

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**DEŠŤOVÁ VODA A JEJÍ HOSPODAŘENÍ NA
POZEMKU MATEŘSKÉ ŠKOLY**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BC. MIRKA HAKENOVÁ

Vedoucí diplomové práce :

Ing. Roman Musil, Ph.D.

Konzultant :

Ing. Roman Musil, Ph.D.

2016/2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Hakenová	Jméno: Mirka	Osobní číslo: 381083
Zadávací katedra: TZB K11125		
Studijní program: Budovy a prostředí		
Studijní obor: Budovy a prostředí		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Dešťová voda a její hospodaření na pozemku mateřské školy, projekt vytápění mateřské školy	
Název diplomové práce anglicky: Rain water and its management on the land of a nursery school, the project of heating of the kindergarten	
Pokyny pro vypracování: Předmětem diplomové práce bude vypracování projektu vytápění mateřské školy pro provedení stavby. Součástí projektové dokumentace budou půdorysy M1:50, schéma otopné soustavy, schéma zapojení zdroje tepla, hydraulické vyvážení všech regulačních armatur, detail připojení otopného tělesa na OS a technická zpráva.	
Další součástí diplomové práce bude prohlubující část pojednávající o dešťové vodě a jejího následného využití v řešeném objektu. Součástí prohlubující části bude principiální funkce, případně porovnání jednotlivých systémů a doporučení zda systém realizovat na řešený objekt či nikoliv.	
Seznam doporučené literatury:	
Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Roman Musil, Ph.D.	
Datum zadání diplomové práce: 14.10.2016	Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2017 (dopracování DP práce z LS 2015/2016)
<small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

14.10.2016

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

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

V Plzni, 3. 1. 2017

Poděkování:

Děkuji Ing. Romanu Musilovi, Ph.D. za ochotu, trpělivost, za poskytnuté konzultace a rady při psaní této diplomové práce.

Obsah:

1. Úvod	4
2. Legislativa	6
3. Voda	12
4. Typy vod	14
4.1. Voda srážková	14
4.2. Dešťová voda	15
4.3. Povrchová voda	15
4.4. Šedá voda	16
4.5. Bílá voda	16
4.6. Splašková voda	16
4.7. Odpadní voda	16
4.8. Srážková voda	17
5. Kvalita vody	18
5.1. Znečištění v atmosféře	18
5.2. Znečištění nahromaděné během období sucha	19
5.3. Znečištění vzniklé po dotyku dešťové vody s určitými materiály	19
5.4. Kvalita vody a indikátory	19
5.5. Hygienické aspekty využití srážkových vod	23
6. Čištění dešťových vod	26
6.1. Mechanické předčištění	28
6.2. Biologické čištění	28
6.3. Membránová technologie	29
7. Hospodaření s dešťovou vodou	30
8. Způsoby systémů řešící akumulaci vody na pozemku	34
8.1. Vsakování	34
8.2. Retence	35
A) RYBNÍK S BIOTPEM	36
B) RETENCE NA TERASÁCH, VODOROVNÝCH A ŠIKMÝCH STŘECHÁCH (ZELENÉ STŘECHY, STŘECHA ZADRŽUJÍCÍ VODU)	36
C) RETENČNÍ NÁDRŽ NA DEŠŤOVOU VODU	37

D) NÁDRŽE PRO AKUMULACI VOD	37
9. PŘÍSLUŠENSTVÍ	42
9.1.Filtrace	42
9.2.Čerpadla	44
10. Využití dešťové vody	45
11. Návrh technologie	47
11.1.Technická zpráva	48
12. Závěr	50
13. Seznam použité literatury	61
14. Seznam tabulek	64
15. Seznam obrázků	65
16. Přílohy	66

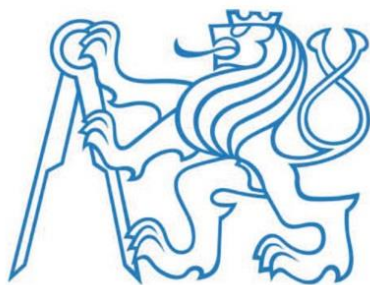
Anotace:

Voda je nezbytnou součástí lidského života. Kvalitní vodou často plýtváme, přitom zde existuje ekonomická a ekologická možnost využití dešťové vody. Tradiční pro nás proto v tomto směru zůstává například hospodaření s dešťovou vodou na našem pozemku, které funguje už mnoho generací. Náplní mé diplomové práce bylo věnovat pozornost problematice dešťové vody, různým systémům pro její využití, zpracování a likvidaci. Snahou bylo seznámit se se všemi možnými způsoby a variantami, typy jednotlivých zařízení k tomu potřebných, určit jejich výhody a nevýhody a možnosti použití. Doufám, že tato práce pomůže proniknout do zmíněné problematiky.

Annotation:

Very important part of human life is water. We are often wasting with high quality water, while there is an economic and ecological possibility of using rainwater. The traditional way, how to use rain water is for example rain water management on our property, which has been operating for many generations. The main topic of my thesis was to focused on the issue of rainwater, various systems for its use, water treatment and disposal. The aim was to find all possible ways and variations of each type of equipment, to determine their advantages and disadvantages and possibilities of theirs use. I hope this work will help to discover everything about referred issue.

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**



DIPLOMOVÁ PRÁCE

2016/2017

Bc. Mirka Hakenová

1. ÚVOD

Diplomovou práci jsem zaměřila na téma, dešťová voda a možnosti její hospodaření. Neboť se domnívám, že téma dešťové vody je v této době více než aktuálním. Proto jsem se rozhodla zpracovat diplomovou práci zaměřující se právě na tuto problematiku.

Na úplný důvod je třeba říci, že šetření s dešťovou vodou je správné a je více než na místě. Na hospodaření s dešťovou vodou se v poslední době začal klást velký důraz. Až do nedávna se dešťová voda považovala za téměř nulově využitelnou. Vzhledem k tomu, že se každým rokem zásoby pitné vody na Zemi zmenšují, a to nejen vlivem špatného hospodaření s vodními zdroji, ale i v důsledku stále se zvyšujícího znečištění produkovaného převážně lidskou činností. Dalšími důvody jsou zvětšující se odpařování vody, které má za následek tzv. globální oteplování.

Dříve jsme její uplatnění nacházeli výhradně na pozemku zahrad, a to především k využití pro zalévání květin, trávníků a zahrádek a další její potenciál přicházel vniveč. V dnešní době se civilizace snaží najít stále více možností uplatnění tohoto „levného“ zdroje vody. Stále více hledáme alternativy, pro zachycení dešťové vody, ať už ze střech a nepropustných povrchů a její následné zužitkování.

Nezdálo by se, že déšť, který nám padá na zahradu nebo střechu, vůbec stojí za řeč; maximálně ho chytáme do sudu a kropíme s ním záhony. Ovšem například jednou z podmínek pro získání stavebního povolení je mimo jiné i to, aby bylo zajištěno, že dešťové vody musejí být zlikvidovány na vlastním pozemku. Jak už jsme zmínila, k využitím dešťové vody nás vede především důvod ekonomický, ale samozřejmostí je i ekologické hledisko. Začínáme si uvědomovat, jakou nevyčíslitelnou cenu pro nás má kvalitní pitná, s kterou v této době bohužel maximálně mrháme. Téměř 97% vody na Zemi je tvořeno vodou mořskou, která je pro většinu rostlin a živočichů nevyužitelná. Další necelá 3% jsou vázána v ledovcích a jen asi 0,3% tedy zbývají k dispozici rostlinám a živočichům. Snažíme se proto dospět k tomu, aby kvalitní pitná voda byla používána skutečně pouze tam, kde je to nezbytně nutné a logicky se tedy nabízí snaha využívat dešťové odpadní vody. Díky tomu dochází k šetření pitné vody.

Průměrná spotřeba pitné vody na jednoho obyvatele činí přes 100 litrů vody denně. Ale na přibližně na 50% z této spotřeby není nutné využívat kvalitní pitnou vodu, proto může být dešťová voda použita jako náhrada.

Voda je všude kolem nás, a proto bychom se měli rozhlédnout a zamyslet se nad tím, jak maximálně využít prostředků, které nám příroda nabízí, využít jejich potencial a mít možnost tak šetřit nejen naší planetu, ale i peněženku.

V diplomové práci jsou kromě vysvětlující problematiky dešťové vody uvedeny také různé způsoby využití a zpracování dešťové vody, které mají přispět k co nejekonomičtějšímu a nejekologičtějšímu řešení.

2. LEGISLATIVA

Člověk svým působením na Zemi velmi často ovlivňuje životní prostředí, a to bohužel negativně. Současná legislativa v České Republice bere v úvahu s výše uvedenými důvody pro hospodaření a využití dešťové vody a ustanovuje pravidla. Jejím cílem je zajistit přechod na decentrální hospodaření se srážkovou vodou. Záměr legislativy je zmírnit negativní dopady výstavby (snížení hladiny podzemní vody, vznik povodní, přetížení stokových sítí, atd.).

„Postupné zastavování krajiny doprovázené stále se zvyšujícím podílem nepropustných ploch (komunikace, střechy budov atd.) na úkor propustné půdy negativně ovlivňuje přirozený koloběh vody. Srážková voda (tj. dešťová voda a voda vzniklá táním sněhu) již nemůže v dostatečné míře vsakovat do půdy a obnovovat zásoby podzemní vody. Místo toho odtéká po zpevněném povrchu povodí do stokové sítě nebo do vodoteče a stává se jednou z příčin lokálních záplav. Zároveň se půda v zastavěném území nadměrně vysušuje, vegetace hyne a tím se mění i mikroklima (sušší vzduch, větší množství prachových částic ve vzduchu apod.). Existují však možnosti, jak tuto situaci alespoň částečně napravit, a to přijetím opatření na jednotlivých pozemcích. Srážkovou vodu lze totiž pomocí různých zásahů vracet do přirozeného koloběhu vody. Nejzákladnějšími typy opatření jsou zařízení na vsakování srážkové vody a přeměna původně nepropustných zpevněných ploch na propustné.“

[1]

Hlavním právním předpisem v této oblasti je „vodní“ zákon (Zákon č. 254/2001 Sb. O vodách a změně některých zákonů v platném znění). Tento zákon udává stavebníkům povinnost zajistit vsakování nebo zdržování a odvádění srážkových vod při vytváření staveb nebo jejich změn. Stavební úřad slouží v tomto případě k tomu, aby nevydal stavebníkovi bez vyřešení hospodaření s dešťovou vodou na vlastním pozemku povolení ke stavbě. Dále může zamítnout dodatečné povolení stavby, povolení změn stavby, změnu užívání stavby, nebo vydat souhlas ke kolaudaci stavby.

▪ **Vodní zákon č. 254/2001 Sb. - §5 odstavec 3**

Při provádění staveb nebo jejich změn nebo změn jejich užívání jsou stavebníci povinni podle charakteru a účelu užívání těchto staveb je zabezpečit zásobováním vodou a odváděním, čištěním, po případě jiným zneškodňováním odpadních vod z nich

v souladu s tímto zákonem a zajistit vsakování nebo zadržování a odvádění povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby v souladu se stavebním zákonem. Stavební úřad nesmí bez splnění těchto podmínek vydat stavební povolení nebo rozhodnutí o dodatečném povolení stavby nebo rozhodnutí o povolení změn stavby před jejím dokončením, popřípadě kolaudační souhlas ani rozhodnutí o změně užívání stavby. [2]

Tato legislativa se tedy netýká pouze novostaveb, ale je vyžadována i při provádění změn staveb nebo změn jejich užívání. Změnou stavby, vyplývající ze „stavebního“ zákona (Zákon č. 183/2006 Sb. O územním plánování a stavebním řádu), jsou i nástavby, přístavby, či např. zateplení.

Dalších právních předpisů, které se zabírají problematikou nakládání se srážkovou vodou, patří Zákon č. 274/2001 Sb. O vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu. Tento zákon udává povinnost právnickým osobám platit za odvod srážkových vod do jednotné kanalizace.

▪ **Zákon o vodovodech a kanalizacích č. 274/2001 Sb. - § 20 odst. 6**

Povinnost platit za odvádění srážkových vod do kanalizace pro veřejnou potřebu se nevztahuje na plochy dálnic, silnic, místních komunikací a účelových komunikací veřejně přístupných, plochy drah celostátních a regionálních včetně pevných zařízení potřebných pro přímé zajištění bezpečnosti a plynulosti drážní dopravy, zoologické zahrady a plochy nemovitostí určených k trvalému bydlení a na domácnosti. [3]

Priority nakládání se srážkovou vodou dále vychází z Vyhlášky č. 501/2006 Sb. (ve znění Vyhlášky č. 269/2009 Sb.) a Vyhlášky č. 268/2009 Sb.

▪ **Vyhláška č. 501/2006 Sb. - § 20 odstavec 5, písmeno c**

požadavek na stavební pozemek, který se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo vyřešeno vsakování nebo odvádění srážkových vod ze zastavěných ploch nebo zpevněných ploch, pokud se neplámuje jejich jiné využití. Přitom musí být řešeno:

- 1. přednostně jejich vsakování, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, není-li možné vsakování,*
- 2. jejich zadržování a regulované odvádění oddílnou kanalizací k odvádění srážkových vod do vod povrchových, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, nebo 3. není-li možné oddělené odvádění do vod povrchových, pak jejich regulované vypouštění do jednotné kanalizace. [4]*

V poslední době byly také mimo právních vydány také nové normy, které se zaměřují na tuto problematiku. První z nich byla v roce 2012 ČSN 75 9010. Ta se snaží řešit návrh vsakovacích zařízení, jejich výstavbu, provoz a dimenzování. Za úskalí této normy však považují to, že není zcela komplexní vzhledem k ucelenému řešení hospodaření s dešťovými vodami pro větší urbanizované celky. Dále se též nezaobírá otázkou, jak naložit s dešťovou vodou, pokud ji z nějakého důvodu nelze vsakovat. Tyto závažné nedostatky má vyplnit nová norma TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami. Tato norma má vymezit alternativy pro decentrální odvodnění a také uvádí centrální řešení, uplatnitelné na větší urbanizované celky. Norma TNV 75 9011 by měla být návodem jak vytvořit návrh vsakovacích a retenčních objektů a zajistit jejich kvalitní provoz. Je již napsána, je ukončeno připomínkování, avšak čeští zákonodárci se nemohou přesně dohodnout na rozdělení slov *dešť-srážka*.

Předmětem této normy je přesné určení a popsání způsobů řešení HDV (Hospodaření dešťové vody). I zde je však řešeno hlavně vsakování a regulované vypouštění. Využívání těchto vod je zde jen zmíněno jako jedna z možností. Zde bych ráda uvedla stručný obsah normy:

Obsah: - Základní principy.

-Volba způsobu odvodnění - priority;

-prevence.

-Volba technického řešení - vsakování;

-odvádění do povrchových vod;

-odvádění do jednotné kanalizace.

-Technická řešení odvodnění - vegetační a šterkové střechy;

-akumulace a využívání vody;

-povrchové zasakování (plošné zasakování, průlehy, průleh – rýha, nádrže);

-podzemní zasakování (rýhy, šachty; prostory vyplněné šterkem);

-zasakování s regulovaným odtokem.

-Objekty a zařízení (pro vsakování a/nebo odvod) - návrhové parametry;

-vstupní data;

-Výpočetní postupy.

-Provoz objektů - všeobecné pokyny;

-způsoby údržby.

-Přílohy -Typické znečištění srážkových vod

-Doporučené způsoby vsakování

-Doporučené způsoby předčištění

-Schéma objektů

-Příklady návrhového výpočtu

-Specifikace údržby

-Zásady pro realizaci a předání objektů HDV do užívání

Výňatek, jenž se týká akumulace a využívání srážkové vody :

Akumulace a využívání srážkové vody

6.2.1 Hlavním důvodem využívání srážkové vody v nemovitostech a přilehlých pozemcích je náhrada a úspora pitné vody, především pro zavlažování, splachování WC, praní prádla, úklid a mytí aut.

6.2.2 Způsob využívání srážkové vody ovlivňuje systém akumulace a úpravy vody. Dělí se na:

- systémy pro využívání srážkové vody pouze pro zavlažování, se sníženými nároky na jakost srážkové vody;

- systémy pro využívání srážkové vody pro další činnosti podle 6.2.1, se zvýšenými nároky na jakost srážkové vody a technologické vybavení systému.

6.2.3 Systémy akumulace a využívání srážkové vody umožňují snížit objem povrchového srážkového odtoku a kulminační průtoky.

6.2.4 Systémy akumulace a využívání srážkové vody se zapojují mezi odvodňovanou plochu a další prvek HDV, např. vsakovací zařízení, retenční nádrž, nebo se mohou přímo kombinovat v jednom objektu s retenční nádrží (zejména při venkovním využívání srážkové vody).

6.2.5 Pro minimalizaci vnosu znečištění je nejvhodnější používat srážkové vody odtékající ze střech nemovitosti.

8 Provoz objektů

8.1 Všeobecně

8.1.1 Pro každý vybudovaný objekt a zařízení HDV nebo jejich kombinaci (dále jen systém HDV) musí být stanoven jeho vlastník, který bude po dokončení díla odpovědný za jeho provozuschopnost.

8.1.2 Z hlediska provozu systému HDV je při jeho výstavbě nutné dbát na zajištění vhodného přístupu ke všem částem zařízení, ve kterých je nutné provádět údržbu.

8.2 Údržba

8.2.1 Činnosti nutné k zajištění provozuschopnosti systému HDV lze rozdělit do tří kategorií: - pravidelná údržba; - příležitostná (občasná) údržba; - oprava.

8.2.2 Pravidelnou údržbou se rozumí časově předvídatelné úkony, např. údržba vegetace, odstraňování odpadků či preventivní kontroly.

8.2.3 Příležitostnou údržbou se rozumí úkony hůře časově předvídatelné či prováděné jednou za delší období, jako je např. odstranění sedimentu ze sedimentačních zařízení.

8.2.4 Opravou se rozumí úkony, které odstraňují částečné nebo úplné fyzické opotřebení objektů/zařízení HDV, čímž se zajistí jejich původní funkčnost (v původních užitečných hodnotách). Potřeba těchto úkonů může být omezena správným návrhem a výstavbou zařízení. Oprava je potřebná v situacích způsobených místními podmínkami či nečekanými událostmi, jejichž časový výskyt nelze přesně určit. Oprava může obsahovat mimo jiné následující úkony:

- opravu nátoků a odtoků z HDV zařízení a objektů;*
- opravu erozí postižených částí;*
- opravu vsakovací vrstvy;*
- výměnu geotextilie či filtračních vrstev (náplň filtru). [5]*

3. VODA

Chemický vzorec vody H_2O je nám už od útlého věku, stejně jako její nepostradatelnost pro nás i veškerý ostatní život na Zemi. Bez kvalitní pitné vody by nejenom lidstvo, ale i rostliny a ostatní živočichové dlouho nepřežili. Cena pitné vody se za posledních několik let zvýšila natolik, že už nás její spotřeba nutí přemýšlet, co s touto situací nadále dělat. My ale i přes tuto skutečnost vodou velice plýtváme. Málo kdo z lidí, si ale dokáže uvědomit, ba vůbec dokáže připustit, že to, co je pro nás v této době každodenní samozřejmostí, nemusí být běžné za pár let. Rozvojové země, které musejí svádět boj o každou kapku vody, nakládají s vodou daleko efektivněji než my, civilizované společnosti na poměrně vysoké úrovni.

Jak víme, voda se v přírodě pohybuje v koloběhu, jehož součástí je jak pitná voda, tak i voda znečištěná. Způsob jak zacházíme s použitou vodou tak přímo ovlivňuje kvalitu i množství pitné vody. Vedle funkce nenahraditelné potraviny má i funkci ekologickou. Voda je prostředí, kde žijí organismy. Dále voda zastává funkci estetickou, jako prostředí, které nás obklopuje a které na nás působí. Podstatně tak působí na naše zdraví, ať už na psychickou pohodu nebo kvalitu života obecně. Sama voda je ceněnou surovinou. Důležité je i uvědomit si, že použitá voda je též zdrojem tepelné energie, kterou můžeme využívat, a v neposlední řadě také zdrojem možných recyklovatelných látek, z nichž zejména fosfor bude nabývat na významu. Způsob zacházení s použitou vodou přímo ovlivňuje i kvalitu a množství pitné vody, neboť má vliv na kontaminaci podzemní vody, a kvalitu povrchové vody. Velký podíl pitných vod prochází přes stádium povrchových vod, a část má svůj původ i v odpadních vodách. Z toho důvodu se v poslední době mnohem více prosazuje komplexní pohled na hospodaření s vodou v obytných budovách. [17]

V porovnání s ČR mají v Evropě nižší zásoby podzemní vody na jednoho obyvatele jen Litva, Belgie, Kypr, Lucembursko a Malta. Tato závažná situace je důsledkem nerovnoměrností srážek a nyní stále častějších přivalových dešťů, které se nestačí vsakovat do půdy. V posledních letech bylo sice zaznamenáno, že v Česku spadne přibližně stejné množství srážek, ale v průběhu roku jsou zásadně jinak rozloženy. Zatímco povrchovou vodu můžeme zachycovat například v přehradách a jiných nádržích, podzemní voda se zcela ovíjí od počasí. Pro ideální doplnění zdrojů podzemních vod jsou zásadní časté zimní srážky.

Obr. 1



Zdroj: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/pages/07-voda.html

Údaje o zásobách vody jsou dnes závislé pouze na odhadech. Nyní jsou k dispozici přes 20 let staré údaje. Problém je v absenci strategie čerpání vody. Kvůli nadměrnému čerpání vody někde vysychají prameny, klesá průtok v tocích a vysychají biotopy. ČR patří z hlediska procenta využitelnosti vodních zdrojů k evropskému průměru, ale v dostupnosti vodních zdrojů (m³/obyvatele) jsme na jednom z posledních míst v Evropě.

4. TYPY JEDNOTLIVÝCH VOD

I v dnešních platných zákonech a nařízeních není mezi všemi těmito pojmy přesně striktní hranice, která by tyto pojmy přesně vymezovala, a proto tak často dochází k jejich nepřesnému a nesrozumitelnému pochopení.

4.1. Srážková voda

Srážková voda je běžně užívaný i technický termín, který není definován žádným právním předpisem. Obecně můžeme tedy konstatovat, že se jedná o vodu v různém skupenském stavu, která ještě nedopadla na jakýkoliv povrch a nedotýká se tedy žádným kouskem svého momentálního objemu zemského povrchu ani staveb, které jsou na něm umístěné.

- Norma ČSN EN 1085 (750160) [1] uvádí, že "srážkové vody" jsou vody z atmosférických srážek, které dosud neobsahují látky z povrchu

- Zákon o vodách č.254/2001 Sb. [2] uvádí v § 2 odst. 1 vymezení povrchových vod takto: "Povrchovými vodami jsou vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu; tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních." Z čehož vyplývá, že srážková voda po dopadu na zemský povrch, nebo na povrch staveb, se stává vodou povrchovou a pokud dále zasákne pod zemský povrch, stane se vodou podzemní.

- Asi nejjednodušeji tento pojem pojmenoval zákon o vodovodech a kanalizacích č. 274/2001 Sb. [6] v § 1 odst. 3: "...kanalizace sloužící k odvádění povrchových vod vzniklých odtokem srážkových vod (dále jen "srážková voda")...".

V České republice kolísá průměrný roční úhrn srážek mezi *600-700 mm*. Toto číslo udává dešťovou vodu, kterou jsme schopni díky moderním znalostem a dlouholetým zkušenostem efektivně využívat. Někdy nám k tomu stačí pouze naše kreativní schopnost a dobrý nápad. Avšak díky odborníkům můžeme během výstavby vhodně investovat a pořídit si nadčasové řešení. Někteří lidé můžou oponovat, že z hlediska finančních prostředků je

návratnost až za několik let. To ovšem není zcela pravda. Při zavedení dešťové vody přímo do objektu vždy nalezneme nějaké pozitivum, které nám pomáhá zlepšit minimálně naši kvalitu života. A právě na tuto skutečnost se často zapomíná.

Trend současné doby se stále více snaží postupně navrátit zpět k přírodním zdrojům, neboť tyto zdroje jsou tu pro nás k dispozici zcela zdarma. Právě toho se snažíme docílit i na příkladu s dešťovou vodou. Nejedná se pouze o využití dešťové vody ve vaší domácnosti nebo na zahrádce, ale i v ulicích, na náměstích, na parkovištích, tramvajových tratích, v restauracích, autobusových zastávkách a podobně. Zkrátka bychom měli využít toho, že déšť padá z nebe, a proto je výhodné s ním v projektování urbanistické struktury počítat a využít jej jako velmi efektivní ekonomický i ekologický zdroj, neboť až přes 50% spotřeby pitné vody v domácnostech, lze nahradit užitkovou vodou, a to bez jakéhokoliv snížení našeho komfortu. [27]

Srážková voda by měla být co nejvíce využita a mělo by být zabezpečeno, aby se s novými stavbami nezhoršovaly odtokové poměry. U rekonstrukcí by se pak do budoucna odtokové poměry měly i zlepšovat. [31] Uvedené zásady platí zejména pro rodinné domy, vesnické a horské oblasti, ale i pro městské zástavby, i když zde se bohužel často především z důvodů ekonomického a urbanistického řeší problematika centrálně.

4.2. Dešťová voda

Také běžně používaný termín, avšak nepřesně definovaný termín. Pod tímto pojmem můžeme chápat určitou část srážkových vod, které jsou pouze v jejím kapalném skupenství.

4.3. Povrchová voda

Povrchovými vodami jsou vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu; tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních. [28]

4.4. Šedá voda

Šedou vodou chápeme vody splaškové odpadní, které neobsahují fekálie ani moč. Tato voda je takto nazývána podle svého šedého zbarvení. Do této kategorie vod patří vody odtékající z umyvadel, sprch, van, praček, dřezů apod.

4.5. Bílá voda

Tímto pojmem je vymezena recyklovaná voda šedá (především voda z koupelen), která je připravená pro další použití. Využívat bílou vodu lze jako vodu technologickou, nebo užitkovou. Tyto vody můžeme pak využívat např. pro splachování toalet, zalévání rostlin, trávníku, zahrádek, k mytí automobilů atd. [14]

4.6. Splašková voda

Tato voda je vodou odváděnou z budov obytných nebo budov, v kterých se poskytují služby, které vznikají převážně jako produkt lidského metabolismu a činností v domácnostech. Tyto vody se na rozdíl od vod srážkových nelze před svým zpracováním použít. Jejich složení by mohlo napáchat velké škody ve volné přírodě, proto je důležité tyto vody následně upravovat.

4.7. Odpadní voda

Vodní zákon č. 254/2001 Sb. [2]§38 odst.1: Odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z nich odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť nebo ze skládek odpadu.

4.8. Užitková voda

Užitková voda je taková, která vyhovuje zdravotním požadavkům orgánů hygienické služby a technologickým požadavkům podle způsobu jejího využívání; s touto vodou člověk může přicházet do styku, ale nesmí ji používat k pití a pro přípravu potravin (viz ČSN 75 0150); užitková voda není dodávána z vodovodů pro veřejnou potřebu. [30]

5. KVALITA VODY

Již dávno víme, že dešťové mraky vznikají v důsledku odpařování, proto by mnozí mohli považovat vodu dešťovou za vodu destilovanou, tedy za vodu čistou bez jakýchkoliv cizích látek. Už v atmosféře, a nejen v ní, ovšem dochází k tomu, že tato voda přichází do kontaktu s různými látkami chemického původu. Bylo zjištěno, že dešťová voda, která projde atmosférou, vykazuje hodnoty asi 5,6 pH. Vzduch totiž obsahuje CO₂, s kterým se tato voda totiž váže.

Znečištění již zachycené dešťové vody je trojího původu. Jsou to:

- *rozpuštěné a nerozpuštěné látky obsažené v atmosféře a tedy i v atmosférických srážkách*
- *znečištění, které se za období bez srážek nahromadí na povrchu určitého území a během deště je poté odváděno z tohoto území samotnou dešťovou vodou*
- *znečištění, vznikající po styku dešťové vody s určitými materiály. [26]*

5.1. Znečištění v atmosféře

Během deště dochází v důsledku vymývání látkového znečištění ve vzduchu k čištění atmosféry. Proto nemůžeme vodu srážkovou považovat za čistý kondenzát, neboť se v ní odráží znečištění především kouřovými plyny, plyny výfukovými a znečištění v důsledku přirozeného procesu zemského povrchu, např.: erozí půdy, mořskou solí atd. Neboť zemská atmosféra má schopnost přenést látky obsažené v atmosféře na velkou vzdálenost, v dešťové vodě tak můžeme nacházet nejen cizí látky lokální, ale i cizí látky ze vzdálených oblastí.

Složky dešťové vody jsou *kyseliny* (kyselina sírová, dusičná, chlorovodíková), jejichž hlavním zdrojem jsou sloučeniny síry (sopky), dusíku (výfukové plyny, spalování fosilních paliv,...) a sloučeniny chloru (spalováním umělých hmot obsahující PVC, a *látky zásadité* (uhličitan vápenatý a hořečnatý, amoniakální dusík), které jsou produktem zemědělství (hnojiva) a přirozeného prostředí (uhličitan). Další látky obsažené v dešťové vodě z důvodu procházení atmosféry jsou *těžké kovy* (emise z průmyslu a spaloven), organické látky (uhlovodíky z výfukových plynů) a rostlinné živiny (např. fosfor a amonné ionty). [21]

5.2. Znečištění nahromaděné během období sucha

Neboť střechy budov nejsou žádným způsobem speciálně čištěny, je déšť jediný způsob, kterým zajišťuje jejich očistu. Taková voda, která omývá povrch střešních krytin, obsahuje vysoký podíl rozpuštěných kyslíčků (CO₂ a SO₂) a také určitý podíl organických látek, jako jsou: pyly, klacíky, listí, ptačí trus, prach a jiné.

5.3. Znečištění vzniklé po dotyku dešťové vody s určitými materiály

Vlivem vody, slunce, deště a mrazu se stavební konstrukce degradují a přirozeně opotřebovávají. Tím dochází k rozkladu a uvolňování částic těchto konstrukcí[16]. Můžeme jmenovat např.: střechy, cihly, krovy, sklo, asfalt, okapy, nátěry apod. I těmito látkami dochází ke znečišťování dešťové vody. Každý materiál se vykazuje jinými vlastnostmi, a proto i míra znečištění, která je následkem různé rychlosti opotřebení konstrukce, je rozdílná.

5.4. Kvalita vody a indikátory

Jak už jsem výše uvedla, látky v kontaminované vodě mohou být různého původu. Zde uvádím základní přehled parametrů, kterými popisujeme kvalitu vody:

Chemická spotřeba kyslíku (MG/L)

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK) je definována jako množství kyslíku, který je třeba na chemickou oxidaci dichromanu draselného pro látky obsažené ve vodě.

Biochemická spotřeba kyslíku 5 (MG/L)

Biochemická spotřeba kyslíku (BSK5) je definována jako množství kyslíku, spotřebovaného biochemicky oxidovatelnými organickými látkami obsaženými v jednom litru vody za 5 dní při metabolické aktivitě organismů odpovídající 20° C ve tmě [v mg O₂/l].

Celkový organický uhlík (MG/L)

Množství celkového organického uhlík (TOC) je množství sloučenin s organickým uhlíkem ve vzorku. Ty jsou při analýze spalovány a měří se množství vzniklého CO₂.

Spektrální koeficient absorpce 245nm (1/M)

UV absorpce je souhrnný parametr pro vody, které jsou znečištěné rozpuštěnými organickými látkami.

Kyslík

Čím je voda chladnější, tím narůstá množství O₂, které může být rozpuštěno ve vodě. 0 °C, standardní tlak, sladká voda: 14.6 mg/l = 100% saturace;

10 °C, standardní tlak, sladká voda: 11.3 mg/l = 100% saturace;

20 °C, standardní tlak, sladká voda: 9.1 mg/l = 100% saturace.

Podle toho, kolik procent rozpuštěného kyslíku se nachází ve vodě, rozlišujeme následující typy prostředí:

- aerobní prostředí - kdy je přítomnost rozpuštěného molekulárního kyslíku (O₂) a chemicky vázaného kyslíku větší než 0.5 mg O₂/l;
- anoxické prostředí - kdy je přítomnost kyslíku vázaného na dusík (např., NO₃⁻; NO₂) větší než 0.5 mg O₂/l;
- anaerobní prostředí- kdy není přítomna žádná molekula rozpuštěného ani vázaného kyslíku, tedy obsahuje méně než 0.05 mg O₂/l. [18]

pH

Hodnota pH je nezbytná pro určení, zda se jedná o kyselý či zásaditý charakter vodného roztoku. Tato hodnota je bezrozměrná.

- pH < 7 kyselý vodný roztok;

- pH = 7 neutrální vodný roztok;
- pH > 7 zásaditý (alkalický) vodný roztok.

Zákal (1/m)

Zákalem se označuje jednotka měření podílu jemně rozptýlených částic a nerozpuštěných látek ve vzorku vody.

Těžké kovy

Těžké kovy jsou olovo, kadmium, chrom, nikl, měď, zinek a rtuť. Rizikem těchto látek je to, že se mohou hromadit v lidském těle a způsobovat různá a mnohdy závažná onemocnění. Těžké kovy mohou být odstraněny z vody pouze pomocí velmi složitých postupů, jako jsou destilace nebo flokulace.

Hygienické indikátory

Bakterie

- *jedná se o jednobuněčné organismy, které se dokáží velmi rychle množit v teplém prostředí, hlavně pak ve vodě, a to za předpokladu, že mají k dispozici dostatek nutrientů.*

Heterotrofní bakterie

- *jsou základní organismy, které důležité látky potřebné pro svůj život získávají z organického kyslíku.*

Autotrofní bakterie

- *jsou nazývány organismy a rostliny, které jsou schopny se vyživovat z anorganických látek a tvořit organickou biomasu.*

Celkové koliformní bakterie

Jsou bakterie nacházející se a množící se v tenkém střevě, ale stejně tak i ve volné přírodě. Musejí mít ovšem zajištěnou dostatečnou výživu

Fekální koliformní bakterie a Escherichia coli

Tyto bakterie žijí ve střevech lidí a savců a obvykle jsou neškodné. Tyto bakterie se mimo tělo nemnoží.

Střevní enterokoky (-fekální streptokoci)

Pozitivní detekce enterokoků je důkazem vysoké pravděpodobnosti kontaminace fekáliemi. Bakterie se špatně množí ve vodě. Enterokoky jsou odolné vůči chlóru.

Pseudomonas aeruginosa

Jedná se o běžnou půdní a vodní bakterie. Může být segregovaná z rostlin, ovoce, potravin a střevního traktu lidí a zvířat.

Viry

K množení virů může docházet pouze v živých buňkách. Viry totiž nemají vlastní metabolismus, a protože jsou minimálně velké, je téměř nemožné, aby prováděli mechanickou filtraci z vody. Viry jsou citlivé na teplo a chemické desinfekční prostředky. Biologicky pěstované kultury a substráty s biofilmem představují dobrou ochranu proti virům.

Prvoci

Prvoci jsou jednobuněčné organismy. Pokud prvok najde hostitele, sám sebe obalí diafragma (cystou), která je extrémně odolná vůči vlivům okolního prostředí. Prvoci mohou být snadno z vody odfiltrováni.

Hlísti

Tyto parazitické červi patří mezi eukaryotní parazity, kteří žijí v hostitelích. U hostitelů jsou kvůli výživě a úkrytu. Hlísti mohou způsobit nemoci a oslabení organismu. [20]

5.5. Hygienické aspekty využití srážkových vod

V Německu se začali zabývat využitím srážkových vod v roce 1980. Stejně jako u nás byly z počátku námitky k jejímu používání především ze strany vodáren a komerčních subjektů. Otázkou problematiky hygienických aspektů využití srážkových vod se začal zabývat Dr. Reinhard Holländer, který prováděl měření na 126 cisternách po dobu více než 10 let a zkoumal především bakteriologii. Měření probíhalo v různých typech nádrží, 76 jich bylo z plastu, 22 z betonových prefabrikátů, 16 ve zděných nádržích, 8 v bývalých tříkomorových systémech a 4 v olejových nádržích. Olejové nádrže, stejně jako plastové nádrže, se nacházely ve sklepech obytných budov. Ostatní nádrže byly uloženy v zemi. Ve všech nádržích s výjimkou 6-ti byly použity různé druhy filtrů, např.: okapový filtr, košíčkový filtr, vírový filtr a filtr drobných částic. Velikost otvorů ve filtrech byla od 0,18 do 0,4 mm. Testované vzorky byly odebírány z odběrných kohoutů nebo ze zahradního zavlažování při teplotách vody okolo 4°C a okamžitě byly testovány. Četnost zkoušek byla přibližně jednou za půl roku. Výsledky měření viz tab. 1 a 2. [22]

Tabulka č.1 [22]

Koncentrace bakterií na 1 ml zkoušené vody						
Inkubační teplota	Počet cisteren	Počet zkoušek	Koncentrace bakterií v 1 ml [% všech zkoušek]			
			≤99	100-999	1000-9999	≥10000
20°C	126	2 724	12,9	42,1	33,6	11,4
37°C	126	2724	34,9	34,3	22,1	8,7

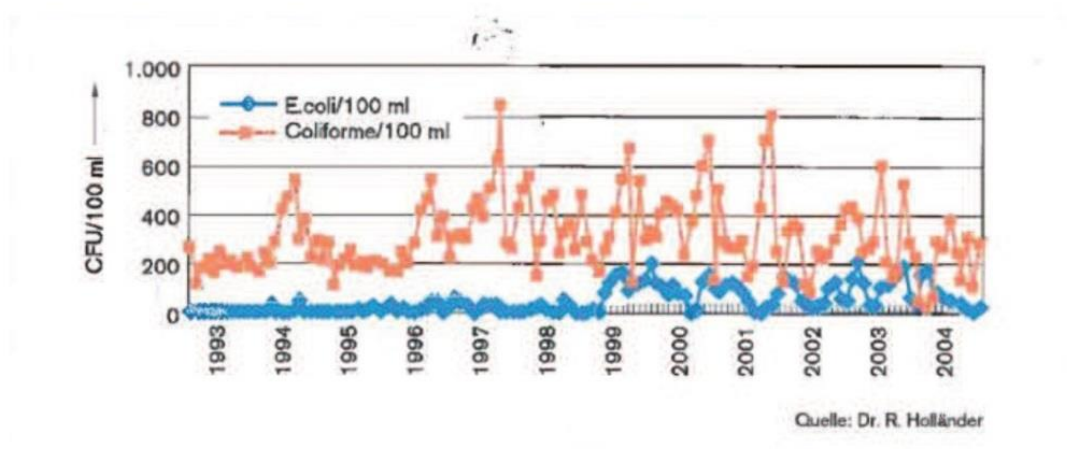
Tabulka č.2 [22]

Koncentrace bakterií ve 100 ml zkoušené vody						
	Počet cisteren	Počet zkoušek	Koncentrace bakterií v 100 ml [% všech zkoušek]			
			≤99	100-999	1000- 9999	≥10000
Escherichia coli	126	2718	87,3	7,4	4,1	1,2
Koliformní bakterie	126	2718	59,6	23,1	15,6	1,7
Fekální streptokok	126	2718	72,3	20,1	6,5	1,1

HODNOCENÍ:

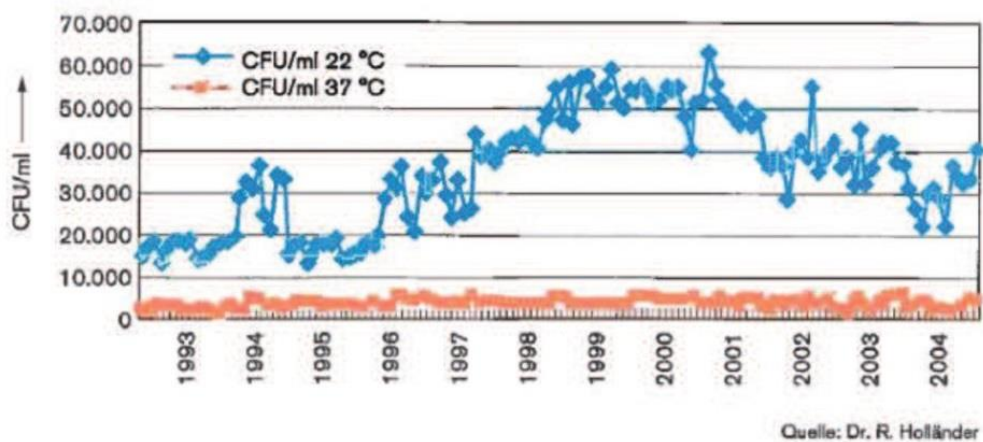
V následujícím obrázku 2 a 3 můžeme vidět výsledky měření bakterií E.coli a Koliformních bakterií ve vodě z daných cisteren od roku 1993 do 2004. A v tabulce 3 detekci patogenů ve vodě ze splachovacích nádržek.

Obr.2 E.coli a Koliformní bakterie v nádržích 1993-2004 [15]. CFU je počet životaschopných bakterií.



Zdroj: <http://www.szu.cz/tema/prevence/infekcni-onemocneni-z-pitne-vody>

Obr.3 Obsah bakterií v nádržích 1993-2004



Zdroj: <http://www.szu.cz/tema/prevence/infekcni-onemocneni-z-pitne-vody>

ZÁVĚR:

Po 15-20 letech měření Dr. Reinhard Holländer nenašel žádné zásadní důkazy svědčící o nehygieničnosti dešťových vod. Takže můžeme s jistotou říci, že přes všechny odpor zdravotních úřadů se obavy z nehygieničnosti nepotvrdily. Vědecké výzkumy potvrdily nezávadnost dešťových vod a jejich využívání je zahrnuto v německé normě DIN 1989 (2002), která popisuje nezávadnost dešťových vod.

Tabulka č.3 [22]

Patogen	Počet vyšetřených cisteren	Počet vzorků	% pozitivních vzorků
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	119	1801	11,3
<i>Staphylococcus aureus</i>	92	962	0
<i>Salmonella spec.</i>	116	1722	0,06*
<i>Shigella spec.</i>	62	602	0
<i>Campylobacter spec.</i>	65	362	0
<i>Legionella spec.</i>	58	507	0,2*
Kvasinky	50	527	0
Cryptosporidien	32	216	0

* jediný pozitivní důkaz (31.12.2003)

6. Čistění dešťových vod

Existuje celá řada způsobů a možností jak takovéto vody čistit. Chceme-li používat dešťovou vodu na zahradě k zalévání nebo na mytí auta, postačí systém, který nevyžaduje žádnou zvláštní filtraci vody. V tomto případě je vhodné pouze zabezpečit, aby do akumulární nádrže nebyly splavovány mechanické nečistoty, které by nádrž zanášely. [16] Na druhou stranu využití dešťové vody např. na praní už vyžaduje podstatně kvalitnější filtraci.

Užíváním dešťové vody z hlediska jejího složení nesmí dojít k:

- ohrožení zdraví uživatele
- ohrožení kvality pitné vody
- omezení komfortu užívání vody
- kontaminaci životního prostředí (především půdy a podzemní vody)

Nejdůležitější a nejpoužívanější způsoby čištění dešťové vody jsou zmíněny, stručně popsány a vyhodnoceny v následující Tab. 4 :

Tab.4 Vyhodnocení způsobů čištění vod [23]

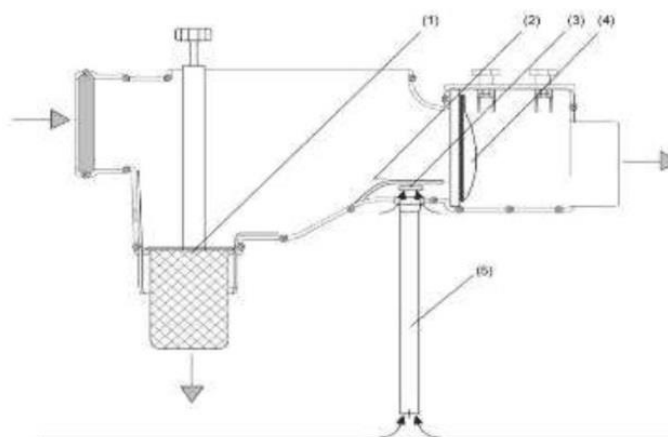
PRINCIP	ZPŮSOB ÚČINKU	VÝSLEDEK	MOŽNÉ NAVÝHODY
Sedimentace	Mechanická sedimentace kontaminantů	Menší zákal, menší obsah pevných látek	Časová náročnost = potřebné objemy pro sedimentační procesy
Odloučení lehkých látek	Odstranění plovoucích kontaminantů s tuky a ropnými látkami	Menší plovoucí vrstva	Ztráta vody kvůli přetečení
Písková filtrace	Filtrace přes pískové lože	Menší zákal, menší obsah pevných látek	Je nutné čistit pískové lože
Vícevrstvý filtr	Více vrstev filtru s různými nosiči	Záleží na materiálu filtru, může být proveden zpětný proplach	Častý zpětný proplach, náklady na čištění
Skrápený biofiltr	Více vrstev filtru s různými nosiči	Biologické čištění	Cyklický proces, spotřeba energie
Mechanické předčištění	Mechanické zadrženi kontaminantů	Nižší obsah pevných látek	Čištění, údržba
Odstředivka	Těžké částice jsou odstraňovány pomocí odstředivé síly vytvořené rotující vodou	Nižší zákal, nižší obsah pevných látek	Vyžaduje prvotní vstupní tlak, spotřeba energie
Aktivovaný uhlík	Adsorpce	Odstranění nepolárních látek, jako jsou minerální oleje a organické sloučeniny	Údržba v závislosti na znečištění
Membránová filtrace Mikrofiltrace	Mechanické zachycení nečistot až do velikosti bakterií	Čistá voda bez bakterií	Údržba, náklady
Membránová filtrace Ultrafiltrace	Mechanické zachycení nečistot až do velikosti virů	Žádný zákal, bez virů	Čištění, náklady, vyšší tlak = spotřeba energie
Biologické čištění	Rozklad znečišťovatelů v aerobním prostředí	Snížení hodnoty CHSK	Potřebný čas = objem potřebného kyslíku, nefunguje s některými čistícími prostředky
Flotace	Rozklad v plavné vrstvě	Snížení hodnoty CHSK	Spotřeba energie, vytékání pěny = technické náklady
Katadyn procedura	Baktericidní účinek prostřednictvím kovových iontů	Dlouhodobá redukce bakterií a virů	Dávkování, náklady
Chlor	Baktericidní účinek prostřednictvím kovových iontů	Dlouhodobá redukce bakterií a virů	Dávkování, náklady
UV záření	UV záření	Redukce bakterií a virů	Údržba, spotřeba energie, re-eutrofizace
Pokročilé oxidační procesy	Bakterie a viry jsou inaktivovány pomocí aktivního kyslíku	Redukce bakterií a virů	Dávkování, náklady

6.1. Mechanické předčištění

Obvykle je voda určená k čištění nejprve sbírána do akumulární nádrže. Kvalita vody může být zlepšena pomocí jednoduchého mechanického předčištění – viz Obr.4

- 1) *Vyjímatelné síto*
- 2) *Nouzový přepad*
- 3) *Přepad na odstranění povrchových nečistot*
- 4) *Zpětná klapka*
- 5) *Sací trubice*

Obr.4 Schéma mechanického předčištění



Zdroj : www.asio.cz

6.2 Biologické čištění

Po hrubé filtraci voda dále pokračuje do membránového bioreaktoru. Biodegradace poté probíhá v provzdušněném fluidním loži za pomoci bakterií. Po několika týdnech od zahájení provozu dojde k usazení bakterií na nosiči biomasy. Optimální zásobování kyslíkem zajišťuje průtok vzduchu z dmychadla přes membránovou jednotku.

6.3. Membránová technologie

Membránová technologie je úspěšně využívána mnoho let a to především proto, že zajišťuje z vody odfiltrování virů a bakterií. Její účinnost a použitelnost udává velikosti pórů. Nevýhodou membránové filtrace jsou:

- vyšší spotřeba elektrické energie;
- znečišťování membrány zvyšování potřebného filtračního tlaku;
- možnost k ucpání membrán (oleje, tuky,...);
- omezená možnost zpětného proplachu u deskových membrán;
- čištění membrán chemikáliemi -větší náklady na údržbu;
- malá životnost.

Všechny tyto nevýhody se již ale dnes dají odstranit pomocí novějších technologických postupů výroby membrán, kvalitnějším předčištěním, udržováním správného množství kalu.

Obr. 5 Schéma membránové stanice

1) Zásobní nádrž proplachové vody

2) Čerpadlo proplachu,

3) Čerpadlo permeátu,

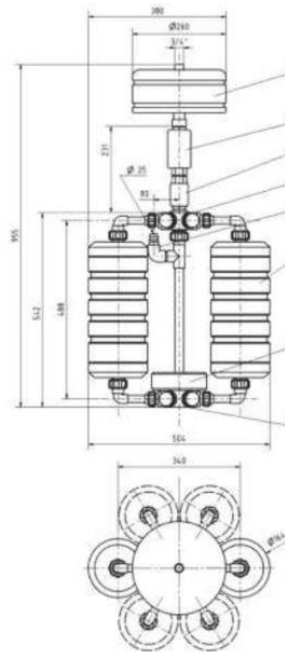
4) Sběrný port permeátu,

5) Připojení tlakového vzduchu,

6) Membránové patrony,

7) Závaží,

8) Rozdělovací port provzdušňování



Zdroj: <http://www.asio.cz>

Výhody membránové filtrace

- *velice kvalitní vyčištěná voda (bez bakterií a zákalu);*
- *voda je úplně oddělena;*
- *velice stabilní provoz nezávislý na průběhu zatížení;*
- *kompaktní velikost a malý potřebný objem bioreaktoru;*
- *nízké provozní náklady;*
- *stabilní biologické*
-

(čištění v kombinaci s membránou odstraní z vody i zápach).

7. Hospodaření s dešťovou vodou

Hospodaření s dešťovou vodou má momentálně velkou oporu v české legislativě. Při stavbě rodinného domu nebo průmyslové haly se setkáváme s požadavkem stavebních úřadů na minimalizaci pouštění dešťové vody do kanalizačních řádů. Požadována je „likvidace“ dešťové vody na pozemku stavby, a to vsakováním. Zpevněných ploch stále přibývá a tím je více a více omezeno přirozené vsakování. Na zem spadne v průměru 1000l/m²*rok a kdyby vše oteklo do kanalizačních sítí, nutně by docházelo k jejímu přetížení a plnění vodních toků.

Důvody hospodaření s povrchovými vodami

Globální změny klimatu jsou příčinou stále častějších extrémních výkyvů počasí, mezi které patří na jedné straně extrémní sucha a na druhé straně silné přivalové deště. Do roku 2050 je zároveň plánováno zdvojnásobení urbanizace a tento fakt klade obrovský důraz především na projekty městských kanalizačních sítí. Průmyslové a komerční projekty proto potřebují už dnes zahrnovat i oblast udržitelného hospodaření s vodou. Její sběr, čištění a opětovné využití, za účelem pozdějšího snížení rizik poškození majetku a ohrožení bezpečnosti a zdraví obyvatel. V důsledku rychlé urbanizace se přírodní koloběh vody stává drasticky narušen. V přírodě se 50% srážek vsákne do půdy a zhruba 10% zůstává na povrchu. Ve vysoce urbanizovaných oblastech 55% všech srážek zůstává na povrchu a pouze 15% proniká do zastavěného okolí. Toto okolí zabraňuje přirozenému vsakování srážkové vody. Vodní zdroje se rapidně ztenčují a dochází i ke zhoršení jejich kvality. Tento stav má stejný dopad na lidi, ale i na zvěř a přírodu celkově.

Co brání rozvoji hospodaření s dešťovou vodou

Podstatou konvenčního vodohospodářského přístupu k dešťové vodě bohužel v dnešní době je, že se jí hned, jak spadne na pozemek, co nejjednodušeji chceme zbavit. Snažíme se jí tedy co nejpříjemněji odvést do kanalizace, potoku, řeky, moře, prostě pryč, aniž bychom si uvědomovali, o co přicházíme. Principem nového decentralizovaného systému odvodnění je snaha postarat se o dešťovou vodu hned tam, kde spadne a maximálně jí využít.

Jak již jsem se zmínila, v České republice však v současnosti nejsou vytvořeny legislativní, technické, ekonomické ani společenské předpoklady, které by jednoznačně a koordinovaně formulovaly celospolečenský zájem s dešťovou vodou hospodařit. Nejsou podmínky pro to, aby se dalo při projektování, výstavbě, schvalování, povolování nebo provozování o něco konkrétního přít a bylo by tak možné mluvit o systémovém přístupu. Cesta k tomu, aby se hospodaření s dešťovou vodou stalo základním principem vodního hospodářství v našich městech, má v současné době dvě podoby:

- 1) *realizace systémových změn a opatření s celostátní působností*
- 2) *zavedení účelových pravidel s místní působností.*

Pokud se má hospodaření s dešťovou vodou zavést jako zásadní systémová změna, je nutné učinit tak striktně. Systémový přístup znamená vytvořit v naší zemi prostředí, kde budou zkoordinované všechny zákonné a technické normy a ekonomické podmínky pro navrhování, realizaci a provozování odvodňovacích systémů s decentralizovanou retencí.

Ostatní aspekty pro využití dešťové vody

Velkým problémem městské zástavby je udržení příjemného mikroklimatu zejména v letním období. Hustá městská zástavba zcela změnila přirozený vodní režim původního ekosystému. Zpevněné a zastavěné plochy zabraňují doplňování zásob podzemní vody.

Stokové sítě sídelních útvarů vznikaly jako jednotné soustavy. Jejich stavba postupovala od nejnižšího místa sídla u vodoteče. Kmenové stoky většiny měst jsou ale přetížené. Nová zástavba proniká do větší vzdálenosti od historických center. Rekonstrukce kmenových stok je ale investičně nákladná. Proto vzniká silný tlak na omezení odtoku dešťové vody z nově budovaných objektů na okrajích měst.

Na území ČR naprší měsíčně kolem 50-70 mm vody. Už vytvoření mělké prohlubně v trávníku umožní zadržet větší část vody v místě. Prodlouží se doba, po kterou je tráva zelená, o něco se zlepši mikroklima a trochu se omezí i přítok vody do řeky. V malých tocích se ovlivní povodňová vlna. Může se omezit požadovaná kapacita stok pro odvádění dešťové vody nebo se stoky nemusí rekonstruovat. S minimálními investičními náklady dosáhneme

výrazných úspor a přitom se trochu zlepši i životní prostředí. Při rozhodování o způsobu snížení odtoku dešťové vody z řešeného území je třeba vycházet z geologického průzkumu staveniště a z předpokládané kvality dešťové vody. V území, kde je nebezpečí sesuvů, je nevhodný systém vsakování vody do podloží.

Nejlevnější metodou omezení odtoku dešťové vody z území je povrchové vsakování návrhem vhodných terénních úprav. Povrchovým vsakováním se může zachycovat veškerá dešťová voda z řešeného pozemku. Vhodným návrhem nivelity travnatých ploch se můžeme docílit zachycení téměř veškeré dešťové voda ze sídelních útvarů zejména v rovinatých územích.

Základní rozhodnutí o využití nebo zachycení dešťových vod v oblasti by mělo vycházet z místních podmínek pro odvádění dešťových vod do veřejné kanalizace. Dalším kritériem by měl být poměr mezi možným využitím dešťové vody v objektu a nepravidelností dešťových srážek. Rozhodující roli při návrhu zachycování a využití dešťové vody může hrát nedostatek pitné vody v řešené lokalitě nebo cena vody. Musíme brát v úvahu, že intenzita srážek se mění v závislosti na řadě faktorů. Podstatný vliv na průměrný roční úhrn srážek má jednoznačně nadmořská výška. Ale protože některé faktory se nedají obecně postihnout, doporučuje se vždy vycházet z dlouhodobých měření místních hydrometeorologických stanic.

8. Způsoby systémů řešící akumulaci vody na pozemku

Je nám známo hned několik způsobů jak si poradit s dešťovou vodou na určitém pozemku. Hlavními způsoby jak se s touto vodou vypořádat jsou:

- vsakování
- retence
- akumulace

8.1. Vsakování

Vsakování je ideální způsob jak se zbavit přebytečné dešťové vody na svém pozemku. Bohužel v dnešním trendu maximální pokrytí pozemku ať už samotnými stavbami nebo jen zpevněnými plochami je téměř nemožné spadlou srážkovou vodu na tomto pozemku vsakovat. Další nevýhodou je, že vsáklou vodu do půdy sice přirozeně vrátíme do vodního koloběhu, ale ztrácíme tak možnost využití jejího dalšího potenciálu.

Vsakovací nádrže musí mít také retenční vlastnosti. Vsakování probíhá přes zatravněnou humusovou vrstvu. Při vsakování musí být zohledněny také vlastnosti půdy. Důležitým faktorem je především propustnost půdy. Pro návrh vsakování je důležitá vzdálenost hladiny podzemní vody, ta nesmí být blíže, než 1 metr pod dnem nádrže. Návrh nesmí nijak ohrozit jiné zdroje pitné vody. Ukázka vsakovací nádrže je na obrázku č. 6. Jedná se o vsakovací tunel Garantia firmy Nicoll Česká republika, s.r.o.

Obr. 6 Vsakovací tunel Garantia



Zdroj: <http://www.nicoll.cz/produkty/destova-voda/vsakovani-a-retence/vsakovaci-tunely.html>

Dešťová voda je ve většině případů vhodná ke vsakům do půdy i k vypouštění do povrchových vod. Pokud je k tomuto vypouštění podmíněně přípustná, musí se předčistit.

Pro vsakování nemusí být využity jen uměle vytvořené nádrže. Ve volném prostředí mohou k lepšímu odvodnění sloužit také vsakovací průlehy, rýhy nebo poldry. Průleh je rozlehlý a využívá se v půdách s nízkou propustností. Naopak rýhy jsou liniové a používají se na propustnějších místech. Poldry jsou suché retenční dešťové nádrže. Pomáhají s regulací odtoku srážkové vody v určitém území. Zadržují vodu a postupně se vyprazdňují pomocí regulátoru odtoku.

Příkladem přírodního čištění jsou kořenové čistírny neboli umělé mokřady. K čištění v takovém prostředí napomáhají rostliny a jiné mikroorganismy. Nátok do kořenové čistírny musí být vodorovný. Jde o zvodnělou plochu, která i na malém prostoru dokáže pojmout velký objem vody. Kořenová čistírna může být i součástí soukromého pozemku. S dalšími podmínkami je tento způsob čištění vhodný i pro splaškové odpadní vody.

8.2. Retence

Problém velkých odvodňovaných ploch lze řešit retencí - akumulací objemu vody a její regulované vypouštění do recipientu. Retenční nádrže dokáží nahradit přirozené retenční vlastnosti krajiny, ochranu před velkými vodami a dešťovými odtoky.

Tato zařízení mohou najít použití:

- při přívalových deštích;
- při cíleném zadržení vody před dalším odváděním ke vsakování nebo zaústění do recipientu nebo v silně zastavěných oblastech;
- při předčištění více zatížených vod;
- při cíleném ovládnutí odtékající dešťové vody

A) RYBNÍK S BIOTOPEM

Jedná se o kombinace biotopu a rybníčku, který může být využitý na koupání. Při vyšších teplotách vody (přes 24°C) může dojít ke zvýšení koncentraci mikroorganismů.

Výhody:

Při možném nasycení kyslíkem v úseku s kaskádou (mezi filtrem a biotopem) a následným průtokem v biotopu je možno provozovat toto zařízení bez jakýchkoli chemikálií;

Nevýhody:

Krátká sezóna koupání - ohřívání vody, např. slunečními kolektory, není vhodné.

B) RETENCE NA TERASÁCH, VODOROVNÝCH A ŠIKMÝCH STŘECHÁCH (ZELENÉ STŘECHY, STŘECHA ZADRŽUJÍCÍ VODU)

Na střechách s rostlinným pokryvem nebo se šterkopískovým pokryvem dochází ke značné retenci dešťové vody. Použití je možné pouze na absolutně vodotěsných a proti kořenům odolných střechách a terasách s nutností posouzení dostatečné únosnosti střechy a teras. Z těchto technologicky a finančně náročných důvodů se s těmito příklady setkáváme tak málo.

Výhody:

Esteticky působící možnosti zahradní architektury

Regulace teploty v horním podlaží budovy

Zmírnění dilatačních problémů

Snížení hladiny hluku (např. oproti plechovým střechám)

Nevýhody:

Intenzivní péče o rostliny těsně po jejich vysazení (zabránění odplavení nebo naopak uschnutí)

Cena a daný sklon střechy

C) RETENČNÍ NÁDRŽ NA DEŠŤOVOU VODU

Jedná se o krátkodobé zachycení dešťového odtoku na nemovitosti. Pokud to místní podmínky dovolují, může retenční nádrž přetékat.

Výhody:

Zpravidla nízké pořizovací náklady

Možné esteticky působící uspořádání (zahradní architektura)

U školních objektů: praktický příklad, použitelný při výuce

Jednoduchá a levná zařízení na omezení odtoku

Nepatrné nároky na látkové složení dešťového odtoku

Nevýhody:

Potřebná plocha

Pravidelná údržba bezpodmínečně nutná

D) NÁDRŽE PRO AKUMULACI VOD

Pro akumulaci dělíme do několika základních skupin. Ať už dle materiálu (plast, beton, ušlechtilá ocel,...), geometrie (otevřené, uzavřené, kruhové, kulovité, oválné, pravoúhlé, atypické,...), jednoplášťové/dvouplášťové, nadzemní/podzemní, s/bez předčištění, s/bez nátoky pitné vody pro doplnění vody v období sucha. Při volbě typu, tvaru i vybavení, je samozřejmě nejdůležitější otázkou, co budeme od navrhované nádrže požadovat. Na jaké práce budeme vodu využívat. Ať už to na první pohled nemusí být jasné, tak i volbou materiálu se může určovat koncová kvalita vody. Logicky se dá předpokládat, že voda skladovaná v plastové nádrži bude mít nejspíše vyšší kvalitu, než voda shromažďovaná v její betonové alternativě. Dále, z hlediska ekonomického, by bylo vcelku neekonomické navrhnout třeba nerezovou nádrž se systémem předčištění vody, pro jímání vody na kroupení trávníku.

Velikost akumulčních nádrží na dešťovou vodu se stanovuje podle potřeby a podle využitelného množství srážkové vody. Dešťová voda by neměla být zadržována déle než 21 dní. Akumulovaná dešťová voda se upravuje UV zářením, které odstraňuje bakterie, a poté může být využita v objektu jako voda provozní. Na obrázku č. 7 je ukázka nádrže na dešťovou vodu od firmy ASIO, spol. s r.o. Nádrž AS-REWA je navržena k využití dešťové vody v objektu. Velmi důležitým prvkem je filtr srážkové vody AS-PURAIN. Výhodou tohoto speciálního filtru je jeho neobvyklý tvar, který zajišťuje samočištění pomocí vodního skoku. Díky tomu může být využito mnohem více vody bez častého čištění filtru uživatelem.

Obr. 7



Zdroj: <http://www.asio.cz/cz/as-rewa>

Systém využití dešťových vod sestává z těchto zařízení:

- Filtry (integrované v nádrži nebo zemní)
- Akumulační nádrže
- Plovoucí sací soupravy
- Přepadové sifony
- Čerpací zařízení
- Řídicí doplňovací jednotky
- Hladinové senzory
- Tvarovky na uklidnění přítoku

- Přívodní, odběrné a odpadní potrubí

Princip fungování

Dešťová voda stékající ze střechy okapovými svody se přivádí sběrným potrubím do zemního filtru. Nečistoty se zbytkovou vodou se odvádějí potrubím do kanalizace, nebo k zasakování. Přes nerezové síto filtru přepadá čistá voda, která se přivádí potrubím do nátokového hrdla nádrže, ukončeného uklidňujícím prvkem, který zabraňuje víření spodního sedimentu v nádrži. Voda ze sifonového přepadu při přeplnění nádrže odtéká přes zpětnou klapku potrubím do kanalizace, nebo do vhodného zasakovacího objektu. Odběr vody z nádrže sacím potrubím je zajištěn sací soupravou, která odebírá pouze čistou vodu pod horní hladinou v nádrži. Čerpací zařízení - vodárna je součástí automatické doplňovací jednotky s řídicí jednotkou, která v případě nedostatku dešťové vody v nádrži přepne pomocí hladinového spínače odebírání vody z vodovodního řádu při splnění normy ČSN EN 1717 (v systému není přímé propojení mezi rozvodem užitkové dešťové vody a rozvodem pitné vody). Z automatické doplňovací jednotky je voda potrubím výtlačená dopravována k využití.[18]

Rozdělení dle tvaru

Volba tvaru je určitě zásadní otázkou pro návrh nádrže. Omezení návrhu způsobuje hned několik faktorů, např.: prostor, vlastnosti půdy, nutnost pojezdu, a mnoha dalšími možnými požadavky ze strany objednatele. Např. pro rodinný dům bude nejspíše ideální variantou podzemní nádrž uzavřená, třeba i pojízdná vozidlem do 3,5t. Zase naopak pro průmyslový areál, který by využíval vodu pouze pro mytí strojů a kropení cest (není tedy požadována nijak vysoká kvalita vody), by byla zcela dostačující nádrž otevřená. Otázka, jestli nadzemní, nebo podzemní, by se řešila podle místních podmínek podloží, popřípadě současně s volbou materiálu.

Rozdělení podle materiálu

Zde je také zásadní, pro jaký účel bude voda používána. Materiál dokáže ovlivnit výsledné vlastnosti vody. Plast, nebo nerez jsou z hlediska kvality vody nejvhodnějšími materiály, tudíž se jedná i o cenově nákladnější materiály. Z hlediska životnosti je

nejvhodnějším materiálem nerez a následně plast. Nejekonomičtější variantou, z pohledu pořizovací cena/životnost, jsou nádrže betonové.

Různé možnosti materiálů:

- **Beton/železobeton**

- *nejlevnější alternativou,*
- *možnost vytvoření libovolného tvaru (pro monolit);*
- *při užití prefabrikovaných prvků, je toto nejrychlejší z postupů;*
- *hlavní velkou nevýhodou prefabrikovaných nádrží, je jejich velká hmotnost (pro instalaci je třeba velkého jeřábu);*
- *předešlá nevýhoda se však stává výhodou, a to při vysoké hladině podzemní vody, avšak je třeba znát složení podzemních vod – možná agresivní reakce s betonem;*
- *co do životnosti je beton, i při pravidelné údržbě, na trhu tou nejslabší možností. Ta se pohybuje kolem 30-ti lety dle povětrnostních podmínek a již zmiňované četnosti a kvality údržby.*

- **Plast** – *Materiál: z Polypropylemu (PP), Polyetylenu(PE), Polyvinylchloridu (PVC), nebo Polyvinylidenfluoridu (PVD);*

- *při zakázkové výrobě, možné individuální úpravy, přesně dle požadavků investora;*
- *oproti ostatním materiálům velmi malá únosnost. Ta se dá, v případě požadavků, zvýšit obetonováním → plast-betonové nádrže;*
- *plast použitý jako ztracené bednění zůstává po celou dobu životnosti nádrže jako výborná izolace betonu proti agresivitě jak splaškových, tak podzemních vod.*

- **Sklolaminát**

- *velice lehký a pružný materiál;*
- *cenově srovnatelný s plastovými nádržemi;*
- *nevýhodou tohoto typu nádrží je jejich materiál. Sklolaminát se vyznačuje ostrými otřepy, které se velmi snadno zapichují a zalamují pod kůží. Což například při montáži*

a revizi způsobuje nutnost pracovat velice opatrně, a to i při práci v ochranných rukavicích;

–sklolaminát je také náchylný na praskání. Jeho oprava bývá nákladná, nepříjemná a zdlouhavá.

▪ **Ocel**

– ocelové nádrže jsou vyráběny z oceli třídy S 235JRGH, nebo nerezové oceli třídy 17, popřípadě chromové či niklové;

–ocel kombinuje velmi dobrou chemickou odolnost, avšak s vysokou pořizovací cenou;

–vysoká statické únosnost – není třeba nijak obetonovávat.

9. PŘÍSLUŠENSTVÍ

9.1. Filtrace

Způsob zachytávání nečistot je závislý na výsledném použití akumulované vody. Bude-li voda používána pouze na závlivku zahrady, bude postačující vložení filtračního koše.

Některé, nejčastěji používané, způsoby a zařízení pro filtraci dešťových vod:

- Filtrační koš - Obr. 8 - Nejjednodušší způsob filtrace hrubých nečistot.

Nejvhodnější při využívání vody s nejmenšími nároky na kvalitu (závlaha, kropení cest, mytí aut).

Obr 8. Filtrační koš



Zdroj: <https://www.rainshop.cz/Filtraeni-kos-d21.htm>

- **Odlučovač nečistot do okapního svodu** – Obr. 9 - Další velmi jednoduchý způsob hrubého předčištění. Odlučovač funguje na jednoduchém principu nakloněného síta, které je osazeno v armatuře, které je kompatibilní se všemi druhy okapních svodů

Obr 9. Odlučovač nečistot



Zdroj: <http://www.belis.cz/filtrace-destove-vody>

- **Podzemní filtrační šachta s teleskopickým nastavením hloubky.** Sestava je při určitých dešťových stavech i samočisticí. Šachta je opatřena nátrubkem pro přepad. Přejde-li přívalová srážka s kapacitou přesahující kapacitu potrubí, dojde k odvedení této nadbytečné vody přepadem a odnese s sebou již usazené plovoucí nečistoty.

Obr 10. Podzemní filtrační šachta



Zdroj: <http://www.belis.cz/filtrace-destove-vody>

- **Podokapový filtr** – Obr. 11 – Nejjednodušší způsob jemnější filtrace. Přimo pod svodem dešťového svodu se vybuduje tzv. filtrační hrnec. Hrnec má zhruba v polovině výšky perforované „mezi dno“, které se překryje geotextilií a ta se následně zasype po úroveň terénu kačirkem různé zrnitosti.

Obr 11. Podokapový filtr



Zdroj: <http://www.belis.cz/filtrace-destove-vody>

- **Pískový filt** – Obr.12 – Při kladení vysokého důrazu na čistotu vody se používá pískový filtr.

Obr 12. Pískový filtr



Zdroj: <http://www.belis.cz/filtrace-destove-vody>

9.2.Čerpadla

Čerpadla jsou stroje sloužící k dopravě tekutin. Podle způsobu přeměny mechanické práce na potenciální energii můžeme rozlišovat:

- hydrodynamická
- hydrostatická
- ostatní

10. Využití dešťové vody

Jak už jsem zmínila, způsoby jak naložit s dešťovými vodami máme zhruba tři. Nejhorší, nejjednodušší, ale u nás bohužel nejpoužívanější, je odvedení dešťových vod do kanalizace ať už naráz nebo redukovane. Tyto vody jsou pak v kanalizaci silně znečištěné, a to kvůli splachu silnic a chodníků a veškerého znečištění na nich. U dešťových vod svedených rovnou ze střech je pak znečištění mírné, ale dochází ke zředění splaškové vody, což zvyšuje zátěž pro čističku odpadních vod. Druhý způsob odvádění dešťových vod je zasakování, jehož výhodou je, že nezředuje odpadní vody a navíc doplňuje vody podzemní. A třetí moderní způsob řešení nakládání s dešťovými vodami spočívá v jejich využívání.

Způsoby využití dešťové vody jsou:

Zavlažování

Výhodou dešťové vody je, že je chudá na soli, a proto nedochází k zasolování půdy. Navíc také neobsahuje chlor. Existují dokonce rostliny, které jinou než dešťovou vodu nesnášejí, např. kanadské borůvky. Kromě toho je zalévání pitnou vodou obrovským mrháním, které bychom měli v dnešní době zabránit.

Praní

Zachycená srážková voda se využívá jako užitková voda na praní a to zejména v oblastech, kde je jiná dostupná voda na praní příliš tvrdá nebo obsahuje vyšší podíl železa, manganu apod. Při použití na praní se příznivě projevuje měkkost dešťové vody, která podstatně lépe rozpouští prací prášky. To snižuje jejich spotřebu. Dešťová voda nemá tendence se usazovat a tvořit vodní kámen a proto není tak nutné používat drahé změkčovače. Proto by mělo být snahou tuto vodu k takovým činnostem využívat. Úspory se tak mimo spotřebu vody dotýkají ještě snížené spotřeby pracích prostředků a snížení opotřebení pračky. Dochází tak k šetření životního prostředí a finančních prostředků.

Splachován WC

Pro WC a instalace je dešťová voda také velice výhodná, jelikož jak jsem již zmínila je měkká a nedochází tedy k usazování vodního kamene a následnému špinění. Bylo navíc zjištěno, že splachování WC spotřebuje společně se sprchováním nejvíce vody v domácnosti a vzhledem k tomu, že nevyžaduje vodu vysoké kvality, je používání pitné vody zbytečným mrháním. Nevýhodou tohoto způsobu je potřeba dvojích rozvodů vody, a to jak čisté vody, tak i odpadní vody. Proto je tento způsob nejvýhodnější v novostavbách, kde se s dvojitým rozvodem od začátku počítá, anebo při rozsáhle rekonstrukci objektu.

Obr. 13

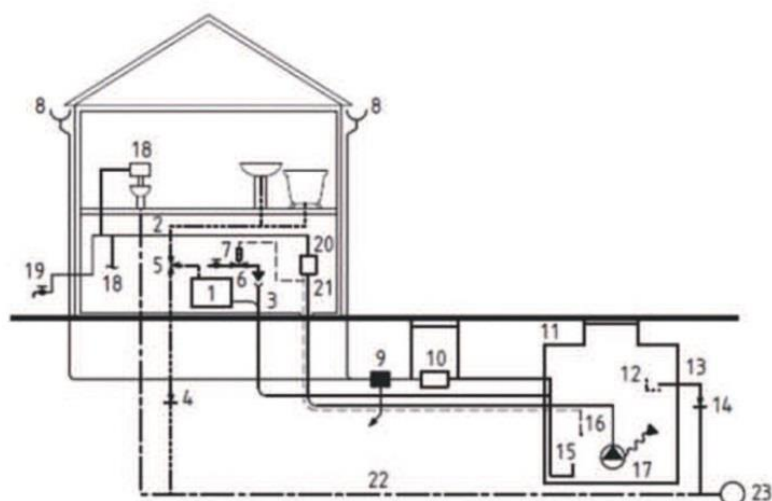


Schéma vnitřních rozvodů [7]. 1 – zařízení na čištění vod, 11 – společná akumulace vyčištěných a srážkových vod, 18 – WC a 19 – zdroj užitkové vody na zalévání, případně mytí automobilů apod.

Zdroj: <http://www.atmos.eu/instalace-kotlu/dalsi-doporucena-zapojeni/>

Údržba

Dešťovou vodu můžeme používat také k mytí aut, úklid a čištění tam, kde není zapotřebí speciální hygienicky nezávadná pitná voda. Ve všech těchto případech je opět spotřebováno velké množství vody a je ekonomicky i ekologicky výhodné použít dešťovou vodu namísto vody pitné.

11. Návrh technologie

Čištění dešťových vod

Jak již bylo zmíněno, způsob čištění dešťových vod je závislý na požadavcích na výslednou kvalitu vody. Bude-li pro nás dostačující zbavit vodu pouze hrubých nečistot (zalívání, mytí aut,...), stačí do systému osadit filtrační koš či síto. Budeme-li však vodu používat na splachování toalet je doporučováno použít pískový filtr pro odstranění i jemnějších nečistot (jako je např. prach či drobné organické zbytky), aby nedocházelo k zahnívání v nádrži a následnému zapáchání vody. Při užití filtračního koše není třeba žádný složitý výpočet. Stačí se jen rozhodnout, jaký ze způsobů nejvíce vyhovuje.

Vstupní hodnoty a ukazatele důležité pro návrh

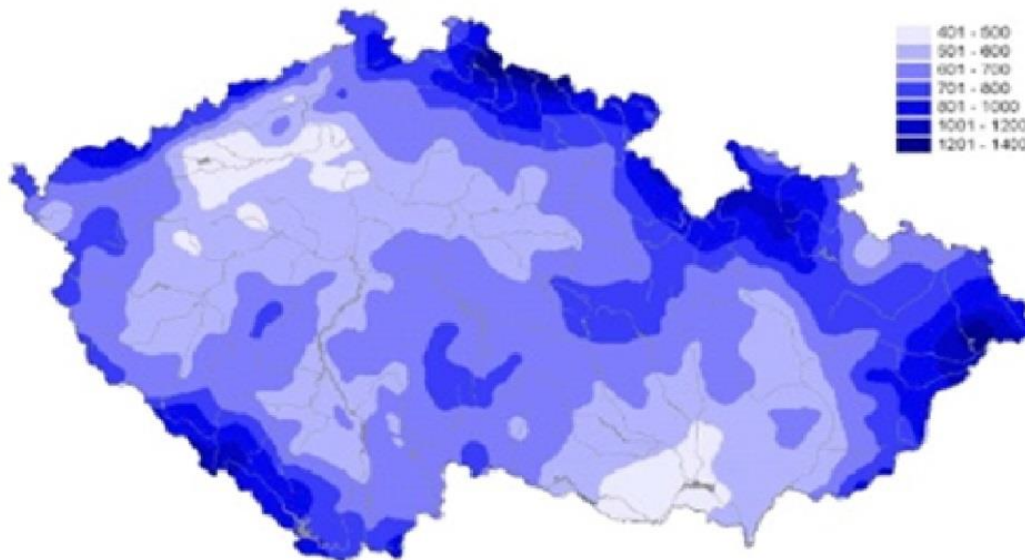
Pro návrh zemního (pískového) filtru je jediným parametrem návrhu průtočné množství. To se pro déšť určuje docela složitě, a i když už si tuto hodnotu určíme, může přijít přívalový déšť, který námi uvažované hodnoty překoná. Třeba i několika násobně. Orientačně se dá návrhová hodnota denního přítoku určit jako objem srážek spadlý za 2-4 dny průměrného roku, což odpovídá zhruba 1/100 ročního úhrnu.

Akumulace vyčištěných vod

Běžně se velikost akumulační nádrže uvažuje na objem srážek spadlý za předem určený časový úsek (období deště/ suché období). Předpokládá se, že v průměrném měsíci se vystřídají obě tyto období 1-2x. Dále předpokládáme, že srážky jsou jímatelné pouze 10 měsíců v roce [10]. Avšak i v tomto se různé zdroje liší. Narazila jsem i na postupy výpočtu, kde je jednoduše pro výpočet velikosti akumulace uvažováno množství vody odpovídající 6% z ročního objemu spadlých srážek.

Pro návrh velikosti zásobníku pro akumulaci dešťových vod je tedy nutné přihlížet k optimalizaci s ohledem na základní parametry, jako jsou srážkové poměry v regionu (roční srážkový úhrn Obr. 14).

Obr 14. Mapa průměrných ročních srážek



Zdroj: <http://voda.chmi.cz/hr04/images/us04mm.jpg>

11.1. Technická zpráva

Řešeným objektem je mateřská školka v Bílovicích nad Svitavou, viz příloha 1. Jedná se o mateřskou školku pro 40 dětí a zhruba 10 zaměstnanců. Jedná se o dvoupodlažní objekt novostavby. Zastavěná plocha pozemku je 522,92 m² a plocha zeleně na pozemku je 2197,06 m². Pro jednoduchost uvažuji jímání srážkových vod pouze z povrchů střech. Dalo by se samozřejmě uvažovat i s vybudováním nových nepropustných povrchů v areálu s následným jímáním, avšak to by bylo, co se týče vstupních financí, velmi nákladné na vybudování. Což by zřejmě nebyla reálná vize. Proto budu uvažovat pouze s jednodušší alternativou, kde postačí vybudovat pouze akumulční nádrže v blízkosti stávajících objektů a k nim potřebná vybavení.

Hydrotechnické výpočty

Vstupní hodnoty

Počet zaměstnanců a dětí: 40 + 10 = 50

Zatížení BKS5 a NH4: 230 mg/l

Povrchové zatížení nosiče: 0,004kg.BKS5/m²/d

Celková plocha střech: 2197 m²

Technologie pro úpravu dešťové vody

Návrh akumulace vody

Poloha: Mateřská školka, která leží v Bílovicích nad Svitavou, má roční úhrn srážek 600mm/rok.

Soustava bude akumulovat vodu ze střechy.

Plocha střechy: 522,92 m²

Povrch a sklon: Asfaltová lepenka ve sklonu 1% až 5%

Tab. 4 Součinitel odtoku pro jednotlivé povrchy [22]

Druh odvodňované plochy; druh úpravy povrchu	Sklon povrchu		
	do 1 %	1 % až 5 %	nad 5 %
	Součinitel odtoku srážkových povrchových vod ψ		
Střechy s propustnou horní vrstvou (vegetační střechy)	0,4 až 0,7 ¹⁾	0,4 až 0,7 ¹⁾	0,5 až 0,7 ¹⁾
Střechy s vrstvou kačírku na nepropustné vrstvě	0,7 až 0,9 ¹⁾	0,7 až 0,9 ¹⁾	0,8 až 0,9 ¹⁾
Střechy s nepropustnou horní vrstvou	1,0	1,0	1,0
Střechy s nepropustnou horní vrstvou o ploše větší než 10 000 m ²	0,9	0,9	0,9
Asfaltové a betonové plochy, dlažby se zálivkou spár	0,7	0,8	0,9
Dlažby s pískovými spárami	0,5	0,6	0,7
Upravené štěrkové plochy	0,3	0,4	0,5
Neupravené a nezastavěné plochy	0,2	0,25	0,3
Komunikace ze zatravnovacích tvámic	0,2	0,3	0,4
Komunikace ze vsakovacích tvámic	0,2	0,3	0,4
Sady, hřiště	0,1	0,15	0,2
Zatravněné plochy	0,05	0,1	0,15

¹⁾ Podle tloušťky propustné horní vrstvy (s rostoucí tloušťkou propustné horní vrstvy se součinitel odtoku srážkových povrchových vod snižuje až na uvedenou dolní mezí hodnotu).

STANOVENÍ ROČNÍHO NÁTOKU SRÁŽKOVÉ VODY:

Redukovaná plocha střech:

$$A_{red} = A \cdot \psi$$

kde:

A_{red} ...redukovaná plocha[m²]

A ...půdorysný průmět plochy ...[m²]

ψ ...součinitel odtoku [-]

$$A = 522,92 \text{ m}^2$$

$$\psi = 0,9$$

$$\underline{A_{red} = 460 \text{ m}^2}$$

$$V_r = (h \cdot A_{red}) / 1000$$

kde:

V_rroční objem srážek[m³]

h průměrný roční úhrn srážek....[mm]

A_{red}redukovaná plocha... ..[m²]

$$\underline{V_r = 523,7 \text{ m}^3}$$

STANOVENÍ POTŘEBY PROVOZNÍ VODY

Pro návrh zařízení na využití šedé nebo srážkové povrchové vody je nutno stanovit denní, a popř. roční potřebu provozní vody. [15]

Denní potřeba provozní vody (Q_{24}), v l/ den (bez zalévání zahrady), se stanoví ze vztahu

$$Q_{24} = q_{wc} * n + q_{tech}$$

kde:

q_{wc} ...specifická potřeba vody pro splachování záchodových mís, ...[l/osoba . den]

n ...počet měrných jednotek, ...[počet osob, obyvatel, lůžek]

Specifická potřeba vody pro splachování záchodových mís (q_{wc}), v l·osoba⁻¹·den⁻¹ se stanoví podle vztahu

$$q_{wc} = q_o * p$$

kde:

q_o ...splachovací objem, ...[l]

p ...počet použití záchodové mísy jednou osobou během dne, viz tabulka č. 5

$$q_{wc} = 5 * 1,5 = 7,5 \text{ l/osoba . den}$$

$$q_o = 5 \text{ l}$$

$$p = 1,5$$

$$Q_{24} = 7,5 * 50 + 40 = 415 \text{ l/den} \dots Q_{365} = 415 * 20 * 10 = 83 \text{ 000 l/rok}$$

$$n = 50$$

$$q_{tech} = 40 \text{ l/den}$$

Roční potřeba provozní vody pro zalévání zahrady (Q_{zal}), v l·den⁻¹, se stanoví ze vztahu

$$Q_{zal} = A_{zal} + q_{zal}$$

q_{zal} ...potřeba vody pro zalévání nebo kropení, ...[l/(m² . rok)]

A_{zal} ...plocha, která se zalévá, ...[m²]

$$Q_{zal}=2200*60=132\ 000\ l/rok$$

Celková roční spotřeba provozní doby:

$$Q_{cel}=Q_{zal}+Q_{365}=132\ 000+83\ 000=215\ 000\ l/rok\dots\dots=215\ m^3$$

$$Q_{cel} < Vr$$

$$215\ m^3 < 523,7\ m^3$$

....vyhovuje

Tabulka č. 5 [23]

Počty použití záchodových a pisoárových mís [osoba/den] [1]

Druh mísy a pohlaví uživatelů	Počet použití jednou osobou během dne podle druhu budovy					
	Bytové nebo rodinné domy	Studentské koleje	Školy	Administrativní budovy	Maloobchodní prodejny	
					Zaměstnanci	Návštěvníci
Záchodové mísy pro muže, pokud jsou instalovány také pisoáry	--	--	0,7	1	1	0,17
Záchodové mísy pro muže, pokud nejsou instalovány pisoáry	6	4,42	1,5	4	4	1
Záchodové mísy pro ženy	6	4,42	1,5	4	4	1
Pisoárové mísy pro muže	--	--	1	3	3	0,83

Tabulka č. 6 [24]

Splachovací objemy pro záchodové a pisoárové mísy [1]

Zařizovací předmět	Splachovací objem ¹⁾	
	q_0 [litry]	
	Velké spláchnutí	Malé spláchnutí
Záchodová mísa	4	2
	4,5	3
	6 ²⁾	3 ²⁾
	8	--
	9 ²⁾	3 ²⁾
	10 ²⁾	3 ²⁾
Pisoárová mísa bez odsávání	0,75 až 1,5 ³⁾	--
Pisoárová mísa s odsáváním	2 až 4	--
¹⁾ Splachovací objem se uvažuje přednostně podle konkrétního typu navrženého splachovače. ²⁾ Nejčastěji používané splachovací objemy. ³⁾ Podle ČSN 75 6760 nejméně 1,5 l.		

Velikost nádrže:

$$\text{akumulační objem} = Q_{\text{cel}} * a$$

kde:

*V*an....objem srážek za daný časový horizont....[m³]

a.... koeficient optimální velikosti nádrže. Zohledňuje periodu předpokládaného plnění nádrže a jejím následným vyprazdňováním. Běžně se používá 2 až 4 týdny průměrného měsíce.

$$215 * 0,06 = \underline{12,9m^3}$$

Doporučená velikost akumulací nádrže – 13,5m³

Přebytečná voda bude odváděna do kanalizace.

VSTUPNÍ NÁKLADY NA VYUŽITÍ DEŠŤOVÉ VODY

Využití srážek s sebou nese nutné vstupní náklady, které nejsou zanedbatelné a závisí na záměru jejího využití, výběru technologie a systému pro akumulaci vody. Chceme-li používat dešťovou vodu především na zahradě na zalévání a mytí automobilu, postačí jednoduchý systém, který nevyžaduje žádnou zvláštní filtraci vody. Je vhodné pouze zabezpečit, aby do akumulární nádrže nebylo splavováno listí a další větší nečistoty, které by nádrž zanášely. V případě "plnohodnotného" využívání dešťové vody pro domácí potřeby je třeba zajistit, aby voda tekla v každém případě a to i tehdy, když je akumulární jímka prázdná.

Kritériem pro výpočet návratnosti investice je průměrné množství srážek v oblasti, kde se nemovitost nachází a v neposlední řadě plocha, ze které bude voda sváděna. Tyto parametry určí velikost, objem nádrže a její cenu

CENA VODY

Cena vody je určitě velmi podstatným článkem v rozhodovacím procesu, zda aplikovat systém pro využití odpadní vody nebo ne. U nás je cena vody stále přijatelná, ale historie jejího zvyšování jasně ukazuje přímou vzestupnou tendenci. S dalším zvyšováním ceny začíná být znovu využívání odpadní vody a tudíž úspora vody pitné velmi aktuální. V následující tabulce č. 7 je uveden vývoj cen vodného a stočného pro domácnosti v Praze. Informace o cenách v tabulce jsou převzaty z www.pvk.cz. Z uvedené tabulky je zřejmé, jak je nárůst ceny rychlý. Do budoucna můžeme předpokládat jen další zvyšování. Jako doplňující informaci bych ráda uvedla, že do konce roku 1990 byla cena za vodné a stočné 80 haléřů za m³.

Tabulka č. 7 [25]

Období	Vodné [Kč/m ³]	Stočné [Kč/m ³]	Celkem [Kč/m ³]	Zdražení [Kč]
1.1.1998 - 31.1.1999	14,62	11,57	26,19	
1.2.1999 - 31.12.1999	16,81	13,14	29,95	3,76
1.1.2000 - 31.12.2000	18,64	13,99	32,63	2,68
1.1.2001 - 31.12.2001	19,77	15,33	35,1	2,47
1.1.2002 - 31.12.2002	20,65	17,12	37,77	2,67
1.1.2003 - 31.12.2003	20,72	17,85	38,57	0,8
1.1.2004 - 31.12.2004	21,95	19,48	41,43	2,86
1.1.2005 - 31.12.2005	22,79	19,96	42,75	1,32
1.1.2006 - 31.12.2006	23,51	20,85	44,36	1,61
1.1.2007 - 31.12.2007	26,74	22,93	49,67	5,31
1.1.2008 - 31.1.2008	27,76	23,81	51,57	1,9
1.2.2008 - 12.1.2009	28,54	24,47	53,01	1,44
13.1.2009 - 31.12.2009	30,04	25,08	55,12	2,11
1.1.2010 - 31.12.2010	30,63	25,88	56,51	1,39
1.1.2011 - 31.12.2011	34,39	26	60,39	3,88
1.1.2012 - 31.12.2012	38,05	28,3	66,35	5,96
1.1.2013 - 31.12.2013	43,02	31,33	74,35	8
1.1.2014 - 31.12.2014	43,84	32	75,84	1,49
1.1.2015 - 31.12.2015	44,71	32,94	77,65	1,81
1.1.2016 - 31.3.2016	44,14	34,86	79	1,35
1.4.2016	46,75	38,43	85,18	6,18

ÚSPORA:

Při využívání dešťové vody je největší úspora pitné vody ve využití pro zalévání zahrady, kde objem potřebné vody pro zalévání činí 132 m³/rok. To je logické vzhledem k velikosti pozemku. Nezanedbatelná je také úspora pitné vody při splachování WC, kde je potřeba vody pro splachování 83 m³/rok.

Peněžní úspora pitné vody za rok je tedy **215m³** (potřeba vody pro zalévání a splachování WC) = **215m³ x 67 Kč** (cena vody v lokalitě) = **14 405Kč/rok.**

NÁKLADY NA POŘÍZENÍ SYSTÉMU:

System pro akumulaci, úpravu a opětovné využití dešťových vod se skládá z:

- nádrže,
- filtračních mechanismů,
- čerpací techniky,

Jednotlivým částem se věnuji v následujících bodech, kde jsou ve stručnosti popsány jejich charakteristické hodnoty i cena. Součásti jsou zvoleny na základě vstupních hodnot, které jsou popsány výše.

Akumulační nádrž:

3 varianty:

1) Plastová

P-H-PP-18,7-B

(dodává společnost NIVEKO spol., s.r.o.) – Průmyslová podzemní nádrž hranatá, k obetonování – objem 13,72 m³

Cena: 51 414,- Kč

2) Betonová

Monolitická akumulční nádrž z konstrukčního betonu (tl. stěny 0,25 m), uvnitř opatřena PEfolií

- pro nádrž o objemu 12 m³ -16 m³ betonu

Cena: 15 600,- Kč

PE folie NIVEKO (dodávka + montáž)

- na 16 m³

Cena: 70 000,- Kč

3) Ocelové

VAN 0017 Step Trurnov a.s.- objem 16 m³

-dodavatel nedodal cenovou nabídku

Filtrace

Podzemní filtrační šachta s teleskopem – slouží k filtraci vody pro akumulaci nebo vsakování, charakterizují ji:

- filtrační koš s otvory 0,35 mm,
- nastavitelná hloubka 570 - 1050 mm,
- slouží pro odvodňovanou plochu 350 / 550 m²,
- připojení DN 100 / DN 150.

Obr.15



Podzemní filtrační šachta s teleskopem[10]

Zdroj: <http://www.nicoll.cz/produkty/destova-voda/vsakovani-a-retence/filtracni-sachty.html>

Cena: 7 479 Kč

Součástí filtrační sady, je alespoň podle výrobce, sada pro klidný nátok za **1 495 Kč** a přepadový sifon za **2 376 Kč**

Čerpací technika

Čerpací sada ESSENTIAL s trojcestným ventilem. Hlavním cílem čerpadla ESSENTIAL je dát přednost používání dešťové vody místo vody z vodovodu. Jestliže je dešťové vody zachycené ve sběrné nádrži nedostatek, řídicí jednotka předává signál systému dodávky vody z vodovodu, a tím zajišťuje přívod vody do bodů odběru (voda dodávaná systémem není pitná). Spojení mezi sběrnou nádrží dešťové vody a sběrnou nádrží vody z vodovodu, která je zabudována do systému, se provádí pomocí trojcestného ventilu nainstalovaného na sání čerpadla.

- Cena čerpadla je **17 280 Kč**, další nezbytné součásti pro provoz čerpadla jsou:
- Plovoucí sání vč. zpětné klapky, filtr, hadice 3 m **1 590 Kč**
- Tlaková nádoba 8l za **575 Kč**
- Filtr 10" za čerpadlo, max průtok 100 l/min **755 Kč**

Obr. 16



čerpadlo ESSENTIAL

Zdroj: <http://obchod.remont-cerpadla.cz>

Tabulka č. 8

Pořizovací náklady

Část systému	Pořizovací náklady bez DPH
Nádrž	51 414,00 Kč
filtrační zařízení	7 479,00 Kč
sada pro klidný výtok	1 495,00 Kč
přepadový sifon	2 376,00 Kč
čerpadlo	17 280,00 Kč
plovoucí sání	1 590,00 Kč
tlaková nádoba	575,00 Kč
filtr za čerpadlo	755,00 Kč
Celkové náklady	82 964,00 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

Celá technologie pro jímání a využití dešťové vody by podle výše uvedených cen vyšla na **82 964,00 Kč** (bez dopravy a montáže). Připočteme-li k této částce cenu za výkop pro nádrž, rozvodné trubky a ostatní pomocné práce, pohybujeme se zhruba okolo částky 95 000 Kč.

Odhadovaná částka může být i mnohem vyšší, a to při využití systémů od jiných specializovaných firem, ale také podstatně nižší při práci svépomocí. Největší položkou je nádrž. Do finálního rozpočtu jsem zvolila nádrž plastovou od společnosti NIVEKO, jejíž cena byla nejlevnější. Významnou položkou jsou také rozvody, které závisí na skutečnosti, zda se dům staví nový nebo je dům již postaven.

Takto použitá technologie by způsobila roční úsporu pitné vody v celkové ceně 14 405Kč. Návratnost této technologie by při zachování vstupních i výstupních parametrů systému byla 6,5 let. Předpokládejme ale, že se cena pitné vody bude dále zvyšovat, a proto i roční úspora bude vyšší. To by poskytlo rychlejší návratnost celkové investice. Životnost nádrže by měla být bez větších problémů 20 let. V tomto případě se zařízení na akumulaci dešťové vody **vyplatí**.

12. Závěr

Jak již vyplývá z příkladové studie, jímání a využívání dešťové vody je pro mateřskou školku, ale i mnohé ostatní objekty, možností jak ušetřit nemalé peníze. Uvážíme-li, že po cca 6,5 letech by systém začal „vydělávat peníze“, tak je celkem jasné, proč by se touto otázkou mělo zabývat více investorů a projektantů.

Problematika dešťové vody je aktuální problém, který je potřeba neodkladně řešit a pracovat s ním, ať už kvůli nám, tak především pro budoucí generace. Samozřejmě nejsem první, koho možnost využívat dešťovou vodu napadla. Už v mnoha studiích i projektech samotných jsem se s touto variantou setkala. Avšak mělo by se tak stát standardem, aby při návrhu každého nového areálu byla možnost znovu využití dešťových voda neodvážet tyto vody přímo do kanalizace a mrhat tak prostředky. Téměř každý objekt je schopen využít dešťovou vodu na minimálně na kropení trávníku. U rodinných domů je těchto využití pak daleko více. Dle mého názoru je důležité se nad touto myšlenkou alespoň zamýšlet a snažit se jí čím dál tím více prosazovat do praxe.

Asi zásadním podmětem pro pochybnosti je skutečnost, že takovéto technologie nejsou u nás zaběhlé a nejsou s nimi v našich podmínkách zkušenosti, i když v zahraničí jsou tyto technologie úspěšně provozovány.

Nezbývá než doufat, že se jímání a využívání dešťových vod u nás více zaběhne, lidé tomu začnou více věřit a začnou se k pitné vodě chovat tak, jak by se od vyspělé civilizace slušelo a patřilo.

13. Seznam použité literatury

PRÁVNÍ NORMY

- [2] Zákon o vodách (Vodní zákon) č. 254/2001 Sb.
- [3] Zákon o vodovodech a kanalizacích č. 274/2001 Sb.
- [4] Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území č. 501/2006 Sb.
- [5] TNV 75 9011 Hospodaření dešťovou vodou
- [6] Zákon o vodovodech a kanalizacích č. 274/2001 Sb.
- [11] Zákon č. 150/2010 Sb., kterým se mění zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon) a o změně některých zákonů
- [12] Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů
- [13] Zákon č. 185/2001 Sb., zákon o odpadech a o změně některých souvisejících zákonů

- [14] Zákon č. 275/2013 Sb., kterým se mění zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů
- [21] Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).

- [15] Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody
- [20] ČSN 75 6780. Využití vyčištěných šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích. Praha: ČNI, 2013.

ODBORNÁ LITERATURA

- [16] ASIO, SPOL. S.R.O. 100 + 1 aneb o závit dál. Sborník ze semináře společnosti Asio, spol. s.r.o. Brno: Asio, spol. s.r.o., 2015.
- [17] PLOTĚNÝ, K., ČEJKA, Z., TOMEČKOVÁ, N. A KOL. Král je mrtev, ažžije král! ... aneb čeká nás nová přísnější legislativa, nové nároky, nové výrobky a nové možnosti řešení při zacházení s odpadními vodami. Sborník ze semináře společnosti Asio, spol. s.r.o. Brno: Asio, spol. s.r.o., 2016.

ELEKTRONICKÉ DOKUMENTY A ODKAZY

- [1] Ústav pro ekopolitiku, o. p. s., 2009: *Jak hospodařit s dešťovou vodou na soukromém pozemku - Praktický rádce pro obnovu propustnosti povrchů a zasakování* Dostupné z: http://www.lesypraha.cz/prilohy/sev/ke%20stazeni/jak_hospodarit_s_destovou_vodou.pdf (online 8. 11. 2016)
- [7] Směrnice 2000/60/ES
- [8] <http://www.asio.cz/cz/153.cisteni-sedych-vod-a-moznost-vyuziti-energie-z-nich>
- [9] ASIO, SPOL. S.R.O., získaná při osobní konzultaci, Ing. Adam Bartoník
- [10] Firemní literatura společnosti GLYNWED, získaná při účasti na semináři Hospodaření s dešťovými vodami. Pořádaný Národním stavením centrem s.r.o. v Plzni 8. 12. 2016. Přednášející Mudroch L. a Samek O. z firmy GLYNWED, s.r.o. a Vítek R. a Vítek J. z firmy JV Projekt VH,s.r.o.
- [18] NEHASILOVÁ, M., NEHASIL, O. Co s dešťovou vodou. Praha: Ekocentrum Koniklec, o. s., 2016. Dostupné z: <http://view.ceros.com/expodata/esb-01-2016/p/21>
- [19] NĚMEČEK, J. Membránové ČOV – příklad technického řešení nadstandardních odtokových parametrů. Praha, 2014. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/11695-membranove-cov-priklad-technickeho-reseni-nadstandardnich-odtokovych-parametru> PLOTĚNÝ, K. Využití šedých a dešťových vod v budovách. Praha, 2013. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/10121-vyuziti-sedych-a-destovych-vod-v-budovach>
- [20] SAMEK, O. Motivace k hospodaření s dešťovou vodou. Praha, 2013. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/9961-motivace-k-hospodareni-s-destovou-vodou>

- [21] PLOTĚNÝ, K., BARTONÍK, A., PIŇOS, S. Využití energie z odpadních vod. Brno: Asio, spol. s.r.o., 2012. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/139.vyuziti-energie-z-odpadnich-vod>
- [22] HOLLÄNDER. Hygienische Aspekte der Regenwassernutzung. *Wassersirtschaft Wassertechnik*. 2012, č. 11
- [23] Firemní literatura společnosti ASIO spol. s.r.o., získaná při osobní konzultaci, Ing. Adam Bartoník
- [24] ČSN 75 6780. Využití vyčištěných šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích. Praha: ČNI, 2013.
- [25] <http://www.pvk.cz/vse-o-vode/cena-vodneho-a-stocneho/vyvoj-vodneho-a-stocnehov-praze/>
- [26] Dešťová voda [online]. *Priroda .cz*. [citováno dne 8.3.2016]. Dostupné z <http://www.priroda.cz/lexikon.php?detail=2602>
- [27] Vlastnosti a zdroje vody [online]. *voda.tzb-info.cz*. [citováno dne 8.4.2016]. Dostupné z <http://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody>
- [28] Srážkové vody a zákon o vodovodech a kanalizacích [online]. *voda.tzb-info.cz*. [citováno dne 8.4.2016]. Dostupné z Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/3757-srazkove-vody-a-zakon-o-vodovodech-a-kanalizacich>
- [29] Nový přístup k zacházení s vodou [online]. *asio. cz*. [citováno dne 8.12.2016]. Dostupné z Zdroj: <http://www.asio.cz/cz/176.new-novy-pristup-k-zachazeni-s-vodou>
- [30] Dešťové srážky [online]. *fast10.vsb.cz*. [citováno dne 8.10.2016]. Dostupné z Zdroj: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/tzb-1/5.html>
- [31] Hospodaření s dešťovou vodou [online]. *imaterialy.dumabyt.cz*. [citováno dne 8.10.2016]. Dostupné z Zdroj: http://imaterialy.dumabyt.cz/rubriky/legislativa/hospodareni-s-destovou-vodou-podle-zakona-jak-se-dotyka-stavebniku_42506.html
- [32] Co brání hospodaření s dešťovou [online]. *moderniobec.cz*. [citováno dne 10.10.2016]. Dostupné z Zdroj: <http://moderniobec.cz/co-brani-hospodareni-s-destovou-vodou/>

14. Seznam tabulek

- Tabulka č. 1 Koncentrace bakterií na 1 ml zkoušené vody
- Tabulka č. 2 Koncentrace bakterií ve 100 ml zkoušené vody
- Tabulka č. 3 Detekce patogenů ve vodě splachovací nádržky
- Tabulka č. 4 Součinitel odtoku pro jednotlivé povrchy
- Tabulka č. 5 Počty použití záchodových a pisoárových mís
- Tabulka č. 6 Splachovací objemy pro záchodové a pisoárové mísy
- Tabulka č. 7 Vývoj výše poplatků za vodné a stočné
- Tabulka č. 8 Pořizovací náklady

15. Seznam obrázků

Obr. 1 Rozdělení zásob vody na Zemi

Obr. 2 E.coli a Koliformní bakterie v nádržích 1993-2004 . CFU je počet životaschopných bakterií.

Obr. 3 Obsah bakterií v nádržích 1993-2004

Obr. 4 Schéma mechanického předčištění

Obr. 5 Schéma membránové stanice

Obr. 6 Vsakovací tunel Garantia

Obr. 7 Plastová nádrž na srážkovou vodu AS-REWA

Obr. 8 Filtrační koš

Obr. 9. Odlučovač nečistot

Obr. 10. Podzemní filtrační šatna

Obr. 11. Podokapový filtr

Obr. 12. Pískový filtr

Obr. 13 Schéma vnitřních rozvodů

Obr. 14. Mapa průměrných ročních srážek

Obr. 15. Podzemní filtrační šachta s teleskopem

Obr. 16 Čerpadlo Essential

16. Přílohy

Příloha 1 Popis řešeného objektu

Příloha 2 Výkres situace stavby