

Výsledkom práce je návrh RD, kde som riešila dispozičné usporiadanie jednotlivých miestností, ich veľkosť a orientáciu RD ku svetovým stranám. Hlavné zameranie bolo na hospodárenie s vodou, kde som sa snažila dosiahnuť bezodtokové riešenie z dôvodu nemožnosti pripojenia sa na kanalizáciu. Tu som po výpočte prišla na dve priaznivé riešenia, ktoré sa líšia veľkosťou plochy zachytávanej dažďovej vody, veľkosťou plochy jazierka a plochy, ktorú je možné zalievať daným množstvom vody. Týmito riešeniami je zaistené vyčistenie odpadových vôd z objektu a finančná úspora v závlahe. Zrážková voda je zachytená a spolu s odpadovou vodou akumulovaná v jazierku, kde sa výparom opäť dostáva do atmosféry. Je možné povedať, že sa jedná o najpriaznivejšie riešenia pre tento konkrétny dom ale nie je vylúčená aplikácia aj na iných rodinných domoch.

Zoznam použitých zdrojov

Literatúra

- [2] ČSN 73 4301. *Obytné budovy: článok 5.2.2.1 Požiadavky na obytnou miestnosť*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2004.
- [3] ČSN 73 4301. *Obytné budovy: článok 5.2.3.13 Najmenší pôdorysné rozmery*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2004.
- [4] POKORNÝ, Jan. *Hospodárení s vodou v krajině - funkce ekosystémů*. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, 2014. ISBN 978-80-7414-885-9.
- [5] NAGY, Eugen. *Manuál ekologickej výstavby: navrhovanie a výstavba trvalo udržateľných ľudských sídiel*. Vydanie druhé. Brdárka: Alter Nativa Brdárka spolu s o.s. Ekovesnice Liberec, 2015. ISBN 978-80-971724-0-4.
- [10] LHOTÁKOVÁ, CSC, doc. Ing. Zdeňka. *Zpětné využívání odpadních vod v domech pro bydlení. Ateliér*. Fakulta architektury VUT v Brně, 2013, (06).
- [11] ŠÁLEK, Jan. *Voda v domě a na chatě: využití srážkových a odpadních vod*. Praha: Grada, 2012. Profi. ISBN 978-80-247-3994-6.
- [19] PAUL, Michael J. a Judy L. MEYER. *Streams in the Urban Landscape. Annual Review of Ecology and Systematics*. 2009, (32), 34.
- [21] STRÁNSKÝ, David. *Srážkové vody a urbanizace krajiny: TP 1.20.1 : technická pomůcka k činnosti autorizovaných osob*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydává Informační centrum ČKAIT, 2012. Metodické a technické pomůcky k činnosti autorizovaných osob. ISBN 978-80-87438-28-2.
- [25] ŠÁLEK, Jan, Zdeňka ŽÁKOVÁ a Petr HRNČÍŘ. *Přírodní čištění a využívání vody v rodinných domech a rekreačních objektech*. Brno: ERA, 2008. 21. století. ISBN 978-80-7366-125-0.
- [28] SOJKA, Jan. *Čistírny odpadních vod: pro rodinné domy*. Praha: Grada, 2013. Profi. ISBN 978-80-247-4504-6.
- [34] Mlejnská, E. et. al. *Extenzivní způsoby čištění odpadních vod*. Praha: VÚV TGM, 2009, 119 str.

[35] Čížková-Končálová, H. *Funkce kořenů rostlin v kořenové čistírně*. In: Účelové kultivace vodních a mokřadních rostlin. Sborník semináře BÚ ČSAV Třeboň, 1992, s.70-74

[36] KRIŠKA, M. a NĚMCOVÁ, M.: Metodická příručka pro povolování, návrh, realizaci a provoz kořenové čistírny odpadních vod. VUT v Brně, 2015, 45 str.

[37] ŠÁLEK, Jan. *Navrhování a provozování vegetačních kořenových čistíren*. Praha: ÚZPI MZČR, 1999, č.2, 54 str. ISBN 80-86153-037-0.

Internetové zdroje

[1] HATÁR, Ing. Peter, *Stavíme svojpomocne – Projekt rodinného domu I*. [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: http://www.projektantknm.sk/clanky_projekt_1.html

[6] ELearning. *Kolobeh vody v prírode* [online]. [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: <http://hry-vodplan.sazp.sk/index.php?choice=kolobeh>

[7] UKAZOVATELE KVALITY PITNEJ VODY. *Enviroportál* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://pitnavoda.enviroportal.sk/ukazovatele-kvality-pitnej-vody>

[8] Wevoda. *Strašák pro rozvody vody v domě* [online]. [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: <http://www.wevoda.cz/cz/clanky/17-strasak-pro-rozvody-vody-v-dome>

[9] Tzbinfo. *Jaké problémy vody se řeší nejčastěji?* [online]. [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/11321-jake-problemy-vody-se-resi-nejcastěji>

[12] Tzbinfo. *Využití srážkové vody z povrchového odtoku pro zásobování budov* [online]. [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/8750-vyuziti-srazkove-vody-z-povrchoveho-odtoku-pro-zasobovani-budov>

[13] *Spotřeba vody v domácnosti* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.cenyenergie.cz/spotreba-vody-v-domacnosti-tipy-jak-setrit/#/promo-ele>

[14] *Perlatory* [online]. [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: http://www.perlatory.cz/vyrobky-detail-perlator_afo_1_5--ne!_!afo!_!15!_!vnejsi

[15] *Vodovodní baterie. Senzorové bezdotykové baterie* [online]. [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: <http://www.vodovodni-baterie.cz/bezdotykove-senzorove-baterie>

[16] *Hyperbydlení. Kapkové zavlažování* [online]. [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: <http://exterior.hyperbydleni.cz/zahradni-technika/55-kapkove-zavlazovani>

[17] RMpro. *Mikrozávlahy* [online]. [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: <http://www.rmpro.cz/mikrozavlahy.html>

[18] Tzbinfo. *Využívání dešťové vody (II) - možnosti použití dešťové vody a části zařízení* [online]. [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>

[20] Tzbinfo. *Odvodnění zpevněných ploch vsakováním* [online]. [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/4846-odvodneni-zpevneny-ch-ploch-vsakovanim>

[22] TZBinfo. *Využívání dešťové vody (I) - kvalita a čištění: Možnosti využívání dešťové vody a k tomu potřebná technická zařízení* [online]. [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>

[2] ASB. *Využitie zrážkovej vody z povrchového odtoku v budovách* [online]. [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: <https://www.asb.sk/tzb/vyuzitie-zrazkovej-vody-zpovrchoveho-odtoku-vbudovach>

[24] ASB. *Nové metody s nakládání s odpadními vodami* [online]. [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/tzb/zdravotni-technika/nove-metody-nakladani-sodpadnimi-vodami>

[26] Stop-zapachu. *Žumpa* [online]. [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <http://www.stop-zapachu.cz/poradna/zumpa>

[27] Fonhit. *Všeobecné informácie o čistení odpadových vôd: Spôsoby a zariadenia na zneškodňovanie odpadových vôd* [online]. [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <http://www.fonhit.sk/infoocov.htm>

[29] Enpos. *Domové čistiarne odpadových vôd* [online]. [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <http://www.enpos.sk/environment/oblasti-zivotneho-prostredia/vodovod-a-kanalizacia/92-domove-cistiarne-odpadovych-vod>

[30] Covtopas. *Domová čistiareň odpadových vôd TOPAS-NPB* [online]. [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <http://www.covtopas.sk/index.php?page=fcia>

[31] Příroda. *Ekosystémy v české přírodě - mokřady* [online]. [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=447>

[32] VYMAZAL, J.: *Kořenové čistírny odpadních vod*. ENKKI, Třeboň, 2004, 14 str.

- [33] VTEI. Návrhové parametry, provozní zkušenosti a možnosti intenzifikace umělých mokřadů [online]. [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://www.vtei.cz/2016/04/navrhove-parametry-provozni-zkusenosti-a-moznosti-intenzifikace-umelych-mokraou/>
- [38] *Google.sk* [online]. [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <https://www.google.sk/maps/@48.7553842,17.5719525,15z?hl=sk>
- [39] Geologické a geovědní mapy. *Geologie, radon a geologická mapa Velká nad Veličkou* [online]. [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://www.geologicke-mapy.cz/regiony/ku-778583/>
- [40] Biogeografický region (bioregion). *Biografie* [online]. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/Z0005/18118868/index_book_5-2-2.html
- [41] ASIO čištění a úprava vod. *AS-ANASEP* [online]. [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/as-anasep>
- [42] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. *Územní srážky v roce 2016* [online]. [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#>
- [43] Abeceda vodních pohonů. *Retenční nádrž (rybník)* [online]. [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://mve.energetika.cz/vodnidilo/rybnik.htm>
- [44] Aquapumps. *Ponorné čerpadlá* [online]. [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: http://www.aquapumps.sk/index.php?main_page=product_info&products_id=2687
- [45] Belis. *Externí filtrační šachty* [online]. [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://www.belis.cz/externi-filtracni-sachty>

Právne predpisy

ČSN 73 4301. *Obytné budovy*: článek 5.2.2.1 Požadavky na obytnou místnost. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2004.

ČSN 75 6101. *Stokové sítě a kanalizační přípojky*. Praha: HYDROPROJEKT CZ a. S., 2012

ČSN 75 7221: *Jakost vod - Klasifikace jakosti povrchových vod*. Praha: ČNI, 1998.

BS 8525-1: *Greywater systems. Code of practice*. British Standards Institution, 2010.

ČSN 75 6402. *Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel*. Praha: Hydroprojekt a.s., Únor 1998.

Zákon České národní rady o ochraně zemědělského půdního fondu. In: . 334/1992 Sb. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-334>

Zákon o územním plánování a stavebním řádu: stavební zákon. In: . 183/2006 Sb. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-183>

Vyhláška o technických požadavcích na stavby. In: . 268/2009 Sb. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-268>

Vyhláška ministerstva zemědělství: Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. In: . 252/2004 Sb. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-252>

Zákon o vodách a o změně některých zákonů: vodní zákon. In: . 254/2001 Sb. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>

Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů: zákon o vodovodech a kanalizacích. In: . 274/2001 Sb. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274>

Nařízení vlády: Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních. In: . 57/2016 Sb. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-57>

Zoznam obrázkov

Obrázok 1: Príklad obytnej plochy RD	12
Obrázok 2: Minimálne rozmery spálne a detskej izby.....	13
Obrázok 3: Príklad úžitkovej plochy RD.....	14
Obrázok 4: Príklad príslušenstva RD.....	15
Obrázok 5: Minimálne rozmery záchodu s otváraním dverí von (vľavo) a otváraním dverí dovnútra (vpravo).....	16
Obrázok 6: Príklad zastavanej plochy RD (vľavo) a spevnenej plochy (vpravo).....	17
Obrázok 7: Kolobeh vody v prírode	19
Obrázok 8: Dôsledok inkrustácie na armatúrach ^[8]	21
Obrázok 9: Železité usadeniny v potrubí ^[9]	21
Obrázok 10: Schéma vodného hospodárstva domu s maximálnym využitím recyklovanej vody ^[11]	22
Obrázok 11: Príklady perlátorov a dávkovačov do sprchy ^[14]	25
Obrázok 12: Sensorová bezdotyková batéria ^[15]	25
Obrázok 13: Detail aplikátora kvapkovej závlahy ^[17]	27
Obrázok 14: Detail aplikátora mikropostreku ^[17]	27
Obrázok 15: Príklad umiestnenia akumulácie nádrže zrážkovej vody pod zem ^[23]	34
Obrázok 16: Delenie odpadových vôd z domácností ^[24]	36
Obrázok 17: Príklad tzv. ES prehlásenia ^[11]	38
Obrázok 18: Malá vegetačná koreňová čistiareň ^[11]	39
Obrázok 19: Schéma žumpy ^[26]	40
Obrázok 20: Septik ^[27]	41
Obrázok 21: Septik so zemným filtrom ^[27]	42
Obrázok 22: Domová čistiareň s biodiskom ^[27]	44
Obrázok 23: Domová čistiareň s biofiltrom ^[27]	45
Obrázok 24: Domová čistiareň s diskontinuálnym prietokom ^[27]	47
Obrázok 25: Schéma čistiarene TOPAS v prietokovej fázy ^[30]	48
Obrázok 26: Základné rozdelenie koreňových čistiarní OV ^[33]	50
Obrázok 27: Rez koreňovým filtrom s horizontálnym prúdením a odtokovou regulačnou šachticou ^[11]	51
Obrázok 28: Rez filtrom s mokradňovou koreňovou vegetáciou a vertikálnym prúdením ^[11]	51
Obrázok 29: Schéma horizontálneho filtru ^[36]	53
Obrázok 30: Schéma vertikálneho filtru ^[36]	54
Obrázok 31: Kalové pole s výsadbou trsti obyčajnej ^[11]	57
Obrázok 33: Pohľad na bezodtokové usporiadanie (systém biologická ČOV - koreňová ČOV - biologická nádrž) ^[11]	58
Obrázok 32: Schéma bezodtokového systému pri využití evapotranspirácie ^[11]	58
Obrázok 34: Mapa s vyznačeným miestom lokalizácie Veľká nad Veličkou ^[38]	59
Obrázok 35: Severo-západný pohľad na riešený pozemok	60
Obrázok 36: Anaeróbny separátor AS - ANASEP ^[41]	65
Obrázok 37: Šachtový filter MINIMAX ^[45]	68
Obrázok 38: Schéma čerpania vody s centrálnou jednotkou AS-RAINMASTER ECO ^[41]	76

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1: Doporučené najmenšie plochy obytných miestností v závislosti na veľkosti bytu.....	13
Tabuľka 2: Hodnoty súčiniteľu odtoku podľa ČSN 75 6101.....	31
Tabuľka 3: Intenzita dažďov v niektorých mestách ^[20]	31
Tabuľka 4: Požiadavky na zloženie dažďovej vody zo striech ^[22]	34
Tabuľka 5: Orientačné hodnoty pre bakteriologické monitorovanie prevádzky (bielej) vody podľa BS 8525 - 1.....	36
Tabuľka 6: Parametre aktivácie ^[28]	46
Tabuľka 7: Zloženie vrstiev u vertikálneho filtra s vegetáciou.....	55
Tabuľka 8: Číselná charakteristika klimatickej oblasti MT 10.....	60
Tabuľka 9: Súčinitele maximálnej hodinovej nerovnomernosti k_h	63
Tabuľka 10: Orientačné hodnoty produkcie špecifického znečistenia na 1 obyvateľa (populačný ekvivalent) v g/deň.....	64
Tabuľka 11: Vypočítané koncentrácie ukazovateľov s použitím anaeróbného separátoru AS - ANASEP ^[41]	66
Tabuľka 12: Vypočítané koncentrácie ukazovateľov s použitím anaeróbného separátoru AS - ANASEP a KČOV s porovnaním prípustných hodnôt podľa NV 57/2016 Sb.....	67
Tabuľka 13: Hodnoty územných zrážok z roku 2016 (S = úhrn zrážok, N= dlhodobý zrážkový normál, %= úhrn zrážok v percentách normálu) ^[42]	70
Tabuľka 14: Strata výparom ^[43]	71

Zoznam grafov

Graf 1: Priemerná potreba vody v domácnosti pri 150 l/od/deň ^[12]	23
Graf 2: Diagram ukážky množstva možnej náhrady pitnej vody vodou dažďovou .	29

Zoznam použitých skratiek a symbolov

BSK₅ - biochemická spotreba kyslíku; vyjadruje obsah biologicky rozložiteľných organických látok vo vodách, hodnota BSK₅ predstavuje množstvo rozpusteného kyslíku spotrebovaného za 5 dní mikroorganizmami pri biochemickom rozklade organických látok.

ČOV - čistiareň odpadových vôd

CHSK - chemická spotreba kyslíku; je mierou obsahu látok schopných oxidácie niektorými chemickými činidlami, najčastejšie dichromanom draselným CHSK_{Cr} a manganistanom draselným CHSK_{Mn}; vyjadruje približnú mieru celkovej koncentrácie organických látok vo vodách.

DČOV - domová čistiareň odpadových vôd

EO - ekvivalentný obyvateľ

MZe - ministerstvo (zemědelství) poľnohospodárstva

MŽP - ministerstvo životného prostredia

OV - odpadové vody

RD - rodinný dom

UM - umelé mokrade

VKČ - vegetačná koreňová čistiareň

Zoznam príloh

01 SITUÁCIA ŠIRŠÍCH VZŤAHOV

02 ŠTÚDIA RD

03 POHLADY RD

04 PÔDORYS 1.NP

05 PÔDORYS 2.NP

06 SITUÁCIA 1. NÁVRHU

07 SITUÁCIA 2. NÁVRHU

08 VERTIKÁLNA KOREŇOVÁ ČISTIAREŇ

09 SCHÉMA ROZVODU VODY