

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA  
V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ  
A ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ**

**VYUŽITÍ ŠEDÝCH A DEŠŤOVÝCH  
VOD**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**VEDOUcí PRÁCE:**

**ING. JAKUB BURKET**

**AUTOR:**

**KATEŘINA OTTOVÁ**

**2023**

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autorka práce: Kateřina Ottová  
Studijní program: Územní technická a správní služba v životním prostředí  
Vedoucí práce: Ing. Jakub Burket  
Garantující pracoviště: Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování  
Jazyk práce: Čeština

Název práce: **Využití šedých a dešťových vod**

Název anglicky: **Use of gray and rainwater**

Cíle práce: Bakalářská práce si dává za cíl uvést ve své rešeršní části důležitost a možnosti pro využití šedých a dešťových vod v urbanizovaném území, s primárním zaměřením na rodinné domy. Popíše obecně rozdíl mezi odpadními vodami a nastíní možnosti a způsoby jejího využití. V rešeršní části práce zaujme také své místo legislativní požadavky na hospodaření s dešťovou vodou. Literární rešerše bude vycházet z aktuálních zákonů, vyhlášek a norem.

Ve vlastní práci budou představeny konkrétní příklady hospodaření s dešťovými a šedými vodami, které budou v závěru práce zhodnoceny z hlediska finanční a ekologické výhodnosti. Výsledky práce shrnou zjištěné skutečnosti.

Metodika: 1) Literární rešerše na dotčené téma.  
2) Konkrétní příklady využití šedých vod a hospodaření s dešťovými vodami.  
3) Závěrečné zhodnocení získaných informací.

Doporučený rozsah práce: 40

Klíčová slova: šedé vody, dešťové vody, hospodaření s dešťovou vodou

### Doporučené zdroje informací:

1. BINDZAR, J. -- VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE. *Základy úpravy a čištění vod*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2009. ISBN 978-80-7080-729-3.
2. HLAVÍNEK, P. -- PRAX, P. -- KUBÍK, J. *Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území*. Brno: ARDEC, 2007. ISBN 978-80-86020-55-6.
3. STRÁNSKÝ, D. -- ČESKÁ KOMORA AUTORIZOVANÝCH INŽENÝRŮ A TECHNIKŮ ČINNÝCH VE VÝSTAVBĚ. RADA PRO PODPORU ROZVOJE PROFESE. *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. ISBN 978-80-87438-28-2.
4. ŠÁLEK, J. *Voda v domě a na chatě : využití srážkových a odpadních vod*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3994-6.
5. VÍTEK, J., STRÁNSKÝ, D., KABELKOVÁ, I., BAREŠ V., VÍTEK, R. *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR*. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec, 2015. ISBN 978-80-260-7815-9.
6. Zákon č. 254/2001 o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)
7. Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).

Předběžný termín obhajoby: 2022/23 LS - FŽP

Elektronicky schváleno: 8. 1. 2023  
**prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.**  
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 26. 1. 2023  
**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**  
Děkan

## **Čestné prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Využití šedých a dešťových vod“ vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla. Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 08. 03. 2023

.....  
Kateřina Ottová

### **Poděkování:**

Touto cestou bych chtěla poděkovat hlavně vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Jakobovi Burketovi za pomoc při psaní práce a mému konzultantovi Ing. Jiřímu Balabuchovi za poskytnutí informací o HDV projektu. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat své rodině, která mě podporuje jak psychicky, tak finančně a díky které bych tuto práci nemohla psát.

## **Abstrakt:**

Bakalářská práce ve formě literární rešerše se zabývá různými způsoby využití šedé a dešťové vody ve městech i v domácnostech a zjišťuje finanční úsporu při jejím využívání. Popisuje spotřebu ekvivalentních obyvatel a nakládání s vodou ve městech České republiky, dotační programy Ministerstva životního prostředí a legislativní rámec s normami. Definuje druhy znehodnocených vod, popisuje jejich vlastnosti a způsoby čištění, ale i znečištění. Dívá se na problém nedostatku vody globálně, a proto uvádí způsoby, jak napomoci dešťové vodě zasáknout do půdy a tím zvýšit hladinu podzemní vody. Hlavním výsledkem je finanční návratnost objektu HDV – akumulční nádrže patřící k rodinnému domu ve městě Olomouc. Akumulční nádrž je využívána na zálivku zahrady dešťovou vodou zachycenou střešní krytinou. Obsahuje rozpočet pro realizaci tohoto projektu a vzorce pro výpočet potřebného množství vody na zálivku a finanční návratnost. V druhém příkladě popisuje proces praní s úspornou pračkou na dešťovou vodu a její finanční úsporu. Dále práce počítá ekonomickou úsporu při využívání vody šedé na splachování toalety. Cílem této bakalářské práce je poukázat na důležitost ekologické úspory, jelikož dle výsledků finanční návratnosti jasně vyplývá, že ekonomická úspora je minimální.

## **Klíčová slova:**

Šedé vody, dešťové vody, hospodaření s dešťovou vodou

## **Abstract:**

The bachelor thesis in the form of a literature search deals with different ways of using grey and rainwater in cities and households and finds out the financial savings in its use. It describes the consumption of equivalent population and water management in cities of the Czech Republic, subsidy programs of the Ministry of Environment and the legislative framework with standards. It defines types of impaired water, describes its characteristics and methods of treatment as well as pollution. It looks at the problem of water scarcity globally, and therefore lists ways to help rainwater soak into the soil, thereby raising the water table. The main result is the financial return of the

HDV – a storage tank belonging to a family house in the city of Olomouc. The storage tank is used to water the garden with rainwater captured by the roofing. It contains a budget for the implementation of this project and formulas for calculating the amount of water needed for watering and the financial return. In a second example, it describes the rainwater-saving washing process and its financial savings. Furthermore, the paper calculates the economic savings of using grey water for toilet flushing. The aim of this bachelor thesis is to show the importance of ecological saving, since according to the results of the financial return it is clear that the economic saving is minimal.

**Keywords:**

Gray water, rainwater, rainwater management

## Obsah

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.  | Úvod .....  | 1  |
| 2.  | Cíle práce a metodika .....                                   | 3  |
| 3.  | Voda v ČR .....   | 5  |
| 3.1 | Spotřeba a cena vody v České republice .....                  | 5  |
| 3.2 | Voda ve městech .....   | 6  |
| 3.3 | Legislativa a normy .....                                     | 7  |
| 3.4 | Dotační programy .....  | 8  |
| 4.  | Definice znečištěných vod .....                               | 12 |
| 4.1 | Odpadní vody .....  | 12 |
| 4.2 | Srážkové vody .....   | 14 |
| 4.3 | Balastní vody .....   | 15 |
| 5.  | Vlastnosti, čištění a využití šedé vody .....                 | 16 |
| 5.1 | Vlastnosti šedé vody .....                                    | 16 |
| 5.2 | Recyklace a čištění .....                                     | 18 |
| 5.3 | Možnosti využití šedé vody .....                              | 21 |
| 6.  | Vlastnosti, čištění a využití dešťové vody .....              | 22 |
| 6.1 | Historie hospodaření s dešťovou vodou .....                   | 22 |
| 6.2 | Vlastnosti a kvalita dešťové vody .....                       | 23 |
| 6.3 | Způsoby znečištění dešťové vody .....                         | 24 |
| 6.4 | Způsoby úpravy a zadržování dešťové vody .....                | 26 |
| 6.5 | Zasakování .....  | 31 |
| 6.6 | Způsoby nakládání s dešťovými vodami .....                    | 33 |
| 6.7 | Možnosti využití dešťové vody .....                           | 35 |
| 7.  | Konkrétní příklady hospodaření s dešťovou a šedou vodou ..... | 36 |
| 7.1 | Příklad využití dešťové vody pro závlahu .....                | 36 |
| 7.2 | Příklad využití dešťové vody pro praní textilií .....         | 39 |
| 7.3 | Příklad využití šedé vody pro splachování toalety .....       | 40 |
| 8.  | Výsledné zhodnocení .....                                     | 42 |
| 9.  | Diskuse .....   | 45 |
| 10. | Závěr a přínos práce .....                                    | 47 |
| 11. | Přehled literatury a použitých zdrojů .....                   | 48 |
| 12. | Přílohy .....   | 54 |

# 1. Úvod

Voda je jeden z hlavních pilířů udržující život na Zemi. Již staré civilizace stavěly svá obydlí vždy v blízkosti vodních zdrojů, ze kterých čerpaly. V nedávné historii se s vodou zacházelo jako se samozřejmostí a špatné hospodaření nadělalo mnoho škod. Na začátku 21. století se začalo projevovat, že tradiční způsob odvádění šedých a srážkových vod, nejčastěji společně a co nejrychleji mimo město, se ukazuje jako dlouhodobě problematický a neudržitelný. Hlavními příčinami problematického řešení byl zejména rychlý rozvoj urbanizace a změna klimatu. Masivní rozvoj nově urbanizovaných ploch, napojovaných do před desítkami let vybudovaných stokových sítí, začal působit hydraulické přetížení stokových sítí i recipientů se závažnými environmentálními následky. Zároveň se významně zvyšovala zátěž veřejných rozpočtů, ať už obcí, krajů, nebo státu. (Stránský, 2011)

Okolo roku 2010 na horšící se situaci zareagovala legislativa, která nařídila všem novým stavbám hospodařit se srážkovou vodou na vlastním pozemku.

Hospodaření se srážkovými vodami je snaha podporující zachování či napodobení přirozených odtokových podmínek před urbanizací území. Tato filozofie se jeví jako vhodné východisko z výše popsaných problémů a je od konce 60. let 20. století trendem v rozvinutých zemích světa a v posledním desetiletí i v České republice. Vzhledem k tomu, že v našich podmínkách je svojí intenzitou zásadní odtok zejména z dešťových srážek, byl v minulosti zaveden a odbornou veřejností přijat termín „hospodaření s dešťovými vodami“, jehož zkratka – HDV – je dnes běžně používána. (Stránský, 2011)

HDV má jasná pravidla a priority s hlavním důrazem na snahu o návrat srážkové vody do lokálního koloběhu, a to zejména vsakováním srážkového úhrnu odtoku do půdního a horninového prostředí a jeho výparem do ovzduší. Na tom nic nemění skutečnost, že v České republice nejsou v řadě případů pro vsakování ideální podmínky. Principy HDV lze aplikovat i zpomalením srážkového odtoku ze stavby pomocí retenčních zařízení s regulovaným odtokem či využitím dešťové vody pro potřeby stavby či jejího okolí. (Stránský, 2011)



Budování jednotných kanalizací z nekvalitních materiálů a zanedbání údržby se značně podílí na nehospodárném nakládání s odpadními a dešťovými vodami a ztrátách odváděné vody. Ceny pitné vody stoupají, a i přesto se vodou pitnou splachují toalety, zalévají zahrady a umývají auta. V některých zemích je pitné vody extrémní nedostatek a kvůli rapidnímu počtu obyvatel se očekává nedostatek vody jako globální problém. V souvislosti s rozvojem urbanizace území a klimatickými změnami si lidé nedávno začali uvědomovat, jak moc je důležité správné nakládání s vodou a začali problematiku důsledněji řešit i v soukromém sektoru. Přesto se média o nakládání s vodou zajímají pouze tehdy, kdy dojde k nečekané havárii nebo k nedostatku vody. (Siegel, 2016). Zpětným využitím odpadní vody může domácnost ušetřit desítky litrů denně a tím i značně pomoci životnímu prostředí. Stejně tomu je při užívání vody dešťové, která nám doslova padá z nebe. Její využití je natolik všestranné, že by člověk k přežití potřeboval pouze 20 % pitné vody než doposud (Vodárium, 2020). V urbanizovaném prostředí jsou omezené možnosti vsaku dešťových vod a většina z nich byla zejména v minulosti sváděna stokou do nejbližšího recipientu. Voda vykazuje poměrně velké znečištění, jelikož postupně smývá zastavěnou plochu (silnice, chodníky, střechy) a pokud je srážka malá, přispívá tím k přetěžování čistíren odpadních vod. Takové nakládání značně narušuje pohyb mezi podzemní a povrchovou vodou. Pokud je hladina podzemní vody nižší, platí, že se povrchová voda vsakuje do podzemí a tím dochází k vysychání drobnějších toků, které poté protékají pouze za deště. Organismy závislé na vlhkém prostředí tak ztrácejí svou vegetaci, která ovlivňuje i regionální klima (Hlavínek, 2007).

## 2. Cíle práce a metodika

Bakalářská práce si dává za cíl uvést ve své rešeršní části důležitost a možnosti pro využití šedých a dešťových vod v urbanizovaném území, s primárním zaměřením na rodinné domy. Popíše obecně rozdíl mezi odpadními vodami a nastíní možnosti a způsoby jejího využití. V rešeršní části práce zaujme také své místo legislativní požadavky na hospodaření s dešťovou vodou. Literární rešerše bude vycházet z aktuálních zákonů, vyhlášek a norem.

Ve vlastní práci budou představeny konkrétní příklady hospodaření s dešťovými a šedými vodami, které budou v závěru práce zhodnoceny z hlediska finanční a ekologické výhodnosti. Výsledky práce shrnou zjištěné skutečnosti.

### Metodika

Literární rešerše je zpracována pro potřeby získání znalostí v dotčené problematice. Definiuje druhy znehodnocených vod pomocí dostupné literatury a zmiňuje jejich vlastnosti a způsoby čištění, díky kterým tvoří přehled technologií a zkoumá jejich efektivnost. Uvádí možnosti zasakování dešťové vody a možnosti využití vody dešťové a šedé. Ve vlastní práci vypočítává finanční návratnost 3 projektů při využívání vody dešťové na závlahu zahrady, praní textilií a při využívání vody šedé na splachování toalety. Tyto příklady jsou vypočteny pro jednu domácnost, která se skládá ze 2 dospělých osob a 2 dětí inspirovanou vlastní rodinou. Hlavním příkladem je realizace HDV objektu na závlahu zahrady, který je nedílnou součástí staveb dle vyhlášky o technických požadavcích na stavby č. 268/2009 Sb. Projekt vypracoval Ing. Jiří Balabuch, jakožto autorizovaný inženýr pro stavby vodního hospodářství a krajinného inženýrství. Na našich pravidelných schůzkách mě s projektem seznámil a pečlivě popsal každý krok při plánování projektu. Stanovení nákladů na realizaci projektu bylo vypočítáno rozpočtovou firmou a náklady na závlahu dešťovou vodou s doplněním z veřejného vodovodu byly vypočítány pomocí vzorce:

$NA / T + NV + NE + NU = NVOD$ , který je popsán v kapitole 7.1 a obsahuje všechny proměnné, které ovlivňují konečnou sumu. Finanční návratnost je počítána jako celkový výdaj za realizaci projektu / roční finanční úspora. Tento vzorec je využíván u všech příkladů v kapitole 7. Pro výpočet příkladu 7.2 je uveden typ pračky na dešťovou vodu

s pořizovací cenou a dle rozpočtu z příkladu 7.1 jsou uvedeny ceny nákladů na realizaci. Při výpočtu finanční návratnosti v kapitole 7.3 byla brána v potaz norma ČSN EN 14055+A1 91 4640 Nádržkové splachovače pro záchodové mísy a pisoáry, která platí od května roku 2016 a koriguje úsporu splachování.

### 3. Voda v ČR

Území České republiky je hlavní pramennou oblastí Evropy, neboť námi prochází hlavní evropská rozvodí Severního, Baltského a Černého moře (Hekerle, 2021). Naše toky odvádějí vodu na území sousedních států, proto dopady znečištění nepocítíme pouze my. Jelikož žádný významný tok se na našem území nenachází ani k nám nepřitéká, jsme defacto závislí na atmosférických srážkách (Plotěný, 2011). Plánované rozložení spotřeby vody je následující:

- Domácnost – 40%
- Ztráty ve vodovodních sítích – 30%
- Průmysl – 11%
- Zemědělství – 1%
- Ostatní – 18%

#### 3.1 Spotřeba a cena vody v České republice

Spotřeba vody v České republice se postupem času rapidně snižuje, jak v rámci Evropy, tak v rámci světa. V roce 1972 činila spotřeba pitné vody až 350 litrů na osobu. To bylo převážně kvůli tomu, že voda v těchto letech byla levná a stát na ni přispíval. Již v roce 2018 byla spotřeba snížena na 89,2 litrů na osobu. Ovšem v posledních letech spotřeba vody na obyvatele činí kolem 112 litrů. Pražští obyvatelé zpravidla spotřebují až o čtvrtinu více vody, než je republikový průměr. Platba za vodné a stočné pravidelně každý rok roste, a to i přesto, že byla snížena sazba DPH na 10 %. Právě kvůli rostoucím cenám začali lidé od 90. let vodou šetřit. Každým rokem se snižuje spotřeba vody a lidé začali vodu čerpat ze svých studen. Úsporná zařízení jsou častěji vyhledávána, jako jsou moderní technologie například úsporné pračky, myčky i perlátory na vodní baterie. Vodou z vodovodu je momentálně zásobováno přes 10 milionů obyvatel. To je od roku 2009 nárůst o 1,8 % odběratelů. Délka vodovodní sítě byla prodloužena o 121 km a celkem tak činí 79 104 km (Pražské vodovody a kanalizace, ©2021).

Cena vody v České republice je vedena za kubík neboli 1 metr krychlový. K tomu je připočtena daň, která do roku 2020 činila 15 %, nyní je její výše 10 %. Tím voda zlevnila cca o 4 koruny na metr krychlový. Vodným se rozumí voda

distribuovaná vodovodním řádem. Její cenu tvoří náklady na dodání vody pomocí vodovodních řádů a náklady na úpravu vody. Stočným se rozumí náklady na čištění odpadní vody a náklady na odvod. V některých městech se mimo vodné a stočné účtuje paušální poplatek. Ten se určuje podle skutečné spotřeby. Dvousložková cena vody se v každém městě liší. Tato cena vyrovnává rozdíly mezi odběrateli. Většinou jsou to náklady na opravy. Průměrná cena vodného k roku 2022 činí 49,88Kč. To je o 2,69Kč více než minulý rok. Cena stočného se v průměru pohybuje okolo 45,88 Kč. Zde cena vzrostla o 1,76 korun z předešlého roku. Průměrná cena vodného a stočného v ČR v roce 2022 tedy činí 95,76 Kč bez DPH, v roce 2021 to bylo 93,18 Kč (Pražské vodovody a kanalizace, 2022). Od roku 1989 cena vzrostla více než čtyřnásobně, a to proto, že tehdy cena neodpovídala skutečným nákladům. Stát platil většinu výdajů za spotřebitele, například budování kanalizací, čištění nebo dodání. Po privatizaci se tyto služby staly soukromými, a tím přišly o dotace ze státního rozpočtu (Novák, 2022).

### **3.2 Voda ve městech**

Vsaku dešťových vod v urbanizovaném území je obecný problém, se kterým se potýká každý stavební projekt. Voda se kvůli zastavěnému území a zpevněným plochám nedostává zpět do půdního prostředí, a tím se neustále snižuje hladina podzemní vody. Aby se tomuto problému zamezilo, budují se opatření, která napomáhají vsaku dešťové vody do půdy. Možnosti opatření se plánují podle typu zástavby (Hlavínek, 2007). Centra měst dosahují nejvyššího stupně zpevnění. V hustě osídlených oblastech se nachází uzavřená bloková zástavba a stupeň zpevnění bývá 95-100 %, tudíž vsakování srážkové vody je téměř vyloučeno. V posledních letech se v těchto oblastech častěji využívá takzvané ozelenění střech. Je to alternativní možnost, jak srážkovou vodu co nejvíce a nejdéle zachytit. Zelené střechy mají nejen estetickou výhodu, ale také dokážou budovu ochladit při letních vysokých teplotách. Bohužel jejich realizace bývá často velmi omezena kvůli financím. Jelikož ozelenění střech dokáže zadržet 50 % až 70 % dešťové vody, jsou tyto střechy velmi náročné na údržbu. V městských obytných a smíšených oblastech se ve většině případů doporučuje budování zásobníků vody a vsakovacích zařízení na zachycení dešťové vody. Zástavba v centru měst má zpravidla vysokou hustotu zástavby a stupeň zpevnění okolo 70 %, i přesto, že plochy dvorů jsou využívány jako zahrady. Pokud jsou stavební bloky

v rukách vlastníků, lze zrušit zpevnění ve vnitřních plochách. Samostatně stojící rodinné domy mají takzvanou otevřenou zástavbu a jejich stupeň zpevnění je 20 %. Mají velký podíl zahradnický využívaných ploch, a proto se zde nachází dobré podmínky pro různá zařízení ke vsakování dešťové vody. Obchodní oblasti jsou značně složitější, jejich stupeň zpevnění je okolo 95 %, jelikož jsou silně zastoupeny zpevněné plochy, haly, široké silnice, které jsou většinou dlážděné nebo asfaltové a minimum ploch pro zeleň. Silně znečištěná voda z takových oblastí musí být odváděna do kanalizace (Hlavínek, 2007).

Dešťová voda, která není znečištěna ze zpevněných ploch, může být vsakována přes vrstvu vegetace. Opatření musí být plánováno zároveň s kontrolou akumulace látek, které ohrožují podzemní vodu při nehodách či požáru. Při přetížení stokové sítě nastává situace, kdy jsou zatápěny sklepní prostory objektů prostřednictvím kanalizačních přípojek. Prevencí je instalace zpětných klapek na přípojky, která je např. v Praze vyžadována. Důležité je i napojení přípojky na hlavní kanalizační řad, zaručující těsnost spoje. Pokud není správně provedeno, může voda ze stoky unikat a prosakovat do podzemních prostor objektů. Toto riziko je nejvyšší při déletrvajícím zaplavení stokové sítě. (Slavíková, 2007)

### **3.3 Legislativa a normy**

Obecným cílem státní politiky v oblasti vod je vytvořit podmínky pro udržitelné hospodaření s omezeným vodním bohatstvím České republiky. To znamená soulad požadavků všech forem užívání vodních zdrojů s požadavky ochrany vod a vodních ekosystémů, při současném zohlednění opatření ke snížení škodlivých účinků vod. Hlavní zásady státní politiky v oblasti vod pak vycházejí z tzv. Rámcové směrnice EU o vodní politice, dalších směrnic z oblasti vod a z obnovené strategie EU pro udržitelný rozvoj (MŽP, © 2008–2020). Legislativu vod České republiky korigují zákony, nařízení, normy a vyhlášky. Tyto právní předpisy zaštiťuje Ministerstvo životního prostředí. Korigování hospodaření s vodami zákon reguluje až v posledních letech, kdy zemi trápí rok od roku větší sucho. V minulosti nebylo nutné s dešťovou nebo šedou vodou nijak nakládat. Ale dnes mají lidé daleko vyšší ekologickou a legislativní motivaci. Česká republika se začala inspirovat sousedním Německem a začala poskytovat obyvatelům dotace za hospodaření s vodami. Zásadním právním dokumentem, který zavádí povinnost

uplatňovat principy HDV, je zákon č. 254/2001 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů, který obsahuje (od své novelizace v roce 2010) definici srážkových vod a stanovuje i podmínky obecného nakládání s nimi. (Stránský, 2011)

Základním pilířem právního rámce v nakládání s vodami v ČR je zákon č. 254/2001 Sb., známý jako „vodní zákon“. Dle Zákona č. 254/2001 Sb., § 5, odst. 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, popřípadě 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 (dále jen „srážkové vody“) 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.

Účinnost nabyt v roce 2002 a od té doby byl několikrát novelizován. Vodní zákon chrání podzemní a povrchové vody, tvoří podmínky pro snížení nepříznivých účinků povodí a sucha, stanovuje podmínky pro využívání vodních zdrojů a zachování kvality podzemních a povrchových vod. Také se zabývá problematikou povodní a zajišťuje bezpečnost vodních děl. Z toho zákona se odvodilo několik dalších zákonů a norem, jako například zákon o kanalizacích a vodovodech, ze kterého dále vyplývá vyhláška č. 428/2001 Sb., která upravuje množství srážkových vod do kanalizací. Vodní zákon nepožaduje aplikaci principů HDV pouze u novostaveb, ale také při provádění změn staveb a změn jejich užívání, čímž se snaží nejenom nezvyšovat množství srážkových vod odváděných jednotnou kanalizací, ale aktivně toto množství snižovat. (Stránský, 2011)

### **3.4 Dotační programy**

Jedním z nejznámějších programů Ministerstva životního prostředí a Státního fondu životního prostředí ČR na podporu udržitelného hospodaření s vodou v domácnostech je dotační program Dešťovka. Program byl nejprve vyhlášen v rámci Národního programu Životní prostředí, od září 2021 byl začleněn pod dotační program

Nová zelená úsporám financovaný z Národního plánu obnovy. Dotace dokáže pokrýt až 50 % výdajů na koupi systémů na využití zachycené srážkové vody na zalévání zahrady, na využití zachycené srážkové vody pro splachování WC a případně pro zálivku zahrady, (s jednou či dvěma nádržemi) s možnou kombinací s dešťovou vodou (Státní fond životního prostředí, 2021).

### **Dotace pro bytové domy**

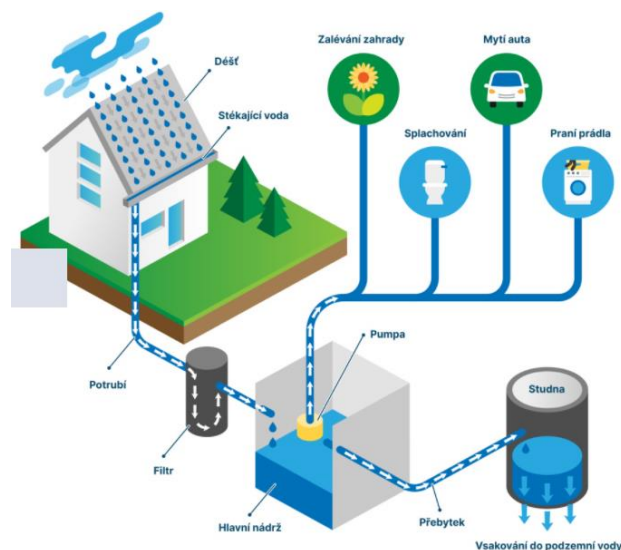
Tato varianta dotace je určena pro bytové domy (4 a více bytových jednotek) na území ČR, jejich vlastníkům pak může stát zaplatit až 50 % výdajů. Výše dotace se vždy odvíjí podle konkrétního využití dešťové vody a dle velikosti nádrže. Program Dešťovka nabízí tři různé varianty pro bytové domy. Při zalévání dešťovou vodou může být dotace až 165 000 Kč, s maximální podporovaným objemem nádrže na dešťovou vodu 50 litrů / m<sup>2</sup> odvodňované plochy. Při zalévání a splachování může být výše dotace až 210 000 Kč. Pokud je plánované srážkovou vodu využívat více, to znamená nejen k zalévání, ale i splachování toalety, dotace může činit až 50 000 Kč + 3 500 Kč na m<sup>3</sup> nádrže + 3500 Kč za připojenou bytovou jednotku. Dotace na přečištěnou odpadní vodu může činit až 285 000Kč. V tomto případě dotace představuje až 90 000 Kč (v kombinaci s využitím odpadní i srážkové vody) nebo 70 000 Kč (bez využití srážkové vody) + 3 500 Kč na m<sup>3</sup> nádrže + 3 500 Kč za bytovou jednotku + 15 000 Kč na projektovou přípravu (Dešťovka, 2022).

### **Dotace pro rodinné domy**

Dotace Dešťovka (Obr. 1) pro rodinné domy je nově bez omezení a jako součást programu Zelená úsporám od září roku 2021. Částka dotace se odvíjí dle konkrétního využití dešťové vody a podle zvolené velikosti nádrže. Zde jsou opět tři možnosti programu. Na zalévání dešťovou vodou připadá dotace v maximální výši 55 000Kč. Ke splachování toalety připadá minimální výše dotace 37 000Kč. Ideální řešení pro domy se svislými rozvody vody k toaletám. Při využití dešťové vody na WC lze získat dotaci až 210 000, - Kč. V kombinaci s využitím odpadní i dešťové vody na splachování či zálivku se vyplácí dotace v maximální výši 105 000Kč, tato dotace platí pouze v případě využití čištění odpadní vody. Na dotace mají nárok všichni majitelé rodinných domů. Dříve se braly v potaz suché oblasti, ovšem dnes už to je minulostí. Pro zalévání



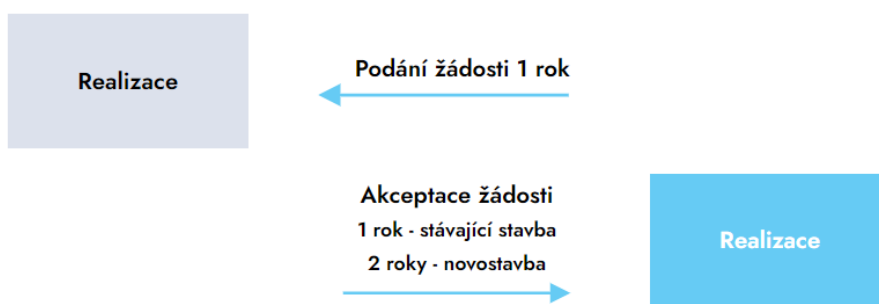
dešťovou vodou nemají nárok majitelé novostaveb (Dešťovka, 2022). Žádost o dotaci může být podána v jakékoli fázi projektu maximálně rok po jeho dokončení.



Obr. 1 Dotace na zalévání srážkovou vodou (URL 21)

### Proces vyřízení dotace Dešťovka

Zájemce o dotaci v prvním kroku vyplní poptávku prostřednictvím kontaktního formuláře firmy, která tyto dotace zprostředkovává. Po spojení s projektantem zájemce odešle plnou moc, vstupní dotazník a další náležitosti, o které ho projektant požádá. Poté díky těmto informacím zpracuje odborný posudek, zpravidla do 30 dní. Po jeho odsouhlasení bude podaná žádost o dotaci na SFŽP. V příloze u akceptace dotace bude žádost, instruktaž, faktura a posudek.



Obr. 2 Realizace Dešťovky (URL 22)

Po dokončení doložení realizace (Obr. 2) následuje kontrola od SFŽP a následné schválení MŽP. Poté se vystaví smlouva o poskytnutí podpory, která obsahuje instrukce

o postupu. Zájemce tuto smlouvu odsouhlasí a s originálem ji pošle na SFŽP, kde ji též odsouhlasí a budou kontaktovat zájemce při nabytí právní moci. Od nabytí právní moci trvá vyplácení podpory na účet zpravidla 3 týdny (Dešťovka, 2022).

## 4. Definice znečištěných vod

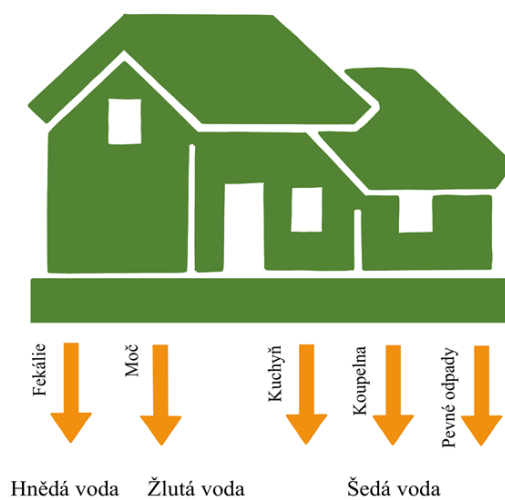
Existuje několik typů znečištěných vod. Znehodnocenou vodu rozdělujeme na vodu odpadní (znečištěnou vodu vlivem člověka) a srážkovou vodu, která se na povrch dostává z atmosféry. Ty se poté dále definují podle vzniku a složení znečištění.

### 4.1 Odpadní vody

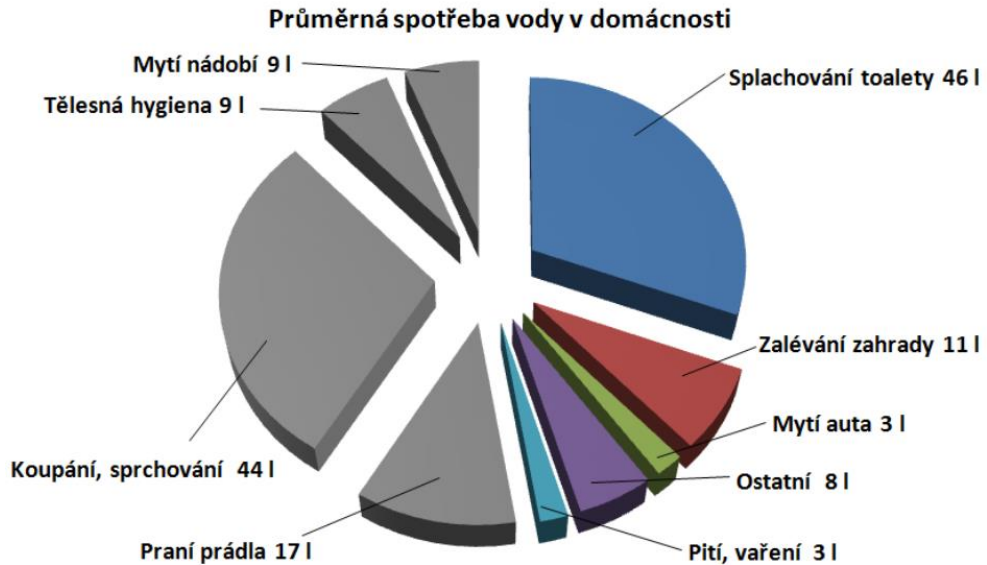
Pod pojmem odpadní voda (Obr. 3) si představíme znečištěnou vodu, kdy za jejím znehodnocením stojí člověk. Toto znečištění dělíme na: residenční (splaškové odpadní vody), průmyslové a zemědělské odpadní vody a v poslední řadě na srážkové vody, se kterými se většinou setkáváme pod pojmem dešťové vody. Odpadní vody z residenčních oblastí či obcí pochází z každodenního využívání vody v domácnostech, školách či úřadech. Jsou to vody, které jsou vypouštěny do veřejné kanalizace. Vody průmyslové pochází z průmyslových oblastí nebo firem. Tyto vody byly využity při průmyslových či zemědělských procesech, během kterých byly znečištěny. Do těchto vod započítáváme i vody chladicí (Plotěný, 2013). V průmyslové odpadní vodě je daná spotřeba určována kvótami, podle toho, o jaký průmysl se jedná. Do odpadních vod spadá také voda dešťová a voda balastní. Odpadní vody splaškové zahrnují vody žluté, hnědé a černé. Žlutou vodu produkuje každý občan. Jedná se o vodu znehodnocenou močovinou. Tato voda je pouze znečištěna s močí a nepatří do ní žádné další látky. I tento druh vody je možné dále využívat a nezatěžovat čistírny odpadních vod. Lidská močovina obsahuje velké množství organických látek, které velmi dobře fungují jako hnojivo neboli hnojivo NPK, ve kterém je obsažen dusík, fosfor a draslík a které se vyrábí průmyslově, a při jeho výrobě se opět znečišťuje velké množství vody. Množství organických látek jako například fosfor, draslík či dusík často závisí na stravovacích návycích daného člověka, ovšem i s touto vodou se může pracovat. Uvažujeme, že zdravý člověk vyprodukuje ročně přibližně 500 l močoviny. Tím pádem by se ušetřilo nemálo průmyslového hnojiva NPK (Drabínová, 2015).

Hnědé vody představují znečištěnou vodu fekáliemi. Tyto vody obsahují obdobné látky jako vody žluté, a proto je možné je využívat i v podobě hnojiva. Pokud smícháme vody žluté a vody hnědé, vytvoříme vody černé, které jsou společně odváděny do splaškové kanalizace. Když se černá voda zadrží samostatně, bez ostatních odpadních vod, můžeme

ji opět použít jako hnojivo, jelikož nebude tolik zředěná, jako ostatní vody. Šedé vody jsou veškeré znečištěné vody neobsahující fekálie a moč. Jsou vytvářeny především domácnostmi, poskytováním služeb či gastronomií. Jelikož jsou produkovány z van, sprch, praček, umyvadel a dřezů, jejich následné využití je velmi rozsáhlé. Proto musíme rozeznat, v jakých případech šedá voda může být znovu použita, a kdy je nutné tuto vodu poslat do čistírny odpadních vod, případně přečistit v domácí čistírně. Šedá voda vzniklá v dřezu nebo automatické myčce, tzv. podmíněně použitelná pro recyklaci, se většinou odděluje od koupelnové vody šedé, a to z důvodu většího obsahu olejů produkovaných při vaření (Biela, 2011).



Obr. 3 Znárodnění produkce znečištěných vod (Ottová, 2022)



Obr. 4 Průměrná spotřeba vody v domácnosti (URL 17)

Graf (Obr.4) je počítaný na 1EO neboli ekvivalentního obyvatele podle ČSN normy 75 6402. Tím se rozumí spotřeba litrů vody na jednoho člověka za den. Specifická hodnota na 1EO je zpravidla  $50-120 \text{ l.obyv}^{-1}.\text{den}^{-1}$ . Podle ČSN normy 75 6402 činí spotřeba vody na 1EO  $150 \text{ l.obyv}^{-1}.\text{den}^{-1}$ . Průmyslové a zemědělské odpadní vody se dělí na čistý provoz, špinavý provoz, horký a špinavý provoz, kde je produkce odpadní vody nejvyšší. Dále odpadní vodu dělíme na druhy podle znečištění organického nebo anorganického. Organicky znečištěná voda pochází z potravinářského, papírenského, nebo textilního průmyslu. Podléhají biologickému čištění na ČOV nebo se čistí společně se splaškovými odpadními vodami. Anorganicky znečištěná voda vzniká z hutního, sklářského a keramického průmyslu, ale také z úpravy a těžby uhlí. Látky obsažené v této označené vodě mohou být často toxické, a proto se při čištění používají fyzikálně – chemické způsoby (Plotěný, 2011).

## 4.2 Srážkové vody

Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách definuje v § 2 odst. 1 povrchové vody jako přirozeně se vyskytující na zemském povrchu bez toku v přechodně zakrytých úsecích nebo v dutinách pod zemským povrchem. Zákon dále uvádí, že po dopadu na zemský povrch nebo na povrch stavby se voda srážková mění na vodu povrchovou, a pokud se zasákne, mění se na vodu podzemní.

Dále právně nezávislá norma ČSN EN 1085 (750160): Čištění odpadních vod uvádí, že "srážkové vody" jsou vody z atmosférických srážek, které dosud neobsahují látky z povrchu Země. Srážkovou vodu lze tedy definovat jako vodu z atmosférických srážek v různém skupenství, která se pomocí veřejných vpustí dostává do veřejné kanalizace. Její znečištění závisí na chemickém složení ovzduší. Do srážkových povrchových vod započítáváme veškerou srážkovou vodou, která se nevsákla do povrchu zemského a díky povrchu stékají do kanalizační sítě. Znečištění vody vzniká kvůli nečistému povrchu v obydlených územích, jako například silnice, chodníky a střechy (Dvořáková, 2007). Povrchové vody definujeme jako vodní povrchové zdroje. Vyskytují se buď přirozeně, například moře, řeky a potoky nebo jsou uměle vytvořeny člověkem (rybníky a nádrže). Jsou to hlavní vodárenské zdroje v České republice, a to i přesto, že náklady na přeměnu povrchové vody na pitnou jsou velmi nákladné (Dvořáková, 2007).

### **4.3 Balastní vody**

Neboli ostatní odpadní vody, které se nemohou zařadit mezi vody z předchozích skupin. Jsou to vody, které ředí vody odpadní ve stokové síti. Existuje několik způsobů, jak takové vody vznikají. Balastní voda se dostává do kanalizační sítě kvůli špatnému technickému stavu (netěsnost kanalizačního potrubí). Podle České státní normy 75 0161 jsou to nežádoucí přítoky, které snižují kapacitu potrubí, a zvyšují objem vod, které přitékají na ČOV. Balastní vody mohou být také povrchové vody, které jsou bodově zaústěny do kanalizace (drobné vodoteče, drenáže, přepady z rybníků). V případě oddílné splaškové kanalizace, pak také nátok srážkových vod ventilačními otvory poklopů vstupních šachet, či černá napojení srážkových vod z nemovitostí (Drabinová a Kunssberger, 2015).

## 5. Vlastnosti, čištění a využití šedé vody

Šedá voda byla definována v druhé kapitole. Jak bylo dříve zmíněno, jedná se tedy o vodu neobsahující moč a fekálie. Tato voda vzniká primárně v koupelnách z van, sprch a umyvadel, ale také v kuchyni. Při lehké úpravě vody šedé lze snadno získat vodu bílou, která je srovnatelná s vodou dešťovou a má rozsáhlé využití v domácnostech. Tyto odpadní vody definuje norma EN 12056. Šedé vody se dělí podle množství a vzniku znečištění. Nejméně znečištěná voda pochází většinou z praček, van nebo sprch, jelikož se zde používá menší množství chemických látek, jako v kuchyni. Bývá často vhodná na zalévání zahrady, mytí aut či venkovních dlažeb. Voda z kuchyňských dřezů bývá znečištěna tuky a oleji. Ovšem se bere v potaz množství chemických přípravků jako například prací prášky, mýdla, čistič nádobí apod. Tato problematika je řešena až poslední dobou, neboť do nedávna byl vody dostatek, a cena byla také přijatelná. Ovšem poslední dobou jde cena vody prudce nahoru (Bartoník, 2012). Primárně větší podniky jako například koupaliště, lázně nebo stravovací zařízení, budou vyhledávat nové technologie, díky kterým bude možné náklady na vodu snížit. Tímto je známý hotel Mosaic house, který byl vybudován v roce 2009 a komplexně využívá šedou vodu, šetří elektřinu, a v České republice se pyšní jako první objekt s nulovou emisí CO<sub>2</sub>. Hotel využívá nízkoprotokového systému a značně snižuje spotřebu vody. Zároveň využívají systému šedé vody, úsporného osvětlení, solárních kolektorů na střeše budovy a rekuperaci tepla z klimatizací (Biela, 2011).

### 5.1 Vlastnosti šedé vody

Hodnota znečištění šedých vod je velmi proměnlivá, a to z důvodu rozličných nároků v domácnostech, jelikož každý používá mycí a čisticí prostředky v různých mírách. Proto tuto vodu dále dělíme na vodu použitelnou a podmíněně použitelnou. Voda použitelná je z velké části ze sprch, umyvadel a van, kdy její pH činí 5-8,6. Závisí hlavně na prostředcích, které jsou použity, ale také na samotné vodě, která přitéká do domu, jelikož v každém městě je voda odlišná. Pro hygienické účely se zpravidla používá voda teplá a díky vyšší teplotě vzniká větší množství mikroorganismů. S vodou využívanou na praní je to složitější, neboť většina praček pere při vyšších teplotách, díky čemuž narůstá množství mikroorganismů a pH roste na hodnotu 9,3 až 10.

Zároveň voda z praček obsahuje plovoucí látky jako například vlasy, prach, písek a různá vlákna, zákal a po čas praní mění barvu. Do praček ale i myček, které pod ně spadají jsou používány přípravky s vysokým obsahem fosforu. Podmíněně použitelná šedá voda vzniká primárně v kuchyni, kde se opět používá spíše teplá voda a pH zůstává obdobné, jako u šedé vody z koupelen. Tato voda má největší množství plovoucích látek (Tab. 1) a zákalu, kvůli zbytkům jídla a použitým olejům. Zde se nejčastěji vyskytuje, v zanedbatelném množství, organicky vázaný dusík (Biela, 2011).

| Zdroj šedé vody       | Pračky   | Vany, sprchy, umyvadla | Kuchyně, myčky |
|-----------------------|----------|------------------------|----------------|
| Plovoucí látky [mg/l] | 79 - 280 | 7 - 120                | 134 - 1 300    |

Tab. 1 Množství plovoucích látek v šedých vodách (URL 23)

Při úpravě šedých vod jsou plovoucí látky a koloidy problémem. Vyšší podíl hůře odbouratelných organických látek nám ukazuje poměr CHSK a BSK<sub>5</sub> 4:1, který je ovlivněn častějším použitím mýdel a šampónů, hodnoty viz tabulka 2. Obvyklý poměr v komunálních vodách je většinou 2:1 (Biela, 2011).

| Zdroj šedé vody         | Pračky   | Vany, sprchy, umyvadla | Kuchyně, myčky | Neseparovaná šedá voda |
|-------------------------|----------|------------------------|----------------|------------------------|
| BSK <sub>5</sub> [mg/l] | 48 - 682 | 19 - 200               | 669 - 756      | 41 - 194               |
| CHSK [mg/l]             | 375      | 64 - 8 000             | 26 - 1 600     | 495 - 623              |

Tab. 2 Hodnoty BSK<sub>5</sub> a CHSK v šedých vodách (URL 23)

BSK<sub>5</sub> neboli biochemická spotřeba kyslíku. Je definována jako množství kyslíku spotřebovaného mikroorganismy při biochemických pochodech na rozklad organických látek ve vodě při aerobních podmínkách za 5 dní. Snížení toho znečištění je důležité pro skladování vody. BSK<sub>5</sub> je často známý jako parametr kvality vody nebo biologický ukazatel znečištění (Pitter, 1999). CHSK je chemická spotřeba kyslíku. Určuje míru organického znečištění, ale bez ohledu na biologickou rozložitelnost látky (Biela, 2011). V šedých vodách z domácností se ojediněle vyskytuje koncentrace těžkých kovů. V České republice, od listopadu roku 2021, platí norma ČSN 75 6780. Norma se zabývá využitím šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích, ale i přesto doposud neexistuje žádná norma, která by se zabývala kvalitou těchto vod, jelikož je využití šedých vod teprve v počátcích (Plotěný, 2019). To se ovšem může v blízké budoucnosti změnit díky rychlému nárůstu cen vody, protože technologie na využití šedé vody znovu jsou již známé. V České republice je tedy třeba už jen objasnit legislativu a právní aspekty. Můžeme se inspirovat například britskou normou BS 8525, která



je složena z doporučení monitorování a ohodnocení kvality šedé vody. Podle této normy je nezbytné, aby systémy šedých vod byly navrženy tak, že bude zajištěna vhodná výroba vody pro daný účel, a nevznikne žádné riziko na zdraví lidí. Není nutné časté testování vzorků vody, nicméně sledování kvality vody by mělo být prováděno během údržby, aby byl ověřen výkon systému šedých vod. Pokud systém nepracuje uspokojivě, musí být zjištěny příčiny a případné problémy se spotřebou vody ze systému. Testování ihned po uvedení systému do provozu se nedoporučuje, protože systémy jsou obecně plněny z veřejného vodovodu, aby se usnadnilo testování příslušenství. Kvalita vody není tedy reprezentativní pro běžné šedé vody (Tab. 3) (Biela, 2011).

| Parametr x [KTJ/100 ml]    | Applikace postřikem Applikace bez postřiku         |                |                    |            |
|----------------------------|--|----------------|--------------------|------------|
|                            | Tlakové mytí, zahradní rozstříkovač a mytí vozidel | Splachování WC | Zavlažování zahrad | Praní      |
| E. coli                    | Nezjištěno   | 250            | 250                | Nezjištěno |
| Střevní enterokoky         | Nezjištěno   | 100            | 100                | Nezjištěno |
| Legionella pneumophila     | 10   | -              | -                  | -          |
| Koliformní bakterie celkem | 10   | 1000           | 1000               | 10         |

Tab. 3 Orientační hodnoty pro bakteriologické monitorování (URL 23)

## 5.2 Recyklace a čištění

Kvůli vysoké poptávce po povrchové a podpovrchové vodě, není možný neomezený odběr vody z přírodních zdrojů, a proto je recyklace nejideálnější způsob, jak s vodou hospodařit. Recyklace šedé vody také snižuje množství znečištěné vody, které přitéká na čistírny odpadních vod. Recyklace snižuje poptávku o cca 40 %, pokud připočteme i nakládání s vodou dešťovou a čerpání studen, které řeší problém se zásobováním. Nejsnazším modelem je recyklace pro závlahu. Recyklací šedých vod se v České republice zabývá norma ČSN 75 7143 – **Jakost vod. Jakost vody pro závlahu**. Tato norma nabyla účinnosti roku 1992. Při této recyklaci je důležité brát v potaz, jakými látkami je voda znečištěna. Šedé vody z domácností často obsahují nerozpustné látky a soli. Pokud se jedná o vodu z praček, mívá vysokou koncentraci detergentů<sup>1</sup>, které obsahují různé chemické sloučeniny, jako například bělicí činidla či aditiva. Pokud je hodnota pH vyšší jak 9, nebo voda obsahuje vysokou koncentraci bóru, sodíku, hliníku nebo zinku, není vhodné vodu využívat na zalévání půdy. Může tak

<sup>1</sup> Chemická látka určená k čištění a mytí

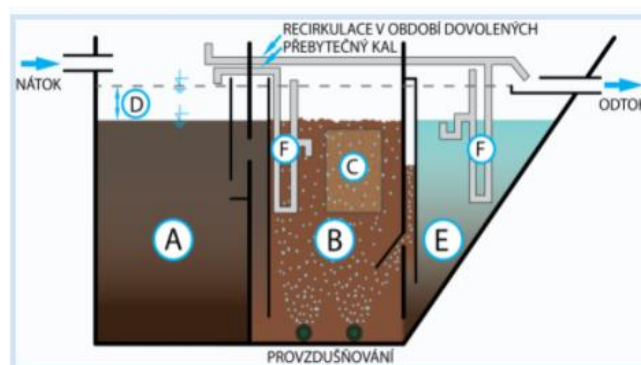
dojít k ohrožení půdy a ekosystému v daném místě (Plotěný, 2019). Proto je vhodnější využívat prostředky šetrné k životnímu prostředí anebo se pokusit vyhnout čističům obsahující fosfáty.

Metody čištění šedých vod rozdělujeme do dvou skupin. Jako první jsou fyzikálně – chemické úpravy vody. Jedná se primárně o pískové filtry, membrány, hrubé filtrace, mikrofiltrace, sedimentace a UV záření. Tyto metody eliminují organické znečištění a zákal, ale jsou velmi náročné na spotřebu elektrické energie. Druhou skupinou jsou biologické úpravy vody. Ty rozkládají minerály díky mikroorganismům. Jsou to například aerobní biologické filtry nebo membránové bioreaktory. Nejsou nijak závislé na elektrické energii, neboť tyto biologické metody redukuje bakterie, ovšem potřebují dostatečnou dezinfekci. Úprava šedé vody závisí především na znečištění. Pokud voda, kterou chceme upravit, má nízkou koncentraci nerozpuštěných látek, stačí nám dvoustupňová technologie, která je tvořena z nerezového síta a dezinfekce. Z neznámějších firem v České republice je společnost ASIO.cz, která přivádí na trh několik různých druhů domácích čistíren, ale také filtry, závlahy a další technologie pro využití dešťové a čištění odpadní vody. Například čistírnu odpadní vody pro maximálně 25 EO viz obrázek níže (Bindzar, 2009).



Obr. 5 Domácí čistička odpadní vody (URL 19)

Čistírna odpadní vody (Obr. 5) tohoto typu je primárně určena pro rodinné domy nebo chaty. Její provoz potřebuje minimum elektrické energie, zároveň je šetrný k životnímu prostředí, jelikož funguje na principu aerobních biologických procesů (ASIO, s.r.o. © 2011-2022).



**Legenda:**

- A - Usazovací a kalový prostor
- B - Aktivace
- C - Nosič biomasy
- D - Akumulační prostor
- E - Dosazovací prostor
- F - Mamutka

Obr. 6 Schéma domácí ČOV (URL 19)

Vyprodukovaná odpadní voda postupně teče do usazovacího prostoru (A) nátokové části čistírny odpadních vod, kde se z vody odstraní mechanické plovoucí a usazené látky. Tyto látky jsou dále anaerobně rozloženy. Z usazovacího prostoru přetéká přes přepad již mechanicky předčištěná voda do aktivačního prostoru (B). Aktivační prostor (B) slouží k biologickému čištění odpadní vody. Ve spodní části tohoto prostoru se nachází jemnobublinný provzdušňovací systém, do kterého je vháněn vzduch pomocí dmyhadla. Případně je v této části umístěn také nosič biomasy, který zajišťuje stabilitu celého procesu v případě velkého přetížení, nebo naopak malého zatížení čistírny odpadní vody. Největší výhodou celého řešení je především velký akumulací prostor (D) v celém prostoru čistírny, který je určen k akumulaci odpadní vody a k zabezpečení rovnoměrného odtoku vody z čistírny. Aktivovaná směs pak natéká do vertikální dosazovací nádrže (E), odkud je vyčištěná voda odčerpávána mamutkou (F) do odtokového žlabu. Přebytečný aerobně stabilizovaný kal je odčerpáván do usazovacího a kalového prostoru (A),

a to dle potřeby (ASIO, s.r.o. © 2011-2022). Tato domácí ČOV se instaluje do výkopu na podkladní betonovou desku a připojí se ke kanalizaci. Dále je nutné přivést vzduch z dmychadla. Společnost doporučuje umístit dmychadlo mimo čistírnu odpadních vod, jelikož prostředí uvnitř ČOV není nijak příznivé pro životnost dmychadla. Ze statistických výzkumů vyplývá, že životnost této čistírny odpadních vod pro rodinné domy bývá zpravidla 25 let, tudíž o této ČOV můžeme říct, že je to investice, která je do budoucna výhodná, neboť cena pořízení se pohybuje v rozmezí 65 000,- až 80 000,-.

### **5.3 Možnosti využití šedé vody**

Využití šedé vody závisí na objemu znečištění vody. Jak už víme, nejméně znečištěná voda vzniká primárně v koupelnách ze sprch, van a umyvadel, podle množství použitých hygienických prostředků. Tuto vodu lze využít na: splachování toalet, mytí automobilu, praní, úklid, využití tepla z šedé vody, požární vodu či na zalévání zahrady. Největší využití v domácnosti má voda bílá. Voda šedá se mění na vodu bílou až po čistící úpravě. S touto vodou už se dá naložit obdobně, jako s vodou čistou neboli pitnou. Avšak vždy se musíme vyvarovat požití této vody. Přesto existuje mnoho možností, jak tuto vodu využít. Až 30 % spotřeby vody pro domácnost tvoří splachování toalet. Při zalévání zahrady šedou vodou je dobré brát v potaz, že tato voda obsahuje minimum soli a chlóru. Šedé vody mohou být často využívány pro venkovní úklid například chodníků, kde není pitná voda potřeba. Primárně hotely a různá rekreační střediska tuto vodu poslední dobou využívají, a to z důvodu úspory energie. Ve světě se poslední dobou rozrůstají automobilové myčky, které používají recyklovanou vodu právě z důvodu šetření životního prostředí a úspory peněz. Kvůli nárůstu cen za energie bývá poslední dobou prioritou snížení nákladů za energie (Šálek, 2012). U větších čistíren tvoří náklady za energie cca 20 %, u čistíren menších je to okolo 40 %. V minulosti se na tyto energetické náklady nebral ohled a čistírny byly navrhované na maximální účinek čištění (Bartoník, 2012). Momentální moderní technologie používané na domácích ČOV mají daleko větší energetické nároky, a proto je na místě recyklovat tepelnou energii obsaženou v šedé vodě. Tím se můžou do budoucna zoptimalizovat provozní náklady (Bartoník, 2012).

## 6. Vlastnosti, čištění a využití dešťové vody

Dešťové vody sice nejsou pitné, přesto jejich využití bývá mnohostranější než využití vody distribuované. Dešťová voda není tolik znečištěná jako voda šedá, pokud se nejedná o oblast kyselých dešťů. Při zkoumání použití dešťové vody se ještě nezaznamenal žádný škodlivý následek. To je jeden z mnoha důvodů proč díky této vodě můžeme čerpat různé státní dotace. Dešťové neboli srážkové vody se na nezastavěném území z 98 % vsáknou. Ovšem v urbanizovaném území se srážková voda přirozenou cestou zpět do koloběhu vody nedostane. To do budoucna způsobuje dlouhodobé změny půdní struktury a je silně ovlivněna hladina podzemní vody (Hlavínek, 2007). Přestože budování zelených pásů značně pomáhá k udržení půdní struktury, tak voda ze zpevněných ploch (chodníky, silnice a střechy) putuje do kanalizační sítě, kde způsobuje ředění splašků a tím více zatěžuje ČOV. Také ale omezuje zásoby podzemní vody, proto paradoxně vysychají malé vodní toky, ale zároveň se zvyšují případy povodní. Ve městech se více buduje oddílná kanalizace, ale i tak je zatím častější kanalizace jednotná. Zachycení a následným využití dešťové vody napomáhá nejen přírodě, ale i ušetří větší množství peněz (Tušl, 2021).

### 6.1 Historie hospodaření s dešťovou vodou

Již v antice se vyskytovala řešení, jak s dešťovou vodou co nejlépe naložit. Byly budované takzvané cisterny, které měly objem až 1000 m<sup>3</sup> a kde se akumulovala voda, která sloužila pro různé využití společnosti (Hlavínek, 2007). Už babylóňané kopali mnoho metrů hluboké šachty, které napomáhaly k zasakování dešťové a odpadní vody z domů a paláců. Římské ulice byly vykládány kamennými kvádry s nepravidelnými spoji. Tím způsobily lehké vsakování do půdy. U většiny obytných domů v Římské říši stály otevřené nádrže, kde se shromažďovala dešťová voda, hlavně ze střech, která poté ústila do objemných cisteren. Tam byla voda chráněna před vypařováním a znečištěním. Později byly tyto systémy centrální (Hlavínek, 2007). V Malé Asii byly tyto cisterny vytesány do skály. Většinou měly hruškovitý tvar s úzkým hrdlem nahoře a kamennou deskou. Největší vodní nádrž byla vystavěna v Konstantinopolu s objemem 80 tisíc m<sup>3</sup>. Známa jako Katedrála pod vodou (Hlavínek, 2007). Do zavedení centrálního zásobování pitnou vodou v 19. století bylo v Benátkách až 4500 cisteren, které sloužili k zásobování.

Cisterny jsou ovšem běžné i dnes. Primárně v místech, kde je nízká hustota obyvatelstva a dešťové srážky jsou pouze nárazové – Berbeři v Tunisu (Hlavínek, 2007). Prvním technickým dílem v České republice byla stoka odvodňující areál strahovského kláštera. Při budování kláštera v polovině 12. století byla budována síť, která přiváděla pitnou vodu z petřínských štol a odváděla nežádoucí odpadní vodu (Jásek, 2006).

## 6.2 Vlastnosti a kvalita dešťové vody

Dešťová voda samozřejmě není čistá, jako voda pitná, jelikož obsahuje rozpuštěné a pevné látky a různé nečistoty jako například: dusík, oxid uhličitý, amoniak, pyl, bakterie a všechny ostatní látky, se kterými dešťová voda přišla do kontaktu při cestě atmosférou. Dešťová voda je díky chemickým reakcím vždy kyselější než voda běžně distribuovaná, tudíž její pH se pohybuje vždy pod hodnotou 7, většinou 5,6. Také je oproti vodě pitné daleko měkčí (Tab. 4), neboť neobsahuje soli ani žádné další látky z půdy. Přesto, že tvrdá voda bývá často lepší pro lidský organismus, měkká voda je vhodnější do spotřebičů, na úklid a hygienu (Kabelková, 2009). Měkká voda neusazuje vodní kámen, který trápí řadu domácností. Dešťová voda má velmi nízký obsah minerálních látek a těkavého chlóru, proto je její využití vhodné na umývání oken nebo automobilů, protože nezanechává za sebou bílé stopy. Nízký obsah těkavého chlóru ocení trávník nebo rostliny, které je dobré touto vodou zalévat. Díky přísným ekologickým limitům se nemusíme bát kyselých dešťů v průmyslových oblastech (Dvořáková, 2007).

| <b>Tvrdość vody</b> | <b>mmol/l</b> | <b>°dH</b> | <b>°F</b>    |
|---------------------|---------------|------------|--------------|
| Velmi tvrdá         | > 3,76        | > 21,01    | > 37,51      |
| Tvrdá               | 2,51 - 3,75   | 14,01 - 21 | 25,01 - 37,5 |
| Středně tvrdá       | 1,26 - 2,5    | 7,01 - 14  | 12,51 - 25   |
| Měkká               | 0,7 - 1,25    | 3,9 - 7    | 7 - 12,5     |
| Velmi měkká         | < 0,5         | < 2,8      | < 5          |

Tab. 4 Tvrdość vody (URL 24)

Abychom zabránili znehodnocení dešťové vody, musíme s ní nakládat tak, aby nám co nejdéle vydržela kvalitní. Při skladování v plastových barelech ve vodě časem začínají vznikat různé biologické procesy. Voda se začíná zabarvovat většinou do zelena a může i zapáchat. Je velmi důležité tomuto procesu předejít a tou nejsnazší cestou je skladování. Nejlepší pro zachování kvality dešťové vody (Tab. 5) je skladovat ji v podzemních nádržích při nižších teplotách a minimalizovat přísun vzduchu, aby byly zachovány

požadavky na kvalitu vody. Užíváním dešťové vody nesmí dojít ke kontaminaci životního prostředí, k omezení komfortu užívání vody, k ohrožení kvality pitné vody a k ohrožení zdraví uživatele. Pro zalévání zahrady není nutné využívat filtry nebo jiné produkty na čištění dešťové vody. Lehce nazelenalá barva nebo kalná voda je pro zalévání vhodná, a proto ji můžeme skladovat ve venkovních plastových barelech, přesto je velmi důležité dbát na to, aby se do vody nedostalo větší znečištění, například popadané listí, větve apod. Proto se na tyto barely pokládají víka, které nejen zamezí většímu znečištění, ale také předchází vzniku roji komárů (Plotěný, 2011).

| Druh znečištění    | Závlahy   | Úklid                              | WC                               | Praní prádla   |
|--------------------|---|------------------------------------|----------------------------------|--|
| Nerozpuštěné látky | Interní NL jsou neškodné  | Při vyšších koncentracích nevhodné | Zpravidla bez významu            | Zpravidla nutná úprava (filtrace)  |
| Organické látky    | Interní a lehce odbouratelné jsou neškodné                      | Zpravidla bez významu              |                                  | V obvyklých koncentracích bez významu  |
| Těžké kovy         | Nebezpečí akumulace v půdní vrstvě                              |                                    |                                  |  |
| Pesticidy          | Ohrožení rostlin a půdních organismů                            |                                    |                                  |  |
| Mikroorganismy     | Zpravidla bez významného vlivu                                  |                                    | Zpravidla bez významného vlivu   |  |
| Barva              |   | Zpravidla bez významu              | 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 pracího |

Tab. 5 Požadavky na složení dešťové vody ze střech (URL 20)

### 6.3 Způsoby znečištění dešťové vody

Voda dešťová by se dala považovat za vodu destilovanou, neboť vznikla z dešťových mraků odpařené vody, které neobsahují žádné přidané látky. Ovšem při dopadu na povrch Země dochází ke kontaktu vody s chemickými látkami podle okolního znečištění vzduchu, a tak vodu nemůžeme brát jako úplně čistou. Toto znečištění dělíme dle původu na tři varianty. Znečištění, které vzniká při kontaktu dešťové vody s materiály na povrchu území, nerozpuštěné a rozpuštěné látky obsažené v atmosférických srážkách a znečištění, které se během bezdeštného období nahromadí na povrchu území

a během dešťové události je odváděno s dešťovou vodou. Při stanovení velikosti znečištění v dešťovém odtoku je významná délka bezdeštného období, intenzita atmosférických srážek a objem dešťového odtoku. Oddělení prvních cca 1-3 mm deště vede zpravidla k podstatnému snížení látkového zatížení v zachycené dešťové vodě (Dvořáková, 2007).

Znečištění v atmosférických srážkách (Tab. 6) vzniká pomocí škodlivých látek, které se dostávají do atmosféry primárně lidskou činností v urbanizovaném prostředí, průmyslových oblastech a velkých městech. Čištění atmosféry a vymývání látkového znečištění ve vzduchu dochází během dešťů. Dešťová voda odráží přirozené prostředí zemského povrchu, ale hlavně obsahuje antropogenní znečištění kouřovými plyny, ale také různé znečištění z dopravy, proto ji nemůžeme brát jako čistý kondenzát. Pomocí větrů mohou být látky z atmosféry přeneseny na velké vzdálenosti, a tak se na dešťové vodě podepisují vlivy jak vzdáleného, tak i z lokálního znečištění. Kyseliny a kyselinotvorné látky (kyselina sírová, dusičná, chlorovodíková), pocházející převážně z antropogenních zdrojů znečištění a převažují nad zásaditými látkami pocházejícími především z přirozeného prostředí. Zdrojem kyselin jsou především sloučeniny síry (zejména  $\text{SO}_2$  a  $\text{H}_2\text{S}$ ) a sloučeniny dusíku ze spalování fosilních paliv, z výfukových plynů motorových vozidel, a mikrobiální denitrifikací v půdě a ve vodě. Sloučeniny chloru vznikají ze spalování umělých hmot s obsahem PVC. Zdrojem zásaditých látek je jednak zemědělství (amonné ionty v hnojivech) a přirozené prostředí (uhličitany). K ostatním látkám patří především těžké kovy (emise z průmyslu a spaloven), organické látky (především uhlovodíky z výfukových plynů motorových vozidel) a rostlinné živiny (např. fosfor a amonné ionty) (Dvořáková, 2007).

|      | Ca   | Mg   | Na   | K    | $\text{NH}_4^+$ | $\text{SO}_4^{2-}$ | $\text{Cl}^-$ | $\text{NO}_3^-$ | Fe    | Mn    | Pb    | Zn    | F     |
|------|------|------|------|------|-----------------|--------------------|---------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| mg/l | 0,37 | 0,06 | 0,25 | 0,19 | 0,9             | 1,7                | 0,31          | 2,4             | 0,017 | 0,007 | 0,002 | 0,007 | 0,012 |

Tab. 6 Chemické složení srážek v ČR (URL 20)

Znečištění hromaděné na površích vzniká po dobu bezdeštného období, kdy se na střechách budov hromadí různé typy znečištění. Toto znečištění má většinou podíl organických látek, jako je pyl, ptačí trus a choroboplodné zárodky. Při srážkové události tak dochází ke znečištění vody dešťové. Ovšem podle posledních výzkumů



je znečištění v dešťové vodě pouze nepatrné. Pokud se s vodou nakládá správně, nemůže to nijak ohrozit zdraví člověka (Dvořáková, 2007).

Kvalitu dešťové vody a její znečištění silně ovlivňuje i povrch, na který dešťová voda dopadá nebo kudy stéká. Nejčastěji se vyskytuje na střešních krytinách, ale také ve filtrech nebo v odpadních troubách. Přírodní podmínky mají velký vliv na opotřebení budov a materiálů (slunce, mráz), díky tomu se do dešťové vody dostává stopové množství krytin střech, asfaltu, betonu, cihel, skla a kovů. Velikost znečištění se vždy odvíjí na stavu budovy a materiálu, který byl použit. Pokud je střešní materiál z pesticidů nebo má pouze pesticidový nátěr, musí být voda vedena do kanalizace a poté na čistírnu odpadních vod. Eternitové ani lepenkové střešní krytiny nejsou vhodné, neboť vždy do vody odvádí nežádoucí látky. Je důležité brát v potaz korozi kovových součástí střech a dešťových okapů, které uvolňují převážně měď, chrom a zinek. Pokud je do budoucna využití dešťové vody plánované, doporučuje se zvolit jiný střešní materiál, a pokud to místní podmínky dovolí, je nejlepší využívat materiál inertní<sup>2</sup> (Dvořáková, 2007).

#### **6.4 Způsoby úpravy a zadržování dešťové vody**

Čištění dešťové vody se většinou odvíjí od jejího využití. Pokud je dešťová voda využívána pouze na umytí auta, zalévání zahrady nebo jakkoli jinak využívána ve venkovních prostorech, stačí pouze hrubé předčištění (zachycení větších nečistot). Je nutné se vyvarovat spadenému listí a jinému biologickému materiálu, který nádrž zanáší. Je dobré brát v potaz i sluneční záření. Pokud voda bude slunečnímu záření nepřetržitě vystavována, může začít hnit. Proto by voda neměla být skladována příliš dlouho, neboť se tím zamezí i množení bakterií. Tomu se dá lehce zamezit pravidelným čištěním nádrže a výměnou vody. Pro zničení mikroorganismů je nejúčinnější využití UV lamp, ale to je poměrně finančně náročné. Je doporučeno takovou nádrž čistit pravidelně dvakrát do roka jak ručně, tak tlakovým oplachem vody. Pokud je voda využívána na zlévání zahrady, je nutné se vyvarovat chemickým prostředkům na čištění. Dříve se používala modrá skalice, která ovšem škodí organismům a rostlinám. Z tohoto důvodu se v nedávné době přešlo na vápno (Dvořáková, 2007). Pokud je voda dešťová využívána v domácnosti, je důležité takovou vodu vyčistit, i přesto, že bude použita jen

---

<sup>2</sup> Nezávadný, neškodný

na praní. Skladování vody by mělo být umístěno tak, aby voda neměla více jak 16 °C. Ideálně by se taková voda měla skladovat v podzemí nebo nádrž by měla být zakopaná tak, aby půda mohla zajistit takovou teplotu a voda vydržela déle. Zakopání je poměrně náročné, a proto se hojně využívá samostatná nádrž obsypaná zeminou. Nejčastější procesy při čištění dešťové vody jsou sedimentace, filtrace a adsorpce<sup>3</sup>. Sedimentace je poměrně jednodušší způsob čištění, neboť velké množství škodlivých látek je ve formě částic. Dochází k usazování částic a k zachycování rozpuštěných látek. Při sedimentaci je nutné minimalizovat turbulence vody na přítoku i odtoku. Proces probíhá v akumulární nádrži na dešťovou vodu anebo v nádrži usazovací, předřazené nádrži akumulární. Filtrace probíhá při plošném vsakování přes povrch. Velmi často se na filtraci používá drenážní asfalt, dláždění propustné pro vodu nebo minerální beton. Kvůli hromadění částic dochází časem ke snížení filtrační schopnosti. Typy filtrů jsou dva. Externí, které se napojují mezi okapový svod a jímku. Jsou to takzvané samostatné filtrační šachty. Zpravidla umožňují spojení dvou větví okapových svodů a po přefiltrování vody umožní odtok čisté vody do jímky, a v případě samočisticích filtrů, odtok přebytečné vody a nečistot do kanalizace (Dvořáková, 2007). Interní filtry mají pouze jeden přítok a odtok vyčištěné vody zpět do nádrže. Umístěny jsou uvnitř nádrže a mají možnost na sebe napojit přepadový sifon, který napomáhá odtoku přebytečné vody. K adsorpci dochází vlivem elektrostatických nebo kovalentních sil na nabitých i nenabitých povrchích. Při adsorpci je nutné rozlišovat mezi nespecifickou adsorpcí a daleko silnější adsorpcí specifickou. Nejsilnější specifickou adsorpcí v půdě vykazuje olovo. Ostatní látky u nespecifické adsorpce mají možnost pohybu a uvolňují se do půdy. Nejdůležitějšími výměníky kationů v půdách jsou jílové minerály a huminové látky (Hlavínek 2007).

Z důvodu různorodosti se nedá vyčlenit jednotné zařízení na čištění dešťové vody. Pro neškodné dešťové vody ze střech, chodníků, silnic či zelených pásů nemusí být zařízení na čištění nijak náročné. Vody tolerovatelné neboli vody, které pochází z obytných a průmyslových oblastí, můžou zasakovat až po předčištění, neboť by mohli značně ohrozit půdu i podpovrchovou vodu, kvůli chemickému znečištění. Netolerovatelné vody mají původ ze silnic se silným provozem, které často bývají velmi

---

<sup>3</sup> Hromadění částic na povrchu účinkem mezipovrchových přitažlivých sil

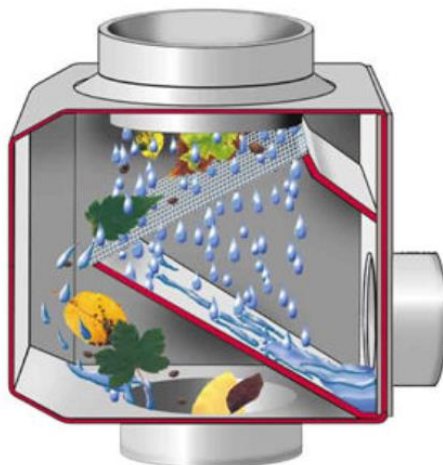
znečištěné. Tyto vody značně ohrožují půdní organismy, a proto bývá taková voda vedena přímo na čistírnu odpadních vod (Hlavínek, 2007). Nejčastějšími typy zařízení na čištění dešťové vody na trhu jsou okapové filtrační jednotky, košíčkové filtry a samočistící filtrační jednotky. Okapové filtrační jednotky dále dělíme na filtrační podokapový hrnec a okapový filtr (Dvořáková, 2007).

Filtrační podokapový hrnec (Obr.7) filtruje vodu pouze z jednoho okapového svodu. Nejčastěji se ukládá na vrstvu betonu nebo šterku a jeho instalace se provádí do země. Silnostěnný propylen většinou tvoří tělo filtru. Uvnitř filtru se nachází malé sítko, které je pokryto vrstvou filtračního materiálu (cca 5 cm), nejčastěji kameniva, mezi nimi se nachází filtrační vložka. Tento filtr zachycuje pouze větší nečistoty jako listí a větvičky, proto je tato vyfiltrovaná voda vhodná převážně na zavlažování nebo vsakování.



Obr. 7 Filtrační hrnec (URL 20)

Okapový filtr (Obr.8) funguje na podobné bázi jako filtrační hrnec. Stejně tak zachycuje větší nečistoty jako mech a listí. Ovšem jemné částice jako prach či písek se buď zachytí, nebo propadnou na dno filtru, kde později sedimentují. Okap je nasazen na okapový svod. Výhodou těchto filtrů je schopnost samočištění. Není zde potřeba žádná údržba, jelikož zachycené nečistoty pomocí zbytkové vody odplouvají do kanalizace. (Dvořáková, 2007).



Obr. 8 Okapový filtr (URL 20)

Košíčkové filtry jsou univerzální. Využívají se pro všechny typy využití dešťové vody. Tato filtrace dokáže zajistit až 100% výtěžnost přefiltrované vody. Košíčkové filtry jsou technicky nejjednodušší a finančně nejdostupnější filtrační jednotkou na trhu. Jejich výhoda spočívá v tom, že na rozdíl od ostatní filtrů proteče všechna voda do nádrže přes filtr (Obr.9) a nikde se neusazuje. Tento typ filtrů ovšem snižuje využitelný objem nádrže a vyžaduje pravidelnou údržbu. Filtrační jednotka se skládá z plastového sítka a poutka pro snazší manipulaci. Využití košíčkového filtru má hned několik způsobů. Jedna z možností je umístit sítko do tělesa filtru, tím nám vzniknou tři předpřipravené otvory. Dva z nich jsou ve stejné úrovni a používají se jako nátok a přepad do kanalizace, poslední otvor je na dně.



Obr. 9 Filtrační koš v tělese filtru (URL 20)

Druhou možností využití košíčkového filtru je interní provedení (Obr.10). Do sítka akumulární nádrže je umístěn košíčkový filtr. Pod filtračním košíčkem je cca 5 cm umístěn přepadový sifon z akumulární nádrže. Kdyby došlo k přeplnění nádrže, voda může odtékat pod košíčkem ven (Dvořáková, 2007).



*Obr. 10 Filtrační jednotka v interním provedení (URL 20)*

### **Samočistící filtrační jednotky**

Samočistící filtrační vložky (Obr. 11) se zpravidla používají, pokud je na veřejnou kanalizaci napojen přepad z nádrží. Filtry fungují na principech válců či desek z filtračního materiálu. Znehodnocená voda protéká skrze ně. Podle typu filtrační vložky můžeme určit její výtěžnost: zpravidla bývá okolo 90–95 %. V interním provedení je samočistící filtr složený většinou z plastového těla se dvěma nátoky, odtokem do jímky a kanalizačním odtokem. Filtrační vložka bývá zpravidla třívrstvá a má na sobě oka velikosti cca 0,35mm. Na mírně zaoblenou hranu natéká znečištěná voda a, čistá voda proteče skrz filtrační plochu do nádrže. Nečistoty jsou se zbytkovou vodou odplaveny do kanalizace.



Obr. 11 Samočisticí filtr v interním provedení (URL 20)

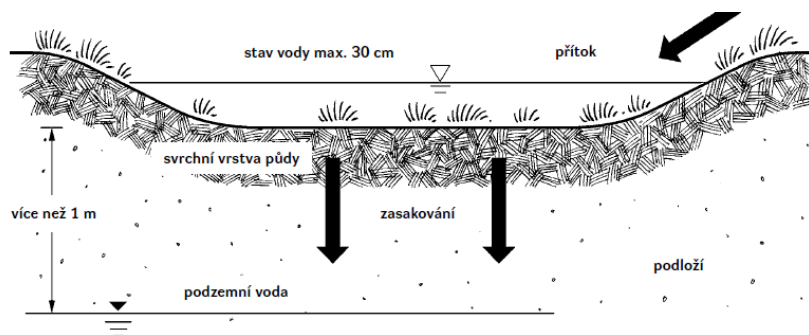
Šachový filtr je samočisticímu velmi podobný. Jediný markantní rozdíl mezi nimi je ten, že šachový filtr se skládá z drátěného síta (Dvořáková, 2007).

## 6.5 Zasakování

Přírodě blízký jev, kterému kvůli přibývajícím zástavbám a nepropustným plochám bráníme. Většina dešťové vody, která dopadne na střechy, odtéká do kanalizace a putuje na ČOV nebo do řek. Tím se na čistírnu odpadních vod dostávají balastní vody, které snižují účinnost čištění. U průmyslových a větších objektů je zasakování dešťové vody ekonomicky nejvýhodnější způsob, neboť se díky zasakování vyhnou poplatku za odvedení dešťových vod do kanalizace (Zákon č. 274/2001 Sb.). Větší opatrnosti, při zasakování dešťové vody, je potřeba v ochranných pásmech vodních zdrojů, zejména při vysoké hladině podzemní vody nebo málo propustném podloží. Zasakování nikdy nesmí ohrozit stabilitu stavby, to by měl vždy posoudit hydrogeolog dle místních podmínek a hydrogeologického průzkumu. Dešťovou vodu odtékající ze zpevněných povrchů lze do podloží zasakovat nejrůznějšími způsoby, např. přes průlehy, šachty nebo tzv. rýhy. Jedná se o dešťovou vodu ze střešních ploch nebo z přepadu cisteren. Cílené zasakování dešťové vody se používá také v případech, kde by bylo „zpropustnění“ povrchu příliš nákladné (Tušl, 2021).

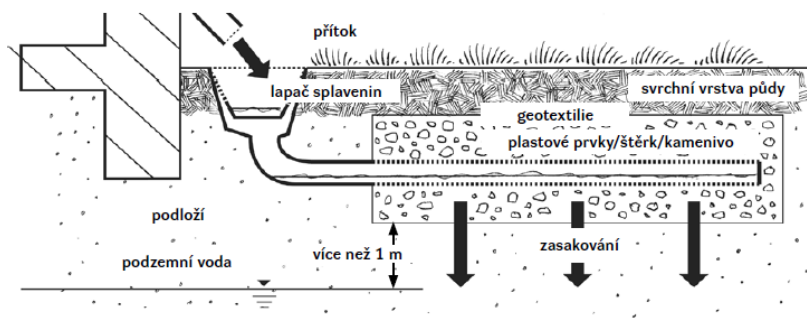
Zasakování v průlehu je nejlevnější a zároveň nejsnazším řešením. Průleh (Obr. 12) můžeme chápat jako prorostlou, zatravněnou prohlubeň, do které je svedena dešťová voda. Tyto průlehy se dělají dostatečně velké na to, aby i při větším dešti se voda vsákla

do 15 hodin. Maximální výška ovšem nesmí být vyšší jak 30 cm. Při slabém dešti se voda v průlehu neobjevuje (Kabelková, 2009).



Obr. 12 Průleh (Kabelková, 2009)

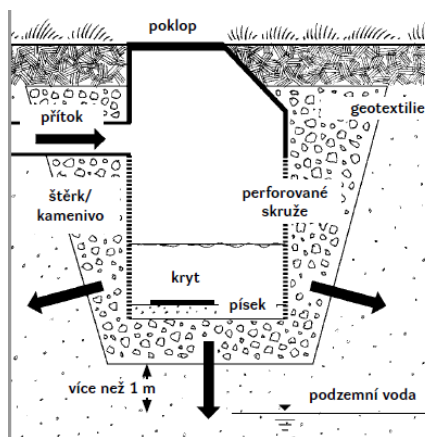
Při zasakování v rýze se dešťová voda odvádí do podzemního zásobníku, a poté se zasakuje do okolní zeminy. Zásobník je tvořen ze štěrku, kameniva a umělohmotných prvků, které vodu při velkém dešti zadrží. Pokud je zásobník tvořen štěrkem či kamením, hovoříme o takzvané rýze s drenáží. Rýha (Obr.13) bývá zpravidla obalena geotextílií, aby zabránila vniku zeminy a ostatních nečistot. Takové rýhy můžeme umístit téměř kdekoli, například i pod chodníky či parkoviště (Kabelková, 2009). Ovšem na místě zasakovacího objektu se nesmí nacházet žádné stromy nebo větší keře.



Obr. 13 Rýha (Kabelková, 2009)

U zasakování v usazovací šachtě se dešťová voda, s vysokým podílem usaditelných látek, zasakuje do okolní zeminy přes perforované betonové nebo plastové skruže. Zanesené nečistoty se ukládají na dně šachty a dají se dle potřeby odstranit. Omezení turbulence látek v šachtě lze podchytit zarážecími deskami. Za silného deště se voda v šachtě pozdrží (Kabelková, 2009). Prostor okolo šachty se vysype trochou štěrku

nebo kameniva a obalí se geotextilií, čímž se zabrání zanášení zeminy do šachty (Obr.14). Usazovací šachty nemají vysoké nároky na velikost plochy.



Obr. 14 Šachta (Kabelková, 2009)

## 6.6 Způsoby nakládání s dešťovými vodami

Retence vody neboli umělé zadržování vody v krajině se využívá v urbanizovaných oblastech, kde dešťová voda rychle odtéká do kanalizační sítě a není možné ji vsáknout. Při intenzivních deštích zatěžuje ČOV a kvůli odtoku z urbanizovaného území, je taková voda značně znečištěna. Tento problém řeší retenční zařízení, které vodu zachytí a postupně vypouští. Voda v krajině se zachytává buď na svazích nebo v nivě řek a potoků (Bajer, 2020). Způsob zachytávání dešťové vody dělíme na retenci dešťové vody pomocí ochranné nádrže a retenci na jednotlivých nemovitostech (Urcikán, 2008).

### Ochranné nádrže

Ochranné nádrže jsou budovány na velkých odvodňovaných plochách a mají ochranou funkci. Mají přirozené vlastnosti krajiny a chrání ji před velkými vodami, dešťovými vodami i smyvy. Mezi nejznámější retenční nádrže patří suché neboli poldry. Ty většinou zachytávají povodňový odtok a po jeho průchodu se postupně vyprazdňují. Jeho plocha má zemědělské nebo lesnické využití, většinou je pěstována jako louka či trvalý travní porost, ale v některých případech slouží i jako výsadba rychle rostoucích dřevin. Retenční nádrže s přesně vymezeným ochranným prostorem zachytávají celou anebo jen část povodňové vlny, kterou transformují a po průchodu postupně vyprazdňují prostor nádrže. Při budování takové nádrže je důležité znát maximální povodňové průtoky



(Mifková, 2009). Vsakovací protierozní nádrže slouží k regulaci průtoku, zachycení splavenin a zlepšují kvalitu vody. Přesto je jejich funkce hlavně protierozní. Dešťové nádrže se v České republice tolik nevyužívají, přesto stojí za zmínku. Tyto nádrže vodu zachytávají a krátce akumulují. Využití se odvíjí od kvality zachycené vody a množství. Infiltrační výtopové zdrže využívají dešťovou vodu na závlahu především luk v údolních nivách řek a lužních lesů. Tyto zdrže krátkodobě zachytávají přitékající dešťovou vodu. Poslední častou ochrannou nádrží je nádrž nárazová, která vyrovnává nárazové průtokové vlny ve vzdálených profilech při řízení průtoků. Retenční kanál se skládá z potrubí, na jehož konci je zařízení na omezení odtoku. Velkou výhodou retenčního kanálu je, že nezabírá místo na povrchu, ale náklady na výstavbu jsou vyšší. Urcikán tvrdí, že filtrační jímka neboli utěsněný drenážní systém jam se používá nezávisle na propustnosti půdy, pro čisté i znečištěné vody, například ze silnic. Odváděná dešťová voda se přes půdní pasáž dostává do kontrolní šachty, kde posuvné zařízení zamezí odtoku, což je jeho hlavní nevýhodou. Přesto se filtrační jímka skvěle integruje do zelených ploch. Na podobném principu funguje i retenční filtrační nádrž. Využívají se na větších znečištěných plochách a s filtrační jímkou je spojuje účinek zadržení vody s určitou čistící schopností. Moderní alternativou pro vytvoření podzemních prostorů pro dešťovou vodu jsou také plastové voštinové bloky s akumulační schopností až 95 % a na které se vztahuje dotační program (Dotace 119. výzva MŽP).

### **Decentralizované retence dešťových vod**

Retence dešťové vody na jednotlivých nemovitostech patří k velmi účinným a ekologicky vhodným opatřením. Důležitým prvkem zachycení je zařízení pro omezení odtoku, do kterého se řadí: škrťací trať, která pomocí tlaku zajišťuje požadovaný odtok, vírový regulátor, který není nijak náročný na údržbu a nepotřebuje elektrickou energii a filtrační lože, což je drenáž v pískovém loži. Častým zařízením sloužící k retenci vody je rybník s biotopem. Akorát se musí dát pozor na koncentraci mikroorganismů při vyšších teplotách vody. Jeho nevýhodou je sezónní využití. Na terasách a střeších se častěji využívají takzvané zelené střechy. Rostlinný nebo šterkopískový povrch dokáže vodu dobře zachytit, a proto se využívá pouze na vodotěsných povrchech, které mají dostatečnou únosnost. Tento typ retence má mnoho výhod. Hlavní výhodou je estetický vzhled, díky kterému jsou takové střechy často vyhledávány, ale také dokáží regulovat

teplotu v budově a snížit hluk. Bohužel pořizovací cena zelených střech je vyšší a pokryv je náročný na údržbu. Na krátkodobé zachycení dešťového odtoku se často používá retenční nádrž, která je finančně dostupná a jednoduchá omezení odtoku, ovšem je náročná na údržbu (Mífková, 2009).

## **6.7 Možnosti využití dešťové vody**

Průměrná spotřeba pitné vody na obyvatele je 100 litrů vody denně. Přesto k cca 50 % této spotřeby není nutné užívat vodu pitnou. Využití dešťové vody zachycené i vyčištěné je rozsáhlé. Proto ho dělíme na využití – venkovní – pro zahradní účely a využití pro kombinované použití. Jak už je zde zmíněno, využití nevyčištěné dešťové vody se aplikuje na zalévání zahrady, mytí auta, splachování WC a všude tam, kde lidský organismus nepřijde s touto vodou do kontaktu. Zároveň se sprchováním pojme největší spotřebu splachování WC, kde pitná voda je opravdu zbytečná. Navíc dešťová voda je ideálně měkká a netvoří vodní kámen, proto je k tomu nejideálnější. Při zalévání zahrady je důležité brát v potaz, že dešťová voda neobsahuje chlor a soli, takže nedochází k zasolování půdy. Při praní se dešťová voda využívá zejména v oblastech, které trpí na tvrdou vodu nebo ve vodě mají vyšší obsah železa či manganu. Neboť voda měkká snadněji rozpouští prací prášek, a tím zamezuje vzniku vodního kamene. Proto tedy při praní s dešťovou vodou ušetříme nejen na vodě samotné, ale také na množství pracího prášku, změkčovačů a snížíme tím opotřebení pračky, tudíž roste její životnost. Na trh před nedávnem přišly pračky německé značky Miele, které mají dvě oddělené přípojky na vodu. Sama pračka je schopna řídit proces, při kterém střídá vodu distribuovanou a vodu dešťovou (Šálek, 2012). V prvních krocích je vždy použita voda dešťová a v posledním kroku máchání využívá vodu pitnou. Podle výsledků dlouhodobé studie vědců v Brémách nebyly zjištěny žádné rozdíly mezi praním prádla v dešťové a pitné vodě. Dalším možným využitím vody je úklid, mytí aut a oken je nejlepší volbou, protože dešťová voda za sebou nezanechává bílé stopy. Vždy je důležité brát v potaz materiály, se kterými přišla dešťová voda do styku (Vítek, 2015).

## **7. Konkrétní příklady hospodaření s dešťovou a šedou vodou**

### **7.1 Příklad využití dešťové vody pro závlahu**

Příklad 7.1 popisuje realizaci objektu HDV, kde budou dešťové vody z rodinného domu využívány pro zálivku zahrady. Tuto realizaci jsem si vybrala za příklad, jelikož je to sousední dům, na kterém si celý proces můžu představit, a protože se na něm podílel konzultant z praxe, který mi pomohl zajistit všechna důležitá data o projektu.

Plošnými parametry jsou rodinný dům s plochou střechou a povlakovou krytinou o výměře 150 m<sup>2</sup> a zavlažovací plochou o velikosti 300 m<sup>2</sup>.

Realizované nakládání s dešťovými vodami zahrnuje přivádění dešťových vod ze střechy rodinného domu do akumulární nádrže s využitím vod pro závlahu pozemku zahrady stavebníka. Nevyužité dešťové vody budou přepadem odváděny do podzemního vsakovacího objektu.

#### **Akumulární nádrž**

Nádrž na dešťovou vodu samonosná – kruhová 7,0 m<sup>3</sup>

Plastová uzavřená nádrž z polypropylenu určená k uchovávání dešťové vody. Do nádrže bude svedena voda ze střechy RD s čerpáním na závlahu pozemku zahrady u RD.

#### **Kapacity nádrže (Tab. 7)**

Do vsakovacího objektu jsou přiváděny vody z akumulární nádrže nevyužité pro závlahu.

Vsakovací objekt je proveden jako podzemní nádrž sestavená z plastových boxů Q-Bic o rozměrech 600 x 600 x 1200 mm. Prázdňení nádrže vsakem, bez přepadu a regulovaného odtoku do recipientu.

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| Objem [m <sup>3</sup> ]        | 7     |
| Výška vnitřní [m]              | 2     |
| Průměr vnitřní [m]             | 2,15  |
| Šířka objektu [m]              | 2,4   |
| Délka objektu [m]              | 3     |
| Výška objektu [m]              | 0,63  |
| Užitný objem [m <sup>3</sup> ] | 4,387 |

Tab. 7 Kapacity nádrže

### Stanovení nákladů stavby

Náklady stavby (Tab. 8) jsou stanoveny pro dílčí části stavby objektu hospodaření s dešťovými vodami, které jsou nezbytné pro využití dešťových vod pro závlahu. Jedná se o akumulční nádrž a její technologické vyzstrojení. Další části objektu HDV – v našem případě dešťová kanalizace a vsakovací nádrž musí být řešeny vždy, ať už je využití srážkových vod jakékoliv, proto nejsou v nákladech objektu na závlahu zahrnuty.

#### Akumulční nádrž a její technologické vyzstrojení

| <b>REKAPITULACE NÁKLADŮ STAVBY</b>              | <b>Cena (CZK)</b> |
|---|-------------------|
| HSV - Práce a dodávky HSV                       | 130 746           |
| 1 - Zemní práce                                 | 30 873            |
| 3 - Svislé a kompletní konstrukce               | 74 500            |
| 4 - Vodorovné konstrukce                        | 12 388            |
| 8 - Trubní vedení                               | 1 800             |
| 9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání         | 1 185             |
| VRN - Vedlejší rozpočtové náklady               | 10 000            |
| VRN1 - Průzkumné, geodetické a projektové práce | 5 000             |
| VRN4 - Inženýrská činnost                       | 5 000             |
| <b>Cena celkem (bez DPH)</b>                    | <b>130 746</b>    |

Tab. 8 Náklady stavby

Rodinný dům se nachází v Olomouci v katastrálním území Chválkovice, kde je cena (Tab. 9) vodného a stočného 104 Kč/m<sup>3</sup> včetně DPH.

| Cena vody pro rok 2023 | Cena bez DPH      | Cena s DPH 10%    |
|------------------------|-------------------|-------------------|
| Olomoucko              | Kč/m <sup>3</sup> | Kč/m <sup>3</sup> |
| Vodné                  | 45,62             | 50,18             |
| Stočné                 | 51,79             | 56,97             |
| Celkem                 | 97,41             | 107,15            |

Tab. 9 Cena vody

Stočné za odvádění srážkových vod:

Povinnost platit stočné za odvádění srážkových vod kanalizací pro veřejnou potřebu se nevztahuje na plochy nemovitostí určených k trvalému bydlení a na domácnosti, dle zákona 274/2001 Sb. § 20, odst. 6.

Náklady na dodávku vody:

Využití vody na závlahu z veřejného vodovodu:

$$NVOD = 153,90 \text{ m}^3 \times 50,18 \text{ Kč/m}^3 = 7\,722 \text{ Kč/rok}$$

Využití dešťové vody na závlahu s doplněním z veřejného vodovodu:

Využitím srážkových vod bude zajištěno 63 % vody pro závlahu, zbylých 37 % bude zajištěno odběrem z veřejného vodovodu.

$$\text{Doplnění z veřejného vodovodu NV } 56,94 \text{ m}^3 \times 50,18 \text{ Kč/m}^3 = 2\,857 \text{ Kč/rok}$$

$$\text{Náklady na el. energii NE} \quad 35 \text{ kWh/rok} = 350 \text{ Kč/rok}$$

$$\text{Náklady akumulární jímky NA} \quad \mathbf{130\,746 \text{ Kč}}$$

Doba provozu, kdy budou roční náklady srovnatelné s odběrem vody z veřejného vodovodu

NA – náklady na AN s vstrojením (Kč)

T – doba provozu (roky)

NE – náklady na el energii (Kč)

NU – náklady na údržbu (Kč)

$$NA / T + NV + NE + NU = NVOD$$

$$130\ 746/33 + 2\ 857 + 350 + 600 = 7\ 769\ \text{Kč/rok}$$

Při využití dešťových vod pro závlahu budou náklady srovnatelné s dodávkou vody z veřejného vodovodu za dobu provozu 33 let při výchozích hodnotách ceny vodného a ceny el. energie z roku 2023.

Při využití dešťových vod pro závlahu je však důležité, že bude zachován přirozený koloběh srážkové vody zahrnující evapotranspiraci, výpar a vsakování s dotací podzemních vod. Budou zároveň omezeny nároky na potřebu pitné vody, která vždy byla a v souvislosti se změnou klimatu je důležitou strategickou surovinou.

Nakládání s dešťovými vodami s účelovým využitím (závlaha, užitková vody) je předpokladem pro udržitelný rozvoj území.

V souvislosti s urbanizací území, kdy v důsledku zastavěnosti a změny povrchů dochází k výraznému nárůstu povrchového odtoku s negativním důsledkem na mikroklima v území, úroveň podzemní vody, kapacitu stávajících jednotných kanalizačních systémů.

## **7.2 Příklad využití dešťové vody pro praní textilií**

Druhý příklad vypočítává finanční úsporu při používání pračky na dešťovou vodu. Jelikož tato pračka disponuje dvěma přípojkami, je možné k ní připojit vodu dešťovou nebo vodu studniční. V prvních cyklech jako například předpírka, odstředování a máchání se využívá voda dešťová. Na poslední dva cykly praní se pračka sama přepne a čerpá vodu z vodovodní sítě. Při jednom praní se spotřebuje cca 44 l–50 l vody podle třídy úspornosti. Proces praní se skládá z 6 kroků, což znamená, že každý na cyklus praní je spotřeba okolo 8,5 litrů vody. Pokud by pračka čerpala dešťovou vodu na polovinu procesu praní, ušetřila by tak 25,5 litrů. Musí se dbát na separátní rozvody vody pitné a dešťové, aby se voda nesmísila ani ve výtokové armatuře dle normy ČSN EN 1717.

Požizovací cena pračky Miele WWV980 WPS Passion je 77 990,- Kč včetně DPH. K realizaci je nutné pořídit i nádrž na dešťovou vodu s filtrem, který zamezí většímu znečištění a svod. Tato realizace by vyšla na cca 87 490,- Kč včetně DPH (Tab. 10). Domácnost se 4 členy, inspirovaná mou rodinou, pere 3x týdně, což vychází na 153 litrů

vody za týden. Ročně (52 týdnů) domácnost na praní spotřebuje 7 956 litrů vody. Cena vodného a stočného je 104 Kč za 1 000 litrů. Domácnost ročně utratí 827 Kč za vodu při praní prádla. Poplatky za energie nejsou zahrnuty. Pokud by domácnost užívala i vodu dešťovou, ušetřila by 3 978 litrů vody pitné. Ročně by platila 413 Kč za praní a ušetřila by 414 Kč. Návratnost této investice by byla za 211 let, pokud bych nebrala v potaz životnost pračky, která bývá okolo 10 let. Toto využití se vyplatí spíše, pokud je použita voda studniční zároveň s vodou dešťovou. Primárně se využívá v Německu, jelikož tento národ velmi dbá na správné nakládání s vodami a celkovou udržitelnost životního prostředí, dle toho je i odlišně nastavená legislativa s hospodařením se znečištěnými vodami.

|                        |              |
|------------------------|--------------|
| Pračka                 | 77 990,00 Kč |
| Nádrž na dešťovou vodu | 7 000,00 Kč  |
| Svod                   | 1 500,00 Kč  |
| Filtr                  | 1 000,00 Kč  |
| Celkem                 | 87 490,00 Kč |

*Tab. 10 Náklady na realizaci využití dešťové vody*

### **7.3 Příklad využití šedé vody pro splachování toalety**

K příkladu k využití vody šedé jsem vybrala splachování toalety, jelikož využití šedé vody se dělí dle místa vzniku. K použití kuchyňské vody bychom potřebovali domácí čistírnu, abychom se zbavili olejů a zbytků jídel, ovšem ta je finančně velmi náročná. Spotřeba vody na splachování se dělí podle úspornosti toalet. Zastaralé toalety spotřebují na jedno spláchnutí okolo 10 litrů vody, kvůli nádržím o objemu až 12 litrů. Modernější a úspornější toalety s dvojitým splachováním spotřebují kolem 3 litrů vody na menší spláchnutí nebo 6 litrů vody na spláchnutí větší, podle úspornosti toalety a normy ČSN EN 14055+A1 91 4640 Nádržkové splachovače pro záchodové mísy a pisoáry. Dle statistik průměrný dospělý člověk denně spláchně 7krát. Pokud průměrný člen domácnosti spláchně 5krát s menším množstvím vody a 2krát s větším, zjistíme, že denně spláchně dohromady 27 litrů vody, pokud vlastní úspornější toaletu. Se zastaralou je spotřeba až 70 litrů. Ročně člověk spotřebuje 9 855 litrů vody na spláchnutí toalety.

K naplnění vany je potřeba okolo 130 litrů vody. Pokud by jedinec tuto vodu po okoupaní přečerpal do nádrže, ze které by postupně splachoval, vystačila by mu voda na splachování na více než 4 dny. Spotřeba vody na sprchování je okolo 40 litrů, a i tuto vodu je možné odčerpat do nádrže.

Splachování toalety ročně stojí 1 025,- Kč, pokud počítám, že vodné a stočné je 104 Kč za m<sup>3</sup>. Koupání ve vaně ob den ročně vyjde na 2 460,- Kč a sprchování ob den 761,- Kč.

Náklady (Tab. 11) na čerpaní šedé vody z vany a sprchy do nádrže činí 12 000,- Kč.

|                   |              |
|-------------------|--------------|
| Svod              | 1 000,00 Kč  |
| Nádrž na šed.vodu | 5 000,00 Kč  |
| Čerpadlo          | 6 000,00 Kč  |
| Celkem            | 12 000,00 Kč |

*Tab. 11 Náklady na realizaci využití šedé vody*

Finanční návratnost projektu na splachování šedou vodou z vany a sprchy by byla necelých 12 let.



## 8. Výsledné zhodnocení

V dnešní době máme vodu k dispozici neustále, ale v přírodě ji ubývá a její cena roste. To je možné omezit správným nakládáním s vodou, se kterou se dostaneme do styku. Z rešerše vyplývá několik způsobů, jak s dešťovými a šedými vodami hospodařit, i přesto, že jsou znečištěné. Případně jak takové vody vyčistit nebo alespoň zabránit většímu znečištění, aby se voda mohla dál využít. Na domácí čištění je velmi náročná voda hnědá a žlutá, společně nazývaná černá. Voda šedá se snadněji čistí i má větší využití. Tato voda vzniká v urbanizovaných oblastech vlivem člověka a neobsahuje fekálie a moč. Z tabulek v kapitole 5 vyplývá, že její hodnoty jsou často proměnlivé, a že důležité, jestli voda pochází z koupelny či kuchyně. Šedá voda z koupelen má všestrannější využití, a to z důvodu menšího znečištění, jelikož voda šedá z kuchyně bývá značně znečištěna oleji, tuky a zbytky jídla. Možností využití šedé vody je mnoho. Tuto vodu můžeme použít téměř kdykoli, kromě požití. Je však nutné fyzické oddělení vodovodních systémů pro využití šedých vod od domovního vodovodu využívajících jako zdroj vody veřejný vodovod. Jediné využití v kuchyni je, dle mého názoru, předoplach nádobí, než se vloží do myčky, či umyje saponátem a pitnou vodou. Díky chudosti šedé vody na soli a chlór ji můžeme využívat na zalévání zahrad, mytí aut či úklid. Z informací obsažených v této práci jsem vypočítala finanční úsporu při správném nakládání s šedou a dešťovou vodou. Dle mého názoru je daleko důležitější správné nakládání s vodami srážkovými.

Pro udržitelný rozvoj území je daleko důležitější správné nakládání s vodami srážkovými. V důsledku přímého odtoku srážkových vod dochází k omezení dotace podzemních vod, zatěžování systémů jednotné kanalizace a objektů čistírny odpadních vod. Proto je na místě srážkovou vodu využívat nebo ji alespoň pomoci řady možných technických opatření zasáknout. Řešení objektů HDV bude vždy vycházet z plošných parametrů odvodňovaného území, hydrogeologických poměrů a z požadavků a možností na účelové využití. V mnoha lokalitách jsou zpracovány generely a standarty nakládání se srážkovými vodami, ke kterým je nutno při návrhu objektů HDV přihlížet.

Využitím srážkových vod a šedých vod jako vody užitkové je důležité i z hlediska vlivu na snížení potřeby vody pitné dodávané z veřejného vodovodu.

Z vlastností šedé vody vyplývá, že neobsahuje vodní kámen, a proto může být využívána elektrickými spotřebiči, kterým nezkrátí životnost tolik, jako voda distribuovaná. Z odborných zdrojů vyplývá, že uchování dešťové vody ovlivňuje její kvalitu. Proto je nejideálnějším řešením skladování v nádrži s víkem nejlépe v podzemí s minimálním přísunem vzduchu a slunečního záření. Aby se zabránilo znečištění dešťové vody, může se využít hned několik typů zařízení. Z práce vyplývá, že nejpraktičtější jsou košíčkové filtry, které zabrání veškerému většímu znečištění ve vodě. Jsou finančně nejprůběžnější a jejich údržba je minimální. Ostatní filtry zde zmíněné jsou náročné na zapojení a nedokážou zachytit všechna znečištění, které postupem času může sedimentovat. Z rešerše vyplývá, že pokud nejsme schopni dešťovou vodu zachytit a využít, je třeba ji zasáknout. Tento jev je sice přírodě blízký, ale není všude možný. Při budování technických opatření musíme brát v potaz půdní druh, který se na dané lokalitě nachází. Dle mého uvážení je nejvhodnějším zařízením výstavba průlehu. Ten je opět nejlevnější a nejsnazší možností na postupné zasakování, velkou výhodou je umístění téměř kdekoli. Takovou výhodou nemá výstavba rýhy, neboť v jejím okolí se nesmí nacházet žádné stromy či keře, navíc je finančně náročnější než průleh. V urbanizovaném prostředí by se měly budovat retenční opatření. Ochranné nádrže jsou nejlepším způsobem na zadržení vody na velkých plochách. Existuje několik možných typů ochranných nádrží, díky kterým si stavitel zvolí, která je pro dané místo nejvhodnější. Plastové voštinové bloky s vysokou akumulací schopností jsou moderní alternativou, která mi je nejbližší. Velkou výhodou je možnost dotací. Z rešerše vyplývá, že pro retenci dešťové vody na jednotlivých nemovitostech je důležitá pořizovací cena. Zelené střechy jsou v posledních letech moderním trendem hlavně kvůli estetickému vzhledu, ovšem jejich hlavním důvodem je celkový odraz na životní prostředí. Jelikož podle studií nejsou žádné rozdíly mezi praním prádla ve vodě pitné a dešťové, její využití by mohlo být přínosné právě zde. Práce odkazuje na moderní pračky, které umožňují takto s dešťovou vodou nakládat. Ideálním pomocníkem při hospodaření s dešťovými i šedými vodami jsou domácí čistírny odpadních vod fungující na principu aerobních biologických procesů. Podle mého názoru se takové domácí ČOV nevyplatí pro čtyřčlennou rodinu, ale spíše pro menší rekreační objekty (hotel, penzion). Majitel nemovitosti si může zvolit velikost a počet ekvivalentních obyvatel. Z této literární rešerše je patrné, že v nedávné historii byla

spotřeba mnohonásobně vyšší, než je teď, ovšem cena byla čtvrtinová. Přesto že množství odběratelů a cena za vodné a stočné roste nahoru, rekonstrukce kanalizačních sítí a snížení množství balastní vody není nijak častá. To může být způsobeno mezery v legislativě. I když se česká legislativa posledních 20 let vodou více zabývá, stále není stoprocentní. Pokud bychom měli legislativu obdobnou jako německy mluvící země nebo Británie, celkové nakládání s vodami a ochrana životního prostředí by se rapidně zlepšila. Z vlastní práce neboli výsledků finanční úspory domácnosti, která nakládá s dešťovou i šedou vodou je patrné, že finanční návratnost je velmi nízká. HDV objekt – akumulární nádrž v příkladě 7.1, která slouží na zálivku zahrady má návratnost až za 33 let, ovšem tímto procesem zachovává přirozený koloběh dešťové vody. Z výsledků kapitoly 7.2 jasně vyplývá vysoká pořizovací cena pračky a dlouhodobá návratnost, pokud domácnost má omezené finance, rozhodně bych tuto realizaci nedoporučovala, ale i přesto je patrné, že nové technologie jdou velmi rychle dopředu a časem budou tyto projekty finančně dostupnější. Příklad zabývající se šedou vodou má nejrychlejší finanční návratnost a je poměrně jednoduchý na realizaci. Pro splachování toalet není nutná pitná voda, a i přestože se na této realizaci finančně nezbohatne, velmi se distribuovanou vodou ušetří. Po mém pilotním pozorování bych se ráda zaměřila na využití dešťových vod v zastavěném území (rozsáhlá parkoviště, průmyslové budovy).

## 9. Diskuse

Drabínová (2015) uvádí, že při nakládání se žlutou vodou, ve které jsou obsaženy látky (fosfor, draslík, dusík), se ušetří velké množství průmyslového hnojiva NPK a zároveň vyšší finanční zdroje. To z mého pohledu není úplná pravda, jelikož vybudování nádrže pro skladování žluté vody by bylo finančně náročné, nehledě na fakt, že průmyslové hnojivo NPK obsahuje ideální poměry organických látek pro správné hnojení rostlin. Osobně se zastávám faktu, že vody žluté a hnědé by se měly odvádět do čistírny odpadních vod, jelikož i čištění takových vod v domácí ČOV je nákladné na chemické prostředky. Dle Plotěného (2011) není nutné využívat filtry při zachytu dešťové vody použité na zalévání zahrady, protože zbarvení a zákal na vodě ničemu nevadí. Já s tímto výrokem nesouhlasím, protože si nemyslím, že by filtry byly natolik finančně náročné, aby nemohly být použity. Při zachytání dešťové vody by se filtry měly používat, aby se do vody nedostávalo větší znečištění (mech, větvičky). Dále bych kalnou vodu raději nechala zasáknout, neboť zahrádkář nikdy neví, jaké znečištění obsahuje a do jaké míry může pěstovaným rostlinám uškodit. Dvořáková (2007) uvádí, že znečištění dešťové vody za bezdeštného období nemůže nijak ohrozit člověka, pokud se s vodou správně nakládá. Z mého pohledu má dešťová voda nespočet využití, ovšem dešťová voda, která spadne na plochy za delší bezdeštné období, smývá povrchy, u kterých není známa míra znečištění. Proto bych takovou vodu nevyužila ani na zalévání zahrad, natož ke styku s člověkem. Z legislativního hlediska je zastřešujícím právním rámcem pro nakládání s vodami Vodní zákon 254/2001Sb. Zákon reflektuje aktuální trendy a prochází průběžnou novelizací, přesto hovoří o dané problematice jen zběžně, a pro uplatnění v problematice nakládání s šedými a dešťovými vodami je nutné nastudování konkrétních norem hovořících o zmíněné problematice. Důležitou normou, která v naší zemi chybí, je norma zabývající se kvalitou šedých vod, aby se s takovými vodami dalo do budoucna lépe nakládat, jako například britská norma BS 8525. I když je inspirace západními zeměmi, především Německem, silná, česká legislativa je oproti nim v počátcích. Věřím, že se Česká republika bude do budoucna více zaměřovat na objasnění legislativy a právních aspektů. To stejné platí u dotačních programů, které se neustále rozvíjí, ale i přesto je využitelnost dotací pro obyvatele omezená. Postupy a výhody plynoucí

z dotačních programů nedokáží dostatečně pokrýt investiční a provozní náklady, i přes finanční úsporu plynoucí z využití šedých a dešťových vod.

## 10. Závěr a přínos práce

Přesto, že je Česká republika v počátcích zpětného využití odpadní a dešťové vody, její legislativa se poslední roky značně posunula. I když se zdá, že se díky naší zeměpisné poloze nemusíme vodou tolik šetřit, opak je pravdou. Pokud se budeme inspirovat ostatními státy v EU, například Německem, dokážeme zamezit nejen přírodním katastrofám, změně klimatu, delším bezdeštným obdobím, ale také značně ulevit globálnímu oteplování a pomoc podzemní vodě. Hlavní motivací pro obyvatele by měla být primárně ekologická úspora. Dalším důležitým pilířem pro zlepšení situace je rekonstrukce zastaralých sítí, které jsou velmi náročné na údržbu a kvůli poruchám se ztrácí velké množství vody. Tím je ovlivněna cena distribuované vody. Každá domácnost má možnost zpětně využívat odpadní i dešťovou vodu. Postavení barelu pro zachyt šedé vody je naproste minimum, a i přesto má velké výsledky. Cílem této práce bylo zjistit finanční úspory s nakládání s šedou a dešťovou vodou, jejich úpravy a využití moderních technologií. Tyto cíle byly postupně naplněny a bylo zhodnoceno jejich možné využití. Práce představila technologie a finanční náklady na jejich provoz. Práce zhodnotila důležitost nakládání se znečištěnými vodami a vyzdvihuje potřebu lepšího hospodaření s dešťovými a šedými vodami pro budoucí udržitelný rozvoj. Dále zmiňuje a doporučuje správné hospodaření s vodou v krajině přírodě blízkými opatřeními. Jedná se o ucelený soubor informací poskytující základní podvědomí o nakládání s vodami a jejich finanční výsledky. Do budoucna bych ráda vypočítala finanční úsporu při zachycení a opětovnému použití dešťové vody na takovém území za pomoci dat z Českého hydrometeorologického ústavu a výši dotace Dešťovka z programu Státního fondu životního prostředí. Diplomová práce bude vycházet ze zdrojů, poznatků a výsledků této práce. Ta se bude zabývat konkrétním návrhem uceleného hospodaření s dešťovou vodou pro zvolený projekt.

## 11. Přehled literatury a použitých zdrojů

### Odborné knihy:

Bainbridge D., 2016: Úsporné zavlažování zahrady – jak ušetřit až 90 procent vody. Esence, Praha.

Bajer A., Lisá L., Cílek V., Ložek V., 2020: Geodiverzita a hydrodiverzita. Dokořán, Praha

Bartoník A., Holba M., Vrána J., Ošlejšková M. a Plotěný K., 2012: Šedé vody – možnosti jejich energetického potenciálu a způsob jejich čištění a znovu využití. České Budějovice.

Bavorský zemský úřad pro životní prostředí, úřad v oblasti působnosti Bavorského státního ministerstva pro životní prostředí, zdraví a ochranu spotřebitelů, 2006: Přírodě blízké odvodnění dopravních ploch v sídlech. Vodohospodářský úřad Deggendorf, Mnichov

BIELA R., 2011 Zpráva z exkurze na hotel Mosaic House v Praze.

Bindzar, J. a kol., 2009: Základy úpravy a čištění vod. VŠCHT, Praha.

Bovee K. D., 1986: Development and evaluation of habitat suitability criteria for use in the Instream Flow Incremental Methodology. USDI Fish and Wildlife Service, Washington, D.C.

Böse K. H., 1999: Dešťová voda pro zahradu a dům. Hell, Praha.

British Standard BS 8525-1:2010. Greywater systems – Part 1: Code of practice. British Standards Institution, Londýn.

Dohányos M., Koller J., Strnadová N. 2011: Čištění odpadních vod. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha.

Dreiseitl H., Grau D., K. H.C. 2001: Water-Planning, Building und Designing with Water, Birkhäuser: Basel, Berlin, Boston. ISBN 3-7643-6410-6.

Field R., 2017: Integrated Stormwater Management. Taylor & Francis Ltd. Abingdon.

Geiger W., Dreiseitl H. 2001: Neue Wege für das Regenwasser, 2. Auflage - München: Oldenburg. ISBN 3-486-26459-1.

Hekerle M., 2021: Voda ve městě: metodika pro hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu. ČVUT, Praha

Hlavínek P., Prax P. a Kubík J., 2007: Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. Ardec, Brno.

Hrkal Z., 2018: Voda včera, dnes a zítra. Mladá fronta, Praha.

Jásek J., 2006: William Heerlein Lindley a pražská kanalizace. Scriptorium, Praha.

- Kabelková I., 2009: Jak hospodařit s dešťovou vodou na soukromém pozemku. Ústav pro ekopolitiku, Praha.
- Kolektiv autorů, 2021: Dešťovka. Permakultura, Paħa.
- Kolektiv autorů, 2019: Stavební kniha 2019 - Hospodaření vodou. ČKAIT, Praha
- Kolektiv autorů, 2014: Malá velká voda: Všechno, co potřebujete vědět o vodě na svém pozemku. Permakultura, Praha.
- Krejčí V., 2002: Odvodnění urbanizovaných území – koncepční přístup. NOEL, Brno.
- Malý J. a Malá J., 2006: Chemie a technologie vody. Ardec, Brno.
- Markovic G., Zeliňáková M., Káposztásová D., Hudáková G., 2014: Rainwater infiltration in the urban areas, Technical University of Košice, Slovakia.
- Mehdi M., 2012: Regenwasserversickerung, Regenwassernutzung, Stuttgart.
- Ministerstva pro místní rozvoj, 2019: Vsakování dešťových vod, Praha
- Novotná J., Lubas M., Kabelková I., 2015: Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR. Ministerstvo životního prostředí, Praha.
- Plotěný K., 2011: Dělení vod, bílé a šedé vody: nové poznatky a možnosti využití. Praha.
- Pitter, P., 1999: Hydrochemie. VŠCHT Praha, 568 str, ISBN 80-7080-340-1.
- Raclavský J., Hlušík P., Biela R., a Raček J., 2012: Hospodaření s šedou a dešťovou vodou v budovách: Management of gray and rain water in buildings. Ardec, Brno.
- Ribeiro L., 2019: Groundwater and Ecosystems. Milton Taylor & Francis Ltd, Abingdon.
- Siegel S., 2017: Budiž voda: Izraelská inspirace pro svět ohrožený nedostatkem vody. Aligier, Praha
- Sieker F., 2006: Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung im privaten, gewerblichen und kommunalen Bereich. Fraunhofer Irb Stuttgart, Stuttgart.
- Slavíková L., Bareš V., 2007: Ochrana před povodněmi v urbanizovaných územích. IREAS, Praha.
- Stiefel R., 2013: Abwasserrecycling und Regenwassernutzung. Springer Vieweg, Berlín,
- Stránský D., Hora D., Kabelková I., Vacková M., Vitek j., 2021a: Standardy hospodaření se srážkovými vodami na území hlavního města Prahy. hlavní město Praha. Praha.
- Stránský D., Hora D., Kabelková I., Vacková M., Vitek J., 2021b: Metodický postup uvedení Standardů hospodaření se srážkovými vodami na území hlavního města Prahy do praxe. Hlavní město Praha. Praha.
- Stránský D., Kabelková I., Bareš V., 2011: Srážkové vody a urbanizace krajiny (TP 1.20.1), Praha



- Šálek J., 2012: Voda v domě a na chatě: využití srážkových a odpadních vod. Grada, Praha.
- Šálek J., 2006: Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod. ČKAIT, Praha
- Tušl J., 2021: Dešťovka. Permakultura, Praha.
- Urcikán P., Rusnák R., 2008: Stokovanie a čistenie odpadových vod I: Navrhovanie stokových sietí. STU, Bratislava
- Vítek J., Stránský D., Kabelková I., Bareš V., Vítek R., 2015: Hospodaření s dešťovou ; v ČR.
- Vítek J., Vacková M., Vítek R., Pelčák P., Zadražilová M., Hora D., Soldán P., 2018: HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI – CESTA K MODROZELENÉ INFRASTRUKTUŘE. Statutární město Olomouc. Olomouc.
- Wagner M., Türk J., Titze J. 2016: Wasser in der Getränkeindustrie. Fachverlag Hans Carl, Nürnberg.
- Žabička Z., Vrána J., 2011: Hospodaření se srážkovou vodou v nemovitostech. ČKAIT, Praha.
- Žáková Z., Šálek J., Hrnčíř P., 2008: Přírodní čištění a využívání vody v rodinných domech a rekreačních objektech. ERA, Brno.

#### **Legislativní materiály:**

- ČSN 75 6401: Čistírny odpadních vod pro více než 500 ekvivalentních obyvatel, Český normalizační institut, 2006
- ČSN 75 9010: Vsakovací zařízení srážkových vod, Český normalizační institut, 2012
- Dotace 119. výzva MŽP
- Nařízení č. 10/2016 Sb. hl. m. Prahy o stanovení obecných požadavků na využívání území a technických požadavků na stavby v hlavním městě Praze
- TNV 75 9011: Hospodaření se srážkovými vodami, Český normalizační institut, 2013
- Zákon č. 254/2001 o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)
- Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

#### **Internetové zdroje:**

- ASIO, 2015: Čistírna odpadních vod AS-variocomp K (online) [cit. 2022.02.17], dostupné z <<https://www.asio.cz/cz/as-variocomp-k>>
- ASIO, 2015: Využití dešťové vody na zahradě a v domě (online) [cit. 2022.01.13], dostupné z <<https://www.vodavdome.cz/vyuziti-destove-vody-na-zahrade-a-v-dome/>>

Biela R., 2011: Kvalita šedých vod a možnost jejich využití (online) [cit. 2022.01.15], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/8097-kvalita-sedych-vod-a-moznost-jejich-vyuziti>>

Dešťovka, 2022: Dotace (online) [cit. 2022.02.28], dostupné z <<https://destovka.eu/>>

Dešťovka, 2022: Jak na vyřízení dotace (online) [cit. 2022.02.28], dostupné z <<https://destovka.eu/jak-funguje-vyrizeni-dotace/>>

Drabínová S., Kunssberger D., 2015: Druhy odpadních vod (online) [cit. 2022.01.22], dostupné z <[http://poradme.se/index.php?title=Druhy\\_odpadn%C3%ADch\\_vod](http://poradme.se/index.php?title=Druhy_odpadn%C3%ADch_vod)>

Dvořáková D., 2007: Využívání dešťové vody (online) [cit. 2022.02.05], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>

Mířková T., 2009: Retence dešťových vod (online) [cit. 2022.03.13], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/6089-retence-destovych-vod-i>>

Plotěný K., 2013: Dělení vod (online) [cit. 2022.01.03], dostupné z <<https://www.asio.cz/cz/177.color-of-water-deleni-vod>>

Plotěný K., 2019: Recyklace šedých vod a jejich využití (online) [cit. 2022.01.03], dostupné z <<https://www.asio.cz/cz/999.recyklace-sedych-vod-a-jejich-vyuziti>>

Vodárium, 2020: Čistota, kvalita a chemické složení dešťové vody (online) [cit. 2022.01.15], dostupné z <<https://vodarium.cz/cistota-kvalita-a-chemicke-slozeni-destove-vody>>

### **Seznam obrázků:**

Obr. 1: Dotace na zalévání srážkovou vodou [cit. 2022.03.04]

URL 21:< <https://destovka.eu/>>

Obr. 2: Realizace Dešťovky [cit. 2022.03.04]

URL 22:< <https://destovka.eu/jak-funguje-vyrizeni-dotace/>>

Obr. 3: Znázornění produkce znečištěných vod (Ottová, 2022)

Obr. 4: Průměrná spotřeba vody v domácnosti [cit. 2022.01.13]

URL 17:< <https://www.asio.cz/cz/999.recyklace-sedych-vod-a-jejich-vyuziti>>

Obr. 5: Domácí čistička odpadní vody [cit. 2022.01.22]

URL 19:< <https://www.asio.cz/cz/as-variocomp-k>>

Obr. 6: Schéma domácí ČOV [cit. 2022.01.22]

URL 19:< <https://www.asio.cz/cz/as-variocomp-k>>

Obr. 7: Filtrační hrnec [cit. 2022.02.15]

URL 20:< <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>

Obr. 8: Okapový filtr [cit. 2022.02.15]

URL 20:< <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>

Obr. 9: Filtrační koš v tělese filtru [cit. 2022.02.15]

URL 20:< <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>

Obr. 10: Filtrační jednotka v interním provedení [cit. 2022.02.15]

URL 20:< <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>

Obr. 11: Samočistící filtr v interním provedení [cit. 2022.02.15]

URL 20:< <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>

Obr. 12: Průleh (Kabelková I., Jak hospodařit s dešťovou vodou na soukromém pozemku, 2009)

Obr. 13: Rýha (Kabelková I., Jak hospodařit s dešťovou vodou na soukromém pozemku, 2009)

Obr. 14: Šachta (Kabelková I., Jak hospodařit s dešťovou vodou na soukromém pozemku, 2009)

### **Seznam tabulek:**

Tab. 1: Množství plovoucích látek v šedých vodách [cit. 2022.01.15]

URL 23:< <https://voda.tzb-info.cz/8097-kvalita-sedych-vod-a-moznost-jejich-vyuziti>>

Tab. 2: Hodnoty BSK5 a CHSK v šedých vodách [cit. 2022.01.15]

URL 23:< <https://voda.tzb-info.cz/8097-kvalita-sedych-vod-a-moznost-jejich-vyuziti>>

Tabulka 3: Orientační hodnoty pro bakteriologické monitorování [cit. 2022.01.15]

URL 23:< <https://voda.tzb-info.cz/8097-kvalita-sedych-vod-a-moznost-jejich-vyuziti>>

Tab. 4: Tvrdost vody [cit. 2022.01.22]

URL 24:< <https://vodarium.cz/cistota-kvalita-a-chemicke-slozeni-destove-vody>>

Tab. 5: Požadavky na složení dešťové vody ze střech [cit. 2022.01.22]

URL 20:< <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>

Tab. 6: Chemické složení srážek v ČR [cit. 2022.01.22]

URL 20:< <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>

Tab. 7: Kapacity nádrže [cit. 2023.02.15]

Tab. 8: Náklady stavby [cit. 2023.02.15]

Tab. 9: Cena vody [cit. 2023.02.15]

Tab. 10: Náklady na realizaci využití dešťové vody [cit. 2023.03.10]

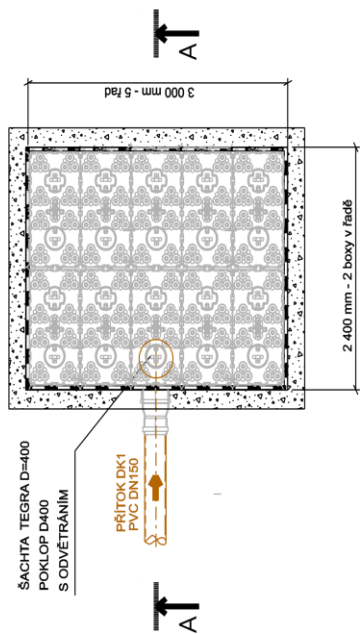
Tab. 11: Náklady na realizaci využití šedé vody [cit. 2023.03.10]



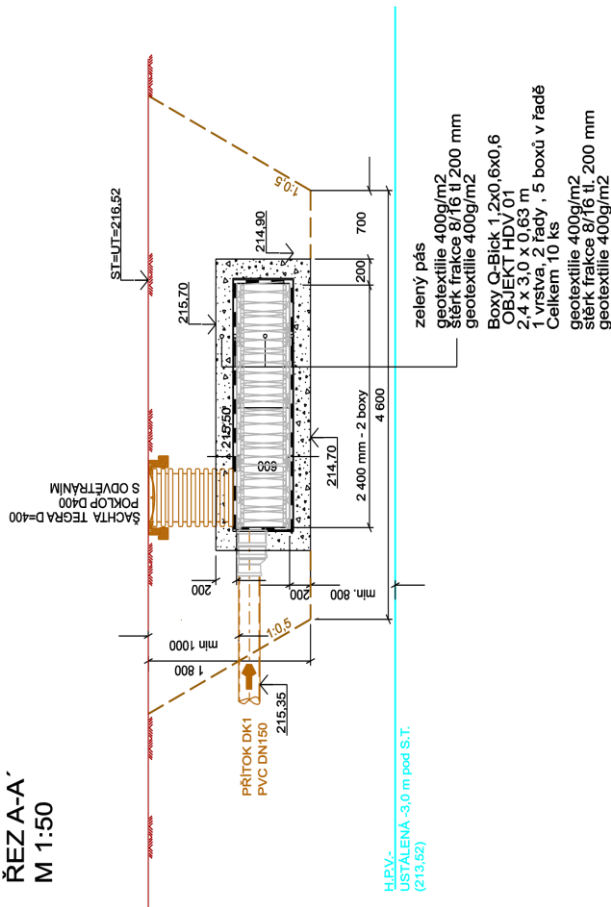
# Příloha č. 2 - Vsakovací objekt HDV

SCHÉMA OBJEKTU HDV 01

PŮDORYS  
M 1:50



ŘEZA-A'  
M 1:50



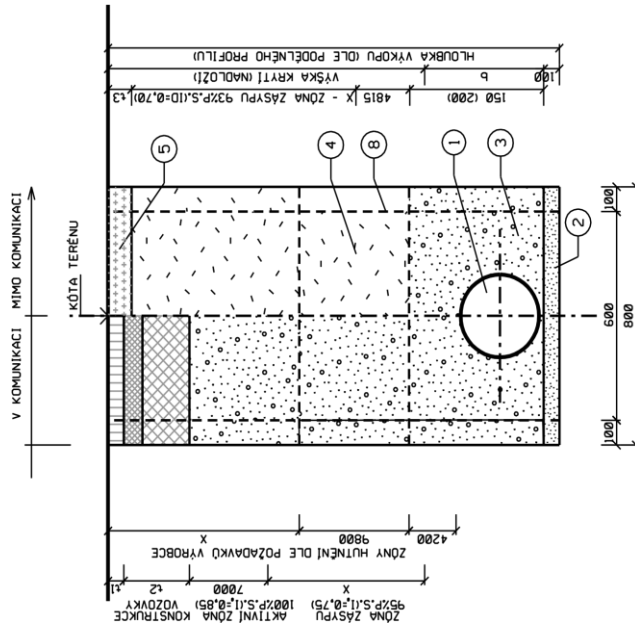
| Index zm. | Popis změny | Datum | Provedl | Podpis |
|-----------|-------------|-------|---------|--------|
|           |             |       |         |        |
|           |             |       |         |        |
|           |             |       |         |        |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| Generální projektant<br><b>ATELIER POLÁČEK &amp; BRAVENEČ S.r.o.</b><br>POLÁČEK & BRAVENEČ S.r.o.<br>Maselkova 15, 771 00 Olomouc, tel: 58 225 58, e-mail: atelier@atelier.cz, ic: 582000, IČ: 25290002  |  | Ing. arch. Jan POLÁČEK<br>Ing. Robert BRAVENEČ<br>Ing. arch. Jan POLÁČEK, Ing. Robert BRAVENEČ<br>Ing. arch. Jan POLÁČEK, Ing. Robert BRAVENEČ<br>Ing. JIŘÍ BALÁBUCH - ČKA I 1302144<br>Ing. JIŘÍ BALÁBUCH - ČKA I 1302144 |  |
| Jméno: ATELIER POLÁČEK & BRAVENEČ S.r.o.<br>Adresa: Maselkova 15, 771 00 Olomouc, tel: 58 225 58, e-mail: atelier@atelier.cz, ic: 582000, IČ: 25290002<br>IČ: 25290002<br>AUTORIZACE: ČKA 00 231<br>AUTORIZACE: ČKA I 1307131<br>AUTORIZACE: ČKA I 1307131<br>Ing. arch. Jan POLÁČEK, Ing. Robert BRAVENEČ<br>Ing. arch. Jan POLÁČEK, Ing. Robert BRAVENEČ<br>Ing. JIŘÍ BALÁBUCH - ČKA I 1302144<br>Ing. JIŘÍ BALÁBUCH - ČKA I 1302144 |  | NOVOSTAVBA RODINNÉHO DOMU<br>k.ú. Chválkovice parc.č. 661/20,648/9   |  |
| Mgr. Jitka Baranová<br>Zimundova 14, 779 00 Olomouc, IČ: 25290002  |  | Ing. OLOMOUCKÝ<br>k.ú. Chválkovice<br>ÚP/OSP<br>DOKLAD TECHNICKÉHO OBJEKTU<br>1:50<br>18/2022<br>Jazyk: CZ   |  |
| Jméno dokumentu: IO 03 Dešťová kanalizace a objekt HDV VSakovací objekt HDV 01   |  | Číslo dokumentu: 01.5.   |  |

Příloha č. 3 - Vzorové uložení potrubí  
PVC

VZOROVÉ UZLOŽENÍ POTRUBÍ PVC KG SN4



LEGENDA

- ① KANALIZAČNÍ POTRUBÍ, PVC KG SN 4, DN 150 mm
- ② LOŽE POD POTRUBÍ PÍSEK, LOMOVÁ VÝSEVKA FRAKCE Ø-16 mm S PLYNULOU KRIVKOU ZRNITOSTI
- ③ HUTNĚNÝ OBŠYP POTRUBÍ PÍSEK, NEBO ŠTĚRKOPÍSEK FRAKCE Ø-16 mm LOMOVÁ VÝSEVKA FRAKCE Ø-16 mm S PLYNULOU KRIVKOU ZRNITOSTI
- ④ HUTNĚNÝ ZÁSYP V MÍSTNÍ KOMUNIKACI - NESEDAVÝ MATERIÁL (ŠTĚRKOPÍSEK NEBO LOMOVÁ VÝSEVKA) MIMO KOMUNIKACI - VÝKOPOVÁ ZEMINA BEZ KAMENŮ VĚTŠÍCH NEŽ 60 mm
- ⑤ OBNOVA POVRCHU - MÍSTNÍ KOMUNIKACE - BUDE PROVEDENA V RÁMCI KONEČNÝCH ÚPRAV POVRCHŮ PO VÝSTAVBĚ KANALIZACE KRAJISKÁ SILNICE-SKLADBA DLE POŽADAVKŮ SJÚS DL. KRAJE MÍSTNÍ KOMUNIKACE - SKLADBA VÍZ. TECHNICKÁ ZPRÁVA NEZPEVNĚNÉ PLOCHY - DHUMUSOVÁNÍ A OSETI
- ⑥ PAZENÍ PŘÍLOŽNÉ OD HLUBKY VÝKOPU 1,3 m

| Index zm. | Popis změny | Datum | Provedl | Podpis |
|-----------|-------------|-------|---------|--------|
|           |             |       |         |        |
|           |             |       |         |        |
|           |             |       |         |        |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Generální projektant</b><br><b>ATELIER POLÁČEK &amp; BRAVENEČ s.r.o.</b><br><small>MAKEDŮVA 15, 772 00 OLOMOUČ, IČ: 180 22 539, e-mail: atelier@atelierpolacek.cz, IČ: 25878902, DIČ: CZ 25878902</small> |   | <b>ATELIER</b><br><b>POLÁČEK &amp; BRAVENEČ</b><br><small>s.r.o.</small> |
| <b>Zodp. projektant</b><br>Ing. arch. Jan POLÁČEK<br>Ing. Robert BRAVENEČ  | AUTORIZACE: 044.00.131<br>AUTORIZACE: 0441.1301711                        |  |
| <b>Název</b><br>Ing. arch. Jan POLÁČEK, Ing. Robert BRAVENEČ   |   |  |
| <b>Projektant</b><br>Ing. arch. Jan POLÁČEK, Ing. Robert BRAVENEČ  |   |  |
| <b>Výkonatel</b><br>Ing. Jiří BALUBUCH - 0441.1202144  |   |  |
| <b>Projekt - územní studie</b>   | <b>NOVOSTAVBA RODINNÉHO DOMU</b><br>k.ú. Chválkovice parc.č. 661/20,648/9 |  |
| <b>Investor</b><br>Mgr. Jiřina Bartoňová   |   | Datum vyhotovení   |
| <b>Název</b><br>Zpracování č. 1.14. 779.00 Olomouč   |   |  |
| <b>Měřítko</b><br>1:1. Chválkovice   |   |  |
| <b>Datum vydání</b><br>08/03/2022  |   |  |
| <b>Číslo</b><br>DOMOV. TECH. NEBO INŽ. OBJEKTŮ   |   |  |
| <b>Číslo stránky</b><br>08/03/2022   |   |  |
| <b>Název dokumentu</b><br>IO 03 Dešťová kanalizace a objekt HDV<br>VZOROVÉ UZLOŽENÍ POTRUBÍ PVC SN4  |   |  |
|  |   | Číslo dokumentu<br>01.6.   |